Pflegeaufwand und Pflegeleistungen auf der Intensivstation

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des
Doktorgrades der Pflegewissenschaft
(Dr. rer. cur.)

an der Pflegewissenschaftlichen Fakultät der
Philosophisch-Theologischen Hochschule Vallendar

vorgelegt von:

Silja Tuschy
aus Königswinter

Erstgutachter:
Univ. Prof. Dr. phil. Albert Brühl

Zweitgutachter:
Univ. Prof. Dr. med. Alexander Hartmann

vorgelegt im

März 2019

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis 6

Abbildungsverzeichnis 9

Tabellenverzeichnis 13

Formelverzeichnis 17

1 Einleitung 18

1.1 Scoring-Systeme zur Messung von Patientenzustand, Pflegeaufwand und -leistung 18

1.1 Pflegeaufwand, Pflegebedarf und Pflegeleistung im Akutkrankenhaus 20

1.2 Vergütung von Krankenhausfällen in Deutschland 24

1.2.1 Kalkulationsdatensätze 25

1.2.2 DRG-Entwicklung mittels Falldaten 27

1.3 Grundlagen der Erlösermittlung für Intensivstationen 29

1.4 Abbildung der Erlöse für die Pflege 31

1.5 Ziel der Untersuchung 34

2 Material 38

1.2 Abhängige Variable Zeit 38

2.1.1 Zeitmessung 38

2.2 Auswahl der Prädiktoren 40

2.2.1 Besonderheiten der Leistungsgruppe „erlösrelevante Leistungen“ 42

2.3 Skalenniveau der Daten 43

2.4 Grenzen der Analyse 44

2.5 Literaturrecherche 49

3 Methoden 51

3.1 Eingesetzte teststatistische Analyseverfahren 52

3.1.1 Die univariate Regression 54

3.1.1.1 Vor- und Nachteile der univariaten Regression 55

3.1.2 Die multiple lineare Regression 57

3.1.2.1 Vor- und Nachteile der multiplen Regression 57

3.1.3 Regressionsbäume ... 58
3.1.3.1 Vor- und Nachteile der Regressionsbäume ... 59
3.1.4 Multiadaptive Regression Splines (MARS©/Earth) ... 60
3.1.4.1 Vor- und Nachteile der MARS©-Modelle ... 62
3.1.5 Mehrebenenanalyse ... 63
3.1.5.1 Vor- und Nachteile der Mehrebenenanalyse ... 66
4 Ergebnisse ... 67
4.1 Darstellung der deskriptiven Ergebnisse ... 67
4.1.1 Abhängige Variable Pflegezeitaufwand ... 67
4.1.2 Unabhängige Variablen (Prädiktoren) ... 69
4.1.2.1 Erlösrelevante Leistungen ... 69
4.1.2.2 Struktur-Variablen ... 83
4.1.2.3 Versorgung von Zu- und Ableitungen ... 86
4.1.2.4 Pflegeleistungen ... 89
4.2 Darstellung der funktionalen Analyseergebnisse ... 97
4.2.1 Ergebnisse der pflegetagbezogenen univariaten Regression ... 97
4.2.1.1 Signifikante erlösrelevante Leistungen ... 99
4.2.1.2 Signifikante patientenzustandsbezogene Variablen ... 109
4.2.1.3 Signifikante Zu- und Ableitungen ... 109
4.2.1.4 Signifikante Pflegeleistungen ... 113
4.2.2 Ergebnisse der schichtbezogenen univariaten Regression ... 115
4.2.2.1 Variablen mit Signifikanz über alle Schichten ... 115
4.2.2.2 Signifikante erlösrelevante Leistungen in einzelnen Schichten ... 116
4.2.2.3 Signifikante Zu- und Ableitungen in einzelnen Schichten ... 121
4.2.2.4 Signifikante Pflegeleistungen in einzelnen Schichten ... 124
4.2.3 Ergebnisse der pflegetagbezogenen multiplen Regression ... 126
4.2.3.1 Effekte der standardisierten Prädiktoren in der multiplen Regression ... 132
4.2.3.2 Aggregierte Daten in der multiplen Regression ... 133

4.2.3.3 Multiple Regression mit TISS-10-Core Einzelvariablen 134

4.2.3.4 Korrelation vom TISS-10-Core mit Pflegeleistungen und Zu- und Ableitungen 135

4.2.4 Ergebnisse der schichtbezogenen multiplen Regression 136

4.2.4.1 Multiple Regression im Frühdienst 136

4.2.4.2 Multiple Regression im Frühdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen 138

4.2.4.3 Multiple Regression im Spätdienst 139

4.2.4.4 Multiple Regression im Spätdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen 141

4.2.4.5 Multiple Regression im Nachtdienst 142

4.2.4.6 Multiple Regression im Nachtdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen 144

4.2.5 Ergebnisse des pflegetagbezogenen Regressionsbaums mit RPART 146

4.2.6 Ergebnisse der schichtbezogenen Regressionsbäume mit RPART 149

4.2.6.1 Regressionsbaum RPART im Frühdienst 149

4.2.6.2 Regressionsbaum RPART im Spätdienst 152

4.2.6.3 Regressionsbaum RPART im Nachtdienst 154

4.2.7 Ergebnisse des pflegetagbezogenen Regressionsbaums mit CTREE 156

4.2.8 Ergebnisse der schichtbezogenen Regressionsbäume mit CTREE 157

4.2.8.1 Regressionsbaum CTREE im Frühdienst 157

4.2.8.2 Regressionsbaum CTREE im Spätdienst 158

4.2.8.3 Regressionsbaum CTREE im Nachtdienst 159

4.2.9 Ergebnisse der pflegetagbezogenen MARS©-Modelle (Earth) 160

4.2.9.1 Earth-Analyse im einfachen additiven Modell 160

4.2.9.2 Earth-Analyse mit einer autorisierten Interaktionen der Prädiktoren 162

4.2.9.3 Earth-Analyse mit zwei autorisierten Interaktionen der Prädiktoren 163

4.2.9.4 Earth-Analyse mit neun möglichen Interaktionen der Prädiktoren 166

4.2.9.5 Pflegetagbezogene Earth-Analyse mit TISS-10-Core Einzelvariablen 168

4.2.10 Ergebnisse der schichtbezogenen Multiadaptive Regression Splines 172

4.2.10.1 Earth-Analyse des Frühdienstes 172

4.2.10.2 Earth-Analyse im Frühdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen 176

4.2.10.3 Earth-Analyse des Spätdienstes 180
4.2.10.4 Earth-Analyse im Spätdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen 183
4.2.10.5 Earth-Analyse des Nachtdienstes 187
4.2.10.6 Earth-Analyse im Nachtdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen 191
4.2.11 Vergleich der Earth-Analysen nach Kreuzvalidierung 194
4.2.12 Ergebnisse der Mehrebenenanalyse mit NLMER 195
4.2.13 Ergebnisse der Mehrebenenanalyse mit HML7 200
4.2.13.1 Mixed Model 202
5 Diskussion 203
5.1 Nutzen verschiedener Analyseverfahren für die Auswertung von Pflegeleistungen 203
5.2 Vergleich der Schätzer für die Konstante und die wichtigsten Prädiktoren je Pflegetag ... 205
5.3 Schichtbezogene Unterschiede 210
5.4 Fallebene in der Stichprobe 214
5.5 Abbildung des TISS als erlösrelevantes pflegeaufwandserklärendes System 216
5.5.1 TISS-10-Core Vergleich von Summenscore und Einzelparametern 218
5.5.2 Vergleichsparameter TISS-28 224
5.5.2.1 Basisfunktionen des TISS-28 224
5.5.2.2 Niere 229
5.5.2.3 Herz-Kreislauf 230
5.5.2.4 Metabolismus 231
5.5.2.5 Lunge 232
5.6 Bewertung der erhobenen Variablen und ihrer Einflussnahme auf die Aufwandszeit 232
5.7 Vergütung der pflegetagbezogenen Aufwandszeit in der Intensivpflege 234
5.8 Fehlende Pflegeleistungen in der Dokumentation und in der Erlöserbringung 236
5.9 Modelleignung für die Abbildung von Pflegeaufwand auf der Intensivstation 242
5.10 Aktuelle Lösungswege der Politik 247
6 Zusammenfassung 253
7 Literaturverzeichnis 256

8 Anlagen 271

Abkürzungsverzeichnis

add	addiert
aggr	aggregiert
AIC	Aiken`s Information criterion
APACHE	Acute Physiology and Chronic Health Evaluation
art.	arteriell
BDA	Bund deutscher Anästhesisten
Bea	Beatmung
BGBl.	Bundesgesetzblatt
BIC	Bayesian Information criterion
BPS	Behavioural Pain Scale
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
CPAP	Continuous Positive Airway Pressure
CT	Computer Tomografie
CTREE	Conditional Inference Trees
CVVH	continuous veno-venous hemofiltration
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
DK	Dauerkatheter
DKG	Deutsche Krankenhausgesellschaft
DPV	Deutscher Pflegeverband
DPR	Deutscher Pflegerat
DRG	Diagnosis Related Groups
Earth	Adaption für MARS (multiadaptive Regression Splines)
ECMO	extrakorporale Membranoxygenierung
EK	Erythrozytenkonzentrat
€	Euro
Fr	Frühdienst
fte	full time equivalent
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
GCV	generalized cross validation
G-DRG	German-Diagnosis Related Groups
GKV	gesetzliche Krankenversicherung
GRSq	Generalized R Squared

ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
ICD-10 GM	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme 10. Revision German Modification
ICN	International Council of Nurses
ICP	intracranial pressure
ICU	intensive care unit
IMC	intermediate care unit
InEK	Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus
KHEntgG	Krankenhausentgeltgesetz
KHG	Krankenhausfinanzierungsgesetz
LEP	Leistungserfassung in der Pflege
LL	Likelihood
lm	linear model function
LOF	lack of fit
LTX	Lebertransplantation
MARS	multiadaptive regression splines
MARS	Molecular Adsorbent Recirculation System
MDC	Major Diagnostic Category
MET	medical emergency team
MRE	multiresistenter Erreger
MS	Magensonde
Na	Nachtdienst
NAS	Nursing Activity Score
NEMS	nine equivalents of nursing manpower
NLMER	nonlinear Mixed-Effects Models
NUB	neue Untersuchungs- und Behandlungsmethoden
OP	Operation
OPS 301	Operationen- und Prozedurenschlüssel gemäß § 301, SGB V
P	propability of error (Signifikanz)
PAONCIL	professional assessment of optimal nursing care intensity level
PCCL	Patient Clinical Complexity Level
PEG	perkutane endoskopische Gastrostomie
PEJ	perkutane endoskopische Jejunostomie
PiCCO	Pulse Contour Cardiac Output
PKMS	Pflegekomplexmaßnahmen-Score

PKV	Private Krankenversicherung
PPR	Pflege-Personal-Regelung
r^2	Bestimmtheitsmaß
RAFAELA®	Markenname für das finnisches System: „nursing intensity and staffing system“
RASS	Richmond-Agitation-Sedation-Scale
reg.	regression
RPART	Recursive Partitioning and Regression Trees
RSq	R squared
RSS	residual sum-of-squares
Schätzer	Erwartungswert einer aus empirischen Werten abgeleiteten Funktion
Sp	Spätdienst
SAPS II	Simplified Acute Physiology Score
SFK	suprapubischer Fistelkatheter
SGB V	Fünftes Sozialgesetzbuch
SGB XI	Elftes Sozialgesetzbuch
SOFA	Sepsis-related organ failure assessment score
TEE	transesophageal echocardiography
TISS	Therapeutic Intervention Scoring System
USA	United States of America
VAC	Vakuumdrainage
VK	Vollkräfte
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel
ZVD	zentraler Venendruck
ZVK	zentralvenöser Katheter

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Kalkulationsschritte (Institut für Entgeltordnung im Krankenhaus InEK 2016, S. 10) 25
Abbildung 2 Vollkräfte im Pflegedienst in allgemeinen Krankenhäusern ©dip 2010 31
Abbildung 3 Zirkelbezug von Messmodellen bei der Instrumentenentwicklung (Brühl 2012c, F. 5) ... 48
Abbildung 4 modulare Darstellung möglicher Einflussgrößen auf die Aufwandszeit 51
Abbildung 5 Darstellung der Scharnierfunktion (Tibshirani und Friedman 2009, Kap. 9.4, S. 322)..... 61
Abbildung 6 Darstellung der fallbezogenen Pflegetage 64
Abbildung 7 Verteilung der Aufwandszeiten in der Stichprobe 67
Abbildung 8 Aufwandszeit in den einzelnen Schichten und im Vergleich zum Pflegetag/3)..... 69
Abbildung 9 ICD-10 Diagnosen in der Stichprobe 75
Abbildung 10 Die ICD Z43. Internet ICD-Suche (Krollner und Krollner 2018), Zugriff 01.04.2018)..... 76
Abbildung 11 Darstellung der Prozeduren nach Häufigkeit in der Stichprobe 78
Abbildung 12 TISS- und SAPS-Punkte: Dichte-Verteilung in der Stichprobe 80
Abbildung 13 Beatmungszeiten in Minuten pro Pflegetag – Häufigkeit in der Stichprobe 82
Abbildung 14 Entlassungsarten - Häufigkeit in der Stichprobe 83
Abbildung 15 Schichtbesetzungen im Früh-, Spät- und Nachtdienst 84
Abbildung 16 Score-Ergebnisse der RASS - Häufigkeit in der Stichprobe 85
Abbildung 17 Altersverteilung in der Stichprobe 86
Abbildung 18 Anzahl an Perfusoren je Pflegetag - Häufigkeit in der Stichprobe 87
Abbildung 19 Zu- und Ableitungen - Häufigkeit in der Stichprobe 89
Abbildung 20 Maximum einzelner Pflegeleistungen, gemessen an einem Pflegetag 89
Abbildung 21 Häufigkeiten der Teil- und Ganzkörperpflegen in der Stichprobe 91
Abbildung 22 Verteilung der Lagerungshäufigkeit in der Stichprobe 92
Abbildung 23 Häufigkeit der Bilanzierungen pro Pflegetag 93
Abbildung 24 Vergleich der beiden beatmungsassoziierten Methoden CPAP und Weaning..... 94
Abbildung 25 Dichteverteilung von Wundversorgung, Absaugen und Drainagekontrolle 95
Abbildung 26 Summenscore der Pflegeleistungen pro Pflegetag - Häufigkeit in der Stichprobe 96
Abbildung 27 univariate Regression - Summenscore Pflegeleistungen zu Aufwandszeit 99
Abbildung 28 Boxplot - OPS ECMO zu Aufwandszeit 100
Abbildung 29 Boxplot OPS Dialyse zu Aufwandszeit 100
Abbildung 30 Boxplot - OPS Intubation zu Aufwandszeit 101
Abbildung 31 Boxplot - OPS Lagerung zu Aufwandszeit 102
Abbildung 32 univariate Regression - OPS EK zu Aufwandszeit 102
Abbildung 33 univariate Regression - OPS ZVD zu Aufwandszeit 103
Abbildung 34 Boxplot - Endoskopie zu Aufwandszeit 104

Abbildung 35 univariate Regression - Summenscores vorhandener Prozeduren zu Aufwandszeit ... 105
Abbildung 36 univariate Regression - SAPS-Punkte zu Aufwandszeit ... 105
Abbildung 37 univariate Regression TISS-Punkte zu Aufwandszeit ... 106
Abbildung 38 Darstellung der Residuen und der im Modell passenden Werte für die TISS-Punkte .. 106
Abbildung 39 Verteilung der TISS-Summen im Verhältnis zur Funktionsvorhersage ... 107
Abbildung 40 univariate Regression - Beatmungsminuten zu Aufwandszeit ... 108
Abbildung 41 univariate Regression - RASS Scoreergebnis zu Aufwandszeit ... 109
Abbildung 42 Boxplot Vorhandensein eines Shaldonkatheters ... 110
Abbildung 43 univariate Regression - Perfusoren zu Aufwandszeit ... 110
Abbildung 44 Boxplot - Anzahl vorhandener VAC-Drainagesysteme zu Aufwandszeit ... 111
Abbildung 45 Boxplot – Urostoma zu Aufwandszeit ... 111
Abbildung 46 Boxplot - PiCCO-Katheter zu Aufwandszeit ... 112
Abbildung 47 Häufigkeiten von Perfusor, arteriellem Katheter und Drainagen ... 113
Abbildung 48 univariate Regression - Häufigkeit der CPAP-Beatmungen zu Aufwandszeit ... 113
Abbildung 49 Häufigkeit der Beatmungsentwöhnung (Weaning) ... 114
Abbildung 50 Boxplot Beatmungsentwöhnung und Aufwandszeit ... 115
Abbildung 51 Boxplot - Dialyse zu Aufwandsteit im Frühdienst ... 117
Abbildung 52 Residuen gegen die Referenzgrade Endoskopie und Aufwandszeit im Nachtdienst ... 118
Abbildung 53 Boxplot Reanimation zu Aufwandszeit im Nachtdienst ... 118
Abbildung 54 Gabe von Erythrozytenkonzentraten zu Aufwandszeit im Nachtdienst ... 119
Abbildung 55 Beatmungszeit zu Aufwandszeit im Frühdienst ... 120
Abbildung 56 SAPS-Punkte zu Aufwandszeit im Nachtdienst ... 121
Abbildung 57 Boxplot Bülaudrainage zu Aufwandszeit im Frühdienst ... 122
Abbildung 58 Boxplot Shaldon-Katheter zu Aufwandszeit im Frühdienst ... 123
Abbildung 59 Boxplot Urostoma zu Aufwandszeit im Nachtdienst ... 123
Abbildung 60 Wundversorgungen zu Aufwandszeit im Spätdienst mit Regressionsgraden ... 124
Abbildung 61 Teilkörperwaschungen zu Aufwandszeit im Spätdienst mit Regressionsgraden ... 125
Abbildung 62 Bilanz zu Aufwandszeit im Spät- und Nachtdienst ... 125
Abbildung 63 Darstellung der Residuen gegenüber den passenden Werten ... 128
Abbildung 64 Kontrolle der Residuen auf Normalverteilung im QQ-Plot ... 129
Abbildung 65 Kontrolle auf Werte mit besonderer Hebelwirkung ... 130
Abbildung 66 Streudiagramm TISS-Punkte und Perfusoren ... 131
Abbildung 67 Streudiagramm Pflegeleistungen und TISS-10-Core ... 136
Abbildung 68 Streudiagramm Aufwandszeit im Frühdienst ... 137
Abbildung 69 QQ-Plot für das beste multiple Regressionsmodell im Spätdienst ... 140

Abbildung 70 QQ-Plot für das multiple Regressionsmodell im Nachtdienst 144
Abbildung 71 Ergebnis des Regressionsbaums in RPART für den Pflegetag 146
Abbildung 72 Kreuzvalidierung für den Pflegetag in RPART mit dem günstigsten Fehlerterm 148
Abbildung 73 Regressionsbaum in RPART nach Kreuzvalidierung für den gesamten Pflegetag 148
Abbildung 74 kreuzval. Regressionsbaum RPART für den Pflegetag mit TISS-10-Core Einzelvariablen 149
Abbildung 75 RPART Regressionsbaum im Frühdienst vor dem Pruningprozess 150
Abbildung 76 Regressionsbaum in RPART nach Kreuzvalidierung für den Frühdienst 151
Abbildung 77 kreuzval. Regressionsbaum in RPART im Frühdienst mit TISS-10-Core-Einzelvariablen 151
Abbildung 78 RPART Regressionsbaum im Spätdienst vor dem Pruningprozess 152
Abbildung 79 Regressionsbaum RPART nach Kreuzvalidierung für den Spätdienst 153
Abbildung 80 kreuzval. Regressionsbaum in RPART im Spätdienst mit TISS-10-Core-Einzelvariablen154
Abbildung 81 RPART Regressionsbaum im Nachdienst vor dem Pruningprozess 154
Abbildung 82 Regressionsbaum in RPART nach Kreuzvalidierung für den Nachtdienst..... 155
Abbildung 83 kreuzval. Regressionsbaum in RPART im Nachtdienst mit TISS-10-Core-Einzelvariablen 156
Abbildung 84 Ergebnis des pflegetagbezogenen Regressionsbaums in CTREE 157
Abbildung 85 Regressionsbaum in CTREE für den Frühdienst 158
Abbildung 86 Regressionsbaum in CTREE für den Spätdienst 158
Abbildung 87 Regressionsbaum in CTREE für den Nachtdienst 159
Abbildung 88 grafische Darstellung der Modellparameter im additiven Earth-Modell 161
Abbildung 89 Modellparameter im Earth-Modell mit einer Interaktion 163
Abbildung 90 Modellparameter im Earth-Modell mit bis zu zwei Interaktionen 165
Abbildung 91 Modellauswahl nach Kreuzvalidierung 165
Abbildung 92 Residuen im Earth-Modell mit zwei Interaktionen 166
Abbildung 93 Modellauswahl nach Kreuzvalidierung 168
Abbildung 94 Funktionsgrafen im additiven Frühdienstmodell..... 173
Abbildung 95 Modellparameter im Frühdienst mit Interaktion von zwei Prädiktoren 174
Abbildung 96 Modellparameter im Spätdienst-Modell mit einer Interaktion von zwei Prädiktoren. 181
Abbildung 97 Nachtdienst-Parameter im additiven Modell 188
Abbildung 98 Modellvergleich additiv 194
Abbildung 99 Modellvergleich bei neun Interaktionen 195
Abbildung 100 Minutenwerte mit Fallbezug..... 195
Abbildung 101 Vergleich der Analysemethoden, eigene Darstellung 204

Abbildung 102 Aufwandszeit bei verschiedener Perfusorenanzahl und TISS-Punkten 206
Abbildung 103 RPART Regressionsbaum-Abschnitt für den Pflegetag mit TISS-Einzelvariablen..... 206
Abbildung 104 Vergleich von TISS-Punkten der Einzelvariablen und Häufigkeit ihres Vorkommens. 217
Abbildung 105 Varianzerklärung im Vergleich TISS-Summenmodell zu TISS-Einzelparametern..... 223
Abbildung 106 Vergleich der Aufwandszeit je vorhandenem ZVK..... 230
Abbildung 107 Modellentwurf Pflegeleistungskategorien 246

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Gewichtung der Behandlungsintensität (Kalkulation von Behandlungskosten 2016, S. 147)27
Tabelle 2 Beispiel DRG aus dem G-DRG-Report-Browser 2013 (InEK GmbH 2013b) 29
Tabelle 3 Übersicht über den TISS-10-Core 43
Tabelle 4 deskriptive Parameter der Aufwandszeit in der Stichprobe 67
Tabelle 5 Ergebnis des Shapiro-Wilk-Tests auf Normalverteilung der Aufwandszeit 68
Tabelle 6 DRG-Verteilung in der Stichprobe 70
Tabelle 7 Anzahl der Pflegetage in der jeweiligen Intensivkomplexbehandlung 70
Tabelle 8 krankenhausindividuelle DRG in der Stichprobe (InEK GmbH 2013a, Anlage 3a) 71
Tabelle 9 DRG-Bewertungsrelationen der Pflegetage in der Stichprobe 71
Tabelle 10 Variablenname und Klarname der ICD in der Stichprobe 74
Tabelle 11 Übersicht über die vorhandenen Prozeduren 78
Tabelle 12 Prozeduren pro Pflegetag - Häufigkeiten in der Stichprobe 79
Tabelle 13 ECMO-Zusatzentgelte 2013 (InEK GmbH 2013a, Anlage 6) 79
Tabelle 14 Übersicht über die TISS-10-Core Einzelvariablen in der Stichprobe 81
Tabelle 15 identische Katheter aus unterschiedlichen Dokumentationen 81
Tabelle 16 Einstufungsvergleich von gleichen Aufwandsarten in den verschiedenen Leistungsbereichen 82
Tabelle 17 Vorkommen von Zu- und Ableitungen in der Stichprobe 87
Tabelle 18 Häufigkeiten der enteralen und parenteralen Ernährung pro Pflegetag 90
Tabelle 19 Deskriptive Ergebnisse der Variablen Lagerung und Bilanz 91
Tabelle 20 Deskriptive Ergebnisse der Variablen Drainagekontrolle, Wundversorgung, Absaugen 94
Tabelle 21 Variablen, die in der Regression zur Aufwandszeit nicht signifikant sind 98
Tabelle 22 Signifikanz der TISS-10-Core Einzelvariablen 108
Tabelle 23 übergreifend signifikanten Prädiktoren mit ihren Schätzern 116
Tabelle 24 Signifikanz TISS-Einzelvariablen im Vergleich von Pflegetag und Schichten 120
Tabelle 25 Häufigkeit der Bülaudrainage und des Gastrostomas 122
Tabelle 26 Schätzer für den PiCCO-Katheter in der Früh- und Spätschicht 124
Tabelle 27 Multiple Regression mit den signifikanten Prädiktoren aus der univariaten Regression . 126
Tabelle 28 Ergebnis des höchsten r^2 in der multiplen Regression 127
Tabelle 29 Auszug aus der modellvergleichenden Varianzanalyse in den Pflegetagmodellen 127
Tabelle 30 Toleranzstatistik zur Multikollinearität im multiplen Regressionsmodell 131
Tabelle 31 R-Output des Durbin-Watson Tests auf Unabhängigkeit der Störgrößen 132
Tabelle 32 Standardabweichungen und Veränderungsrate im standardisierten Modell 132
Tabelle 33 Konfidenzintervalle der Variablen im gefitteten Modell 133

Tabelle 34 Multiple Regression der Summenscores 133
Tabelle 35 Multiple Regression mit dem TISS Core und Zu- und Ableitungen..... 134
Tabelle 36 multiple Regression mit allen Variablen und den TISS-10-Core Einzelvariablen..... 134
Tabelle 37 multiple Regression mit signifikanten Variablen inkl. TISS-Einzelvariable 135
Tabelle 38 Multiple Regression Aufwandszeit im Frühdienst 136
Tabelle 39 Auszug aus der modellvergleichenden Varianzanalyse im Frühdienst 137
Tabelle 40 Multiple Regression mit allen TISS-10-Core Einzelvariablen im Frühdienst..... 138
Tabelle 41 Multiple Regression mit signifikanten TISS-10-Core Einzelvariablen im Frühdienst..... 139
Tabelle 42 Multiple Regression Spätdienst 139
Tabelle 43 Auszug aus der modellvergleichende Varianzanalyse im Spätdienst..... 140
Tabelle 44 Multiple Regression mit allen TISS-10-Core Einzelvariablen im Spätdienst 141
Tabelle 45 Multiple Regression mit signifikanten TISS-10-Core Einzelvariablen im Spätdienst 142
Tabelle 46 ungefiltertes Modell multiple Regression im Nachtdienst 142
Tabelle 47 Multiple Regression Nachtdienst..... 143
Tabelle 48 Korrelation zwischen Perfusor, Urostoma und Bilanz 143
Tabelle 49 Auszug aus der modellvergleichenden Varianzanalyse im Nachtdienst 144
Tabelle 50 Multiple Regression mit allen TISS-10-Core Einzelvariablen im Nachtdienst..... 145
Tabelle 51 Multiple Regression mit signifikanten TISS-10-Core Einzelvariablen im Nachtdienst..... 145
Tabelle 52 Modellformel für den pflegetagbezogenen Regressionsbaum RPART..... 146
Tabelle 53 Varianzaufklärung der Kreuzvalidierung bei der pflegetagbezogenen Analyse 147
Tabelle 54 Darstellung der Varianzaufklärung der Kreuzvalidierung im Frühdienst 150
Tabelle 55 Varianzaufklärung der Kreuzvalidierung im Spätdienst..... 152
Tabelle 56 Darstellung der Varianzaufklärung der Kreuzvalidierung im Nachtdienst 155
Tabelle 57 Earth-Modell mit restriktiver additiver Variablenfunktion..... 160
Tabelle 58 Kreuzvalidierung im additiven Earthmodell 162
Tabelle 59 Earth-Modell mit einer Interaktion zweier Variablen 162
Tabelle 60 Kreuzvalidierung im Earthmodell mit einer Interaktion 163
Tabelle 61 Earth-Modell mit zwei autorisierten Interaktionen..... 164
Tabelle 62 Earth-Modell mit bis zu neun autorisierten Interaktionen..... 167
Tabelle 63 Earthfunktion mit Teilungsfaktor Bülaudrainage 167
Tabelle 64 Prädiktoren im Earth-Modell mit neun autorisierten Interaktionen..... 168
Tabelle 65 pflegetagbezogenes additives Earthmodell mit TISS-10-Core Einzelvariablen 169
Tabelle 66 pflegetagbezogenes einfach interaktives Earthmodell mit TISS-10-Core Einzelvariablen 169
Tabelle 67 pflegetagbezogen zweifach interaktives Modell mit TISS-10-Core Einzelvariablen..... 170
Tabelle 68 pflegetagbezogenes Modell mit neun Interaktionen und TISS-10-Core Einzelvariablen.. 171

Tabelle 69 additives Frühdienstmodell 172
Tabelle 70 Frühdienstmodell mit einer autorisierten Interaktion 173
Tabelle 71 Frühdienstmodell mit zweifach autorisierter Interaktion 175
Tabelle 72 Frühdienstmodell mit neunfach autorisierter Interaktion 176
Tabelle 73 Additives Frühdienstmodell mit TISS-10-Core Einzelvariablen..... 177
Tabelle 74 Frühdienstmodell mit einfacher Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen 177
Tabelle 75 Frühdienstmodell mit zweifacher Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen..... 178
Tabelle 76 Frühdienstmodell mit neunfacher Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen..... 179
Tabelle 77 additives Spätdienstmodell 180
Tabelle 78 Spätdienstmodell mit einer autorisierten Interaktion..... 181
Tabelle 79 Spätdienstmodell mit zwei autorisierten Interaktionen..... 182
Tabelle 80 Spätdienstmodell mit neun Interaktionen 183
Tabelle 81 additives Spätdienstmodell mit TISS-10-Core Einzelvariablen 184
Tabelle 82 Spätdienstmodell mit einer Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen 184
Tabelle 83 Spätdienstmodell mit zwei Interaktionen mit TISS-10-Core Einzelvariablen 185
Tabelle 84 Spätdienstmodell mit neun Interaktionen mit TISS-10-Core Einzelvariablen 187
Tabelle 85 additives Nachtdienstmodell 188
Tabelle 86 Nachtdienstmodell mit einer autorisierten Interaktion 189
Tabelle 87 Nachtdienstmodell mit zwei autorisierten Interaktionen 189
Tabelle 88 Nachtdienstmodell mit neun autorisierten Interaktionen 190
Tabelle 89 additives Nachtdienstmodell mit TISS-10-Core Einzelvariablen..... 191
Tabelle 90 Nachtdienstmodell mit einer autorisierten Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen191
Tabelle 91 Nachtdienstmodell mit zweifacher Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen..... 192
Tabelle 92 Nachtdienstmodell mit neunfacher Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen..... 193
Tabelle 93 Übersicht über die Zuordnung von Pflegetagen zu Fällen 196
Tabelle 94 Modellvarianten und Modellgüte im 2-Ebenenmodell ohne Slopes..... 198
Tabelle 95 Vergleich der Ergebnisse bei Maximum Liklihood und Restricted Maximum Liklihood ... 199
Tabelle 96 Mehrebenenanalyse mit randomslope und cross-level Effekt..... 200
Tabelle 97 HLM7 Intercept-only Modell 201
Tabelle 98 HLM7 2`te-Ebene Modell mit Sepsis, SIRS und Pneumonie-Diagnose 201
Tabelle 99 Auszug aus den HLM7 Mixed Modell Ergebnissen 202
Tabelle 100 Schätzer für den Aufwandswert der Variable Perfusor in den verschiedenen Analysen 208
Tabelle 101 Schätzer für den Aufwandswert der Variable ECMO in den verschiedenen Analysen ... 209
Tabelle 102 Schätzer für die Aufwandszeit durch die TISS-Punktsumme..... 210
Tabelle 103 Vergleich in der Mehrebenenanalyse mit und ohne Eintagesfälle 215

Tabelle 104 Vergleich von Mehrebenenanalyse und multipler Regression bei den steten Effekten . 216
Tabelle 105 Bedeutung der TISS-Punktsumme in den verschiedenen Analysemethoden 219
Tabelle 106 Bedeutung der TISS-Einzelparameter 222
Tabelle 107 Signifikanz der SAPS-II Labor-Einzelparameter in den pflegetagbezogenen Modellen .. 225
Tabelle 108 Einflussnahme von TISS-28 Variablen bzw. Vergleichbare in der Stichprobe 233
Tabelle 109 Pflegepersonaluntergrenzen-Verordnung vom 05.10.2018..... 252

Formelverzeichnis

Formel 1 PCCL-Berechnung im G-DRG-System seit 2014 (Heimig 2013) 28
Formel 2 lineare Regressionsgleichung (Hornik et al. 2011, S. 282) 55
Formel 3 Bestimmtheitsmaß (Hornik et al. 2011, S.286) 55
Formel 4 Regressionsgleichung (Schlittgen 2013, S. 19) 57
Formel 5 Intervallzerlegung im Regressionsbaum (Fahrmeir et al. 2009, S. 291) 59
Formel 6 Pruning des Regressionsbaums (Fahrmeir et al. 2009, S. 361-364) 59
Formel 7 Kreuzvalidierung im MARS-Algorhythmus (Friedman 1991, S. 20) 62
Formel 8 Varianzquotient in der Mehrebenenanalyse (Windzio, S. 18) 65
Formel 9 Steigungskoeffizient mit Effekten im Mehrebenenmodell (Field et al. 2014 // 2012, 865 ff.) 65
Formel 10 Variance Inflation Faktor (Schlittgen 2013, S. 34) 130
Formel 11 Mehrebenenanalyse mit Fall- und Pflegetagvariablen in HLM7 202

1 Einleitung

In der vorliegenden Arbeit geht es um die Fragestellung, ob der Zeitaufwand für die Pflege im Krankenhaus in bestimmten Behandlungskonstellationen mit vergleichbaren Pflegeleistungen und ähnlichen patientenbezogenen Zuständen systematisiert und kategorisiert werden kann und in Folge dessen gleiche Erlöse in der Kostenart Pflege für diese Kategorien sinnvoll sind. Dies soll beispielhaft für den Bereich der Intensivpflege anhand einer Stichprobe mit Zeitaufnahme und einem Abgleich von im Zeitrahmen erfolgten Pflegeleistungen je Pflegetag geprüft werden.

1.1 Scoring-Systeme zur Messung von Patientenzustand, Pflegeaufwand und -leistung

Die Fragestellung ist nicht neu. Es gibt hunderte von Studien und Arbeitsgruppen, die Instrumente entwickelt haben, welche zu einer Clusterung der Patienten hinsichtlich ihres Ressourcenverbrauchs, ihrer Pflegebedürftigkeit oder ihres Zustandes führen und übergreifend gültig sein sollen: „Besonders in den letzten 20 Jahren haben Beschreibung, Validierung und Kalibrierung von Punktevergabesystemen eine deutliche Intensivierung erlebt.“ (Brenck et al. 2008, S. 189)

Teilweise sind die Systeme über Jahrzehnte weiterentwickelt und angepasst worden. Hier sind international insbesondere die Arbeiten von Keen, Cullen, Moreno, Reis Miranda (TISS, NEMS, NAS), Lemeshow, Le Gall, Wagner (SAPS, APACHE) zu nennen. Auch im deutschsprachigen Raum sind solche Scores entwickelt worden, z. B. Lehmkuhl, Bierbrauer (HIS), Hunstein (ePa-AC) oder Eck (INPULS) und in der Schweiz Brügger, Baumberger (LEP). (Keene und Cullen 1983; Moreno und Morais 1997; Moreno et al. 2001; Le Gall et al. 1993; Debergh et al. 2012; Reis Miranda et al. 1996; Reis Miranda et al. 1997; Reis Miranda et al. 2007; Reis Miranda et al. 2008; Wagner und Draper 1984; Lehmkuhl 1989; Bierbrauer et al. 1998; Association for Common European Nursing 2007, S. 190; Pflegedirektion Universitätsklinik Heidelberg 2012; Brosziewski und Brügger 2001; Baumberger et al. 2014)

Auffällig ist, dass keines dieser Systeme sich aufgrund seiner Eigenschaften gegenüber den anderen Systemen in den vergangenen Jahren als Leitsystem durchsetzen konnte, obwohl viele Vergleichsstudien zur Evaluation der „besten“ Methode durchgeführt wurden. (Janssens et al. 2000; Lee et al. 2008; Guenther et al. 2015; Raksakietisak et al. 2006; Singh et al. 2012)

Krankenhäuser nutzen die verschiedenen Systeme zu unterschiedlichen Zwecken, z. B. für die interne Budgetierung, das Medizincontrolling, die monetäre Bewertung (Abrechnung), die Bettenplanung oder die Qualitätssicherung. Die Zielsetzungen für die Instrumentenentwicklungen sind vielfältig. Brenck teilt die Scoring-Systeme nach Anwendungscharakter ein und nennt folgende Zielkriterien: „Organdysfunktion, Verlaufsbeschreibung, Pflegeaufwendigkeit, Outcomebestimmung und Gruppierung für Studienzwecke.“ (Brenck et al. 2008, vgl. Abb. 1, S. 190)

Ein wesentlicher Faktor bei der Nutzung der Scoring-Systeme ist, dass diese häufig nicht dem ursprünglichen Entwicklungsziel und Nutzungszweck der Scores entsprechen. (Suistomaa et al. 2002; Viney et al. 1997) Vielmehr wird ein Score-System nicht mehr im validierten Original angewendet, sondern für den neu bestimmten Zweck abgewandelt und adaptiert.

Auf nationaler Ebene hat die Gesetzgebung zwei Scores, den SAPS-II und den TISS-10-Core (eine Kürzung des TISS-28) als Erhebungsinstrumente der Intensivkomplexpauschale und neben den Beatmungsstunden als zentrale Bestandteile der Erlösberechnung für Intensivstationen festgelegt.

Ein Aspekt fehlt allen Scores: Sie erheben Patientenzustände oder durchgeführte Pflegetätigkeiten, ohne einen übergreifenden Bezugsrahmen zu einer konkreten Pflegetheorie oder einem zugrunde liegenden Pflegemodell auf der Intensivstation herzustellen. Dieser fehlende Bezugsrahmen macht einen Vergleich schwierig, da keine Information darüber vorliegt ob die in dem jeweiligen Score eingeschlossenen Merkmale umfassend sind. Ein System, welches in einem bestimmten Kontext eine Feststellung über einen Sachverhalt macht, die sich in einem ähnlichen System wiederfinden soll und dort vergleichbar gemessen werden kann, benötigt eine Beschreibung der Parameter für die „Ähnlichkeit“ der beiden Systeme.

„Demnach ist es möglich, dass Methoden direkt zu Hypothesen führen, und zwar auf dem Weg der Bildung von Analogien. Eine Analogie wird gebildet, indem man einem Untersuchungsgegenstand zum Beispiel einem Pflegebedürftigen einen anderen Pflegebedürftigen, zu dem bestimmte Ähnlichkeiten bestehen, gegenüberstellt. Das bedeutet, dass eine Analogie als Beschreibung eines Gegenstandes mit den Merkmalen eines funktional und strukturell ähnlichen Gegenstandes abgebildet werden kann (Bortz & Döring, 2016).“ (Bergmann und Brühl 2017, S. 119)

In den vorliegenden Scoring-Systemen werden Funktionen in Form von Patientenzuständen oder Pflegeleistungen verglichen, ohne sie in einen übergeordneten Bezugsrahmen respektive einer übergeordneten Struktur einzugliedern. Die Frage, ob die Pflege alleine auf Basis der jeweils in dem Scoring-System vorhandenen durchgeführten Leistungen oder des Patientenzustandes auf einer Intensivstation zu einer für sie vergleichbaren, identifizierbaren und wiederholbaren Einschätzung des Pflegeaufwands kommen kann, scheint nach der bisherigen Studienlage in unterschiedlichen Settings eher unwahrscheinlich, z. B.: „Beck räumt ein, dass ein Versterben nach Entlassung von der Intensivstation Großbritanniens deutlich höher ist, als in anderen Teilen Europas und den USA. Des Weiteren sei hier noch einmal auf das Problem des Vergleichs der TISS Werte hingewiesen, die stark differieren können.“ (Geiger 2006, S. 68)

Für die vorliegende Arbeit ist eine settingunabhängige Prüfung nicht möglich, da die Studie nur auf einer einzigen Intensivstation durchgeführt wird. Ergeben sich deutliche Muster, wäre in einem

zweiten Schritt zur Validierung der Ergebnisse eine strukturübergreifende Prüfung (Multicenterstudie) in anderen Settings durchzuführen.

Bei den Scoring-Systemen, die für die Pflege entwickelt wurden liegt der Fokus überwiegend auf der Abschätzung des Ressourcenaufwandes und nicht darauf, eine Einschätzung der Leistung aufgrund eines Pflegebedarfs zu erheben: „Scoring schemes developed for use in the Intensive Care Unit (ICU) measure nurses workload and identify resource requirements at the unit level [12-19]. Though these schemes provide some fundamental insight into workload demands, and may support decision makers in planning staffing assignments based upon workload expectations, they do not capture the actual amount of care delivered to individual patients." (Hall et al. 2008, S. 1002)

Eine Analyse des Untersuchungsgegenstandes ist für eine Modelldarstellung unumgänglich. Aus diesem Grund wird zunächst eine Operationalisierung der grundlegenden Begriffe für den Bezugsrahmen hergestellt, welcher die Problematik fehlender einheitlicher beschreibender Konzepte für die Pflege auf den Intensivstationen verdeutlicht und die Mischfunktionen der für die Leistungserfassung genutzten Scoring-Systeme auf deutschen Intensivstationen aufzeigt.

1.1 Pflegeaufwand, Pflegebedarf und Pflegeleistung im Akutkrankenhaus

Pflege ist durch den International Council of Nurses (ICN) wie folgt definiert: „Nursing encompasses autonomous and collaborative care of individuals of all ages, families, groups and communities, sick or well and in all settings. Nursing includes the promotion of health, prevention of illness, and the care of ill, disabled and dying people. Advocacy, promotion of a safe environment, research, participation in shaping health policy and in patient and health systems management, and education are also key nursing roles." (International Council of Nurses 1980)

Unter Aufwand versteht Gablers Wirtschaftslexikon „Periodisierte Ausgaben einer Unternehmung für die während einer Abrechnungsperiode verbrauchten Güter, Dienstleistungen und öffentlichen Abgaben, die in der Erfolgsrechnung den Erträgen gegenübergestellt werden (anders: Kosten)."

(Springer Gabler Verlag (Hrsg.) 2009)

„Pflegeaufwand" bildet sich aus den zugrunde liegenden Definitionen von „Pflege" und „Aufwand" und bedeutet im Zusammenspiel beider Definitionen die Summe aller Pflege- und Sachleistungen, (als *Güter*, *Dienstleistungen* und öffentlichen Abgaben) gemessen in Zeit, Mitteln, Geld oder Vollkräften, die für die Pflege eines Menschen jedweden Alters, Familien, Gruppen oder sozialen Gemeinschaften gesund oder krank in allen Settings in einer definierten Abrechnungsperiode aufgebracht wird.

Pflegeleistung umschreibt dabei den erbrachten Dienstleistungsanteil am Pflegeaufwand, also die Summe aller Pflegeleistungen gemessen in Zeit, Mitteln, Geld oder Vollkräften.

Im ambulanten und vollstationären Pflegesetting wird der Pflegebedarf, der die Menge der Pflegeleistungen definieren soll, über einen Pflegegrad abgebildet. Dieser Pflegegrad ist dazu gedacht, die kategorisierte Pflegebedürftigkeit des einzelnen Menschen adäquat abbilden. Seit 2017 gibt es eine im SGB XI gesetzlich verankerte Definition der Pflegebedürftigkeit. Demnach ist Pflegebedürftigkeit:

1) Pflegebedürftig im Sinne dieses Buches sind Personen, die gesundheitlich bedingte Beeinträchtigungen der Selbständigkeit oder der Fähigkeiten aufweisen und deshalb der Hilfe durch andere bedürfen. Es muss sich um Personen handeln, die körperliche, kognitive oder psychische Beeinträchtigungen oder gesundheitlich bedingte Belastungen oder Anforderungen nicht selbständig kompensieren oder bewältigen können. Die Pflegebedürftigkeit muss auf Dauer, voraussichtlich für mindestens sechs Monate, und mit mindestens der in § 15 festgelegten Schwere bestehen.

2) Maßgeblich für das Vorliegen von gesundheitlich bedingten Beeinträchtigungen der Selbständigkeit oder der Fähigkeiten sind die in den folgenden sechs Bereichen genannten pflegefachlich begründeten Kriterien:

1. Mobilität: Positionswechsel im Bett, Halten einer stabilen Sitzposition, Umsetzen, Fortbewegen innerhalb des Wohnbereichs, Treppensteigen;

2. kognitive und kommunikative Fähigkeiten: Erkennen von Personen aus dem näheren Umfeld, örtliche Orientierung, zeitliche Orientierung, Erinnern an wesentliche Ereignisse oder Beobachtungen, Steuern von mehrschrittigen Alltagshandlungen, Treffen von Entscheidungen im Alltagsleben, Verstehen von Sachverhalten und Informationen, Erkennen von Risiken und Gefahren, Mitteilen von elementaren Bedürfnissen, Verstehen von Aufforderungen, Beteiligen an einem Gespräch;

3. Verhaltensweisen und psychische Problemlagen: motorisch geprägte Verhaltensauffälligkeiten, nächtliche Unruhe, selbstschädigendes und autoaggressives Verhalten, Beschädigen von Gegenständen, physisch aggressives Verhalten gegenüber anderen Personen, verbale Aggression, andere pflegerelevante vokale Auffälligkeiten, Abwehr pflegerischer und anderer unterstützender Maßnahmen, Wahnvorstellungen, Ängste, Antriebslosigkeit bei depressiver Stimmungslage, sozial inadäquate Verhaltensweisen, sonstige pflegerelevante inadäquate Handlungen;

4. Selbstversorgung: Waschen des vorderen Oberkörpers, Körperpflege im Bereich des Kopfes, Waschen des Intimbereichs, Duschen und Baden einschließlich Waschen der Haare, An- und Auskleiden des Oberkörpers, An- und Auskleiden des Unterkörpers, mundgerechtes Zubereiten der Nahrung und Eingießen von Getränken, Essen, Trinken, Benutzen einer Toilette oder eines

Toilettenstuhls, Bewältigen der Folgen einer Harninkontinenz und Umgang mit Dauerkatheter und Urostoma, Bewältigen der Folgen einer Stuhlinkontinenz und Umgang mit Stoma, Ernährung parenteral oder über Sonde, Bestehen gravierender Probleme bei der Nahrungsaufnahme bei Kindern bis zu 18 Monaten, die einen außergewöhnlich pflegeintensiven Hilfebedarf auslösen;

5. Bewältigung von und selbständiger Umgang mit krankheits- oder therapiebedingten Anforderungen und Belastungen:

a) in Bezug auf Medikation, Injektionen, Versorgung intravenöser Zugänge, Absaugen und Sauerstoffgabe, Einreibungen sowie Kälte- und Wärmeanwendungen, Messung und Deutung von Körperzuständen, körpernahe Hilfsmittel,

b) in Bezug auf Verbandswechsel und Wundversorgung, Versorgung mit Stoma, regelmäßige Einmalkatheterisierung und Nutzung von Abführmethoden, Therapiemaßnahmen in häuslicher Umgebung,

c) in Bezug auf zeit- und technikintensive Maßnahmen in häuslicher Umgebung, Arztbesuche, Besuche anderer medizinischer oder therapeutischer Einrichtungen, zeitlich ausgedehnte Besuche medizinischer oder therapeutischer Einrichtungen, Besuch von Einrichtungen zur Frühförderung bei Kindern sowie

d) in Bezug auf das Einhalten einer Diät oder anderer krankheits- oder therapiebedingter Verhaltensvorschriften;

6. Gestaltung des Alltagslebens und sozialer Kontakte: Gestaltung des Tagesablaufs und Anpassung an Veränderungen, Ruhen und Schlafen, Sich Beschäftigen, Vornehmen von in die Zukunft gerichteten Planungen, Interaktion mit Personen im direkten Kontakt, Kontaktpflege zu Personen außerhalb des direkten Umfelds."

(Bundesrepublik Deutschland 26.05.1994 (BGBl. I S. 1014), §§14, 15)

Die pflegefachliche Richtigkeit dieser gesetzlichen Definition, die keinem wissenschaftlichem, sondern einem normativen Kontext entspricht, ist Bestandteil verschiedener Forschungsansätze. So fehlen aus pflegewissenschaftlicher Sicht dieser Definition einige Dimensionen. Dies kann in der vorliegenden Arbeit nicht sachgerecht diskutiert werden. Fakt ist jedoch, dass diese auf einen spezifischen Kontext bezogene und auch dort nur rein normativ entstandene Begriffsdefinition aus ihrem Kontext gerissen und für den aktutstationären Krankenhausbereich weiter verwendet wird.

Eine Definition für Pflegebedürftigkeit im Krankenhaus, etwa im SGB V, gibt es nicht. Das Entgeltsystem für das Krankenhaus hat 2016 die Pflegegrade aus dem SGB XI erstmalig als relevant mit in die

Kalkulation aufgenommen und ab 2018 als erlösrelevant in seinen DRG-Kontext eingepflegt. (Heimig 2017, 2015)

Die Pflegegrade können in der Akutbehandlung jedoch nur den bereits in den Klinikaufenthalt mitgebrachten Anteil an Pflegebedürftigkeit eines Patienten widerspiegeln. Sie enthalten nicht den durch den Krankenhausaufenthalt und die therapeutischen Interventionen, z. B. Operationen verursachten, akuten und zusätzlich entstehenden Pflegebedarf. Es fehlt somit ein Hauptanteil für eine Definition, die Grundlage eines krankenhausbezogenen Pflegemodells sein könnte.

Die Übertragbarkeit von Tests, Skalen und deren Messergebnisse für Gesundheit, Krankheit, Wohlbefinden, Lebensqualität und weitere psychometrische Phänomene auf Inhaltsvalidität zu prüfen ist evident für die Richtigkeit der Ergebnisse: "Second, establishing clinically meaningful content validity from the onset by defining, conceptualizing, and operationalizing the constructs intended to be measured is a vital step. Unfortunately, in health measurement, such strong conceptual underpinnings and therefore explicit construct theories are uncommon, [47] and clinicians, researchers, and policy makers should bear this in mind when engaging with health measurement at all levels." (Cano und Hobart 2011, S.288)

Die Regulierung, welchen Umfang an Zeit und Geld die Summe aus Pflege- und Sachleistungen für die Pflege im Krankenhaus annehmen darf, mit anderen Worten wieviel Pflegeaufwand erstattungsfähig ist und über die Refinanzierung zur Verfügung gestellt wird, findet über das SGB V statt, welches den Rahmen für den Mitteleinsatz vorgibt und die Ausgestaltung im Krankenhausentgeltgesetz (KHEntG), im Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG), im deutschen Fallpauschalensystem (G-DRG) sowie in weiteren Katalogen (Diagnoseklasssifikation (ICD-10 GM), Prozedurenkatalog (OPS)), Beschlüssen (Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA)), Verfahrensordnungen (Deutsche Kodierrichtlinien) und Rechtsprechungen näher definiert. Grundsätzlich gilt eine ausreichende Versorgung als sachgerecht.

SGB V § 107
Krankenhäuser, Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen

(1) Krankenhäuser im Sinne dieses Gesetzbuchs sind Einrichtungen, die

1. der Krankenhausbehandlung oder Geburtshilfe dienen,

2. fachlich-medizinisch unter ständiger ärztlicher Leitung stehen, über **ausreichende, ihrem Versorgungsauftrag entsprechende diagnostische und therapeutische Möglichkeiten** verfügen und nach wissenschaftlich anerkannten Methoden arbeiten,

3. mit Hilfe von jederzeit verfügbarem ärztlichem, Pflege-, Funktions- und medizinisch-technischem Personal darauf eingerichtet sind, vorwiegend durch ärztliche und pflegerische Hilfeleistung Krankheiten der Patienten zu erkennen, zu heilen, ihre Verschlimmerung zu verhüten, Krankheitsbeschwerden zu lindern oder Geburtshilfe zu leisten,

und in denen

4. die Patienten untergebracht und verpflegt werden können. (Bundesrepublik Deutschland 20.12.1988 (BGBl. I S. 2477), in Kraft getreten am 01.01.1989, 01.01.1990 bzw. 01.01.1991, § 107)

Diese ausreichende Versorgung von Pflegeleistungen wird im Vergütungssystem für die Krankenhäuser in Deutschland über den Aufwand aus der Abrechnungsperiode des Vorvorjahres reguliert.

1.2 Vergütung von Krankenhausfällen in Deutschland

Das Erlössystem stationärer Krankenhausleistungen in Deutschland basiert auf Fallpauschalen (Diagnosis Related Groups), welche im Wesentlichen aus Kosten- und Fall-Datensätzen von Kalkulationshäusern gebildet und jährlich präzisiert werden. Rechtsgrundlagen sind das Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG) und das Krankenhausentgeltgesetz (KHEntgG).

Die Kostenverteilung ist retrospektiv; es werden jeweils die im Jahresabschluss testierten Kosten des Vorvorjahres für die Erlösverteilung des Bezugsjahres verwendet. „Die Kalkulation der Behandlungskosten erfolgt nach einem Vollkostenansatz auf Istkostenbasis für alle zu kalkulierenden Fälle.“ (Hrsg.: DKG, GKV, PKV 2007, S. 5)

Für die Kalkulation lieferten im Jahr 2016 340 Krankenhäuser mit einer Kalkulationsvereinbarung Daten nach einem vorgegebenen Dokumentationsschema an das Institut für Entgeltordnung im Krankenhaus (InEK). Die Anzahl der Kalkulationshäuser wurde vom InEK seit dem Jahr 2017 durch Zufallsziehungen im Pool der Krankenhäuser mit Verpflichtung zur Beteiligung an der Kalkulation zur Verbesserung der Repräsentativität des Datenpools erhöht. (Heimig 2017, S. 5)

Die gelieferten Daten enthalten sowohl die Kostendaten des Krankenhauses nach Ermittlung der kalkulationsrelevanten Behandlungskosten, als auch Falldaten, die alle Krankenhäuser nach § 21 KHEntgG erheben müssen.

1.2.1 Kalkulationsdatensätze

Die Kostenträgerrechnung teilt die Fallkosten gemäß vorgegebener Kostenarten- und Kostenstellen. Das InEK gibt die Grundsätze der Kalkulationsmethodik, die Voraussetzung zur Ermittlung der Fallkosten, die zentralen Kalkulationsschritte und die Datenaufbereitungsmethoden in einem „Handbuch zur Kalkulation von Fallkosten“ für die Kalkulationskliniken vor, so dass theoretisch jedes Krankenhaus sich beim Aufbau der eigenen (auch internen) Kalkulation am Handbuch orientieren kann. Abbildung 1 stellt die einzelnen Kalkulationsschritte in einer Übersicht dar. Kalkulationshäuser müssen die vorgegebene Kalkulationsmatrix zwingend einhalten. (Kalkulation von Fallkosten 2002; Kalkulation von Behandlungskosten 2016)

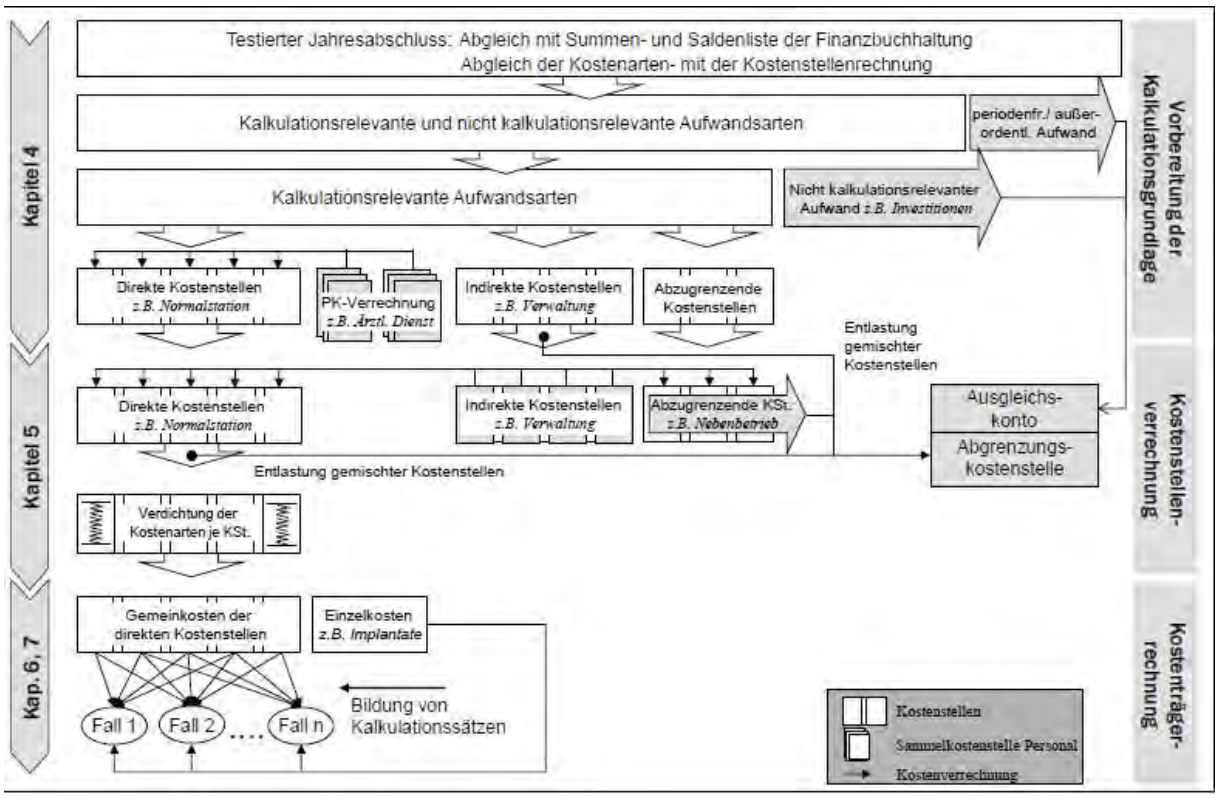

Abbildung 1 Kalkulationsschritte (Institut für Entgeltordnung im Krankenhaus InEK 2016, S. 10)

Die in der Kostenträgerrechnung verwendeten Gewichtungsfaktoren zur Aufteilung von Kosten auf die einzelnen Kostenstellen und Kostenarten dürfen nicht verwechselt werden mit den für die im DRG-System geforderten und in der Erlösermittlung notwendigen Scoring-Systemen, z. B. zur Ermittlung einer Komplexpauschale für einen Patienten. Im Bereich der Normalstationen werden durch die Kalkulationshäuser in der Regel Minutenwerte nach Pflege-Personal-Regelung (PPR) erhoben. (vgl. Schöning et al. 1995) Die Minutenwerte werden vom InEK jedoch nicht als Zeitwerte für die Kalkulation übernommen. „Dabei wird jedoch nicht der pflegerische Bedarf der Patienten oder der tatsächlich geleistete pflegerische Aufwand erfasst, sondern es erfolgt lediglich eine an der Bezugsgröße PPR-Minuten orientierte Verteilung der Personal-Ist-Kosten.“ (Thomas et al. 2014, S. 5) Auf diese Weise

wird nicht nur die Kostenart Personalkosten verteilt, sondern auch die Sachkosten für Arzneimittel und der übrige medizinische Bedarf der Normalstationen. (Hrsg.: DKG, GKV, PKV 2007, vgl. S. 132)

Auf der Intensivstation werden für die Kalkulation der Kosten andere Gewichtungs-Faktoren zugrunde gelegt. Für die Abrechnung von Intensivleistungen einer DRG zählen unter anderem die Beatmungsminuten, die im Datensatz übermittelt werden müssen, sowie die Intensivkomplexpauschale.

Das InEK diversifizierte die für die Intensivstation notwendige Bezugsgrößenkalkulation seit der DRG-Entwicklung ab 2002 immer stärker. Im Handbuch 3.0 wurde noch eine dreistufige Gewichtung vorgeschlagen:

„Die Kosten der Intensivstation werden den Patienten auf der Grundlage einer gewichteten Bezugsgrößenkalkulation (Leistungsmerkmal „gewichtete Intensivstunden“) zugerechnet. Die Gewichte werden nach dem Kriterium „Behandlungsintensität“ gebildet. Dazu wird die Verweilzeit (in Stunden) des Patienten wie folgt unterteilt:

- Überwachung (…)
- Behandlung (…)
- Beatmung (…)

(…) Nach Genehmigung durch das InEK kann auch ein für Intensivstationen konzipiertes Pflegestufensystem angewendet werden.“ (Hrsg.: DKG, GKV, PKV 2007, S. 139)

Weiterhin wird für die Kostenarten 1,2,3,4a,6a (die Kostenart 2 entspricht dem Pflegedienst, die Kostenart 3 dem Funktionsdienst, Anm. d. Autorin) auf der Kostenstelle Intensivstation vorgeschlagen, diese mit folgenden Gewichtungsfaktoren auf die Intensivstunden zu multiplizieren:

1. Überwachungsstunden 0,57
2. Behandlungsstunden 1,00
3. Beatmungsstunden 1,71 (Hrsg.: DKG, GKV, PKV 2007, ebd.)

„In Kombination mit der Beatmungszeit ist in der Kalkulation des G-DRG-Systems für 2015 gegebenenfalls eine weitere Differenzierung intensivmedizinischer Fälle möglich“ (Heimig D. F., 2014, S. 30).

Demgegenüber ist die Darstellung einer Gewichtung im Handbuch 4.0 von 2016 bereits wesentlich detaillierter (Tabelle 1):

Gewichtung der Behandlungsintensität (Basis: Tätigkeitszeiten in Minuten je 24 Stunden Aufenthalt)			
Aufwandskategorie	**Minuten**	**Gewichtungs-faktor**	**Spreizung**
Kategorie 1a	230	0,59	
Kategorie 1b	280	0,72	
Kategorie 2	450	1,15	
Kategorie 3	610	1,56	
Kategorie 4	920	2,35	4,0*
Reanimation	110	0,28	
Einsatz von ECMO/IABP	140	0,36	5,1**
Summe	2.740		
Mittelwert	391		

*) Gewicht Kategorie 4 / Gewicht Kategorie 1a

**) Gewichte (Kategorie 4 + Reanimation + ECMO/IABP) / Gewicht Kategorie 1a

Tabelle 1 Gewichtung der Behandlungsintensität (Kalkulation von Behandlungskosten 2016, S. 147)

Da die Intensivstation neben dem OP-Bereich den höchsten Personaleinsatz erfordert, ist der Ressourceneinsatz in diesen Funktionsbereichen hoch: "Die Intensivmedizin stellt einen der kostenintensivsten Bereiche im Krankenhaus dar, wobei 60 - 70 % der Kosten auf Personalkosten entfallen. Davon sind ca. 40 % dem pflegerischen Personal und 20 % dem ärztlichen Personal zuzuordnen„ (Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin 2008, S. 1)

1.2.2 DRG-Entwicklung mittels Falldaten

Die Entwicklung des DRG-Systems hat zu einer dezidierten Dokumentation der zugrunde liegenden ICD-10 Diagnosen und Prozedurenschlüssel (OPS 301) geführt, da sie die Erlöse je nach DRG wesentlich beeinflussen. Die den Kostenstellen zugeordneten Fälle (in Form von DRGs, die wiederum aus Diagnosen und Prozeduren bestehen) werden über die ermittelten Kosten gesplittet. Wieviel „Gewicht" ein Fall hat, wird unter anderem über die Schweregradeinteilung aus Diagnosen und Nebendiagnosen festgelegt.

Der in Formel 1 dargestellte Algorithmus bestimmt die Schweregradeinteilung je Fall (Patient Clinical Complexity Level, PCCL) anhand der vorhandenen schweregradrelevanten Nebendiagnosen. Dieser wurde aus dem australischen DRG-System übernommen und 2014 im deutschen DRG-System angepasst.

$$PCCL = \begin{cases} 0 \text{ falls keine ND vorhanden ist} \\ 4 \text{ wenn } x > 4 \\ x \text{ allen anderen Fällen} \end{cases}$$

$$x = round\left(\frac{ln\left\{\sum_{i=1}^{n} CCL_i * e^{(-a*(i-1))}\right\}}{\frac{ln\left(\frac{3}{\alpha}\right)}{4}}\right)$$

α ist ein (Dämpfungs-)Parameter und hat derzeit den Wert 0,4
N ist die Anzahl der Diagnosen eines Falls
Verwende Haupt-und Nebendiagnosen in MDC 15 („P“), sonst: verwende nur Nebendiagnosen
i ist die Rangnummer der (sortierten) Diagnose

Formel 1 PCCL-Berechnung im G-DRG-System seit 2014 (Heimig 2013)

Folgende Kriterien können zudem in eine höherwertige DRG führen bzw. losgelöst von der DRG zusätzliche Erlöse erbringen:

- Sogenannte „Zusatzentgelte“, z. B. für Bluttransfusionen oder sehr teure Medikamente
- „Komplexpauschalen“, z. B. für die Versorgung von Intensiv- oder Palliativpatienten
- Neue Untersuchungs- und Behandlungsmethoden („NUB“), die noch nicht standardisierte Bestandteile des DRG-Systems sind
- Krankenhausindividuell verhandelte „Zusatzentgelte“

Am Ende des gesamten Berechnungsprozesses aus der Kalkulation der Gesamtkosten im Kostenträgerverfahren und der Darstellung der einzelnen Fallkonstellationen mit dezidierten Diagnosen, Prozeduren und zusätzlichen Gewichtungsfaktoren in der jeweiligen Kostenstelle und Kostenart werden die Informationen aus beiden Quellen zusammengeführt und es entsteht ein Verteilungsschlüsselsystem der Kosten auf die jeweilige einzelne DRG. Schließlich steht für jede DRG eine Bewertungsrelation, die - etwas vereinfacht ausgedrückt - in Kombination mit dem Basisfallwert (des Bundeslandes) Aufschluss über den erzielten Erlös der DRG gibt.

Diese Verteilungsschlüssel sind öffentlich und stehen für jeden Interessierten als „G-DRG-Report-Browser“ in einer Access-Datenbank auf den Seiten des InEK zum Herunterladen bereit. (InEK GmbH 2013b)

Tabelle 2 aus dem G-DRG-Report-Browser (InEK GmbH 2013b) zeigt beispielsweise für eine Beatmungs-DRG folgende Informationen der Erlösermittlung an:

- Summe aller eingeflossenen Fälle mit Kurz-, Lang- und Normalliegern
- Mittelwerte und Standardabweichungen in Verweildauer und Kosten
- Geschlecht, Alter und PCCL
- prozentuale Anteile der in sie eingegangenen Haupt-, Nebendiagnosen und Prozeduren

- Kosten je Kostenstelle und Kostenart
- Bewertungsrelation der DRG

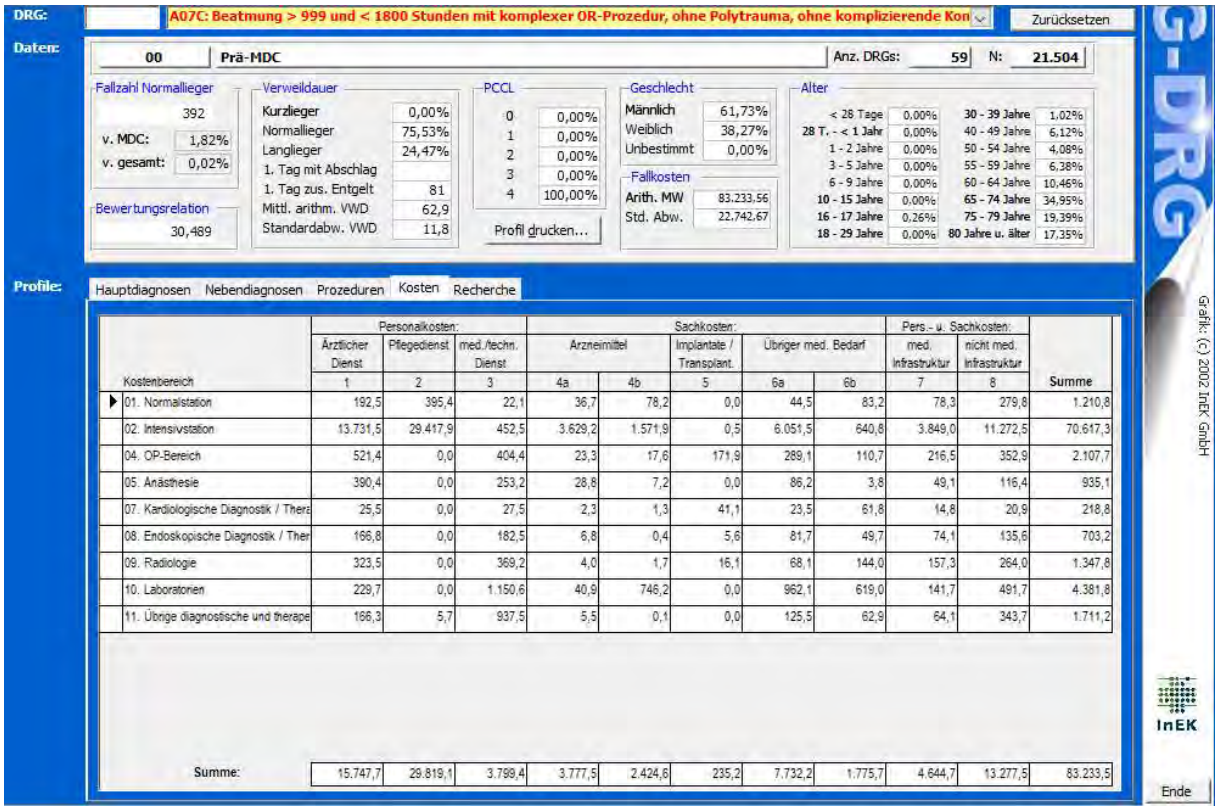

Tabelle 2 Beispiel DRG aus dem G-DRG-Report-Browser 2013 (InEK GmbH 2013b)

1.3 Grundlagen der Erlösermittlung für Intensivstationen

Im intensivmedizinischen Bereich wird für die DRG-Ermittlung insbesondere die Intensivkomplexpauschale (OPS 8-98) bei Patienten über 14 Jahren aus den beiden täglich zu erhebenden Score-Ergebnissen SAPS II und TISS-10-Core summiert.

Die Intensivkomplexpauschale stellt eine Instrumentenentwicklung durch das Deutsche Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) und das InEK dar, die die Kosten der intensivmedizinischen Behandlung widerspiegeln soll. Sie führt in der Regel in höherwertige DRGs (Heimig 2013). Der TISS-10-Core ist die Reduktion des Simplified Therapeutic Intervention Scoring Systems (TISS-28) auf zehn ausgewählte Kriterien. Das TISS-28 wurde im Rahmen einer Multicenterstudie in den 1990er Jahren aus dem ursprünglichen TISS-78 entwickelt und validiert. Es enthält Kriterien, die der pflegerischen Überwachung des intensivmedizinisch versorgten Patienten dienen. Zudem wurden die Variablen im TISS-28 neben einer Kategorie mit grundlegenden Funktionalitäten in Bezug zu bestimmten Organsystemen gesetzt:

- Grundlegende Kontrolle/Basis (Monitoring der Vitalfunktionen)

- Beatmungsunterstützung/Lunge
- kardio-vaskuläre Unterstützung/Herz-Kreislauf
- Nierenunterstützung
- intrakranielle Druckmessung/ZNS
- Kontrolle der metabolischen Situation des Patienten
- Interventionen auf oder außerhalb der Intensivstation

Das TISS-28 ist somit ein Instrument, welches explizit auf den patientenbezogenen Pflegeaufwand abstellt. In den 90`ger Jahren in mehreren internationalen Studien aus dem TISS-78 entwickelt und untersucht, dürfen dessen Ergebnisse zur Abbildung eines patientenbezogenen Pflegeaufwandes in den dort beschriebenen Settings als valide gelten. (Reis Miranda et al. 1996; Dickie et al. 1998; Moreno und Morais 1997) Die im Rahmen der Instrumentenentwicklung des TISS-28 dargestellte patientenbezogene Zeit wird in der Originalliteratur mit 43.3 Prozent der Gesamtpflegezeit angegeben. (Reis Miranda et al. 1996, vgl. Table 6)

Der TISS-10-Core ist keine wissenschaftliche Weiterentwicklung des TISS-28. „Ausgewählt wurden die Items des TISS-28 mit den höchsten Punktzahlen. Dieser Score wurde jedoch bislang nicht validiert“ (Brenck et al. 2008, S. 192) Ein Beschneiden der ursprünglichen 28 Kategorien um mehr als 64 Prozent dürfte die Beziehung zwischen dem im TISS-28 nachgewiesenen patientenbezogenem Pflegeaufwand und der Leistungszeit im TISS-10-Core erheblich senken, selbst wenn es sich um alle am höchsten bewerteten Kategorien des TISS-28 handeln würde.

SAPS II ist ein Score, der keinen Aufwand abbildet, sondern einen Patientenzustand. Im Ursprung sollte damit eine Vorhersage über die Überlebenswahrscheinlichkeit des Patienten getroffen werden. (Le Gall et al. 1993, vgl. S. 2957)

Im DRG-System wird er genauso wie der TISS-10-Core genutzt, um den Ressourcenverbrauch in der DRG abzubilden. Eine höhere Punktzahl im SAPS II Score führt zu einer höherwertigen DRG:

„Fälle mit intensivmedizinischer Komplexbehandlung werden in Kombination mit einer geringeren Anzahl von Beatmungsstunden in „höhere“ Beatmungs-DRGs gruppiert.“ (Heimig 2013, S. 27)

Beide Scores werden für die Intensivkomplexpauschale in eine gemeinsame Punktsumme überführt, wobei der TISS-10-Core für die vorhandenen zehn Kriterien jeweils zwischen drei und fünf Punkte vergibt, während der SAPS II zwischen null und 18 Punkte in 14 vorhandenen Kriterienkatalogen vergibt (Score-Übersichten sind in der Anlage abgebildet).

Ebenfalls relevant für die finale DRG-Kodierung intensivmedizinischer Patienten ist die Beatmungszeit. Es gibt unterschiedliche Beatmungsarten (invasiv, nicht invasiv), die nach vorgegebenen Regeln kodiert werden und erlöswirksam sind.

1.4 Abbildung der Erlöse für die Pflege

Seit dem Beginn der Entwicklung des G-DRG-Systems 2001 haben sich die Arbeitsbedingungen im Akutkrankenhaus für den Pflegedienst verschlechtert. Dies hat verschiedene Gründe. Zum einen führt die auf Kosten basierende Erlöskalkulation zu einer bloßen Wiedergabe von Verteilungsmechanismen in den Krankenhäusern. Insbesondere im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts kam es zu einer massiven Budgetumverteilung. Während im ärztlichen Bereich ein Stellenaufbau stattfand, wurden im pflegerischen Bereich massiv Stellen abgebaut.

Das Deutsche Institut für Pflegeforschung (dip) zeigt bereits 2009 in der Studie Pflege-Thermometer auf: „Von 1995 bis 2008 sank die Zahl der Vollkräfte im Pflegedienst dabei um fast 50.000 Stellen.

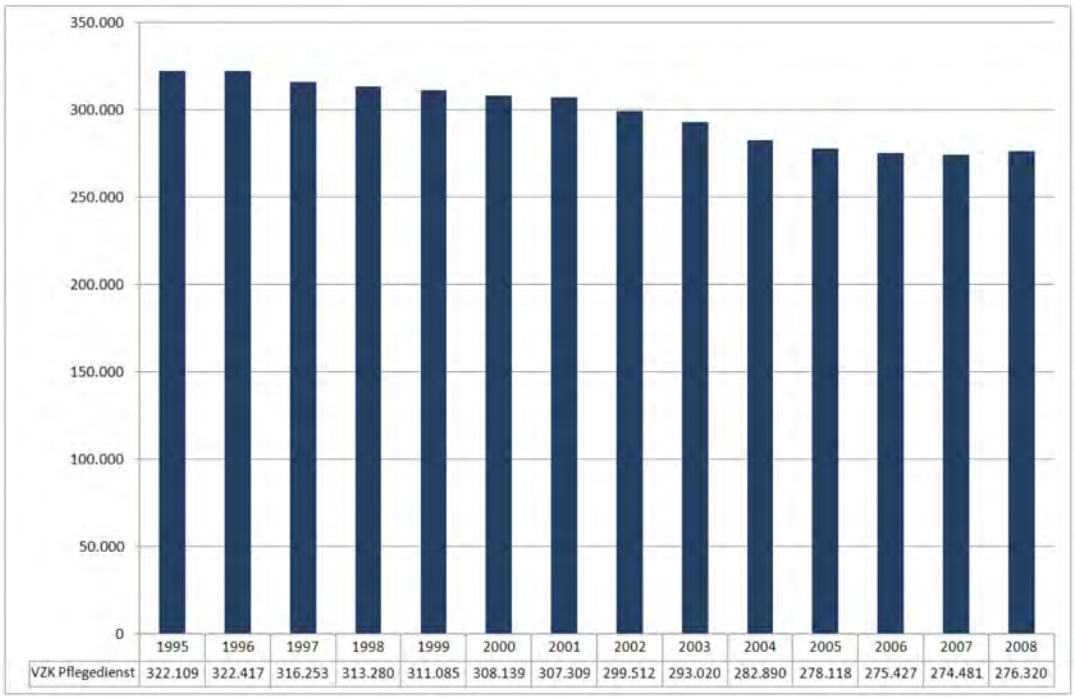

Abbildung 2 Vollkräfte im Pflegedienst in allgemeinen Krankenhäusern ©dip 2010

Abbildung 2 veranschaulicht auf der einen Seite den vielfach zitierten und in der (Fach-)- Öffentlichkeit diskutierten Personalabbau im Pflegebereich[27] [28], der sich kontinuierlich zwischen 1996 und 2007 darstellen ließ und mit Einführung der DRGs beschleunigt wurde.“ (Isfort und Weidner 2010, S. 22)

Zum anderen haben sich die Leistungen in dem genannten Zeitraum sehr stark verdichtet, da sich die Verweildauern im Krankenhaus im gleichen Zeitraum faktisch halbiert haben. Sowohl die pflegetagbezogenen Leistungen im Rahmen der Krankenhausbehandlung, als auch die

organisatorischen Leistungen mussten entsprechend kompensiert werden. Dies beschreibt auch Simon: „Die sinkende Verweildauer ist vor allem eine Folge der Verkürzung zu Beginn und am Ende der Verweildauer, also jener Aufenthaltstage, die mit einem relativ geringen Pflegeaufwand verbunden sind. Die besonders pflegeaufwändigen Verweildauertage des ‚Kernbereichs' einer Krankenhausbehandlung bleiben auch nach einer Senkung der durchschnittlichen Verweildauer weitgehend erhalten, so dass ein Fallzahlanstieg in der Regel auch zu einem Anstieg des Pflegebedarfs der entsprechenden Station, Abteilung oder Klinik führt." (Simon 2015, S. 25)

Als dritten Faktor, der sich auf die Arbeitsbedingungen auswirkt, ist die medizinische Entwicklung mit neuen Behandlungsmethoden, hochtechnologischer Gerätemedizin und erweiterten Funktionalitäten zu nennen. Forschung, neue Technologien und Möglichkeiten der Digitalisierung haben die Behandlungsabläufe ausgeweitet und damit gleichzeitig die Pflegeprozesse komplexer und umfangreicher gemacht (Jobenrichment und Jobenlargement). Dies gilt insbesondere auch für den Bereich der lebensunterstützenden Krankenhausbehandlung bei vital gefährdeten Patienten in der Intensivpflege.

Diese Entwicklungen sind durch die DRG-bezogene Dokumentation nur ansatzweise wiedergegeben, da die pflegerischen Leistungen nur unzureichend bis fehlend in den medizinischen Behandlungskontexten hinterlegt sind und aus wirtschaftlicher und statistischer Sicht somit auch nicht erkennbar sind: „Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es auf Basis der Makrozahlen des Statistischen Bundesamts keine Evidenz für eine relevante Zunahme der Belastung der Berufsgruppe der Pflegenden gekommen ist [sic!]. Die messbaren Einflussfaktoren Fallzahl und Belegungstage weisen vielmehr auf eine im Vergleich zu 2002 unveränderte Belastung hin. Die nicht-messbaren Faktoren scheinen jedenfalls sowohl belastend als auch entlastend gewirkt zu haben." (Augurzky et al. 2016, S. 127-128)

Häufig weisen betriebswirtschaftliche Studien auch auf die Unterscheidung von fallfixem und fallvariablem Pflegeaufwand hin. Mit dem fallfixen Pflegeaufwand sind Tätigkeiten verbunden, die „unabhängig von der Verweildauer entstehen, z. B. der pflegerische Aufwand für eine OP-Vorbereitung, (…). Fallvariabler Pflegeaufwand ist abhängig von der Aufenthaltsdauer." (Plücker und Wolkinger 2008, S. 4)

Es stellt sich die Frage, wie die pflegerischen Leistungen im Akutkrankenhaus erkenn- und messbar werden und insbesondere für eine systematische Aufwandsdarstellung methodisch strukturiert werden können. Ist eine Methodik aus den heute zur Verfügung stehenden pflegerischen Dokumenten, die nicht ausschließlich der Erlösdokumentation dienen, herauslesbar und entwicklungsfähig?

Im Bereich der Intensivstationen gibt es neben den erlösrelevanten Assessments TISS-10-Core und SAPS II weitere bereits angesprochene häufig genutzte Scoring-Systeme, die zur innerbetrieblichen Leistungsverrechnung und Pflegeaufwandsmessung angewandt werden, z. B. INPULS, NEMS, SOFA, Apache (Geiger 2006; Sawatzki et al. 2009; Bierbrauer et al. 2008; Junger et al. 2004; Pflegedirektion Universitätsklinik Heidelberg 2012; Lee et al. 1987; Chang et al. 1988).

Obwohl sehr viele Scoring- und Assessmentsysteme in der Pflege zur Quantifizierung von Pflegeleistungen bzw. pflegeaufwandsbezogenen Patientenzuständen existieren, gibt es kein Instrument, welches als „Goldstandard“ oder als eindeutiges und übergreifend gültiges Modell für pflegerische Leistung im Akutkrankenhaus angewandt werden kann. (Haasenritter et al. 2012, vgl. S. 671 ff.) Eine exakte Messung des Pflegeaufwandes ermöglicht keines der Systeme. Hierfür gibt es verschiedene Gründe:

1. Jeder Patient besitzt neben der dem Krankenhausaufenthalt zugrundeliegenden Erkrankung ein Bündel an individuellen Merkmalen, Lebens- und Verhaltensmustern und ggf. weiteren Erkrankungen, die im komplexen Zusammenspiel zu einzigartigen Leistungskomplexen führen.
2. Neben den direkten patientenbezogenen Pflegetätigkeiten gibt es Tätigkeiten, die nur indirekt in Bezug zum Patienten stehen. Hierzu gehören Beratungs- und Betreuungsleistungen für Angehörige, Koordination und Organisation von Terminen sowie Informationsweitergaben und Absprachen mit anderen Berufsgruppen und Abteilungen.
3. Weitere, nicht patientenbezogene pflegerische Aufgaben sind Teambesprechungen, Dienstorganisation, Fort- und Weiterbildung, Praxisanleitungen, Stationsorganisation, Überwachung der technischen Geräte sowie Aufgaben, die organisatorischer Natur sind und sich innerhalb von Unternehmen durchUnternehmensgröße, Kultur und Unternehmenswerte unterscheiden.
4. Grundlegende strukturelle Bedingungen beeinflussen den Pflegeaufwand ebenfalls erheblich. Hierzu zählen u.a. Stationsgröße, Bettenzahl, Gebäudestruktur, geographische Lage, Versorgungsstruktur, Skillmix des Personals, Infrastruktur, Gesetzesvorgaben und Managementstrategie. (vgl. Brühl und Planer 2013, S. 2)

Die Messung der indirekt erbrachten patientenbezogenen Leistungen ist ggf. noch in einigen Scoring-Systemen vorhanden, die nicht patientenbezogenen (nicht kategorisierbaren) Leistungen hingegen nicht. (Reis Miranda et al. 1996; Moreno und Morais 1997; Reimers und Siegling 2009)

Wie gut der Deckungsbeitrag von pflegerischem Personaleinsatz und DRG-Erlös passt, hängt in der Folge von vielen unternehmensspezifischen Faktoren ab. Ob diesem Deckungsbeitrag mit dem

verbundenen Personaleinsatz auch die inhaltlich-definitorischen Elemente sowie die berufsethischen Dimensionen intensivmedizinisch Pflegender entsprechen, ist fraglich:

„Und so können eben die gewünschten, zu erfassenden pflegerischen Leistungskosten nur bedingt als Pflegenebendiagnose kostenrelevant in das System eingebracht werden. Intensivpflegerische Leistungen oder auch die der Fachpflege in der Anästhesie bleiben unberücksichtigt.“ (Thiemes Intensivpflege und Anästhesie 2011, S. 18)

1.5 Ziel der Untersuchung

Bei der Fragestellung, ob und wie Pflegeleistungen über Pflegeaufwand beschrieben und normiert werden können, welche Leistungen oder Scoring-Systeme hierbei zu validen Ergebnissen führen und ob diese in der aktuellen Dokumentation und Erlöskalkulation angewandt werden, sind somit zwei vorhandene Dimensionen zu berücksichtigen:

1. Der durch die Pflegefachperson identifizierte Pflegebedarf mit der entsprechenden dokumentierten Pflegeleistung
2. Der erstattungsfähige Pflegeaufwand in Form von Diagnosen, Prozeduren und Zusatzentgelten, der sich in der Vergütung durch eine DRG ausdrücken lässt

Stimmen beide Dimensionen überein und enthalten zusammen die vollständigen Leistungen in den aufgewandten Zeitkorridoren, so könnte die Auswertung der gemessenen Zeit mit den Pflegeleistungen in der Stichprobe eine homogene Zuführung der einzelnen Zeitwerte in Maßnahmepakete zulassen und sich eine hohe Kohärenz zwischen Zeitwerten und DRG-Zuordnungen ergeben.

Stimmen sie nicht überein, würde eine Prüfung der beiden beschriebenen Dimensionen in der Gegenüberstellung nicht zu der gewünschten Übereinstimmung von Zeitmustern bei gleichen oder ähnlichen Pflegeleistungen führen.

Die **Nullhypothese** lautet entsprechend**:**

Es gibt keine Übereinstimmung zwischen der Aufwandszeit, die pro Pflegetag bei einem Patienten aufgewendet wird und den in dieser Zeit erbrachten und dokumentierten Pflegeleistungen, erlösrelevanten Scores und/oder dem Patientenzustand.

Sollte sich die Nullhypothese in der Untersuchung bestätigen, könnte dies verschiedene Ursachen haben:

- die Messungen wurden nicht korrekt durchgeführt

- die Rationierung der Zeit lässt keine vollständige Umsetzung der Planung zu
- es findet keine oder eine auf bestimmte Pflegemaßnahmen reduzierte Planung statt
- es werden nur die Tätigkeiten dargestellt und dokumentiert, die erlösrelevant sind
- Kommunikation, Betreuung und Beratung werden nicht als relevante pflegeimplizite Leistung dargestellt sind aber pflegezeitrelevant
- es werden pflegezeitrelevante patientenbezogene Leistungen nicht dokumentiert
- Pflegehandlungen sind derart miteinander verknüpft, dass ihre Gleichzeitigkeit mit den aktuellen Instrumenten (noch) nicht abgebildet wird
- Pflegeleistung ist derart diversifiziert, dass sie im individuellen Pflegehandeln wenig oder keine systematisch erkennbaren Zeitmuster je Patient inne hat, auch wenn gleiche Pflegeleistungen, Pflegesettings, Diagnosen oder Patientenzustände vorliegen.
- ein Pflegemodell, welches die gesamten Pflegehandlungen enthält und diese mit systematischer Pflegezeitabbildung berechnen kann, fehlt

Eine deutsche Vergleichsstudie von 2007 identifizierte sowohl bestimmte Trennmarker in den erhobenen Scores, als auch die Krankenhausgröße als Faktoren für unterschiedliche Fallkosten auf den Intensivstationen: „We found a clear group separation of costs in patients with SAPS II score < 47 (N = 363, €742 ± 252) versus SAPS II score ≥ 47 (N = 90, € 984 ± 410) (P < 0.0001). (…) In general, mcH (maximum care hospitals, Anm. d. Autors) and fcH (focused care hospitals, Anm. d. Autors) had significantly (P < 0.0001) higher mean patient costs per day than smaller hospitals with primary and general care (Table 3).” (Moerer et al. 2007, S. 6)

Die vorliegende Arbeit behandelt somit auch die Fragestellung, ob die vorhandenen Dokumente ausreichend sind, um eine Logik der Pflegezeit zu erkennen. Fehlen in der Patientenakte Elemente, die eine fallbezogene pflegerische Ressourceneinteilung ermöglichen, sind die Zuordnungen, wie sie im DRG-System geschehen vollständig, kausal und auskömmlich oder lediglich willkürlich über unpassende Verteilungsschlüssel der Pflege zugeordnet?

Um diese Frage zu beantworten, ist es notwendig, Pflegezeit zu messen, sie hinsichtlich der durchgeführten Leistungen zu analysieren und auf Muster bzw. Gruppenbildungen anzuschauen. Dabei könnten Cluster sowohl in den klassischen erlösrelevanten Assessments, Scores und Dokumentationen zu finden sein, als auch in den fachinhaltlich pflegerisch dokumentierten Einzeltätigkeiten.

Aus Kapazitätsgründen kann in dieser Arbeit nur ein kleiner Ausschnitt aus dem fallbezogenen Behandlungsablauf untersucht werden. Da erlösrelevante Scores untersucht werden und diese in Abhängigkeit zu den Kostenstellen unterschiedlich sind (Intensivstation, Normalstation, OP), muss die

Stichprobe auf eine Kostenstelle begrenzt werden, weil die Scores je Pflegetag ansonsten nicht miteinander vergleichbar sind.

Eine Alternative wäre, Fälle im gesamten Verlauf ihres Aufenthaltes über alle Kostenstellen mit allen Pflegetagen und ihren jeweiligen pflegerischen Aufwandszeiten abzubilden, um Informationen darüber zu erhalten, ob die kostenstellenbezogenen Erhebungsverfahren im DRG-System, die von unterschiedlichen Pflegeintensitäten ausgehen, über den Fallverlauf korrekt sind. Dies ist mit den gegebenen Bedingungen nicht möglich, insbesondere wegen der damit notwendigen deutlich größeren Stichprobe, um eine fallabhängige Verzerrung der Auswertung zu verhindern.

Mit zunehmender Entwicklung im Bereich Medizintechnik, Verbesserung operativer Verfahren und intensivmedizinischer Therapieansätze ist nicht nur die Zahl der intensivmedizinischen Behandlungen, sondern auch die Intensität der Behandlung pro Fall stark angestiegen. Indikatoren sind unter anderem zunehmende Organersatzverfahren (ECMO, CVVH, MARS, etc.) und der Anstieg an beatmungspflichtigen Patienten in der Intensivtherapie. (Isfort et al. 2012, vgl. S. 5)

Der bereits zitierte hohe pflegerische Personaleinsatz und damit verbundene Ressourceneinsatz auf der Intensivstation führt zu der Entscheidung, die Messung der Pflegezeit und den Vergleich mit den erbrachten Pflegeleistungen auf einer Intensiv-Kostenstelle durchzuführen. Ein weiterer Vorteil der Kostenstelle Intensivstation ist die Reduktion der Bezugspersonen auf ein bis vier Patienten je Schicht, so dass eine Zeitaufnahme durch die Pflegenden möglich ist, ohne den ständigen Wechsel zwischen vielen verschiedenen Patienten je Schicht bzw. vielen verschiedenen Pflegenden je Patient.

Zeitmessungen im Arbeitsalltag sind aufgrund des enormen Aufwands, sowie der Sensibilität des Personaldatenschutzes in Deutschland selten. Die meisten vorhandenen Scores, Instrumente zum Zeitaufwand von Pflegeleistungen im Krankenhaus und Veröffentlichungen zu diesem Thema basieren folglich nicht aus aktiven Zeitmessungen aus Studien, sondern aus Schätzungen durch Expertenmeinungen oder Veröffentlichungen von Organisationsberatungen. (Kompendium Personalwirtschaft und Personalcontrolling 2014; Blum und et.al. 2016; Bofinger et al. 2001; Schöning et al. 1995)

„In der Erklärung von aktuell in der Pflege produziertem Aufwand liegt die Chance, den Anteil der Varianz der Leistungszeit darin zu identifizieren, der mit Unterschieden in der Pflegebedürftigkeit zusammenhängt. Davon getrennt können die Einflussgrößen identifiziert werden, die nicht direkt mit Pflegebedürftigkeit in Verbindung stehen, trotzdem aber Pflegeaufwand erklären.“ (Brühl 2012, S. 155ff.)

Ziel dieser Untersuchung ist es, möglichst umfassend dokumentierte Leistungen zu erheben, welche erlöswirksame, im Finanzierungssystem abrechnungsrelevante pflegetag- und fallbezogene Pflegeleistungen und aktuell nicht erlöswirksame Pflegeleistungen enthalten (unabhängige Variablen), die beim Patienten auf der Intensivstation pflegetagbezogen erbracht werden. Diese werden der tatsächlich gemessenen Pflegeaufwandszeit (abhängige Variable) gegenübergestellt, um mögliche Beziehungen aufzudecken.

In prüfenden Verfahren können möglicherweise Muster in der pflegetagbezogenen Arbeitszeitvarianz zu erkennen sein, die sich aus den vorhandenen und von der Pflege zu dokumentierenden Leistungen und Leistungskomplexen ergeben. Hierdurch ist zum einen eine Validierung der für die Erlöskalkulation im DRG-System genutzten Scoring-Systeme (Intensivkomplexpauschale mit TISS-10-Core, SAPS II und Beatmungszeiten) möglich. Zum anderen kann das Auffinden geeigneterer Leistungsgruppen, die die Arbeitszeitvarianz besser erklären zu einer neuen und optimierten Zusammenfassung von Leistungskomplexen führen.

Die abhängige Variable ist die gemessene Aufwandszeit, da davon ausgegangen wird, dass ein Zusammenhang zwischen den Pflegeleistungen und der Aufwandzeit besteht: „Voraussetzung für die Anwendung der entsprechenden Verfahren ist, dass der Anwender a priori (vorab) eine sachlogisch möglichst gut fundierte Vorstellung über den Kausalzusammenhang zwischen den Variablen entwickelt hat, d.h. er weiß bereits oder vermutet, welche der Variablen auf andere Variablen einwirken.“ (Backhaus et al. 2003, S. 8)

Prädiktoren sind alle jenen Variablen, die Pflegeleistungen beschreiben, fall- und pflegetagbezogen zuzuordnen sind, sowie jene Variablen, die Patientenzustände beschreiben und ebenfalls pflegetagbezogen zuzuordnen sind, u. a. die SAPS II Parameter. Außerdem werden Variablen aufgenommen, die zwar nicht direkt eine Leistung oder einen Patientenzustand beschreiben, jedoch als Indikator für Pflegeaufwand dienen können, der nicht direkt dargestellt werden kann. Hierzu gehören die dokumentierten Zu- und Ableitungen sowie die jeweilige Anzahl derselben.

2 Material

Die empirischen Daten wurden am Universitätsklinikum Bonn (UKB) erhoben. Das Universitätsklinikum Bonn ist Anstalt öffentlichen Rechts und eine von sechs Universitätskliniken in Nordrhein-Westfalen. Es unterhält rund 32 Kliniken, 25 Institute mit ca. 8.000 Beschäftigten. Jährlich werden am UKB 350.000 ambulante, 50.000 stationäre und 30.000 Notfallpatienten behandelt.

Der Feldzugang wurde durch den verantwortlichen Leiter der anästhesiologischen Intensivstationen des Universitätsklinikums, Prof. Dr. Putensen und den Pflegedirektor, Herrn Pröbstl ermöglicht. Die Forscherin wechselte zu Beginn der Erhebung in die Pflegedirektion, um hier die erforderliche Zuordnung zum Feld zu erhalten und war im Erhebungszeitraum täglich auf der, für die Forschungsarbeit ausgewählten, chirurgischen Intensivstation.

Die Datenerhebung wurde dem Leiter des Ethikkomitees des Universitätsklinikums Bonn sowie dem Datenschutzbeauftragten vorgelegt und dem Personalrat zur Genehmigung eingereicht. Da es sich bei den Dokumentations- und Leistungsdaten um eine retrospektive Analyse von Daten aus der klinischen Routine handelte, war eine vorherige Patientenaufklärung und –einwilligung nach Auskunft des Leiters der lokalen Ethikkommission nicht erforderlich. Die Genehmigung durch den Personalrat wurde erteilt. Die Zusammenführung und Anonymisierung der Daten erfolgte unmittelbar vor Ort. Die Beteiligung der Beschäftigten an den Zeitmessungen war freiwillig, es gab mehrere Informationsveranstaltungen vorab, in denen das Vorgehen und die Durchführung der Messungen erläutert und geschult wurden. Die Erhebungsbögen wurden mit den Beschäftigten zusammen erstellt, pilotiert und geringfügig modifiziert. Die Nutzung der Stoppuhren wurde geschult, jede beteiligte Pflegekraft erhielt für die Dauer des gesamten Erhebungszeitraums eine eigene Stoppuhr.

1.2 Abhängige Variable Zeit

Für die vorliegende Datensammlung wurde über einem Zeitraum von fünf Monaten auf der Chirurgischen Intensivstation des Universitätsklinikums Bonn eine Zeiterhebung des pflegerischen Zeitaufwandes pro Pflegetag in Selbstaufschreibung vorgenommen. Die Station verfügt über zehn intensivtherapeutische und acht postoperative Überwachungsbetten.

2.1.1 Zeitmessung

Die Zeitmessungen wurden ausschließlich im Bereich der intensivmedizinisch versorgten Patienten der Chirurgischen Intensivstation gemessen. Bei der Vollerhebung wurden für die gesamte Dauer einer Zeitperiode (24 Stunden) die aufzunehmenden Prozesse mittels Zeitmessgerät[1] gemessen und die

[1] Es wurden herkömmliche Stoppuhren für die Zeitmessung verwendet, die aus hygienischen Gründen problemlos desinfiziert werden konnten. Die Stoppuhren wurden in der Kitteltasche mitgeführt oder um den

zeitlichen Abschnitte der patientenbezogenen direkten und indirekten Handlungen als Ist-Zeit pro Pflegetag auf dem Erhebungsbogen notiert und am Ende des Pflegetages durch die Forscherin addiert (abhängige Variable Minutenwert = Min). Die dokumentierten Zeitmessungen markieren jeweils Beginn und Ende der patientenbezogenen Tätigkeiten, ohne die konkreten Inhalte zu benennen. Dies wurde mit Rücksicht auf den sonst ständig durchbrochenen Arbeitsprozess entschieden, da davon ausgegangen wird, dass viele Leistungen schnell hintereinander oder sogar mit einer gewissen Parallelität ausgeführt werden, z. B. die Vitalzeichenüberwachung während des Absaugens oder die Kontrolle des Infusionsmanagements während der Positionierung. Da die Abläufe in ihrer Reihenfolge ebenfalls nicht vorherbestimmbar sind, konnte keine Formularerstellung erfolgen, die eine detaillierte Leistungsdokumentation in Selbstaufschreibung ermöglicht hätte. Es wäre zu Verzerrungen gekommen, die dem Routine-Ablauf widersprochen hätten. (Gerst und Battmer 2006, vgl. REFA-Zeitaufnahme S. 3-12)

Die Zeitaufnahme wurde von der Pflegekraft pro Schicht bei jeweils einem zu versorgenden Patienten durchgeführt. Aus den Zeiterhebungen der drei Schichten ergibt sich der Pflegezeitaufwand pro Tag für den Patienten. Wenn pro Schicht mehr als eine Pflegekraft in die Pflege des Patienten involviert war, z. B. bei der Lagerung oder bei ECMO-Therapien, wurde der Pflegezeitaufwand für beide Pflegekräfte parallel gezählt. Aus diesem Grund konnten Aufwandszeiten entstehen, die über den Zeitrahmen eines 24-Stundentages hinausgehen (> 1440 Minuten pro Tag).

Das Schichtmodell der Chirurgischen Intensivstation basiert auf einem Dreischichtmodell mit jeweils siebeneinhalb Stunden Früh- und Spätdienst (06:30 bis 14:00 Uhr und 13:00 bis 20:30 Uhr) und elf Stunden Nachtdienst (20:00 bis 07:00 Uhr). In den beiden Tagschichten sind eine halbe Stunde Pause, in der Nachtschicht fünfundvierzig Minuten Pause eingeschlossen, die in einem variablen Zeitkorridor (vgl. ArbZG) genommen werden können. In den Pausen wird die Betreuung der Patienten durch Teamkollegen übernommen. Die Nachtschicht überlappt mit der Früh- und Spätschicht um jeweils eine halbe Stunde, die Tagschichten überlappen um eine Stunde. In den Überlappungszeiträumen finden die Übergaben statt. Bei kurzfristigen Personalausfällen oder in Zeiten knapper Personalressource werden ein bis zwei VK nicht schichtbezogen, sondern als überlappende Zwischendienste zwischen Früh- und Spätschicht geplant oder umgesetzt, um so die werktäglichen Zeiten mit der größten Arbeitsdichte beider Schichten abdecken zu können.

Es wurden alle Zeiten gemessen, die einen eindeutig zuzuordnenden Fallaufwand ergaben (neben direkten Pflegeleistungen auch Angehörigengespräche, Terminierungen für Untersuchungen,

---

Hals getragen. Die Aufnahme mehrerer Zeit- und Pausenintervalle hintereinander war sehr einfach einstellbar. Die Stoppuhren wurden bei Bedarf (z. B. aus hygienischen Gründen) weggeworfen und ersetzt.

Transportleistungen zu Untersuchungen durch die Pflegekraft, pflegerische Übergabe zwischen den Schichten, etc.).

Leistungen, die nicht patientenbezogen sind, wurden nicht in die Messung aufgenommen, z. B.:

- Teambesprechungen
- Arbeitspausen
- Organisatorische Arbeiten wie Bestellungen, Umzugszeiten, Hygienemaßnahmen, die nicht in Zusammenhang mit dem Patienten standen
- Leistungen, die in der Schicht für einen anderen Patienten erbracht wurden

Ausgeschlossen wurden Pflegetage, die keine valide Messung zuließen, weil die verantwortlichen Pflegekräfte zusätzliche, nicht patientenbezogene Dienste hatten (z. B. Zuordnung zum Medical-Emergency-Team für die Normalstationen, MET), die nicht diesem Pflegetag zuzuordnen waren. Ebenfalls ausgeschlossen wurden Pflegetage, in denen der Patient innerhalb des 24-Stundenzeitraums verlegt wurde und die somit keinen vollen 24-Stunden-Zeitraum ausfüllten.

Es wurden gültige Zeitwerte für 520 Pflegetage gemessen, welche zu 111 Fällen gehörten. In diesen Pflegetagen wurden aus den vorhandenen Dokumenten 146 unterschiedliche Prädiktoren erhoben und in verschiedenen funktionalen Analyse-Verfahren zu der abhängigen Variable Zeit in Beziehung gesetzt.

2.2 Auswahl der Prädiktoren

Wenn die empirisch erhobenen Minutenwerte eine Entsprechung in den Pflegeleistungen finden sollen, müssen diese möglichst vollständig den fallbezogenen Tätigkeitskatalog der Pflegekräfte abbilden. Da die Zeitaufnahme nicht nach Einzeltätigkeiten differenziert, müssen diese aus der Dokumentation des Pflegetages herausgelesen werden. Hierfür wurden die Intensivkurven und die elektronische Dokumentation analysiert und die einzelnen Dokumentationsfelder auf Leistungsbeschreibungen hin analysiert.

Die erhobenen Variablen können gut in mehrere Gruppen ähnlicher Variablen-Arten differenziert werden. Zum einen gibt es die medizinisch und abrechnungstechnisch vorgegebenen SAPS II Score und TISS-10 Core, die bereits Leistungspakete enthalten und die durch den Gesetzgeber als Leistungseinstufungssysteme im DRG-System vorgegeben sind, ebenso wie die Beatmungsstunden, die Diagnosen (ICD-10) und die Prozeduren (OPS). Sie unterliegen alle einer erlöstechnisch dezidiert vorgegebenen Kodierung nach jährlich angepasstem deutschem Katalog (DIMDI).

Dann gibt es strukturelle Daten, die patientenbezogen oder krankenhausspezifisch sind. Hierzu gehören die Verweildauer insgesamt, die Verweildauer auf der Intensivstation, Aufnahme- und Entlassungsart und Personalstärke je Schicht.

Patientenzustandsbezogen wurden zwei Scores als Variablenpakete erhoben, je einer zum Bewusstseinszustand und zum Schmerzzustand des Patienten, die Behavioural Pain Scale (BPS) und die Richmond-Agitation-Sedation-Scale (RASS, s. Anlagen) sowie das Alter der Patienten.

Ein weiteres Variablenpaket, welches erhoben wurde, stellt die Versorgung des Patienten mit künstlichen Zu- oder Ableitungen dar. Hierzu gehören Stomata, Katheter, Perfusoren und Drainagen.

Als letztes großes Variablenpaket wurden primäre Pflegeeinzelleistungen erfasst. Diese umfassen die Ganz- und die Teilkörperwäsche, die Positionierung, die Bilanzierung, das Absaugen, die Wundversorgung, die Inkontinenzversorgung, die Ernährung, die intermittierende Maskenbeatmung und die Beatmungsentwöhnung.

Durch die Zuordnung der Einzelvariablen in Leistungspakete lassen sich fünf Gruppen differenzieren, die sowohl pflegetagbezogene, als auch fallbezogene Variablen enthalten:

1. Erlösrelevante Leistungen
    a. DRG, gebildet aus
        i. Diagnosen (ICD)
        ii. Prozeduren (OPS)
        iii. SAPS II Score
        iv. TISS-10 Core
        v. Beatmungszeiten
2. Strukturdaten
    a. Aufnahmeart
    b. Entlassart
    c. Schichtbesetzung
    d. Verweildauer Intensivstation
    e. Verweildauer gesamt
3. patientenzustandsbezogene Daten
    a. BPS
    b. RASS
    c. Alter
    d. Tumorerkrankung
4. Zu- und Ableitungen

   a. Katheter und Sonden
   b. Drainagen
   c. Stomata
5. Pflegeleistungen
   a. Ernährung (enteral, parenteral)
   b. Körperpflege (Teilkörperpflege und Ganzkörperpflege)
   c. Lagerung (Positionierung, ggf. Mobilisation)
   d. Bilanzierung und Drainagekontrolle
   e. Beatmungsentwöhnung (Weaning)
   f. diskontinuierliche Maskenbeatmung (CPAP)
   g. Wundversorgung
   h. Absaugen

2.2.1 Besonderheiten der Leistungsgruppe „erlösrelevante Leistungen“

Das erste Leistungspaket „Erlösrelevante Leistungen“ enthält viele Schnittmengen zu den weiteren Leistungspaketen, da diese Gruppe aus Krankenhausleistungen und Patientenzustand einem erlösgerechten Zusammenhang entsprechen soll und somit eine Sammlung aus den weiteren beschriebenen und voneinander abgrenzbaren Leistungspaketen bzw. Einzelleistungen enthält. Es ist nicht inhaltlich sondern ökonomisch von den anderen Leistungspaketen zu differenzieren. Aus diesem Grund enthält es auch die Beatmungszeiten, welche zwar auch eine Form der Pflegemaßnahme darstellen, die aber der Ermittlung der Intensivkomplexpauschale und einer ganzen Reihe Beatmungs-DRG dienen. Die Beatmungszeiten werden als ein Item in dem TISS-10-Core mit 5 Punkten bewertet und zusätzlich wird jede Beatmungsstunde gezählt und dokumentiert. Hierfür gibt es in den Kodierrichtlinien des DIMDI genaue Anleitungen.

Spezielle Beatmungsverfahren, welche gesonderte pflegerische Leistungen abbilden sind die Beatmungsentwöhnung und die Maskenbeatmung. Diese werden durch die Pflegekräfte ggf. zusätzlich durchgeführt, extra dokumentiert und sind im Leistungspaket Pflegeleistungen enthalten.

Bei den Prädiktoren SAPS II und TISS-10-Core handelt es sich um Punktsummen je Pflegetag, die aus einzelnen (Pflege-)variablen im TISS-10-Core (Tabelle 3) und Patientenzuständen im SAPS II bestehen. Das Vorhandensein einzelner Parameter dieser Scores ergibt bestimmte Punktmengen pro Item und Tag, die aufsummiert werden.

Leistung:	Punkte pro Tag:
Apparative Beatmung	5
Infusion multipler Katecholamine (>1)	4
Flüssigkeitsersatz in hohen Mengen (>5 l/24 Std.)	4
Peripherer arterieller Katheter	5
Linksvorhof-Katheter / Pulmonalis-Katheter	8
Hämofiltration / Dialyse	3
Intrakranielle Druckmessung	4
Behandlung einer metabolischen Azidose / Alkalose	4
Spezielle Interventionen auf der ITS (z. B. Tracheotomie, Kardioversion)	5
Aktionen außerhalb der Station (Diagnostik / Operation)	5

Tabelle 3 Übersicht über den TISS-10-Core

Die einzelnen Items je Score wurden in der Erhebung ebenfalls mit aufgenommen, um mögliche Autokorrelationen und Gewichtungen einzelner Variablen aus den Scores in den funktionellen Analysemethoden prüfen zu können.

Einige der Parameter des SAPS II Score werden automatisiert aus dem Laborsystem des UKB befüllt, wenn der jeweilige Wert in die elektronische Patientenakte einläuft. Andere Werte müssen am Ende des Pflegetages manuell ergänzt werden. Auf der chirurgischen Intensivstation findet die Dokumentation des TISS-10 Core und des SAPS II Scores im Nachtdienst nach dem Ende des jeweiligen Pflegetages statt.

2.3 Skalenniveau der Daten

Die Anwendung von strukturprüfenden Verfahren verlangt - je nach Analysemethode - unterschiedliche Voraussetzungen in Bezug auf das Skalenniveau und die im Datensatz vorliegende Verteilung der zugrundeliegenden Daten, differenziert nach abhängiger und unabhängiger Variable. Die Güte der entstehenden Modelle und die Interpretationsfähigkeit hängen von der Berücksichtigung dieser zugrundeliegenden Anwendungsvoraussetzungen ab. „Das Skalenniveau bedingt sowohl den *Informationsgehalt der Daten* wie auch die *Anwendbarkeit von Rechenoperationen.“* (Backhaus et al. 2003, S. 4)

Die abhängige Variable Zeit weist ein metrisches Skalenniveau aus. Hiermit sind insbesondere die verschiedenen Regressionsverfahren geeignet, Strukturen auf kausale Zusammenhänge hin zu prüfen.

Das Skalenniveau der Prädiktoren ist unterschiedlich. Bei einem Teil der Daten handelt es sich um nominale Daten (die Diagnosen und die meisten Prozeduren sind pro Pflegetag vorhanden oder nicht vorhanden), ordinal skaliert (RASS) oder auch ratioskaliert (Beatmungszeit in Minuten pro Pflegetag). Weitere als Häufigkeit pro Pflegetag dargestellte Daten sind metrisch. Die gezählten Häufigkeiten einer Leistung pro Pflegetag sind additiv und können in gleiche ganzzahlige Differenzen zueinander gesetzt werden (sechs durchgeführte Bilanzierungen pro Pflegetag sind doppelt so viele, wie drei durchgeführte Bilanzierungen). Trotzdem ist aber die Häufigkeitsverteilung pro Pflegetag und Variable sehr verschieden, so dass es einige sehr oft durchgeführte Leistungen (z. B. Bilanz, Lagerungen) oder Merkmale (z. B. Anzahl Perfusoren) gibt, die zu einer klaren mengenmäßigen Unterschiedsbildung kommen, während andere Variablen kaum über eine nominale Unterscheidung (vorhanden/nicht vorhanden) hinausgehen.

Das komplexe Zusammenwirken von verschiedenen Leistungen, die u.a. für die Intensivkomplexpauschale summiert werden, lässt in den Prädiktoren mögliche, auch nichtlineare Zusammenhänge vermuten. Möglicherweise sind bestimmte Zeitfenster nur in ganz bestimmten Variablenkonstellationen und in den einzelnen Variablen wiederum nur in bestimmten Grenzen dieser Variablen vorhanden. Eine Prüfung auf Beziehungen muss deswegen auch die Möglichkeit zulassen, dass Variablen einem Splitting unterliegen und innerhalb dieser Splits unterschiedliche Beziehungen gültig sein können.

2.4 Grenzen der Analyse

„Repräsentativität bedeutet, dass alle denkbaren Variablen in der Stichprobe genauso verteilt sind wie in der Population. Eine repräsentative Stichprobe ist somit nur durch eine völlig zufällige Auswahl der Individuen aus der Population herzustellen.“ (Rost 2004, S. 77)

Die vorliegende Stichprobe beschreibt nur einen winzigen Ausschnitt aus der Gesamtpopulation aller Intensivpflegetage im DRG-System 2013. Im Jahr 2013 wurden 2.109.631 Fälle intensivmedizinisch versorgt. (Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2018, Intensivstatistik)

Die Stichprobe konnte aufgrund der vorgegebenen Ressourcenbegrenzung keine Zufallsauswahl abbilden. Die Begrenzung ist bereits durch die Tatsache gegeben, dass es sich weder um eine unternehmensübergreifende noch um eine bereichsübergreifende Stichprobe handelt. Sie bleibt auf den klinischen Fachbereich der chirurgisch-operativen Intensivstation einer Klinik begrenzt. Deutlich wird dies unter anderem in der Tatsache, dass der Score-Parameter „Intrakranielle Druckmessung“ im TISS-10-Core in der Stichprobe nur achtmal vorkommt, da er ein üblicher Parameter für neurologisch

oder neurochirurgisch behandelte Fälle ist. Damit wird die Varianz der Messwerte in Bezug auf den Gesamtscore eingeschränkt. (Rost 2004, S. 78)

„Der zweite Punkt, der auch bei einer nichtrepräsentativen Stichprobe gewährleistet sein sollte, besteht darin, dass die Art der Abhängigkeit von Testverhalten und Personeneigenschaft in der Stichprobe nicht untypisch für die Art der Abhängigkeit in der Gesamtpopulation ist.“ (Rost 2004, ebd.)

Um diesen Aspekt unter den gegebenen Bedingungen bestmöglich zu erfüllen, wurde für die vorliegende Erhebung die beschriebene Intensivstation unter Weglassung der acht Betten des reinen Überwachungsbereiches ausgewählt, da dieser ein Durchlauf für Patienten nach größeren Operationen darstellt, die in der Regel nur stundenweise überwacht werden, bevor die Verlegung auf die Normalstation erfolgt.

Intensivmedizinische Patienten dieser Station kommen aus den verschiedensten operativen Fachrichtungen (Chirurgie, Orthopädie, Unfallchirurgie, Herzchirurgie, Urologie, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie). Die Stationsgröße ohne Überwachungsbetten ist vergleichbar mit vielen anderen Intensivstationen. Die erhobenen Pflegetage entsprechen mehr als 18 Prozent aller im Jahr 2013 auf der Station angefallenen Intensivpflegetage.

Die Stichprobe kann allenfalls den Anspruch erheben, einen repräsentativen Ausschnitt aus der Grundgesamt aller Pflegetage dieser Intensivstation im Jahr 2013 wiederzugeben und als Marker für weitere empirische Arbeiten zu dienen.

Nach der Entscheidung, mehrere unterschiedliche Analysemethoden zur Auswertung zu verwenden, wurde die Stichprobe für die Analysen von 520 Pflegetagen auf 480 Pflegetage reduziert, da zwar alle Pflegetage gültige Zeitmessungen hatten, jedoch keine vollumfängliche Dokumentation aller erhobenen Prädiktoren vorlag. Grund für die Reduktion ist, dass einige der verwendeten Analyse-Verfahren fehlende Variablendaten durch Schätzungen ersetzen (z. B. lineare Regressionen), andere der eingesetzten Methoden tun dies nicht (z. B. MARS©). Um den gewünschten Vergleich der Ergebnisse der verschiedenen Verfahren nicht durch unterschiedliche Datensätze zu verfälschen, wurde entschieden, einen reduzierten, aber vollständigen Datensatz für alle Verfahren einheitlich zu verwenden. Dieser enthält für jede Variable und jeden Pflegetag einen erhobenen Wert im entsprechenden Skalenniveau. Es fehlten insgesamt Dokumentationen an 40 Pflegetagen, an denen wegen fehlender Unterlagen einzelne Pflegeleistungen nicht ausgewertet werden konnten. Es fehlten darüber hinaus bei 163 Pflegetagen die Dokumentationen in der Behavioural Pain Scale (BPS), die zur Beurteilung des Schmerzes dient, so dass diese Variable vollständig aus der Analyse ausgeschlossen werden musste.

In der Übersicht über den entstandenen Dokumentationskatalog fällt auf, dass zwar eine Interpretation des kognitiven Zustands der Patienten über die Skala RASS möglich ist, jedoch keinerlei Aussage über die notwendige Kommunikation mit dem Patienten oder mit Angehörigen als Leistung im Rahmen der Patientenversorgung getroffen werden kann. Diese kommt in der standardisierten Pflegedokumentation nicht vor, im Gegensatz zur ärztlichen Dokumentation wo die Patienten-Aufklärung und die Visite mit Gesprächsinhalten Bestandteil der Routinedokumentation sind. Möglicherweise ist das Fehlen von Kommunikationszeiten und Inhalten in der Pflegedokumentation eine Folge der sehr stark erlösorientierten Dokumentation der Pflegenden.

In Leistungserfassungsinstrumenten der Pflege werden Gesprächsprozesse häufig als pflegebegleitende Elemente gesehen, die keine eigenen Zeitanteile benötigen. Dies wird z. B. in der Leistungserfassung der Pflegepersonalregelung wie folgt erläutert: „Kommunikation kann kein Suchkriterium – repräsentativ für Pflegeintensität - sein. Im Einzelfall kann das Kommunikationsbedürfnis des A1-Patienten höher sein als das des A3-Patienten. Es kommt hinzu, daß Kommunikation pflegebegleitend stattfindet, d.h. mit der höheren Einstufung sich zusätzliche Möglichkeiten zur Kommunikation ergeben.“ (Schöning et al. 1995, S. 59)

Dieses rein handlungs- bzw. funktionsorientierte Einordnen von Kommunikation in der Pflege-Patienten-Beziehung lässt grundlegende Aufgaben der Pflege wie Beratung, Schulung und insbesondere responsive therapeutische Gespräche zwischen stationären Patienten und Pflegefachkräften als jederzeit verfügbare Hauptansprechpartner im Krankenhaus völlig außer Acht.

Lediglich der individualisierte Verlaufsbericht gibt in Teilen Auskunft über geführte Gespräche und deren Inhalte. Dieser fließt (nach gemeinsamer Überlegung mit den Pflegenden vor Ort) nicht in die Auswertung als eigene Variable ein, weil die Dokumentation eines Verlaufsberichtes kein Pflicht- oder Routinebestandteil der Dokumentation ist und so kein systematischer und reliabler Dokumentationsnachweis vorhanden ist.

Im Ergebnis folgt daraus, dass die Leistung Kommunikation nicht valide auswertbar ist, da sie vom Leistungserbringer und nicht von der erbrachten Leistung abhängig dargestellt wird. Hier fehlt ein wichtiger und zeitaufwändiger Bestandteil der Pflegetätigkeit, welcher gerade für die belastende Situation auf der Intensivstation von zentraler Bedeutung für Angehörige und Patienten ist: „Ziel der Pflege ist es, den Patienten bei seinen Versuchen der Bedrohungsbewältigung und der Wiederherstellung der Ich-Stabilität zu unterstützen. Demzufolge hat die Kommunikation mit dem Patienten folgende wichtige Funktionen:

- Halt und Sicherheit vermitteln.

- Orientierung und Struktur vermitteln.“ (Thiemes Intensivpflege und Anästhesie 2011, S. 78)

Dass die Dokumentation der Kommunikation nicht standardisiert geschieht, heißt im Umkehrschluss nicht, dass sie nicht stattfindet, es bedeutet jedoch, dass sie nicht quantifiziert werden kann.

Das Universitätsklinikum Bonn setzt in seiner pflegerischen Anamnese und in den handlungsleitenden Pflegeprozessen die Pflegetheorie Dorothea Orems ein. (vgl. Dennis 2001; Orem 1995)

Diese orientiert sich an einem gesundheitsfördernden Modell, in dem die Selbstpflege des Patienten als Bedürfnis im Vordergrund steht und die Pflege - nur wenn nötig - unterstützend, anleitend oder (teil-)kompensatorisch eingreift.

„Die Bewertung der Pflege muss sich an den Fähigkeiten orientieren, die der Patient zusammen mit seinen Angehörigen besitzt oder wiedererlangt hat, um die Selbstfürsorge wieder auszuüben. Die Zielkontrolle sollte in festgelegten Zeitabschnitten erfolgen. Die Entwicklung des Kranken, von der vollständig ersetzenden Hilfe über die unterstützende Hilfe zur Beratung, kennzeichnet den erfolgreichen Weg zum Ziel.“ (Hrsg.: Deutscher Pflegeverband (DPV) e.V. 2001, S. 4 ff.)

In der Regel sollte eine übergeordnete Theorie die Indikatoren für ein Messmodell setzen. Ein Problem der Pflegetheorien ist jedoch der Abstraktionsgrad, welcher in spezialisierten Handlungsräumen wie den Intensivstationen häufig zu einer schwer zu konkretisierenden Operationalisierbarkeit eines Konzeptes in Pflegeleistungen führt, die hier in besonderem Maße durch weitere nicht konzeptimmanente Faktoren, z. B. medizinisch-technischen Bedingungen mit beeinflusst sind.

Dieses Fehlen eines anwendbaren übergeordneten Theoriemodells bedingt, dass bei der Erstellung des Messmodells die notwendige Definition der Variablen nur empirisch möglich ist. Brühl zeigt 2012 auf, dass es hierdurch zu Zirkelschlüssen kommt (Abbildung 3).

Damit sind mehrere Messfehler möglich:

- Variablen werden ausgeschlossen, die grundsätzlich relevant sind
- Variablen werden zu stark gewichtet, die (nur) in diesem empirischen Kontext eine Rolle spielen
- Strukturen der Stichprobe werden mit Populationsstrukturen gleichgesetzt

Die getroffene Variablenauswahl ergibt sich empirisch aus Zustands-, Leistungs- und Strukturkriterien, die zu unterschiedlichen Zwecken dokumentiert wurden, u.a. zur Patientenklassifikation, Erlössicherung, rechtssicheren medizinischen Dokumentation, Sicherstellung der pflegerischen Qualität/Informationsweitergabe oder schlicht als (forensischer) Durchführungsnachweis.

Abbildung 3 Zirkelbezug von Messmodellen bei der Instrumentenentwicklung (Brühl 2012c, F. 5)

Die Messung der Aufwandszeit geschieht in Selbstaufschreibung mittels Stoppuhr: „Bei der Selbstaufschreibung tragen die Ausführenden selbst den Beginn und Anfangszeitpunkt einer Tätigkeit in eine hierfür vorgesehene Liste ein. Die Genauigkeit ist in der Regel größer, als bei der Schätzung, jedoch unterbricht die Selbstaufschreibung den eigentlichen Prozess und führt damit zu Verzerrungen. Auch besteht von Seiten der Mitarbeiter häufig ein Widerstand gegen diese zusätzliche Belastung.“ (Fehrle et al. 2013, S. 25)

Aus diesem Grund wurde eine Mischform der Zeiterhebung durchgeführt, das heißt, es wurden die kompletten Leistungszeiten gemessen und von nicht patienten- und pflegetagbezogenen Leistungen abgegrenzt, die inkludierten Leistungen jedoch nachgängig aus den Dokumentationen zugeordnet. Die durchgeführte Zeitaufnahme entspricht pflegetagbezogen einer Vollerhebung.

Fehler bei der Selbstaufnahme durch die einzelnen Beschäftigten sind nicht auszuschließen. Es ist z. B. möglich, dass Unterbrechungen in der patientenbezogenen Pflege nicht registriert wurden und die Zeit während der Unterbrechung weiterlief. In einer internen Studie des UKB wurde auf derselben Intensivstation in Zusammenarbeit mit dem Bundesinstitut für Arzneimittel (BfArM) eine Studie zu perzeptuellen und kognitiven Belastungen während der Versorgung von Patienten durchgeführt. Im Ergebnis wurde eine Pflegekraft durchschnittlich alle drei Minuten in ihren Arbeitsprozessen von außen (Telefon, technisches Alarmsystem, andere Pflegekraft, Arzt) gestört. (Lange et al. 2016, S. 20)

Schließlich kann auch die Tatsache, dass die Aufnahme- und Entlassungstage nicht Bestandteil der Analyse sind (da sie niemals vollständige Pflegetage darstellen) zu einer fehlerhaften Aufwands-

Verteilung innerhalb der Stichprobe führen, da an den Verlegungstagen (Aufnahme oder Entlassung) der administrative Aufwand für die Pflege höher sein dürfte, als an den übrigen Tagen bzw.es zu Pflegetätigkeiten kommt, die an den anderen Aufenthaltstagen nicht vorkommen. Dieser verzerrende Effekt sinkt mit einer längeren Verweildauer auf der Intensivstation.

2.5 Literaturrecherche

Die Literaturrecherche zu der vorliegenden Arbeit bewegte sich innerhalb dreier unterschiedlicher Themenbereiche, wobei sich die Themen zu Instrumenten und Scoringsystemen im Ergebnis mit der Suche zu Leistungsaufwand und Leistungserbringung teilweise überschnitten:

1. Auffinden relevanter Beiträge zu den verwendeten statistischen Verfahren einschließlich der angewandten Software
2. Suche von Instrumenten und Scoringsystemen zur Aufwandserhebung und Bestimmung von Pflegeleistungen im Akutkrankenhaus und auf der Intensivstation
3. Analysen zu pflegerischer Leistungserbringung, Personalberechnung und Erlösverrechnung in Krankenhäusern, Pflege auf Intensivstationen und speziell im G-DRG-System

Die Onlinerecherche wurde mit Citavi 3 und 5 in den Jahren 2012, 2015 und 2018 durchgeführt bzw. wiederholt, die gefundene Literatur in Citavi verwaltet. Folgende Datenbanken wurden hierfür verwendet:

- Abstracts of Reviews of Effects (DIMDI)
- Bonner Universitäts- und Landesbibliothek
- Bundesanzeiger (Gesetzestexte)
- Cochraine Library
- Destatis (Gesundheitsstatistiken des Bundes)
- Medline
- MetaGer (Recherche im Internet)
- PubMed
- R project.org (für das Softwareprogramm „R“)

Primär wurde mit folgenden (auch verknüpften) Stichworten gesucht:

Zu 1.: R, rekursives Partitionieren, Regression, Mehrebenenanalyse, nichtparametrische Statistik, regression trees, regression, non-parametric tests, multilevel linear models

Zu 2.: Scoringsysteme, Klassifikationssystem, TISS, SAPS, scoring system, critical care, intensive care, nursing intervention, patient classification system, nursing intensity, nursing assessment

Zu 3.: Leistungserbringung, Pflegeaufwand, Fallkosten, Kalkulation, DRG-System, Personalberechnung, Intensivbehandlung, Intensivstation, nursing workload, intensive care unit, DRG(s), cost of intensive care, reimbursement

Die in der Software R verwendeten Methodenpakete werden in der Dokumentationsdatenbank https://www.R-project.org mit Anleitungsskripten beschrieben. Diese enthalten Sekundärquellen, die zu den primären Entwicklern der Rechenmodelle führen, wenn sie nicht selbst primäre Modelle darstellen, z. B. Milborrow und Friedman 2017 // 1991.

Bei der Suche nach Scoringsystemen zur Leistungserfassung wurde in der wissenschaftlichen Literatur eine Vielzahl von Beiträgen zu diagnosebezogenen Einschätzungen von Patientenzuständen gefunden, die aufgrund ihrer Spezialisierung für bestimmte Erkrankungen nach Sichtung ausgeschlossen wurden, dass heißt, der Schwerpunkt dieser Studien lag in der Überprüfung der Validität von Scores und Assessments für spezifische Krankheitsbilder und weniger in der Frage der Gültigkeit für den Pflegeaufwand im allgemeinen. Die Artikel wurden daraufhin hinsichtlich ihrer Forschungsergebnisse auf Relevanz für die Pflege im Krankenhaus und für die Pflege im Bereich der Intensivstation gescreent und ausgewählt. Die Datenbankrecherche wurde durch eine Handsuche in den als relevant eingestuften Quellen ergänzt.

Für die in dieser Arbeit genannten Assessments (vgl. Kapitel Scoring-Systeme zur Messung von Patientenzustand, Pflegeaufwand und Pflegeleistung) wurde nach Primäquellen gesucht und diese in einer Übersicht zusammengefasst, die, falls vorliegend, auch Angaben zur Studientypologie und zum Studienergebnis darstellt (s. Anlage Patientenaufwands- und Klassifikationssysteme).

Insgesamt wurden 381 Textquellen als relevant eingestuft, von denen 148 Quellen in der vorliegenden Arbeit zitiert werden. Davon sind 68 Quellen aus dem Bereich der statistischen Methoden, 155 Quellen im Bereich der Scoring-Systeme und 144 Quellen, die Inhalte zu Intensivpflege, Arbeitsbelastungen, Kosten und Ökonomie wiederspiegeln, wobei die letzten beiden Bereiche nicht trennscharf sind. Häufig sind Studien zu Scoringsystemen und Patientenklassifikationen auch mit Arbeitsbelastung, Leistungsumfang, Pflegetätigkeiten und Pflegekosten assoziiert. Hier lagen viele Überschneidungen, da die Systeme wie bereits beschrieben, nicht dem Primärzweck dienen, sondern zu Kostenzwecken geführt und ausgewertet werden. (vgl. Isfort und Brühl 2007) Deshalb konnten 14 Quellen nicht eindeutig zugeordnet werden.

Bei Literatur zum deutschen DRG-System handelt es sich auch um Gesetzestexte und graue Literatur oder um Informationen offizieller Institutionen wie dem Institut für Entgeltordnung im Krankenhaus, die entweder als sekundäre Textquellen gefunden wurden oder von den offiziellen Seiten der jeweiligen Behörden (Bundesgesundheitsministerium, Gesundheitsausschuss des Bundes, Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz o.ä.) stammen.

3 Methoden

Die gemessene Aufwandszeit und die je Pflegetag erhobenen Leistungen, Scores und Prozeduren wurden in einer Excel-Datentabelle zusammengefasst. Auf den Patienten bezogene Parameter wie Verweildauer, Alter, DRG und ICD wurden fallbezogen erhoben und ebenfalls den Pflegetagen zugeordnet. Abbildung 4 zeigt die Einbettung der Aufwandszeit in ganz unterschiedliche Konstrukte, aus denen sich Zeitaufwände für Pflegeleistungen ergeben können.

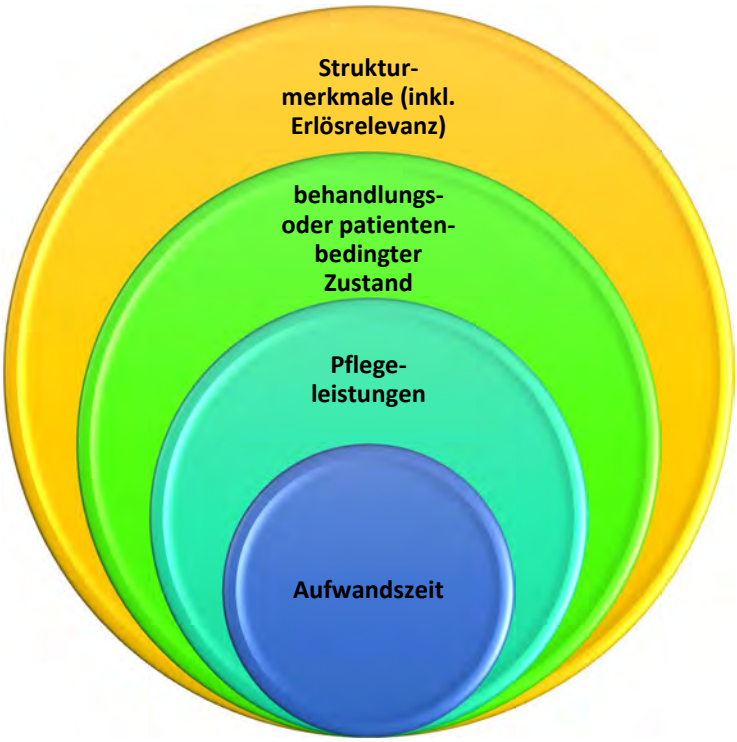

Abbildung 4 modulare Darstellung möglicher Einflussgrößen auf die Aufwandszeit

Zunächst werden die Ergebnisse der Erhebung der einzelnen Variablen deskriptiv beschrieben. Danach wird in der vorliegenden Arbeit mittels verschiedener Regressionsverfahren geprüft, ob funktionale Zusammenhänge zwischen der abhängigen Variable Pflegezeitaufwand und den fall- und pflegetagbezogen dokumentierten unabhängigen Variablen zu entdecken sind, welche Variablen den größtmöglichen Zusammenhang bieten und wie hoch dieser in der vorliegenden Stichprobe ist.

Es ist möglich, dass nicht nur auf der Ebene des einzelnen Pflegetages, sondern auch auf der Ebene der Fälle Zusammenhänge zwischen dem Pflegeaufwand und den Leistungen bestehen, da bestimmte Leistungskomponenten sich nicht nur auf die akute Handlung am jeweiligen Pflegetag beziehen, sondern auf den Zustand des Patienten, der von sehr vielen weiteren individuellen Merkmalen abhängig ist (z. B. Alter, Verweildauer, Haupt- und Nebendiagnosen, Behinderungen, Sozialisation, kulturellem Hintergrund). Dieser Annahme wurde Rechnung getragen, indem für den Teil der Fall-

Variablen eine Intraklassenkorrelation sowie eine Mehrebenenanalyse auf Fallebene durchgeführt wurden.

Die eingesetzten Verfahren gehören zu den strukturprüfenden Verfahren, das heißt, es geht darum, einen vermuteten Zusammenhang zwischen der Aufwandszeit der Pflegenden und den definierten pflegerischen und medizinischen Leistungsvariablen nachzuweisen. (vgl. Backhaus et al. 2003, S. 8) „Voraussetzung für die Anwendung der entsprechenden Verfahren ist, dass der Anwender *a priori (vorab)* eine sachlogisch möglichst gut fundierte Vorstellung über den Kausalzusammenhang zwischen den Variablen entwickelt hat, d.h. er weiß bereits oder vermutet, welche der Variablen auf andere Variablen einwirken.“ (Backhaus et al. 2003, ebd.)

Unter der Annahme, dass die im DRG-System herangezogenen Leistungen zur Quantifizierung der Pflegetätigkeit sinnvoll sind, sollte zwischen diesen und den ihnen zugrunde liegenden Aufwandszeiten ein Kausalzusammenhang herstellbar sein.

Die verschiedenen teststatistischen Methoden sollen Aufschluss darüber geben, ob in der vorliegenden Stichprobe Muster vorhanden sind, so dass vergleichbare Modelle entstehen. Anders gesagt: Kommt die Varianz der Aufwandszeit zwischen den Pflegetagen rein zufällig zustande oder gibt es systematische Modifikationen, die durch ein oder mehrere Prädiktoren oder bestimmte Parameterräume innerhalb dieser Prädiktoren bedingt werden?

Die Datensammlung und die deskriptive Aufbereitung fanden in Excel 2013 statt, die prüfenden Analysen wurden mit den Programmen R[2] und HLM7[3] durchgeführt.

3.1 Eingesetzte teststatistische Analyseverfahren

Es werden parametrische und nicht parametrische Verfahren für die Analyse zwischen Aufwandszeit und Leistungsvariablen angewendet, da die unabhängigen Variablen aufgrund ihrer unterschiedlichen statistischen Eigenschaften Analysemethoden bedingen, die abhängig vom Grad der Erfüllung bzw. Gültigkeit folgender Eigenschaften sind:

- Skalierung
- Robustheit
- Linearität/Nonparametrie
- Normalverteilung/Verteilungsfreiheit

[2] R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/. R x64 3.2.3.Ink, Version 20.01.2016

[3] HLM 7 Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling, Stephen Raudenbush, Tony Bryk, & Richard Congdon, Scientific Software International, Inc. (c) 2010HLM2S.EXE 7.01.21202.1001

„Methodisch bedeutet dies, dass die Zeitmessung als abhängige, zu erklärende Variable fungiert, die durch Prädiktorvariablen, nämlich zustandsbezogene Assessmentdaten der Klienten, erklärt werden soll. Es handelt sich folglich um ein multivariates Regressionsproblem.

Als weit verbreitetes und viel genutztes Standardverfahren der klassischen Testtheorie würde sich also prinzipiell die multivariate lineare Regression anbieten. Als parametrisches Verfahren ist der Einsatz dieser Methode allerdings an eine Reihe von Modellannahmen über das zu entwickelnde lineare Modell geknüpft. (…) Diese Modellannahmen werden in der Pflege häufig verletzt. (…)

Eine Alternative zur linearen Regression stellen parameterfreie Verfahren dar, bei denen die genannten Modellannahmen nicht erfüllt sein müssen. Für Regressionsprobleme sind insbesondere drei Ansätze interessant: Regressionsbäume, Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) und Ensemblemethoden. Alle genannten Ansätze sind dem maschinellen Lernen zuzurechnen, es handelt sich also um explorative strukturentdeckende Ansätze.“ (Brühl 2012, S: 155 ff.)

Neben den klassischen Leistungsdaten wurden in der Stichprobe Daten erhoben, welche die Aufwandszeit indirekt aus dem Kontext heraus beeinflussen können, ohne unmittelbar als pflegetagbezogene Leistung erkennbar zu sein. Dies sind Variablen aus den Leistungspaketen „erlösrelevante Leistungen“ und „patientenbezogener Zustand“ wie z. B. Alter, Diagnosen, Verweildauer, Aufnahme- und Entlassart.

Wolfgang Langer beschreibt die Einflussnahme von Kontexten in der Forschungsentwicklung unter anderem wie folgt:

„Die unterste Ebene bilden normalerweise die befragten Individuen. Im Rahmen von Längsschnittanalysen mit Messwiederholungen definiert Goldstein (1999 : Kapitel 6) die Messzeitpunkte als unterste Ebene, wobei der Befragte selbst die zweite Ebene darstellt. Auf jeder Ebene existieren unterschiedliche Merkmalstypen. Globale oder absolute Variablen beziehen sich nur auf die Ebene, für die sie definiert worden sind. Sie beziehen sich auf keine der anderen Ebenen. Als absolute Merkmale werden lediglich Merkmale bezeichnet, die auf der untersten Ebene erhoben worden sind. Beim Intelligenzquotienten des Schülers handelt es sich um eine solche globale oder absolute Variable. Relationale Variablen beziehen sich ebenfalls nur auf eine Ebene. Sie erfassen die sozialen Relationen der auf dieser Ebene angesiedelten Befragungseinheiten untereinander. Soziometrische Indizes wie der Reziprozitäts- oder Popularitätsindex sind solche relationalen Variablen. Analytische oder strukturelle Variablen beziehen sich auf die Verteilung von Merkmalen in untergeordneten Einheiten. Hingegen basieren strukturelle Variablen auf der Verteilung relationaler Variablen auf der untergeordneten Ebene. Viele Netzwerkindizes gehören diesem Typ an. Die

Konstruktion von analytischen oder strukturellen Variablen erfordert stets eine Datenaggregation.“ (Langer 2009, S. 13)

Auf die vorliegende Datenerhebung übertragen bedeutet dies, dass im Kontext der Aufwandszeit folgende Variablentypen ebenfalls eine Rolle spielen können:

- Variablen auf Fallebene (Patient), z. B. Alter, Diagnosen, Aufnahmegrund
- Variablen auf Stationsebene, z. B. Schichtbesetzung, Qualifikation, Pflegemodell
- Variablen auf Organisationsebene, z. B. Klinikstruktur, Krankenhausgröße, Organisationseinheiten
- Variablen auf organisationsübergreifender Ebene, z. B. DRG-Erlöse, Zusatzentgelte, Sozialgesetzgebung

Ein Teil der beschriebenen Variablen konnte mit in die vorliegende Analyse aufgenommen werden, insbesondere auf Fallebene, z. B. Diagnosen, Alter und Verweildauer aber auch erlösrelevante Variablen, z. B. DRG.

Diese Variablen werden mit Bezug zu den Aufwandszeiten auf Fallebene analysiert, um Effekte, die einer Kontextabhängigkeit entstammen können, wahr zu nehmen.

Ein anderer Teil einflussnehmender Variablen in Form von Kontextbedingungen kann nicht aufgenommen und beurteilt werden, da die Stichprobe hier nicht weit genug greift. Sie berücksichtigt nur einen einzigen Kontext. Wie bereits in den Grenzen der Analyse beschrieben ist die Repräsentativität der Erhebung hiermit auf den vorhandenen Kontext der chirurgischen Intensivstation des UKB beschränkt.

Folgende Analyseverfahren wurden zur Analyse der Daten eingesetzt und werden im Verlauf beschrieben:

- Univariate Regression
- Multiple Regression
- Regressionsbäume
- Multiadaptive Regression Splines
- Mehrebenenanalyse

3.1.1 Die univariate Regression

Sind lineare Zusammenhänge zwischen dem Pflegezeitaufwand und den weiteren erhobenen Variablen vorhanden, können sie im parametrischen Regressionsverfahren entdeckt werden. Dabei

wird die Beziehung der abhängigen Variablen zu einer jeweilig unabhängigen Variablen durch die folgende Regressionsgleichung dargestellt (Formel 2).

$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon$

α = Konstante
β = der Steigungswinkel der Funktion
ε = Fehlerterm

Formel 2 lineare Regressionsgleichung (Hornik et al. 2011, S. 282)

Berechnet wird die univariate Regression mittels der Kleinste-Quadrate Schätzung, bei welcher die Funktionsgrade so definiert wird, dass die Abstände der einzelnen Punkte von dieser Geraden in der Summe minimiert werden. Die Summe wird als Residuenquadratsumme bezeichnet, die Methode aus dem englischen „ordinary least squares“ auch kurz OLS. (vgl.Hornik et al. 2011, S. 282–284)

Im vorliegenden Datensatz prüft diese Analysemethode, ob die Aufwandszeit als abhängige Variable pro Veränderungseinheit der unabhängigen Variable steigt (positiver Zusammenhang) oder sinkt (negativer Zusammenhang).

Ein deutlicher Zusammenhang würde durch eine Funktionsgrade mit geringer Residuenquadratsumme definiert. Die Güte des Zusammenhangs wird durch das Bestimmtheitsmaß R^2 beschrieben (Formel 3).

$$R^2 = \frac{TSS - RSS}{TSS}$$

TSS = Gesamtquadratsumme, RSS = Residuenquadratsumme

Formel 3 Bestimmtheitsmaß (Hornik et al. 2011, S.286)

3.1.1.1 Vor- und Nachteile der univariaten Regression

Der Vorteil der univariaten Regression ist zum einen die relativ einfache Nachvollziehbarkeit der Methode. Sie lässt eine graphische Darstellung der zugrunde liegenden Funktion zu und ermöglicht hiermit, die mit der Funktion erstellte Schätzung visuell zu plausibilisieren. In der graphischen Abbildung der unabhängigen und abhängigen Variablen, lässt sich erkennen, ob ein stochastischer Zusammenhang möglich ist, wie stark die Ausprägung des Zusammenhangs ist oder ob eher kein Zusammenhang festgestellt werden kann.

Wie bei allen analytischen Verfahren, die aufgrund von Stichproben eine Schätzung oder Vorhersage berechnen, hängt die Vorhersagequalität davon ab, wie repräsentativ die Stichprobe ist: „Damit eine Kriteriumsvariable sinnvoll durch eine Prädiktorvariable vorhergesagt werden kann, muss die für eine

Stichprobe gefundene Regressionsgleichung auf die zugrundeliegende Grundgesamtheit generalisierbar sein.“ (Bortz und Bortz 1999, S. 182)

Auf Basis der zugrunde gelegten Analysemethode dürfen folgende Grundannahmen bei der Berechnung nicht verletzt sein, da es sonst zu falschen Ergebnissen kommt:

- die Variablen sind normalverteilt
- es besteht keine systematische Korrelation zwischen den Prädiktoren und dem Fehlerterm (der Fehlerterm enthält nur zufällige Effekte)
- die Variablen sind grundsätzlich voneinander unabhängig
- die Variablen sind homoskedastisch, das heißt, die Residualvarianz ist überall gleich
- die Variablenbeziehung ist linear
- die Prädiktoren sind vollständig und auf das Modell passend ausgewählt
- die Residuen sind nicht autokorreliert

Ob diese Annahmen zutreffend sind, kann in verschiedenen Tests zur Modellgüte nachgewiesen werden. Ein Teil der Tests bedient sich wiederum grafischer Darstellungsmöglichkeiten, z. B. der QQ-Plot zur Prüfung der Normalverteilungsannahme oder der Residuenplot zur Kontrolle der Homoskedaszidität. (Field et al. 2014 // 2012, S. 271; Bortz und Bortz 1999, S. 184; Hornik et al. 2011, S. 304; Schlittgen 2013, 33ff.; Backhaus et al. 2003, S. 77)

Ein weiterer Vorteil der univariaten Regression bei dieser Erhebung ist, dass zunächst jeder einzelne Prädiktor auf seine Wirksamkeit auf die abhängige Variable Zeit hin überprüft werden und ein Erkenntnisgewinn über die Wichtigkeit der Variable zur Aufwandszeit erzeugt werden kann.

Die Annahmevoraussetzung der Linearität ist zugleich auch ein großer Nachteil der linearen Regressionsmethode. Sind die Zusammenhänge nicht linear, wird aber ein linearer Zusammenhang angenommen, kommt es zu einer Funktionsgraden, die die tatsächlichen Beziehungen nicht wiederspiegelt. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Beziehung zwischen der Nettomiete, der Wohnfläche und der Wohnungslage. Normalerweise würde man zwischen der Nettomiete und der Wohnfläche einen linearen Zusammenhang vermuten. Da die Miethöhe jedoch zusätzlich durch die Wohnlage beeinflusst wird, ist die Miethöhe nicht linear. In der Regel steigt die Nettomiete bei großen Wohnflächen überproportional, da die großen Wohnungen in der Regel mit besseren Wohngegenden assoziiert sind. Nominale Variablen, die zunächst nicht linear sind (es gibt nur Ja oder Nein) werden in der Regression durch „Dummyvariablen“ linear transformiert. (Bender und Deffner 2014, vgl. S. 32-33)

3.1.2 Die multiple lineare Regression

Bei der multiplen linearen Regression werden mehrere unabhängige Variablen in das Verhältnis zu einer abhängigen Variablen gesetzt. Dieses Regressionsmodell ist zu unterscheiden vom multivariaten Regressionsmodell, dass sich „auf das Zusammenwirken vieler abhängiger und unabhängiger Variablen bezieht“ (Bortz und Bortz 1999, S. 425).

Die Regressionsgleichung für die univariate lineare Regression wird um die partiellen Regressionskoeffizienten ergänzt (Formel 4): „Die Bezeichnung `partiell` wird bisweilen verwendet, weil grob gesprochen für jedes j der Regressionskoeffizient βj die Veränderung des Erwartungswertes von Y misst, die sich durch die Änderung des Wertes von Xj um eine Messeinheit ergibt, wenn die Werte aller anderen erklärenden Variablen unverändert bleiben. Wesentlich für die Bezeichnung `lineares Regressionsmodell` ist die Verbindung der Koeffizienten βj mit den Regressoren im Sinne einer Linearkombination“ (Schlittgen 2013, S. 19).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_p x_p + \varepsilon$$

β_0 = Achsenabschnitt
β_P =partieller Regressionskoeffizient (Änderung des Erwartungswertes y, wenn sich dieser Wert um eine Messeinheit ändert, während die Werte aller anderen Variablen gleichbleiben)
ε = Fehlerterm

Formel 4 Regressionsgleichung (Schlittgen 2013, S. 19)

3.1.2.1 Vor- und Nachteile der multiplen Regression

Die für die univariate Regression beschriebenen Prämissen sind bei der Auswahl der Methode und der Prüfung der Annahmeverletzungen gleich. Auch die multiple Regression ist mit der „kleinste-Quadrate-Schätzung“ grafisch noch gut nachvollziehbar. Das dargestellte Modell entspricht dabei weniger einer Geraden, als mehr einer Ebene. Schlittgen bezeichnet diese als „Hyperebene“: „Die Hyperebene geht durch die Punktwolke. Bei zwei Regressoren liegen die Beobachtungen bildlich gesprochen über bzw. unter der Regressionsebene.“ (Schlittgen 2013, S: 25)

Die Berechnung ist schnell und relativ robust unter der Voraussetzung der Linearität: „Die Folge von Nichtlinearität ist eine Verzerrung der Schätzwerte der Parameter, d.h. die Schätzwerte bj streben mit wachsendem Stichprobenumfang nicht mehr gegen die wahren Werte ßj.“ (Backhaus et al. 2003, S. 79)

Das Problem kann häufig durch Transformation der Variablen in eine lineare Beziehung überführt werden: „Generell lässt sich eine Variable X durch eine Variable X´= f(X) ersetzen, wobei f eine beliebige nichtlineare Funktion bezeichnet.“ (Backhaus et al. 2003, ebd.)

Ein weiteres Problem bei der multiplen Regression kann dadurch auftreten, „daß sich die Wirkungen von unabhängigen Variablen nicht-additiv verknüpfen.“ (Backhaus et al. 2003, S. 82) Die Interaktion zweier Prädiktoren führt somit zu einem anderen Ergebnis als dem Erwarteten.

3.1.3 Regressionsbäume

Ein weiteres Verfahren zur Prüfung des Zusammenhangs von Pflegeaufwandszeit und Pflegeleistungen, ist die Berechnung von Regressions- und Klassifikationsbäumen: „Die so genannten Klassifikationsbäume entstammen ursprünglich dem Bereich der Diskriminanzanalyse. (…) Ist die Klassenzugehörigkeit eines Objekts unbekannt, aber wurde an ihm ein Merkmalsvektor X beobachtet, soll anhand dieser Beobachtung dem Objekt die Klasse zugeordnet werden, aus der es stammt. Neben der Erklärung der den Daten zugrunde liegenden Struktur, ist das hauptsächliche Ziel der Verfahren, die Anpassung eines Modells, das es ermöglicht, Vorhersagen zu treffen, also die Klassifikation neuer Beobachtungen“. (Thiemichen 2009, S. 7 ff.)

Das Grundprinzip der Bäume basiert darauf, dass für die abhängige Variable aus den unabhängigen Variablen immer die günstigste Variable herausgesucht wird, die in Bezug auf den vorliegenden Datensatz mit der Teilung der Variable an der „besten“ Stelle den größtmöglichen Unterschied zwischen den aus dieser Teilung resultierenden Ästen abbildet, jedoch innerhalb der Gruppe größtmöglich homogen ist. Nachdem durch die Teilung zwei Gruppen entstanden sind, wird für die Untergruppen erneut die Variable und die Stelle der Variable herausgesucht, welche für die verbliebene Untergruppe den besten Teilungswert ergibt. Dabei kann dies sowohl erneut die gleiche Variable, als auch eine beliebig andere vorhandene Variable sein.

Diese Unterteilungen werden solange durchgeführt, bis entweder eine Untergruppe aufgrund mangelnder Beobachtungen (hier Pflegetage) keine neue Verzweigung bilden kann oder es nicht mehr zu einer Unterschiedsbildung durch Aufteilung im Datensatz kommt. Beide Parameter können innerhalb der Berechnungsmethodik konkret definiert werden. In der vorliegenden Untersuchung ist als Abbruchkriterium für die Unterschiedsbildung eine Varianzaufklärung von 0.01 (entsprechend der Literaturempfehlung) gewählt worden und für die Mindestmenge der Beobachtungen pro Knotenpunkt eine Anzahl von mindestens 15 Pflegetagen.

Innerhalb einer Leistungsvariablen kann es zu Intervallen kommen, die jeweils stückweise konstant sind und in deren Funktionsumfang die Residuenquadratsummen (RSS) minimiert sind. Dies zeigt Formel 5.

$$\int(z) = \sum_{j=1}^{d} \gamma j \, \mathbb{1}_{(Kj\,1,\ \ Kj)} \ (z)$$

$\int(z)$ = stückweise konstante Funktion

γ_j = lokale Mittelwerte der abhängigen Variable

Kj 1, Kj = Intervallgrenzen eines Definitionsbereiches in welchem die Funktion den Wert γ_j annimmt

Formel 5 Intervallzerlegung im Regressionsbaum (Fahrmeir et al. 2009, S. 291)

Je nach vorliegender Klassifikation der abhängigen Variablen können die Splitpunkte der Regressionsbäume mit unterschiedlicher Methodik berechnet werden, z. B. bei „poisson“ mittels Maximum-Likelihood Schätzer. Im vorgegebenen Datensatz ist die abhängige Variable metrisch, so dass die Zerlegung mittels der varianzanalytischen Methode „anova“ erfolgen kann.

3.1.3.1 Vor- und Nachteile der Regressionsbäume

Der Vorteil dieser Methode ist, dass sie nichtparametrische Verteilungen zulässt, das heißt, es muss kein linearer Zusammenhang zwischen der Pflegeaufwandszeit und den Leistungsvariablen bestehen. Auch können die Variablen ein beliebiges Skalenniveau aufweisen. Ohne Vorgabe könnte das Rechenmodell allerdings zu einem Datenmodell führen, an dem jeder Pflegetag seine eigene Klasse darstellt.

Um diese Überanpassung zu vermeiden, werden:

1. Als Nebenbedingungen eine Begrenzung der Klasseneinteilung in Abhängigkeit von einer Mindestanzahl an Beobachtungen (hier Pflegetagen) pro Klasse definiert
2. Entweder mittels Pruning in einem Vorgang der Komplexitätsreduktion die zunächst komplex angelegten Verzweigungen über Kreuzvalidierung so reduziert, dass der entstandene Baum möglichst optimal interpretierbar ist. Formel 6 zeigt, dass diese Reduktion über die Definition der zu erreichenden Residuenquadratsumme der einzelnen Baumabschnitte mit einer Anzahl der durch den Baum definierten Verzeigungen im Rahmen von Kreuzvalidierung stattfindet.

$$PKQ_\lambda(T) = KQ(T) + \lambda|T|$$

$PKQ_\lambda T$ = komplexitätsadjustiertes Optimalitätskriterium

KQ(T) = Residuenquadratsumme für den Baum T

|T| = Anzahl der Verzweigungen

λ = Glättungsparameter

Formel 6 Pruning des Regressionsbaums (Fahrmeir et al. 2009, S. 361-364)

Das beschriebene Verfahren nennt sich „Rekursives Partitionieren“ und wird in R in dem Paket „rpart“ verwendet (Therneau, Jerry und Atkinson, Elisabeth 1997; Atkinson und Therneau 2000).

3. Oder in einem weiteren Verfahrensansatz, den Conditional Inference Trees (Ctrees), zur Vermeidung der Überanpassung bereits in der Baumerstellung Stopp-Kriterien, basierend auf multiple Testverfahren, etabliert: „Der Algorithmus stoppt, wenn die globale Nullhypothese der Unabhängigkeit zwischen irgendeiner der m Kovariablen Xj, j=1,…,m und der Responsevariable Y zu einem vorher definierten Signifikanzniveau α nicht mehr verworfen werden kann“ (Thiemichen 2009, S. 14). Das Verfahren ist in R in dem Paket „party“ umgesetzt (Hothorn et al. 2014).

Die Analyse der empirischen Daten von Pflegezeitaufwand und Leistungsvariablen geschieht sowohl mit „rpart“, als auch mit „party“ (CTREE).

Das CTREE-Verfahren nutzt Permutationstests, die direkt beim Entwickeln des Regressionsbaums eine Entscheidung treffen, ob ein bestimmter Split aufgrund seiner Bedeutsamkeit gegenüber den anderen Variablen vorgezogen wird oder nicht. Diese Bedeutsamkeit nutzt das Verhältnis der größten Reduktion des „Rauschens“ durch andere Faktoren und spaltet in einzelne Klassen unter Berücksichtigung des Kriteriums der Überzufälligkeit.

Da die abhängige Variable stetig ist, finden die Permutationstests in CTREE mittels p-Wert-Analyse statt (Hothorn et al. 2014, S. 7–11).

3.1.4 Multiadaptive Regression Splines (MARS©[4]/Earth)

Eine weitere nichtparametrische Auswertungsmöglichkeit, die innerhalb der einzelnen Variablen eigene approximative Funktionsabschnitte zulässt ist die Methode der Multivariaten Adaptive Regression Splines (MARS©). Ähnlich den Regressionsbäumen kann sie Abschnitte innerhalb einzelner Variablen in Bezug zur abhängigen Variablen funktional abgrenzen. Allerdings geschieht diese Abgrenzung nicht wie beim Rekursiven Partitionieren mittels unterschiedlicher Variablen-Splitpunkte sondern das Verfahren berücksichtigt die Variablenzusammenhänge im Gesamtkontext, das bedeutet, mehrere Variablen gemeinsam bilden Verzahnungen. Die Funktion wird schrittweise im Zusammenspiel der einzelnen Variablen miteinander aufgebaut und kann auch innerhalb einer Variablen Funktionsänderungen aufweisen, wenn diese etwa innerhalb der Wertestrecke veränderte Bedingungen aufweisen. Tibshirani und Friedman bezeichnen diese sich daraus ab einem Knotenpunkt

[4] Da in R mit dem Analyse-Paket „Earth“ von Stephen Milborrow gearbeitet wird und die Bezeichnung MARS© von Trevor Hastie und Rob Tibshirani geschützt ist, wird in den Analyseergebnissen synonym vom Earth-Modell gesprochen.

ergebenden unterschiedlichen Funktionen als „reflected pairs“ (Tibshirani und Friedman 2009, S. 322 ff.).

Zunächst werden im “forward pass” ähnlich dem Verfahren im Rekursiven Partitionieren paarweise Subfunktionen gebildet, die alle Variablenzusammenhänge zwischen der Pflegeaufwandszeit und den Beziehungen in den Leistungsvariablen identifizieren. Es werden immer die Basisfunktionen ausgewählt, bei denen das Maximum an Varianzaufklärung geschieht.

Es entstehen also keine zwei voneinander völlig getrennten Funktionen, sondern lediglich ein Knick („hinge“), an welchem sich die identifizierte Klasse (Teilmodell) durch eine Verzahnung in ihrer Funktion entsprechend verändert. Dabei bildet der “Knick” den Punkt ab, an welchem die Funktionen der gleichen Variablensets von dort ausgehend (Nullpunkt), negative oder positive Funktionsgleichungen werden, wie in Abbildung 5 dargestellt: max (0,x-const); max (0,const – x). (Tibshirani und Friedman 2009, vgl. S. 322)

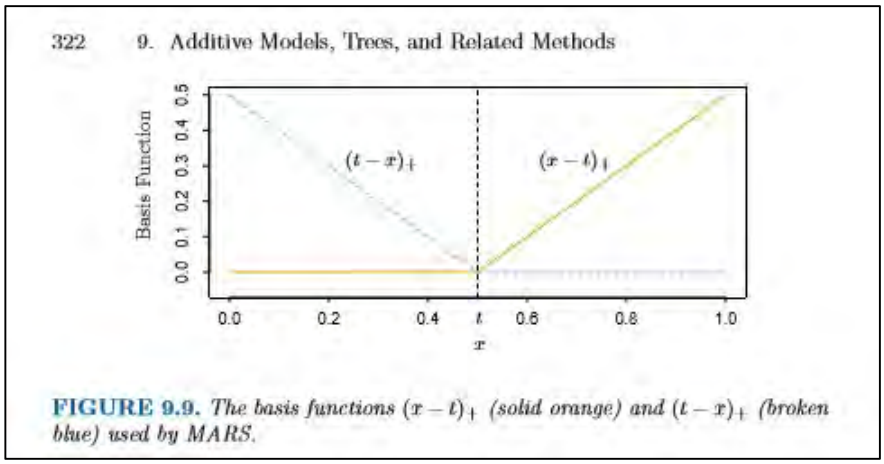

Abbildung 5 Darstellung der Scharnierfunktion (Tibshirani und Friedman 2009, Kap. 9.4, S. 322)

Die Verzahnung kann univariat, bivariat oder interaktiv als Produkt aus mehreren Variablen bestehen (Friedman 1991, S. 15–19). Die Analyse wird so lange fortgeführt, bis entweder die Verbesserung der Residuenquadratsumme kleiner als der vorgegebene Wert wird (Standard-Vorgabe in R = 0.001) oder die vorgegebene maximale Anzahl an Termen erreicht wird. Es entsteht ein Modell, welches an die gegebenen Daten überangepasst ist, weil es jeden im Datensatz vorhandenen relevanten Knotenpunkt extrahieren kann.

Nachdem der Vorwärtslauf das beste Datenmodell der vorhandenen Daten erstellt hat, wird im “backward pass” eine generalisierte Kreuzvalidierung (*GCV*) auf die verzahnten Funktionen durchgeführt (Formel 7), mit dem Ziel, einen bestmöglichen, datenbasierten Schätzer zur Vermeidung zukünftiger Vorhersagefehler zu finden. (vgl. Friedman 1991, S. 19)

$$LOF(\hat{f}_M) = GCV(M) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}[y_i - \hat{f}_M(x_i)]^2 / \left[1 - \frac{C(M)}{N}\right]^2$$

LOF = lack-of-fit criterion

GCV = Generalized Cross Validation, GCV = RSS/(N*(1-EffectiveNumberOfParameters/N)^2)

RSS = Residual Sum of Squares

C(M) = trace($B(B^TB)^{-1}B^T$)+1 (Ablauf der nichtlinearen Einzelfunktionen in der Gesamtmatrix)

Formel 7 Kreuzvalidierung im MARS-Algorhythmus (Friedman 1991, S. 20)

Dabei werden häufig nicht passende Teilfunktionen, die nur in dieses Datenmodell passen, jedoch eine schlechte Varianzaufklärung bieten, wieder gelöscht, indem in jedem Teilmodell die am wenigsten passenden (d. heißt zur Varianzaufklärung beitragenden) Terme entfernt werden.

Hierdurch wird häufig (jedoch nicht immer) eine Seite eines aus dem Vorwärtslauf stammenden Paares entfernt, so dass am Ende oft keine Paare mehr zurückbleiben.

Der Glättungsparameter *d*, welcher im MARS©-Algorhythmus Anwendung findet und letztlich die Complexity-Cost-Funktion bestimmt, reduziert die Anzahl der Knotenpunkte, je größer er gewählt wird. Er kann zur Modellanpassung variiert werden: „Over all situations studied, the best value for *d* is in the range $2 \leq d \leq 4$." (Friedman 1991, S. 21)

In R ist der Wert voreingestellt auf 1, wenn „keine Interaktion" zwischen den Variablen erlaubt ist, also nur eine additive Funktion zwischen Variablen zugelassen ist (Friedman`s *mi,* in R als „degrees" bezeichnet). (Milborrow 2014, 61 ff.)

3.1.4.1 Vor- und Nachteile der MARS©-Modelle

MARS©-Modelle erlauben die parallele Verwendung nominaler, ordinaler und diskreter Variablen ohne die lineare Regressions-Verfahren häufig ausschließende Verletzung von voraussetzenden Grundannahmen, da die Aspekte fehlender Stetigkeit und nichtlinearer Verläufe durch die abschnittsweise Berechnung der Ergebnisse berücksichtigt werden. Nominale Prädiktoren können im Earth-Modell allerdings keine „hinge"-Funktionen einnehmen, da sie nur einen Änderungspunkt (vorhanden oder nicht vorhanden) ihrer Eigenschaften aufweisen und nur damit ins Verhältnis zur abhängigen Variablen gesetzt werden können.

Nichtparametrische Regressionsbäume wählen in der Regel Splitpunkte aus, die im Datensatz übergreifenden Einfluss haben und schneiden danach Subregionen ab, die bedeutsame Funktionen

aufweisen können. Dadurch gehen „lokal“ wichtige Splitvariablen ohne starke Interaktionseffekte häufig verloren. Diese Problematik kann durch die Entwicklung der MARS©-Funktionen überwunden werden. (Friedman 1991, vgl. S. 8 ff.) Die Idee dabei ist, zunächst alle möglichen Teilungen innerhalb des Analyselaufs zuzulassen und mehrere Schätzer auch für eine partitionierte Teilregion der Gesamtfunktion zu generieren. Ein und dieselbe Variable kann, ausgehend vom selben „Elternknoten“, parallel auf einer Ebene wiedergewählt werden, indem in Schleifen rekursiv wieder zum Ausgangspunkt zurückgegangen wird und nachdem die ersten Splits erfolgt sind, nun mit den Variablen erneut bedeutsamen Knotenpunkte gesucht werden. Auf diese Weise können nichtlineare Funktionen (hinge functions) als Teilabschnitte einzelner Prädiktoren zur abhängigen Variable in Beziehung gesetzt werden, die sich zu komplexen Funktionstermen zusammensetzen können. Die so gebildeten Unterfunktionen verzahnen sich zu einer Gesamtfunktion und erlauben darüber hinaus die Interaktion mit mehreren Prädiktoren, als Produkte der verschiedenen nichtlinearen Teilfunktionen. Je mehr Interaktionen zwischen verschiedenen Prädiktoren erlaubt werden, desto mehr Modellfunktionen werden gebildet, da MARS© im Prozess der Suche nach den geringsten Residuenquadratsummen alle Prädiktoren mit allen Werten nach den „bestmöglichen“ Wertegruppen innerhalb der Prädiktoren sowie zwischen den Prädiktoren durchsucht. (Friedman 1991, vgl. S. 16 ff.)

Wie bei allen funktional analytischen Methoden ist auch hier die Gefahr der Multikollinearität gegeben, die in den MARS©-Modellen jedoch noch höher als in anderen Regressionsverfahren ist, da sie durch die Möglichkeit der rekursiven Schleifenbildung in den Algorhythmen und der Interaktivität zwischen den Prädiktoren einen kumulativen Effekt hat: „Not only is it difficult to isolate the separate contributions of highly collinear variables to the functional dependence, it is also difficult to separate the additive and interactive contributions among them.“ (Friedman 1991, S. 60 ff.)

3.1.5 Mehrebenenanalyse

Die bisher vorgestellten analytischen Methoden versuchen, Varianzunterschiede zwischen dem Zeitaufwand und den gegenübergestellten täglichen Leistungen zu identifizieren. Nicht berücksichtigt wurde, dass es möglich ist, dass übergeordnete Variablen Auswirkung auf die Pflegeaufwandszeit haben.

Liegen bestimmte Hierarchien in einer Stichprobe vor, können sie Einfluss auf die Merkmale haben. Diese Hierarchieebenen sind bestimmte Kontexte, Gruppen, Settings, Zeitreihen o.ä. Die übergeordneten Hierarchiemerkmale nehmen unter Umständen entscheidenden Einfluss auf die ihnen untergeordneten Merkmale. (vgl.Radisch, 4 ff.; vgl.Langer 2009, S. 2) Die Annahme der Unabhängigkeit der Merkmale auf der Leistungsebene kann hierdurch verletzt sein. Variablen, die in bestimmten übergeordneten Gruppen zueinander gehören, korrelieren miteinander.

In der vorliegenden Untersuchung stammen die zufällig ausgewählten Pflegetage im Stichprobenzeitraum teilweise von einem Fall, teilweise von unterschiedlichen Fällen (Abbildung 6). Eine übergeordnete Ebene, die Einfluss auf die Pflegeaufwandszeit haben kann, ist diese Fall-Abhängigkeit.

Denkbar ist, dass die Anzahl der vorhandenen Diagnosen, also die Komplexerkrankung des Patienten Einfluss auf die Leistungsdauer bei einem Fall hat. Die übergeordnete Fallebene kann somit möglicherweise Varianzen im Zeitaufwand erklären. Die Stichprobe enthält 95 Fälle in den erfassten Pflegetagen.

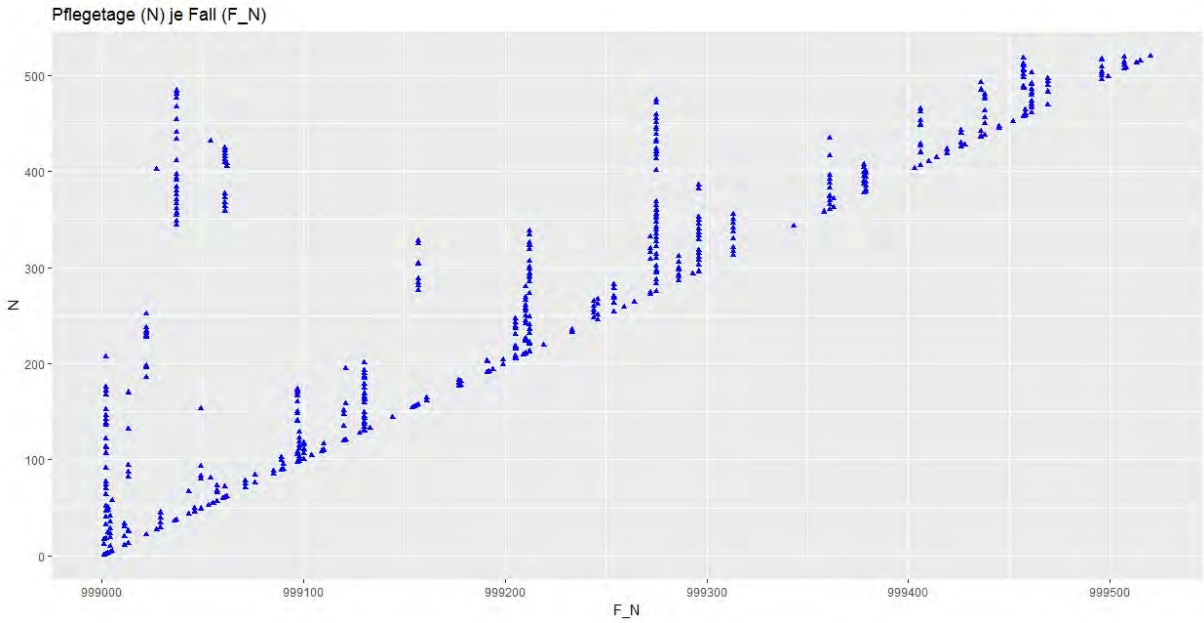

Abbildung 6 Darstellung der fallbezogenen Pflegetage

„Für das Zusammenwirken des Individual- und Kollektiveffekts eines exogenen Merkmals haben Davis Spaeth und Huson (1961) eine analytische Klassifikation entwickelt, (…). Sie enthält fünf analytische Typen, die jeweils von linearen Effekten ausgehen.“ (Langer 2009, S. 14)

Die Typen beziehen sich auf die Effektzusammenhänge zwischen den Merkmalen auf individueller und auf kontextueller Ebene. Zunächst wird ein Nullmodell erstellt, sozusagen das Basismodell, in welches lediglich die abhängige Variable mit ihrer Konstante einfließt.

In einem nächsten Schritt wird geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen der übergeordneten Fallebene und dem Pflegezeitaufwand besteht. Das Modell, in welches noch keine weiteren Variablen einfließen, berücksichtigt die Pflegeaufwandszeit auf Fallebene in ihren jeweiligen (Fall-)Varianzen (Binnenvarianz $ß_{1j}$) und verändert hierbei zunächst die Modell-Konstante als Ausgangswert durch Schätzung verschiedener Konstanten auf Fallebene.

Dieses „Random-Intercept-Modell“ führt zum Intraklassenkoeffizient (ICC) welcher

- die Varianz zwischen allen Beobachtungen und
- die Varianz innerhalb der Beobachtungen auf Fallebene unterscheidet.

Wie in Formel 8 dargestellt, werden die errechneten Varianzen zueinander ins Verhältnis gesetzt, indem der Quotient aus der Varianz zwischen den Beobachtungen und der Varianz innerhalb der Beobachtungen gebildet wird.

$$\frac{\sigma_u^2 0}{(\sigma_u^2 0 + \sigma_u^2)}$$

$(\sigma_u^2 0 = \text{Varianz der Fälle}, \sigma_u^2 = \text{Varianz der Pflegetage})$

Formel 8 Varianzquotient in der Mehrebenenanalyse (Windzio, S. 18)

Hat die übergeordnete Fallebene einen großen Einfluss auf die Leistungsvariablen, so sind die Aufwandszeiten in ihrer Varianz innerhalb der Fälle homogener. Ist der Einfluss gering, wird die Varianz fallübergreifend relativ gleichbleibend sein, bzw. es wird wenig Unterschied zwischen der Varianz innerhalb eines Falles und der Varianz zwischen den Fällen geben. Häufig wird im Zusammenhang mit den hierarchischen Ebenen von „Levels“ gesprochen. Dabei entspricht Level 1 der Pflegetagebene und Level 2 der Fallebene.

In einem nächsten Schritt können weitere Variablen hinzugefügt werden. Es werden die Konstanten und die Steigungskoeffizienten variiert und die Effekte der hinzugefügten Variablen inklusive des Fallkontextes berechnet (Formel 9).

$$Y_{ij} = (ß_{00} + u_{0j}) + (b_{1+}u_{ji})X_{ij}+e_{ij}$$

(Y=Aufwandszeit, ß=Konstante, u=Fallbezug, b=Steigung, X=Prädiktor, e=Fehler, i=Pflegetag, j=Fall)

Formel 9 Steigungskoeffizient mit Effekten im Mehrebenenmodell (Field et al. 2014 // 2012, 865 ff.)

Die Mehrebenenanalyse entspricht im Basismodell einer multiplen Regression, die durch die Möglichkeit erweitert wird, übergeordneten Kontext-Prädiktoren in ein Verhältnis mit den darunter liegenden Prädiktoren zu setzen und dieses Verhältnis durch die Veränderung der Konstanten und der Steigungsgraden auszudrücken.

3.1.5.1 Vor- und Nachteile der Mehrebenenanalyse

Vorteile der Mehrebenenanalyse liegen wie beschrieben in ihrer Berücksichtigung von Korrelationen innerhalb bestimmter Gruppen, die sich durch die hierarchische Ordnung ergeben. Wenn die Voraussetzung der Unabhängigkeit verletzt ist, kann eine lineare Regression nicht mehr vorbehaltslos angewendet werden. Zum einen können die hierarchisch übergeordneten Variablen die Konstanten in den (hierarchisch festgelegten) Gruppen verändern, z. B. könnte das Alter des Patienten zu einer unterschiedlichen Aufwandszeit bzw. zu einem fallbezogenen Zusammenhang führen. Zum anderen kann die Hierarchie zu unterschiedlichen Steigungskoeffizienten der multiplen Regressionen führen, das heißt, einzelne Leistungen (Variablen) verhalten sich je nach zugeordnetem Fall unterschiedlich, z. B. eine zusätzliche Teilkörperwäsche führt bei unterschiedlichen Patienten zu unterschiedlich mehr Zeitaufwand.

Ein Nachteil der Mehrebenenanalyse ist ihre Komplexität. Während die bereits beschriebenen Analysemethoden in ihren Algorhythmen relativ einfach zu beschreiben sind, ist der iterative Prozess in welchem die Verschränkung der verschiedenen Ebenen der Mehrebenenanalyse berechnet werden und sowohl im Bereich der Konstante, als auch im Bereich der Steigungen zu variablen, kontextabhängigen Regressionen führen, nur noch schwer darstellbar. Sofern es keinen Hinweis darauf gibt, dass mehrere Ebenen in einem Datensatz vorhanden sind und dieser in einen übergreifenden Kontext eingebettet ist, können einfachere Verfahren für die Datenanalyse ausreichend sein.

Eine Schwachstelle für die Mehrebenenanalyse in dieser Stichprobe ist, dass die einzelne Kontexteinheit (Fall) in dieser Untersuchung sehr unterschiedliche Häufigkeiten aufweist (zwischen ein und 36 Pflegetage) und die Varianzen innerhalb der Fälle eine Abhängigkeit zu diesen unterschiedlichen Häufigkeiten haben. Wenn ein Fall nur einen Pflegetag enthält, ist dieser automatisch der Mittelwert in der Kontexteinheit. Die Reliabilität der Varianzen auf Fallebene ist durch die unterschiedlichen Pflegetaghäufigkeiten auch unterschiedlich hoch, je niedriger die Anzahl der Pflegetage, desto niedriger ist die Reliabilität dieser Kontexteinheit.

Die Mehrebenenanalyse ermöglicht eine Fehleranpassung dieser unterschiedlichen Untersuchungseinheiten (hier Pflegetage) je Kontexteinheit (hier Fall), indem die Reliabilität durch Gewichtung der Einheiten im Kontext im Fehlerterm u_{0j} berücksichtigt wird. (vgl. Windzio, S. 16–20) Diese Fehleranpassung „ergibt sich aus dem durch die OLS Regression geschätzten Mittelwert (…) $\hat{\beta}_{0j}^{OLS}$, der Reliabilität λ_i der Schätzung aufgrund der Fallzahl und Intraklassenkorrelation im Kontext j (…) sowie dem grand mean β_0." (Windzio, S. 16–20)

4 Ergebnisse

4.1 Darstellung der deskriptiven Ergebnisse

Die Beschreibung der gesammelten Daten ermöglicht ein besseres Verständnis für die Ergebnisse in den funktionalen Analysen. Insbesondere die Frage des Vorkommens einzelner Variablen pro Pflegetag und die Darstellung der Häufigkeiten des Vorkommens verdeutlichen, warum einige Variablen mehr Bedeutung in den funktionalen Methoden erlangen, als andere und inwieweit manche der Variablen auch in Zusammenhang zueinander stehen.

4.1.1 Abhängige Variable Pflegezeitaufwand

Der mittels Zeitmessung erhobene Pflegeaufwand in der Stichprobe ergibt im Mittel eine Aufwandszeit von 1022 Minuten (17 Stunden) pro Pflegetag. Bezogen auf den Personalaufwand ist damit ohne Berücksichtigung möglicher Parallelprozesse eine 1:1.5 VK-Besetzung in den erhobenen Pflegetagen notwendig gewesen.

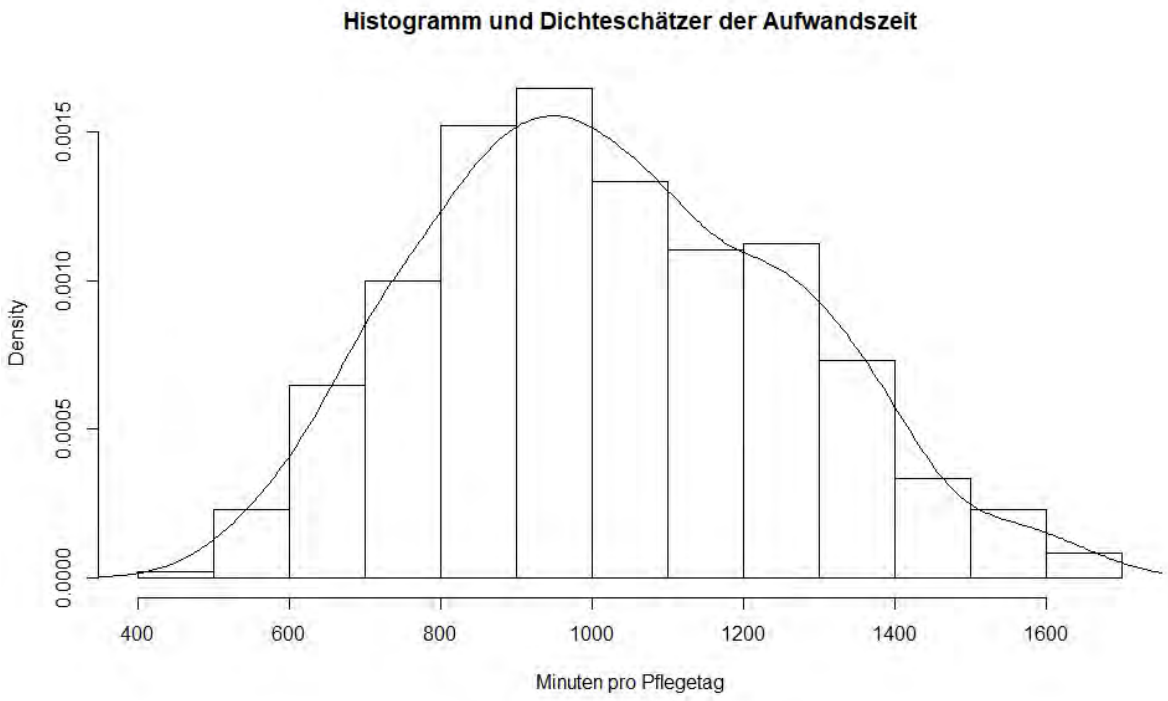

Abbildung 7 Verteilung der Aufwandszeiten in der Stichprobe

n	mean	sd	median	.25	.75	min	max	range	skew	kurtosis	se
480	1022	239,81	999,5	848.8	1200.8	471	1676	1205	0.223	-0.466	10,946

Tabelle 4 deskriptive Parameter der Aufwandszeit in der Stichprobe

Abbildung 7 zeigt, dass die Aufwandszeiten sich der Normalverteilung annähern, wobei sie flachgipfeliger und etwas rechtsschief verteilt sind (Ergebnisse der Kurtosis und Skewness in Tabelle

4). Bei einer Normalverteilung wäre die Schiefe (*Skewness* = 0.22) genau Null. Sind die berechneten Werte der Schiefe größer Null, ist diese, wie im vorliegenden Fall, rechtsschief verteilt, sind sie kleiner Null, ist diese linksschief verteilt. Ein wenig wird dies bereits über die Dichteverteilung im Histogramm sichtbar. Im Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung (Tabelle 5) ist das Ergebnis signifikant (p = .002), die Nullhypothese auf Normalverteilung muss verworfen werden.

```
> shapiro.test(Min)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  Min
W = 0.98941, p-value = 0.001536
```

Tabelle 5 Ergebnis des Shapiro-Wilk-Tests auf Normalverteilung der Aufwandszeit

In der weiteren Aufsplittung des Pflegetages in die einzelnen Schichtaufwandszeiten wird sichtbar, wie die Verteilung der Gesamtaufwandszeit durch die einzelnen Schichten prädisponiert wird und warum keine Normalverteilung vorhanden ist. Der Zeitaufwand je Frühschicht beträgt im Mittel 5.28 Stunden (318 Minuten). Dies entspricht 75 Prozent der Schichtzeit ohne Pause. Die Häufigkeitsverteilung entspricht keiner Glockenkurve. Vielmehr ist sie zweigipfelig. Im Spätdienst beträgt der patientenbezogene Zeitaufwand im Mittel 4.77 Stunden (286 Minuten) bzw. 68 Prozent der Schichtzeit. Auch im Spätdienst liegt in der Aufwandszeit keine Normalverteilung vor.

Im Nachtdienst beträgt die Aufwandszeit im Mittel 6.96 Stunden (418 Minuten), entsprechend 63 Prozent der Schichtzeit. Die quantitativ gemessene Arbeitsintensität ist, beginnend beim Frühdienst, von Schicht zu Schicht abnehmend, wobei der Auslastungsgrad über die hier gemessene *patientenbezogene* Aufwandszeit mit Vorsicht betrachtet werden muss.

Administrative und strukturell-organisatorische Tätigkeiten mit telefonischen oder persönlichen Kontakten, die nicht in die Untersuchung eingeflossen sind, finden (wegen der Erreichbarkeit der Administration und der meisten Funktionsbereiche) ausschließlich im Tagdienst statt, administrative und strukturell-organisatorische Tätigkeiten, die keinen unmittelbaren Zeitbezug benötigen, werden häufig in den Nachtdienst verschoben, z. B. Bestellungen aufnehmen, Kontroll- und Validierungsvorgänge an elektronisch-technischen Geräten.

Auch im Nachtdienst liegt keine Normalverteilung der Aufwandszeit vor. Alle schichtbezogenen Aufwandszeiten weisen eine Multimodalität auf, die zu der rechtsschiefen und etwas flachgipfeligeren Verteilung der Aufwandszeit des Gesamtpflegetages führt.

Dies ist in Abbildung 8 sehr gut erkennbar.

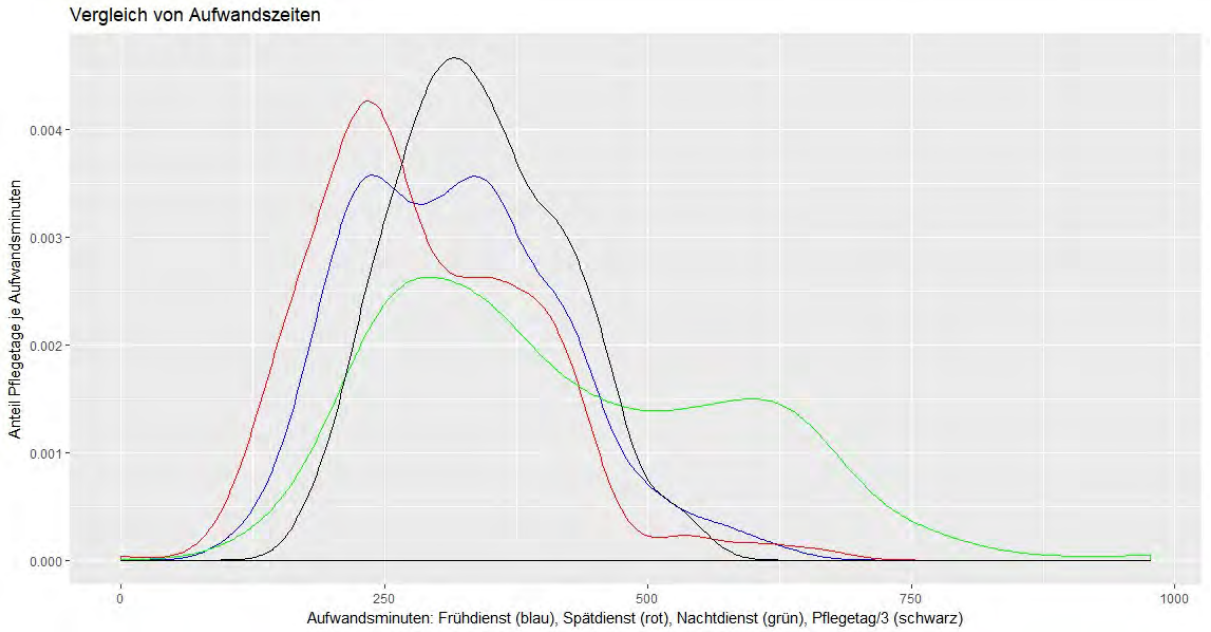

Abbildung 8 Aufwandszeit in den einzelnen Schichten und im Vergleich zum Pflegetag/3)

Bei Abbildung 8 ist zu beachten, dass die Verteilung der Aufwandszeit des gesamten Pflegetages zur besseren Vergleichbarkeit der Kurven mit den einzelnen Schichtzeitverteilungen durch drei geteilt wurde, um ein Übereinanderlegen der Verteilungskurven zu ermöglichen.

4.1.2 Unabhängige Variablen (Prädiktoren)

Alle folgenden, zunächst rein deskriptiv beschriebenen Variablen werden in den verschiedenen funktionalen Analyseverfahren ausschließlich zur einzigen abhängigen Variable, der Aufwandszeit, gesetzt.

4.1.2.1 Erlösrelevante Leistungen

DRG

DRG und Diagnosen der erlösrelevanten Leistungen bestehen nur auf Fallebene. Die Pflegetage der Stichprobe führen in insgesamt 52 DRG bei 95 Fällen, wobei die meisten Pflegetage in die Gruppe der Beatmungs-DRG fallen (Tabelle 6), gefolgt von der Gruppe der Intensiv-Komplexbehandlung.

Innerhalb dieser beiden DRG-Gruppen kommt es zu einer weiteren Unterteilung der Fälle in Abhängigkeit von Beatmungsstunden, Prozeduren, Alter oder/und der aus der Komplexpauschale ermittelten Punktzahl des Falles.

Kurzbezeichnung DRG	Anzahl von DRG
bds. Große Eingriffe Gelenke	1
Beatmung	371
Bypass OP	4
Entfernung Osteosynthesematerial	1
Erkr. Gerinnung/Immunsystem	1
Gelenkinfektion	2
gr Eingriffe Magen	2
gr Eingriffe Niere/Blase	2
gr. Eingriffe Darm od. Harnbl.	1
Inf. End. Atmungsorgane	1
IntensivKomplexbehandlung	61
Intrakran. Verletzung	2
kompl Hautplastik Kopf/Hals	2
kompl. Eingriff	1
kompl. Eingriff thorakal	1
kompl. Minimalinv. OP Herzkl.	1
kompl. Vakuumbe	2
LTX	4
Monogn Osteotomie	2
Neurol. Komplexbeh.	1
OP b. Herzfehler	4
OP b. Verbrennung	6
OR Proz. Paras. Erkr.	1
Politrauma	3
Rekon. Gefäß	2
Sepsis	1
Gesamtergebnis	**480**

Tabelle 6 DRG-Verteilung in der Stichprobe

Tabelle 7 zeigt die Pflegetage aus der Stichprobe, welche in der DRG der Intensiv-Komplexpauschalen auf verschiedene Krankheiten und Störungen der Organsysteme aufgegliedert sind.

Intensivmedizinische Komplexbehandlung > 1176 / 1104 Aufwandspunkte oder hochaufwändiges Implantat bei Krankheiten und Störungen der Verdauungsorgane	21
Intensivmedizinische Komplexbehandlung > 1764 / 1656 Aufwandspunkte bei bestimmten Krankheiten und Störungen oder intensivmedizinische Komplexbehandlung > 588 / 552 Aufwandspunkte bei Versagen und Abstoßung eines Transplantates hämatopoetischer Zellen	13
Intensivmedizinische Komplexbehandlung > 1764 / 1656 Aufwandspunkte oder > 1176 / 1104 Aufwandspunkte mit bestimmter OR-Prozedur bei Krankheiten und Störungen des Nervensystems	13
Intensivmedizinische Komplexbehandlung > 588 / 552 Aufwandspunkte bei Krankheiten und Störungen der Harnorgane	7
Intensivmedizinische Komplexbehandlung > 588 / 552 Aufwandspunkte oder hochaufwändiges Implantat bei hochkomplexer Gewebe- / Hauttransplantation	5
Intensivmedizinische Komplexbehandlung > 588 / 552 Aufwandspunkte oder hochaufwändiges Implantat bei Krankheiten und Störungen der Atmungsorgane	2

Tabelle 7 Anzahl der Pflegetage in der jeweiligen Intensivkomplexbehandlung

Die Pflegetage in der Stichprobe auf der chirurgischen Intensivstation bilden damit ein breites Spektrum unterschiedlichster klinischer Fachrichtungen ab, z. B. Hämatoonkologie, Urologie, Pneumonologie und Chirurgie. Sechs der 480 Pflegetage laufen in einer Verbrennungs-DRG, bei welcher das Kostengewicht der DRG nicht im bundeseinheitlichen Katalog zu finden ist, sondern krankenhausindividuell mit den Kassenvertretern verhandelt wird (Tabelle 8).

Y01Z [1)]	O	Operative Eingriffe oder Beatmung > 95 Stunden bei schweren Verbrennungen

Tabelle 8 krankenhausindividuelle DRG in der Stichprobe (InEK GmbH 2013a, Anlage 3a)

Nahezu alle Pflegetage fallen in DRG mit hohen Bewertungsrelationen (Tabelle 9), auch Relativgewicht eines Falles genannt. Aus den Relativgewichten aller Fälle berechnet sich die DRG-Vergütung, anders gesagt, die Fallschwere (Casemixindex). Insgesamt geht die Spannweite der in der Stichprobe enthaltenen DRG-Bewertungsrelationen von 0.682 in der DRG „Lokale Exzision und Entfernung von Osteosynthesematerial außer an Hüftgelenk, Femur und Wirbelsäule ohne komplizierenden Eingriff am Knochen“ bis zur Bewertungsrelation von 62.47 für die DRG „Beatmung > 1799 Stunden mit intensivmedizinischer Komplexbehandlung > 2940 / 5520 / - Aufwandspunkte oder mit hochkomplexem Eingriff oder mit komplexer OR-Prozedur oder Polytrauma und mit intensivmed. Komplexbehandlung > - / 3680 / 3680 Aufwandspunkte“.

Bewertungsrelationen / Relativgewichte	Pflegetage
< 5,0	31
5,0 bis < 10	61
10,0 bis < 20	157
20,0 bis < 30	60
30,0 bis < 40	118
40,0 bis < 50	24
50 und größer	23
Verbrennungs-DRG	6
	480

Tabelle 9 DRG-Bewertungsrelationen der Pflegetage in der Stichprobe

Diagnosen

Die Pflegetage weisen zwischen zwei und achtzehn verschiedene Diagnosen auf, wobei diese auf Fallebene liegen. Für die Verschlüsselung von Diagnosen im DRG-System gelten insbesondere die Allgemeinen Kodierregeln für die Verschlüsselung der Haupt- und Nebendiagnosen, die in den Deutschen Kodierrichtlinien festgelegt sind:

1. „Die Hauptdiagnose wird definiert als: „Die Diagnose, die nach Analyse als diejenige festgestellt wurde, die hauptsächlich für die Veranlassung des stationären

Krankenhausaufenthaltes des Patienten verantwortlich ist." (Deutsche Kodierrichtlinien 2013, S. 4)

2. „Die Nebendiagnose ist definiert als: „Eine Krankheit oder Beschwerde, die entweder gleichzeitig mit der Hauptdiagnose besteht oder sich während des Krankenhausaufenthaltes entwickelt." Für Kodierungszwecke müssen Nebendiagnosen als Krankheiten interpretiert werden, die das Patientenmanagement in der Weise beeinflussen, dass irgendeiner der folgenden Faktoren erforderlich ist:
    - therapeutische Maßnahmen
    - diagnostische Maßnahmen
    - erhöhter Betreuungs-, Pflege- und/oder Überwachungsaufwand"

    (Deutsche Kodierrichtlinien 2013, S. 8)

Während Prozeduren in der Regel als Ereignisse an einem bestimmten Tag ein- oder zutreffen, sind (Neben-)Diagnosen entweder bereits vor Aufnahme vorhanden und während des gesamten Aufenthaltes und bei Entlassung persistierend (insbesondere die Nebendiagnosen) oder sie treten erst im Verlauf des Aufenthaltes auf. (Neben-)Diagnosen können auch während des Behandlungsverlaufes wieder geheilt werden (z. B. ein Dekubitus).

Sie werden nach vorgegebenen Richtlinien verschlüsselt, wenn im Rahmen der Krankenhausbehandlung ein Aufwand mit ihnen assoziiert ist. Dies können sowohl eine einfache medikamentöse Therapie wie eine Tablettengabe, als auch ein schwerwiegendes Behandlungsszenario, wie eine akute respiratorische Insuffizienz mit der Folge der Beatmung sein.

Es ist im Gegensatz zu den pflegetagbezogenen Prozeduren bei Diagnosen nicht eindeutig beschreibbar, an welchem Pflegetag sie mit welchem Aufwand verbunden sind. Der durch sie markierte Zustand ist vielmehr nur interpretativ bestimmten Aufwandsarten zuzuordnen. Eine Diagnose „Isolierung als prophylaktische Maßnahme, Z29.0" lässt dabei deutlich weniger Interpretationsspielraum zu, als eine Diagnose „Systemisches inflammatorisches Response-Syndrom [SIRS] infektiöser Genese mit Organkomplikationen, R65.1".

Viel diskutiert und inzwischen als problematisch anerkannt ist die Tatsache, dass die Pflege ihre Aufwandsarten über Diagnosen und damit über die DRG-Systematik nicht bzw. nur sehr unvollständig abbilden kann (Fischer 2002; Baumberger et al. 2014; Isfort 2010; Simon 2015; Quasdorf 2010; Braun et al. 2010; Augurzky et al. 2016)

Die Entwicklung des Pflegekomplexmaßnahmescores (PKMS) zur Abbildung der aufwändigen Pflege auf Normalstationen war eine politische Folge dieser Erkenntnis. Allerdings mündet der

Pflegekomplexmaßnahmescore nicht in Diagnosen, sondern in Prozeduren, die wiederum letztlich zu Zusatzentgelten führen.

Am UKB gibt es einen sogenannten „pflegerelevanten Nebendiagnosekatalog“. Er beinhaltet mehr als 120 ICD-Schlüssel, die durch Pflegende kodiert werden können. Es sind (Neben-)Diagnosen, die durch einen pflegerischen Aufwand gekennzeichnet sind und die gelegentlich zu einer Erhöhung des PCCL führen können. Die Fragestellung, welche dieser Diagnosen PCCL-relevant sind und zu einer Erhöhung führen, ist jedoch von vielen Faktoren abhängig, unter anderem von der DRG, in die der Behandlungsfall fällt und ob weitere schweregraderhöhende Nebendiagnosen vorhanden sind. So ist z. B. ein Dekubitus (L89.17) in der DRG „I72Z: Entzündung von Sehnen, Muskeln und Schleimbeuteln mit äußerst schweren oder schweren CC oder Frakturen am Femurschaft, Alter > 2 Jahre“ zwar mit einem CCL von 2 angegeben, jedoch nicht DRG-relevant aufwandserhöhend; die Bewertungsrelation bleibt gleich, während in der DRG „B17E: Eingriffe an peripheren Nerven, Hirnnerven und anderen Teilen des Nervensystems oder Eingriff bei zerebr. Lähmung, Muskeldystrophie od. Neuropathie, ohne kompl. Diagnose, ohne mäßig kompl. od. kompl. Eingr., ohne äuß. schw. oder schw. CC, Alter > 18 J.“ die Kodierung der Nebendiagnose Dekubitus (L89.17) in die nächsthöhere DRG „B17D“ führt und einen CCL von 4 aufweist.

Aufwandserhöhend im DRG-System können unter anderem Dekubitus-Diagnosen, Immobilität, Sturzgefährdung, Candidosen und Isolation sein. Allerdings sind viele dieser Diagnosen kaum im intensivmedizinischen Bereich relevant, da sie bei den DRG von Intensivpatienten nicht erlöserhöhend wirksam werden. Sie werden deshalb häufig nicht durch die Pflegekräfte kodiert, auch wenn sie potentiell vorhanden sind (z. B. ist die Sturzneigung auf der Intensivstation aufgrund der medikamentösen Behandlung, Drainagen, Beatmung und Sedierung faktisch immer gegeben). In der Stichprobe wurden die in Tabelle 10 aufgeführten, je nach DRG unterschiedlich CCL-relevanten Nebendiagnosen auf das Vorhandensein je Fall geprüft.

Variablenname	Diagnose Klarname
ICDAbhäng	Entzugssyndrom, Abhängigkeitssyndrom
ICDAneu	Aortadissektion, Aneurysma Aorta
ICDARDS	ARDS
ICDArtskler	Atheriosklerose
ICDblind	Blindheit
ICDBlut	Blutungen
ICDBMI	BMI, Adipositas, Anorexie
ICDDEK	Dekubitus
ICDDelir	Delir, Orientierungsstrg, Demenz
ICDDiab	Diabetes

ICDDiath	Häm. Diathesen
ICDDysph	Dysphasie, Dysphagie und Aphasie, Dysarthrie, Anarthrie
ICDEpil	Gran-Mal/Epilepsie/Krampfanfälle
ICDFibro	Fobrosen/Exostosen
ICDFist	Fistel
ICDGangr	Gangrän
ICDHämTeerVar	Meläna, Teerstuhl, Ö-varizenblutung, Hämaturie
ICDHemipl	Hemiparese/Hemiplegie
ICDHI	Kreislaufkomplikationen/resp.Insuff./Kardiomyopathien/HI/KHK/Infarkt/Embolie
ICDHirnbl	Schädel Hirn / subarach Blut, Hirnödem
ICDHirninf	Hirninfarkt
ICDIlius	Darmparalyse, Ilius
ICDInf	Infektion d. Impl. od. Transpl. Herz/Gefäße
ICDIso	Isolierung/MRE
ICDKand	Kandidosen/andere Infektionen
ICDKlap	Kammertachykardie/Aorten-Klappenstenose/Mitralklappeninsuffizienz
ICDKomp	Kompartments
ICDKomplEndopr	Komplik Endoproth, Gefäßtranspl.
ICDNahtIns	OP-Verletzung, Naht-Insuffizienz
ICDNierver	akutes Nierenversagen, Transplantatversagen
ICDofSter	offenes Sternum
ICDPankrat	Pankreatitis, Transplantatabstoßung
ICDPark	Parkinson
ICDPeriErg	Pericard Erguss
ICDPeriton	Peritonitis/peritonealer Abszess/Ascitis
ICDPlatz	Platzbauch komplett
ICDPneu	Pneumonien
ICDPneumoth	Pneumothorax, pulmonale Insuffizienz, Pleuraerguss
ICDPolitr	Politraumen/Frakturen/Rißverletzung der Leber/
ICDRea	Herzstillst, glob. Herzversagen, Blutungsschock
ICDSep	Sepsis-Diagnosen
ICDSIRS	SIRS
ICDThromb	Thrombosen
ICDUlc	Ulcus, Ulcus cruris, Nekrosen
ICDVerbr	Verbrennung
ICDWean	Weaning Protokoll
ICDZirrh	Leberzhirrose, -Versagen, Cholangitis, Ascites

Tabelle 10 Variablenname und Klarname der ICD in der Stichprobe

Die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen ICD pro Fall ist in der Stichprobe sehr unterschiedlich. Es gibt Diagnosen, die in mehr als der Hälfte der Fälle kodiert wurden (z. B. Blutungen, *N* = 66) und

andere, die nur fallbezogen auftraten (z. B. die ICD Pericarderguss, *N* = 1). Abbildung 9 zeigt das Spektrum der Häufigkeiten im Balkendiagramm auf.

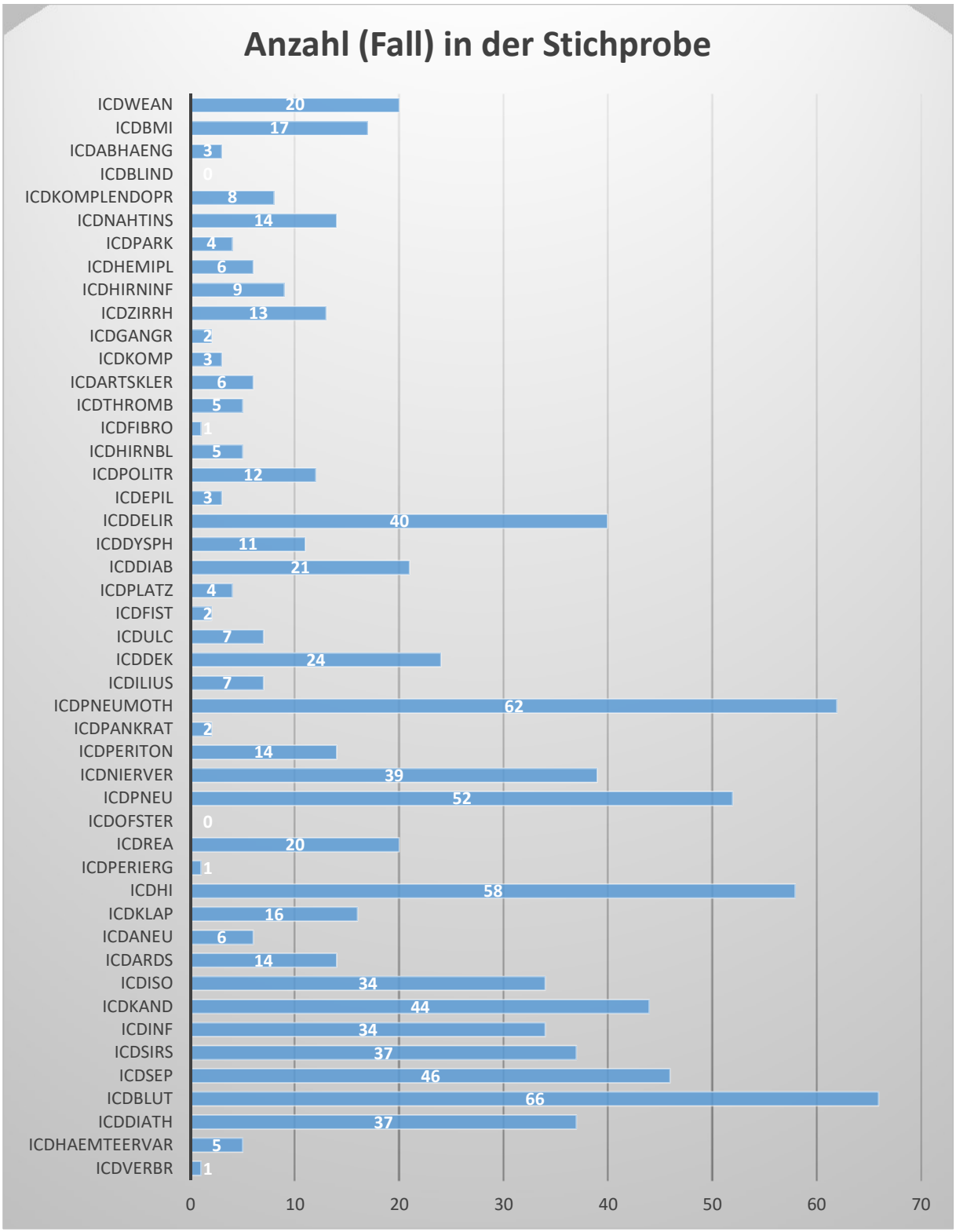

Abbildung 9 ICD-10 Diagnosen in der Stichprobe

In die Stichprobe wurden zudem vier weitere ICD-10 Diagnosen aufgenommen, die im klassischen Sinn keine Diagnosen sondern Versorgungsleistungen von vorhandenen Ableitungen darstellen. Es handelt sich um Diagnosen aus dem Bereich Z43.- „Versorgung künstlicher Körperöffnungen“.

Z43.- Versorgung künstlicher Körperöffnungen

Inkl.: Einführung von Sonden oder Bougies
Katheterentfernung
Toilette oder Reinigung
Umbildung
Verschluss

Exkl.: Komplikationen an äußerem Stoma (J95.0) (K91.4) (N99.5)
Künstliche Körperöffnungen ohne Versorgungsnotwendigkeit (Z93.-)
Versorgen mit und Anpassen von Prothesen und sonstigen Geräten oder Hilfsmitteln (Z44-Z46)

Z43.0 Versorgung eines Tracheostomas
Z43.1 Versorgung eines Gastrostomas
Z43.2 Versorgung eines Ileostomas
Z43.3 Versorgung eines Kolostomas
Z43.4 Versorgung anderer künstlicher Körperöffnungen des Verdauungstraktes
Z43.5 Versorgung eines Zystostomas
Z43.6 Versorgung sonstiger künstlicher Körperöffnungen des Harntraktes

Inkl.: Nephrostoma
Ureterostoma
Urethrostoma

Abbildung 10 Die ICD Z43. Internet ICD-Suche (Krollner und Krollner 2018), Zugriff 01.04.2018)

Wie in vielen anderen Bereichen, weicht hier die ICD-Systematik von der Logik des Systems als Klassifikationssystem für Krankheiten ab; vermutlich um die fehlende Abbildung der Versorgungsleistung dieser Ableitungen im Gesundheitssystem zu ermöglichen (Abbildung 10). Um der Systematik dieser Analyse trotz der Inkonsistenz gerecht zu werden, wurden vorhandene künstliche Körperöffnungen in der Analyse den Zu- und Ableitungen zugeordnet. Es handelt sich um Gastrostoma, Ileostoma, Urostoma und Tracheostoma. Sie verursachen bei Verschlüsselung einen täglichen Versorgungsaufwand und wurden mit Stichtag der Kodierung in die Pflegetage als Durchführung mit einbezogen. Keiner dieser ICD-Schlüssel hat eine PCCL-relevante Funktion.

Prozeduren

„Der Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) ist die amtliche Klassifikation zum Verschlüsseln von Operationen, Prozeduren und allgemein medizinischen Maßnahmen im stationären Bereich und beim ambulanten Operieren. Seit dem 1. Januar 2017 ist der OPS in der Version 2017 anzuwenden. (…) Das DIMDI gibt den Operationen- und Prozedurenschlüssel OPS im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit heraus, er ist gemeinfrei. Die Anwendung erfolgt im stationären Bereich gemäß § 301 SGB V, im Bereich des ambulanten Operierens gemäß § 295 SGB V.“ (Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI))

Der Katalog enthält neben den im OP-Saal durchgeführten Operationen eine ganze Reihe an Maßnahmen, die als aufwandsrelevant im Rahmen der Patientenbehandlung angesehen werden, jedoch im Patientenzimmer oder in weiteren Funktionsabteilungen durchgeführt werden.

Prozeduren, die für den jeweiligen Pflegetag kodiert wurden, sind als aufwandserklärende Variable in die Analyse eingeflossen.

Wie eingangs beschrieben gehört hierzu die Intensivkomplexpauschale, die sich aus den TISS- und SAPS-Punkten sowie den Beatmungszeiten generiert. Viele weitere Eingriffe (Punktionen, endoskopische und angiographische Untersuchungen, Röntgenverfahren) und technische, organerhaltende oder ersetzende Verfahren (Nieren- und Lungenersatzverfahren wie Dialyse und ECMO) sind Bestandteil des Kataloges. Auch hat sich der OPS in den vergangenen Jahren um aufwandsrelevante pflegerische Maßnahmen erweitert, z. B. die Pflegekomplexmaßnahmen-Scores (PKMS) für die Normalstationen und die Isolationsmaßnahmen im Bereich der multiresistenten Erreger. (vgl. Anlage MRE-Formular)

Ein Teil der Prozeduren enthält (Pflege-)Maßnahmen, die auch in der pflegerischen Dokumentation abgebildet sind und sich somit auf den ersten Blick zu doppeln scheinen, z. B. die OPS Wundbehandlung und die Pflegeleistung Wundversorgung. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass die Kodierung als OPS in der Regel nur stattfindet, wenn sie nicht allein als pflegerische Maßnahme durchgeführt wird, sondern im interdisziplinären Team, z. B. unter Narkosebedingungen eine Bauchraumspülung durchgeführt wird. Während eine Prozedur also fast immer einen berufsgruppenübergreifenden Ansatz verfolgt, sind die in die Analyse eingeflossenen Pflegeleistungen ausschließlich durch pflegerische (Einzel-) Leistungen gekennzeichnet.

Die Variablennamen entsprechen den kodierten Prozeduren wie in der Tabelle 11 abgebildet:

Variablenname	Prozedur Klarname
OPSRea	• OPS Reanimation
OPSDefi	• OPS Defibrillation
OPSMRE	• OPS Multirestitenter Erreger MRE
OPSECMO	• OPS ECMO
OPSAngio	• OPS Angiographie
OPSHerzkath	• OPS Herzkatheter
OPSEndosk	• OPS Endoskopie
OPSCT	• OPS CT
OPSOP	• OPS OP
OPSDial	• OPS Dialyse
OPSZVD	• OPS ZVD
OPSTracheo	• OPS Tracheostomie

OPSPunkt	•	OPS Punktion
OPSWund	•	OPS große Wundbehandlung
OPSEK	•	OPS EK
OPSMedi	•	OPS spezielle Medikation
OPSTEE	•	OPS transösophagiales Herzecho TEE
OPSSpuel	•	OPS aufwändige Spülung
OPSIntub	•	OPS Intubation
OBSChirKompl	•	OPS Chirurgische Komplexbehandlung
OPSHypoth	•	OPS Hypothermie
OPSLag	•	OPS Lagerung

Tabelle 11 Übersicht über die vorhandenen Prozeduren

Es gibt in der Stichprobe zwischen null und neun Prozeduren (OPS) pro Pflegetag. Hierzu gehören z. B. großflächige Wundbehandlung, Reanimation, ECMO-Therapie, CT, Endoskopie, Herzkatheter, aber auch die Behandlung von mulitresistenten Keimen (MRE), die Gabe von Erythrozytenkonzentraten (EK) oder die Dialyse, die die häufigste Prozedur in der Stichprobe darstellt (Abbildung 11).

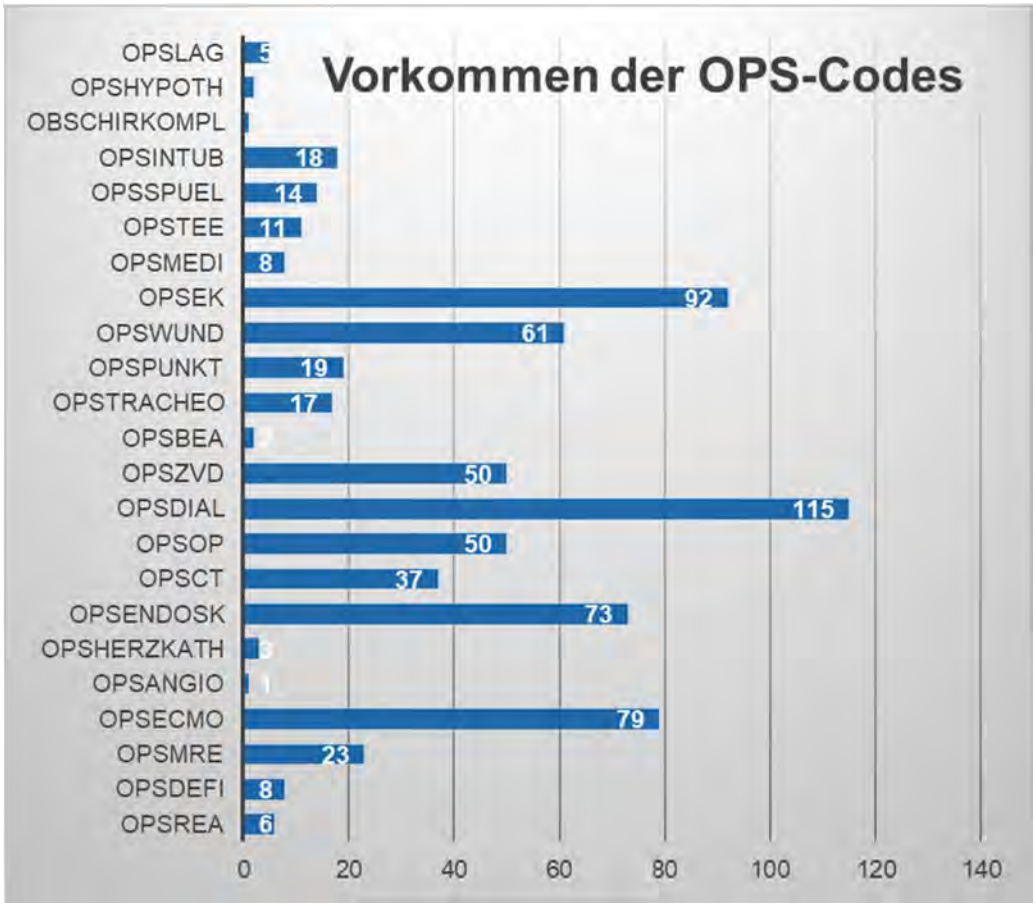

Abbildung 11 Darstellung der Prozeduren nach Häufigkeit in der Stichprobe

Prozedurensummen je Pflegetag

Obwohl insgesamt 22 verschiedene Prozeduren in die Aggregation einfließen, sind diese nur mäßig additiv je Pflegetag, da sie in der Regel höchstens einmal täglich vorkommen. Wenn man davon ausgeht, dass jede Prozedur einen deutlichen Mehraufwand pro Pflegetag verursacht, erscheint dies auch nachvollziehbar. Es gibt zwischen null und neun Prozeduren an einem Pflegetag, wobei die Anzahl von acht Prozeduren nicht und die Anzahl von neun Prozeduren nur einmal vorkommen (Tabelle 12). Der Median liegt bei eins, der Mittelwert liegt bei 1.45 (*SD* = 1,43).

OPSaggr

N	missing	distinct	Info	Mean	Gmd
480	0	9	0.935	1.448	1.488

Value	0	1	2	3	4	5	6	7	9
Frequency	140	149	99	52	22	10	4	3	1
Proportion	0.292	0.310	0.206	0.108	0.046	0.021	0.008	0.006	0.002

Tabelle 12 Prozeduren pro Pflegetag - Häufigkeiten in der Stichprobe

Während viele Prozeduren in die Erlöse lediglich als Bestandteil der DRG einfließen, gibt es einige, die ein eigenes Zusatzentgelt erlösen. Zu diesen Prozeduren gehören die OPS Dialyse, ab einer bestimmten Menge die Gabe von Erythrocytenkonzentraten (OPS EK) und die OPS spezielle Medikation sowie die ECMO-Therapie, welche hausindividuelle Zusatzengelte erlöst. Die in 2013 für die ECMO-Therapie zu kodierenden OPS-Ziffern sind in Tabelle 13 dargestellt.

ZE2013-03 [4)]	ECMO und PECLA	8-852.0*	Extrakorporale Membranoxygenation (ECMO) und Prä-ECMO-Therapie: Veno-venöse extrakorporale Membranoxygenation (ECMO) ohne Herzunterstützung
		8-852.2*	Extrakorporale Membranoxygenation (ECMO) und Prä-ECMO-Therapie: Extrakorporale Lungenunterstützung, pumpenlos (PECLA)
		8-852.3*	Extrakorporale Membranoxygenation (ECMO) und Prä-ECMO-Therapie: Anwendung einer minimalisierten Herz-Lungen-Maschine

Tabelle 13 ECMO-Zusatzentgelte 2013 (InEK GmbH 2013a, Anlage 6)

TISS- und SAPS-Punkte

TISS und SAPS sind Summenwerte, die Patientenzustände (SAPS) und Patientenaufwände (TISS) beschreiben. Die erhobenen Pflegekriterien, Prozeduren und die Zu- und Ableitungen werden im Gegensatz zu den Summenwerten dieser Scores einzeln in die Analyse eingebracht. Es liegt jedoch

nahe zu prüfen, ob sich aus der Kumulation der Einzelleistungen je Pflegetag eine Beziehung zum Pflegezeitaufwand herstellen lässt. Für einen Summen-Vergleich wurden die Erfassungen der jeweiligen Einzelvariablen in den Leistungspaketen pro Pflegetag aufsummiert, ohne eine Gewichtung vorzunehmen, wohlwissend, dass eine Summation verschiedener Variablen aufgrund fehlender Konsistenz im Grunde nicht zulässig ist.

Die hier in den Blick zu nehmenden Fragestellungen der Objektivität, Reliabilität und Validität bestehen auch bei den wissenschaftlich extrem gut erforschten Messinstrumenten wie TISS-28 und SAPS-II. Einerseits werden die Gütekriterien in vielen internationalen Studien immer wieder nachgewiesen und beschrieben, andererseits wird dem Nachweis der Instrumentengüte in einigen Studien auch widersprochen, je nachdem, welches Setting und welche Anwendungsbedingungen im Forschungsdesign zum Tragen kommen. (Suistomaa et al. 2002; Raksakietisak et al. 2006; Janssens A. et.al. 2000; Vincent 1999; Fortis et al. 2004; Moreno et al. 2001)

Die beiden für die Intensivkomplexpauschale relevanten Scores SAPS II und TISS-10-Core weisen Punktsummen zwischen 0 und 43 Punkten beim TISS-10-Core und 6 und 76 Punkten beim SAPS II Score je Pflegetag in Abhängigkeit von den zutreffenden Score-Kriterien aus. Es gibt eine Produkt-Moment-Korrelation von 0.468 (Rangkorrelation 0.418) zwischen den beiden Scores. Die Gesamtsumme beider Scores, die auch in die DRG Erlöse einfließt, hat eine Spannweite in der Stichprobe von 12 bis 103 Punkten.

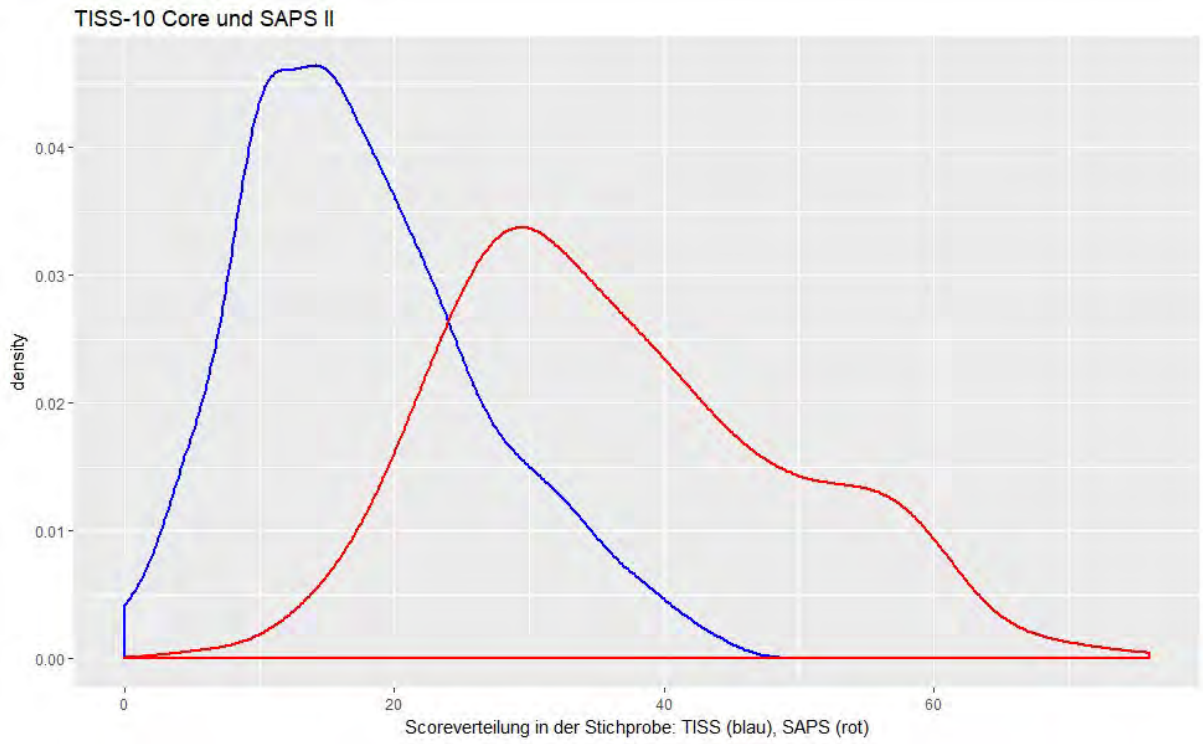

Abbildung 12 TISS- und SAPS-Punkte: Dichte-Verteilung in der Stichprobe

In der Dichteverteilung in Abbildung 12 ist das niedrigere Punkteverhältnis des TISS-10 Core im Verhältnis zum SAPS II Score deutlich sichtbar. Die Verteilungskurve ist wesentlich steiler; beide haben ansonsten eine ähnlich ausgeprägte Rechtsschiefe.

Die TISS-10-Core Einzelvariablen sind unterschiedlich häufig in der Stichprobe vorgekommen. Das TISS-Item intrakranielle Druckmessung (ICP) ist in der Stichprobe lediglich achtmal vorgekommen. Die Maßnahme stellt ein Spezifikum im Neurologisch-Neurochirurgischen Bereich bei Erkrankungen des zentralen Nervensystems und des Gehirns dar und ist entsprechend selten im chirurgischen intensivmedizinischen Bereich relevant. Eine Übersicht der vorgekommenen TISS-Items in der Stichprobe und die sich daraus ergebende Punkteverteilung zeigt Tabelle 14.

TISS-10-Core Item	TISSBea	TISSKat	TISSFlue	TISSartKath	TISSpulKath	TISSDia	TISSinkraD	TISSAzi	TISSIntICU	TISSIntEx	Summen
Punktsummen Stichprobe	2140	608	588	2195	712	345	32	588	870	390	8468
Häufigkeit des Vorkommens	428	152	147	439	89	115	8	147	174	78	1777
nicht vorhanden	52	328	333	41	391	365	472	333	306	402	3023
Punkte pro Item	5	4	4	5	8	3	4	4	5	5	47
proz. Anteil Einzelitem vorhanden	89,17	31,67	30,63	91,46	18,54	23,96	1,67	30,63	36,25	16,25	
proz. Anteil Punkte Einzelitem an Gesamtpunkte (8468)	25,27	7,18	6,94	25,92	8,41	4,07	0,38	6,94	10,27	4,61	100
proz. Anteil Vorkommen Einzelitem an Gesamtvorkommen (1777)	24,09	8,55	8,27	24,70	5,01	6,47	0,45	8,27	9,79	4,39	100
Mittelwert der Punkte pro Pflegetag											17,64

Tabelle 14 Übersicht über die TISS-10-Core Einzelvariablen in der Stichprobe

Der TISS-10-Core hat in seinen Einzelparametern einige, die weiteren Variablen in der Stichprobe entsprechen und sich somit doppeln. In den Leistungsbereichen Zu- und Ableitungen sind dies der arterieller Katheter und der Pulmonaliskatheter (PiCCO), in den erlösrelevanten Leistungen die OPS Dialyse und die Beatmung als Minutenwert pro Tag, wobei diese aufgrund ihrer Dokumentationsweisen (TISS-Parameter = vorhanden/nicht vorhanden; Beatmung = Minutenwert pro Tag) sehr unterschiedliche Qualität aufweisen. Bei den Zuleitungen entsprechen die in Tabelle 15 aufgeführten, nicht namensgleichen Katheter einander:

Pflegetagdokumentation	TISS-10-Core Variablenname
• PiCCO-Katheter	Linksvorhof-Katheter/Pulmonaliskatheter
• arterielle Katheter	peripherer arterieller Katheter

Tabelle 15 identische Katheter aus unterschiedlichen Dokumentationen

Theoretisch müssten diese erhobenen Werte, bezogen auf das Vorhandensein pro Pflegetag, bei gleicher Erhebungsmethodik nahezu identisch sein, da sie Container für gleiche Inhalte (mit ggf. anderer Darstellung) sind. Dies ist jedoch, wie in Tabelle 16 dargestellt, bei den Zuleitungen nicht so. Während die Beatmung und die Dialyse nahezu identische Häufigkeiten haben, gibt es in den beiden vorhandenen Katheterarten zum Teil deutliche Differenzen. Ist der Unterschied beim Pulmonaliskatheter mit 24 von 480 voneinander abweichenden Pflegetagen noch überschaubar, so ist

der Unterschied beim arteriellen Katheter eklatant. Hier gibt es einen Unterschied von 127 Pflegetagen, die den arteriellen Katheter in der TISS-Einstufung eingestuft haben, welche sich jedoch beim arteriellen Katheter in der Pflegedokumentation nicht wiederfinden.

Variable	Vorhandensein
TISS artKath	439
artKath	312
TISS pulKath	89
PiCCO	113
TISS Dialyse	115
OPSDialyse	115
TISS Bea	428
Beatmung	431

Tabelle 16 Einstufungsvergleich von gleichen Aufwandsarten in den verschiedenen Leistungsbereichen

Welche der erhobenen Variablen korrekt ist, kann retrospektiv nicht hergeleitet werden. Festzustellen ist, dass eine falsche Angabe im Bereich der TISS-Parameter sich in jedem Fall auch auf das gesamte Assessment des TISS-10-Core auswirken würde und damit erlösrelevant wäre. Möglicherweise ist die Dokumentation der sehr spezifischen Katheterarten in der Pflegedokumentation vor dem Hintergrund der vorhandenen Redundanz im TISS-10-Core als Pflichtdokumentation und der fehlenden Erlösrelevanz dieser Katheter-Dokumentation in der Pflegekurve nicht präzise durchgeführt worden.

Beatmung

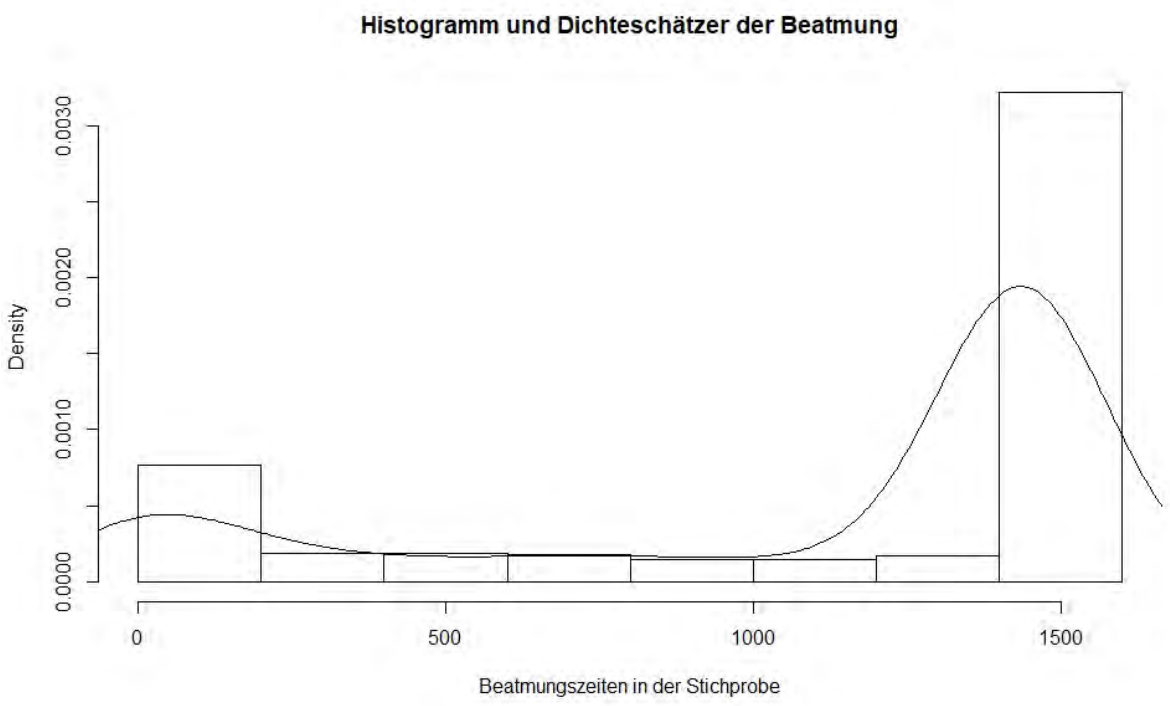

Abbildung 13 Beatmungszeiten in Minuten pro Pflegetag – Häufigkeit in der Stichprobe

49 Pflegetage haben keine Beatmung, alle weiteren Pflegetage weisen einen Anteil an Beatmung zwischen null und 24 Stunden aus. Der größte Anteil der Pflegetage sind voll beatmete Tage (volle 24 Stunden *N* = 305). Im Histogramm von Abbildung 13 sind die Häufigkeitsgipfel der beiden Randpunkte sehr gut zu erkennen. Die dazwischen liegenden Pflegetage sind in der Regel Entwöhnungstage von der Beatmung.

4.1.2.2 Struktur-Variablen

Fallbezogen wurden die Verweildauern der Patienten auf der Intensivstation sowie die Verweildauer im Krankenhaus insgesamt erhoben. Aus den Aufnahme- und Entlassdaten wurden außerdem folgende Kriterien erhoben:

- elektive oder Notfallaufnahme (54 Notfälle, 41 elektive Aufnahmen)
- Entlassart (Tod = 1, Krankenhausaufenthalt regulär beendet = 2, Verlegung in ein anderes Krankenhaus = 3, Verlegung in Reha-Einrichtung = 4, Verlegung in ein Hospiz = 5, Entlassung offen = 6, Entlassung gegen ärztlichen Rat = 7)

Entlassart

Die Ergebnisse der Entlassart in Abbildung 14 zeigen, dass die Daten der erhobenen Stichprobe eine sehr große Fallschwere aufweisen.

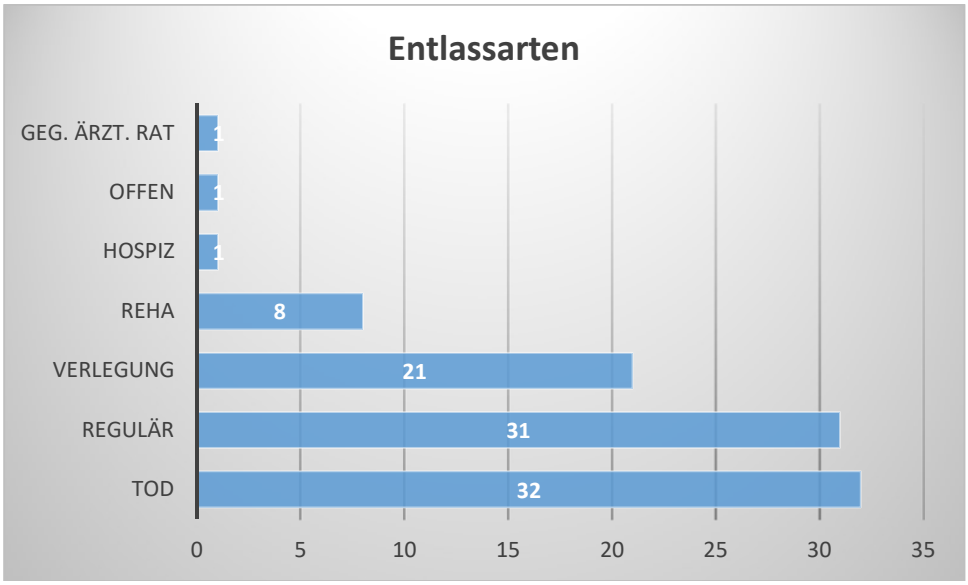

Abbildung 14 Entlassungsarten - Häufigkeit in der Stichprobe

Anzahl an Vollkräften

Organisationsbezogen wurde die Schichtstärke je Pflegetag erhoben, um prüfen zu können, ob ein Zusammenhang zwischen der vorhandenen Ressource in Vollkräften (VK) und der erbrachten

Leistungszeit hergestellt werden kann. Die Anzahl an Pflegekräften pro Pflegetag variierte in der Summe aller drei Schichten zwischen 14 und 22 VK (Abbildung 15).

Schichtbezogen lag das Minimum in allen drei Schichten (Früh, Spät- und Nachtdienst) bei vier VK, das Maximum im Nachtdienst bei sieben VK, im Spätdienst bei neun VK (eine einzige Schicht) und im Frühdienst bei acht VK. Im Mittel waren im Früh- und Spätdienst sechs VK und im Nachtdienst fünf VK in der Schicht anwesend, bei einer Schwankungsbreite von fünf bis acht VK. Der Zwischendienst wurde genutzt, um besetzungsschwache Tagdienste im Früh- und im Spätdienst zu stärken. Im Mittel wurde hierbei eine halbe VK eingesetzt, jedoch nie mehr als zwei VK.

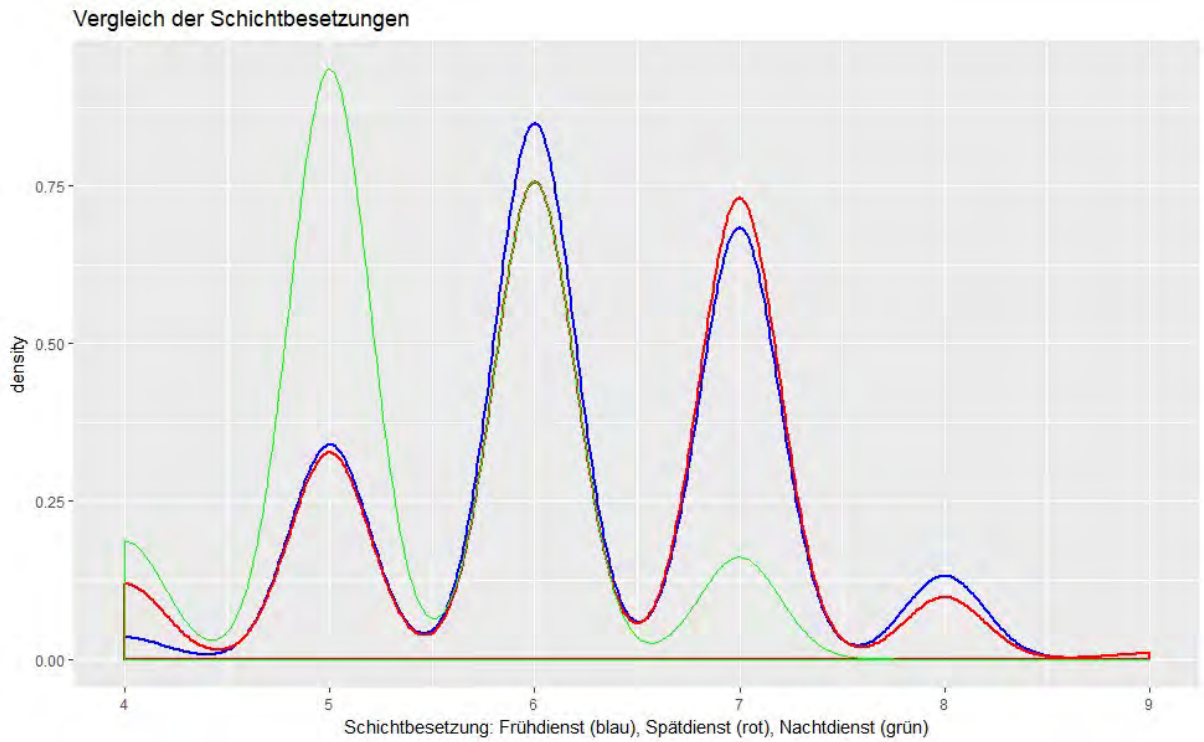

Abbildung 15 Schichtbesetzungen im Früh-, Spät- und Nachtdienst

Verweildauer

Die Verweildauer der in die Analyse einbezogenen Intensiv-Fälle ist deutlich länger, als die durchschnittliche Verweildauer am UKB. Sie betrug im Jahr 2013 durchschnittlich 7 Tage. Die in die Analyse einbezogenen Fälle hatten eine durchschnittliche Verweildauer von 55 Tagen.

Patientenzustandsbezogene Leistungen

Wie bereits beschrieben konnte die Schmerzskala aufgrund zu vieler fehlender Werte nicht in die Analyse mit einbezogen werden.

Sedierungstiefe

Die Richmond-Agitation-Sedation-Scale (RASS) dient zur Beurteilung der Sedierungstiefe. Die RASS hat eine Punktspanne der erreichbaren Werte zwischen -5 und +4 Punkten. Der Wert von -5 entspricht einer Bewusstseinslage, die in der Scala als nicht erweckbar beschrieben wird und der Wert von +4 einer Bewusstseinslage, die als streitlustig bezeichnet wird.

Bei der RASS liegen liegen zwei Häufigkeitsgipfel vor (Abbildung 16). Bei Null Punkten (176 Pflegetage) und bei -3 Punkten (108 Pflegetage), wobei dieser Häufigkeitsgipfel etwas breiter streut (-4 mit 96 Pflegetagen und -1 mit 84 Pflegetagen).

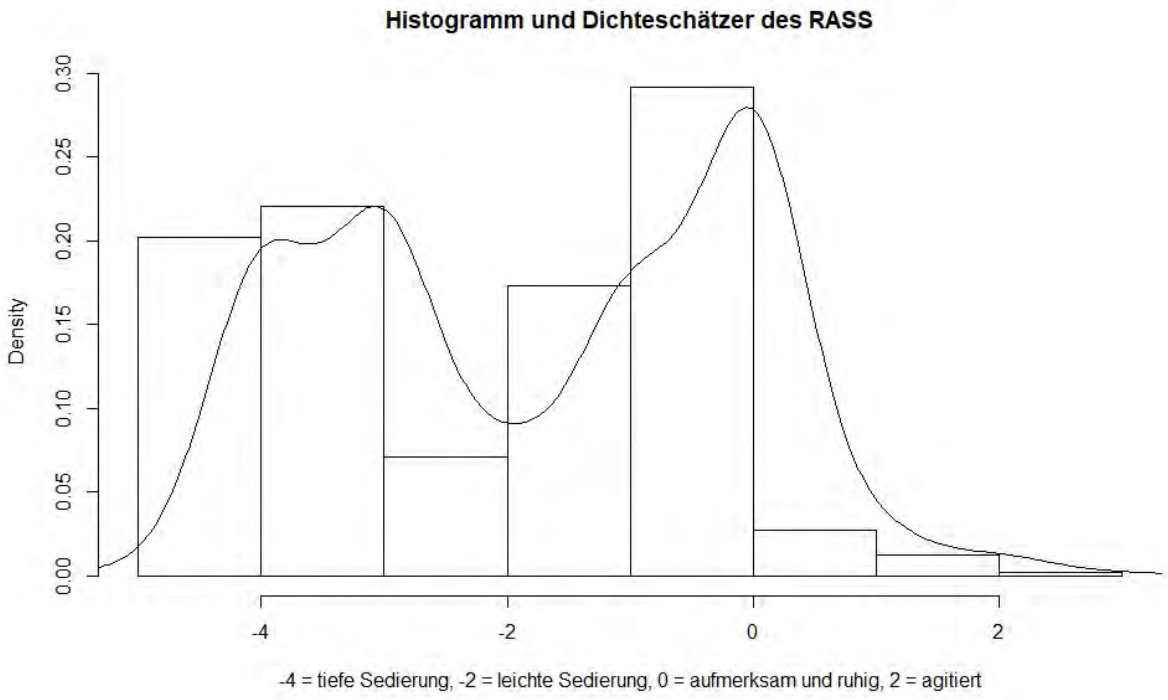

Abbildung 16 Score-Ergebnisse der RASS - Häufigkeit in der Stichprobe

Alter

Das Alter der Patienten liegt zwischen 17 und 92 Jahren, der Mittelwert bei 65.8 Jahren (*SD* 14.79), wobei das Histogramm in Abbildung 17 veranschaulicht, dass es zwei Altersgipfel gibt.

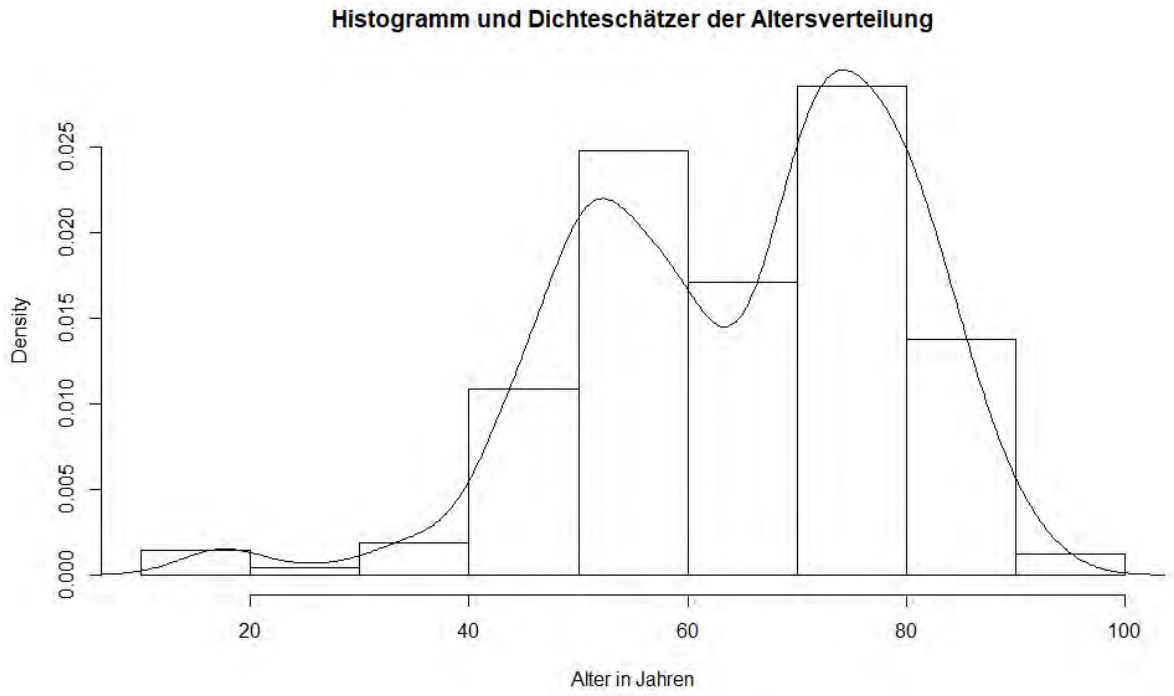

Abbildung 17 Altersverteilung in der Stichprobe

Aufnahmeart

54 Fälle wurden mit Tumorerkrankung aufgenommen, 41 Fälle ohne Tumorerkrankung.

4.1.2.3 Versorgung von Zu- und Ableitungen

Katheter, Sonden und Drainagen

Überwachung, Versorgung, Kontrolle, Wechsel von Zu- und Ableitungssystemen, Zubereitung und Infusionsmanagement sind ebenfalls Pflegeleistungen, welche jedoch nicht durch die Leistung selbst sondern nur durch die Dokumentation der Systeme und der sich aus ihnen ergebenden Parameter beschrieben sind (Tabelle 17). So werden alle Infusionslösungen mit Fließgeschwindigkeit, Zusätzen und Infusionsart in der Kurve hinterlegt. Je mehr Zu-und Ableitungen im Monitoring sind, desto größer ist der hierfür notwendige Ressourcenverbrauch in Material und Zeit. Anzunehmen ist auch, dass der Überwachungsaufwand steigt, weil sich der Patient in einem kritischeren Zustand befindet, je mehr Medikamente gegeben werden müssen.

Es gibt Zu- und Ableitungen, die in der Regel nur einmal oder zweimal vorkommen, z. B. ein Shaldon-Katheter und andere, die in ihrer Häufigkeit variieren, z. B. Robinson-Drainagen.

Häufigkeit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ZVK	20	420	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MS	66	414	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PiCCO	367	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Shaldon	303	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
artKath	168	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drain	312	89	52	11	6	9	1	0	0	0	0	0	0	0
VAC	431	44	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DK/SFK	8	471	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bülau	282	134	61	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perfusor	2	4	8	17	44	76	89	69	58	44	33	18	15	3
Colostom	386	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urostom	468	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tracheo	182	298	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastro	402	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 17 Vorkommen von Zu- und Ableitungen in der Stichprobe

Die größte Variabilität der Zuleitungen pro Fall liegt bei der Anzahl der Perfusoren vor (Abbildung 18). Je mehr Perfusoren eingesetzt werden, desto mehr Medikamente werden dem Patienten über diese Automaten zugeführt. Die Spannweite bei den Perfusoren lag zwischen null und dreizehn Perfusoren an einem Pflegetag, der Mittelwert bei 6.77 Perfusoren pro Pflegetag (*SD* 2.4).

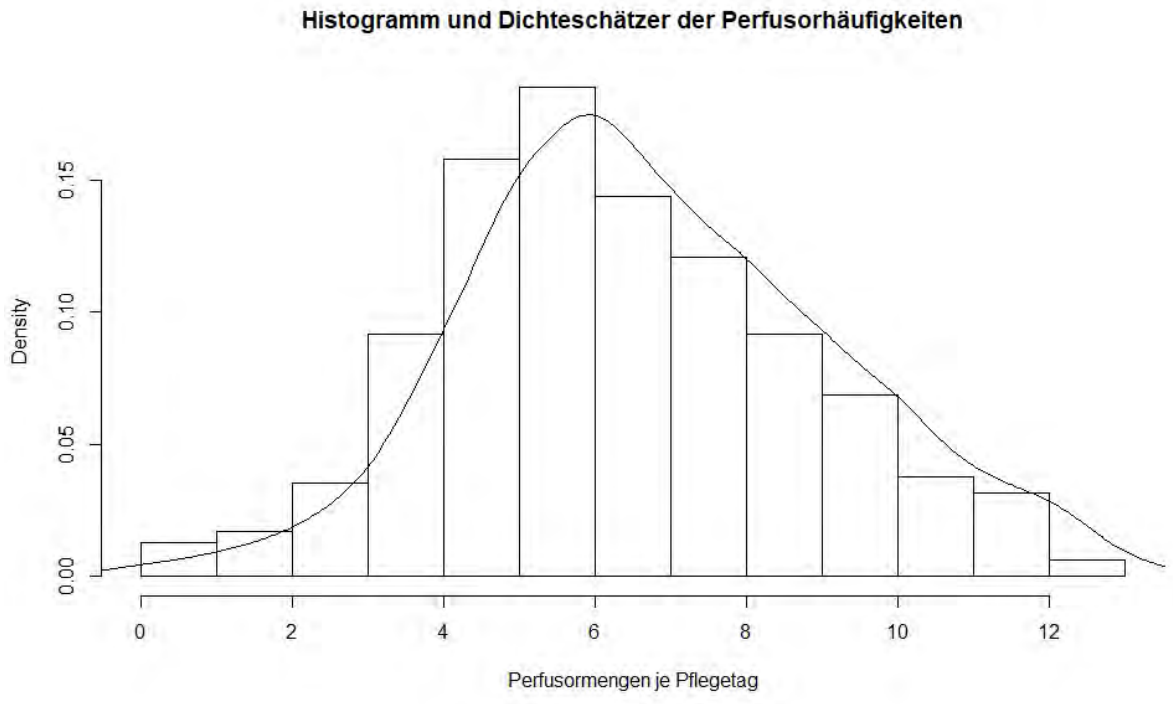

Abbildung 18 Anzahl an Perfusoren je Pflegetag - Häufigkeit in der Stichprobe

Fast alle Pflegetage hatten einen (*N* = 420) oder sogar zwei ZVK (*N* = 40), lediglich an 20 Pflegetagen gab es keinen ZVK.

Stomata

Die Versorgung eines Stomas (künstliche Körperöffnung) kam in der Stichprobe recht häufig vor, wobei die Art des Stomas einen Rückschluss auf die zugrunde liegende Erkrankung bzw. Organfehlfunktion zulässt. Am häufigsten wurde ein Tracheostoma versorgt, welches mit dem Organsystem Lunge assoziiert ist. Das Tracheostoma ist eine häufige Maßnahme der Langzeitbeatmung. Fallbezogen kam das Tracheostoma an 298 Pflegetagen bei 43 Fällen vor. Die Gastrostomie als perkutaner Magenzugang kam an 78 Pflegetagen vor. Das Urostoma wurde lediglich an zwölf Pflegetagen versorgt.

Auch die Versorgung eines künstlichen Darmausgangs kam mit 94 Pflegetagen relativ häufig vor, ist für eine chirurgische Intensivstation jedoch üblich. In der Stichprobe wurden der künstliche Dünndarm- und Dickdarmausgang zusammengefasst (Ileostoma und Colostoma).

Zu- und Ableitungen aggregiert

Folgende Zu- und Ableitungen wurden pflegetagbezogen in den aggregierten Daten zusammengefasst:

- Perfusoren
- Arterielle Katheter
- PiCCO-Katheter (Pulse Contour Cardiac Output)
- Shaldon-Katheter
- Dauerkatheter / suprapubischer Fistel-Katheter
- Vakuumversiegelung
- Magensonde (inkl. PEG, PEJ)
- Bülaudrainage
- andere Drainagen (z. B. Easy-Flow-Drainage)
- Zentraler Venen-Katheter

Die niedrigste Anzahl an Zu- und Ableitungen an einem Pflegetag sind drei, die höchste Anzahl 22, der Mittelwert liegt bei 12.87, der Median bei 13 (*SD* = 3.34).

50 Prozent aller Werte liegen zwischen 11 und 15 Zu- und Ableitungen (Abbildung 19).

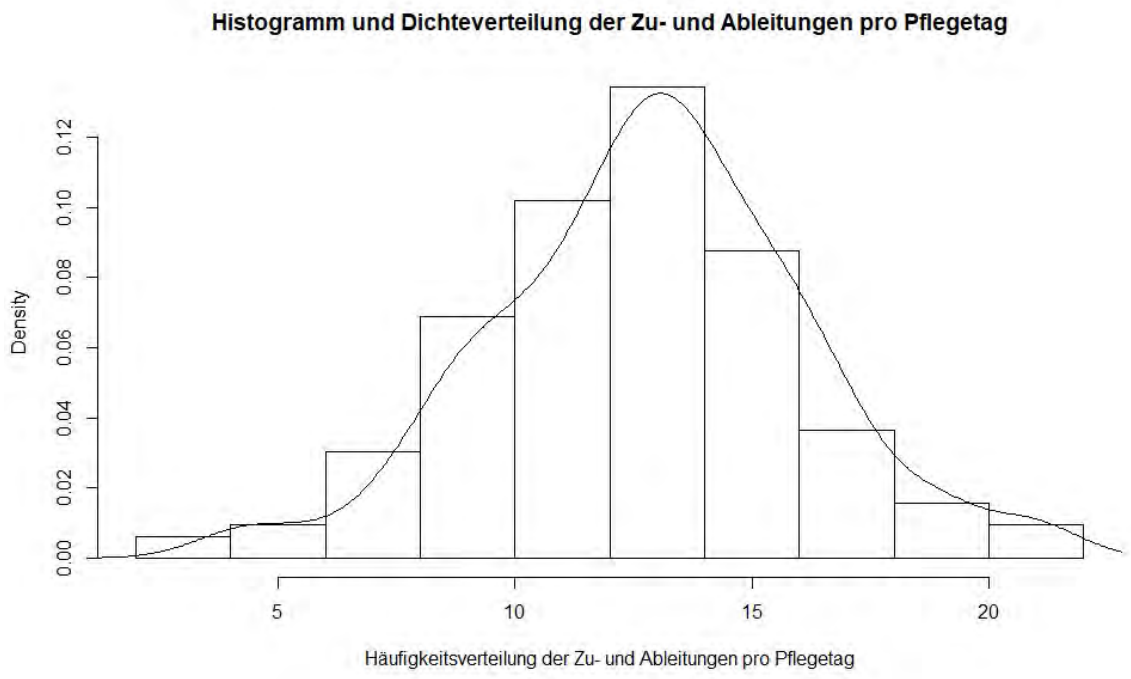

Abbildung 19 Zu- und Ableitungen - Häufigkeit in der Stichprobe

4.1.2.4 Pflegeleistungen

Zu den erhobenen Pflegevariablen gehören Ganz- und Teilkörperwaschung, Lagerung, Absaugen, Kontrolle von Drainagen, Wundversorgung, Bilanz, Weaning und Continuous Positive Airway Pressure (CPAP).

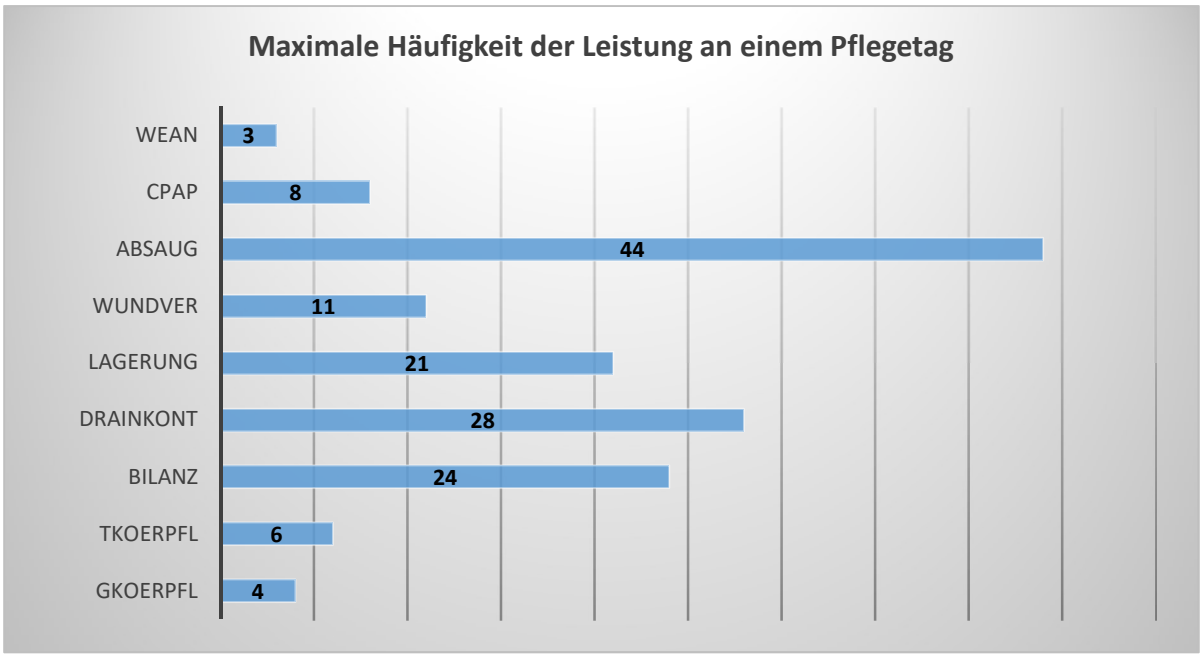

Abbildung 20 Maximum einzelner Pflegeleistungen, gemessen an einem Pflegetag

Diese Parameter sind in der Häufigkeit ihrer Durchführung pro Pflegetag im Datensatz enthalten und in Abbildung 20 dargestellt. Bei allen Variablen gab es Pflegetage, an denen keine Leistung erbracht wurde. Die Häufigkeit im Maximum pro Pflegetag differierte je nach Variable erheblich, wobei das Absaugen mit 44 Durchführungen an einem Pflegetag den höchsten Maximalwert erreichte.

Ernährung

Bei der Ernährung wurde pro Pflegetag dokumentiert, ob eine Ernährung intravenös oder über Sonde durchgeführt wurde. Die Häufigkeit ist in Tabelle 18 zum Vergleich nebeneinander dokumentiert. Es fällt auf, dass fast alle Pflegetage der Stichprobe eine intravenöse (parenterale) Ernährung enthalten, während nur etwa ⅓ der Pflegetage eine Ernährung über Sonde enthalten. Die parenterale Ernährung gehört beim sedierten, beatmeten Patienten zur Standardversorgung auf der Intensivstation.

enterale Ernährung = ErnaehrSond

		N	Min
ErnaehrSond	No	167	1030.162
	Yes	313	1017.454
Overall		480	1021.875

parenterale Ernährung = Ernaehriv

		N	Min
Ernaehriv	No	7	935.4286
	Yes	473	1023.1543
Overall		480	1021.8750

Tabelle 18 Häufigkeiten der enteralen und parenteralen Ernährung pro Pflegetag

Eine Dokumentation über die orale Unterstützung bei der Nahrungsaufnahme wurde in der Pflegekurve hingegen nicht standardisiert dokumentiert. Da ein Großteil der erhobenen Pflegetage unter Vollbeatmung und Sedierung stattfand, ist diese Pflegeleistung nur ab und zu im Verlaufsbericht vorhanden und konnte aufgrund der fehlenden Zuverlässigkeit der Dokumentation nicht als analysefähige Leistung mit aufgenommen werden.

Monitoring

Vitalzeichen des Patienten werden beobachtet und in der Kurve grundsätzlich stündlich dokumentiert. Aus diesem Grund ist hier keine zustandsbezogene Merkmalserhebung möglich. Kritische Vitalfunktionen sind daher nicht quantitativ in der Dokumentation ersichtlich, z. B. an einer veränderten Dokumentationsrate, obwohl anzunehmen ist, dass vital gefährdete Patienten eine deutlich engmaschigere Kontrollfrequenz haben, als solche, die stabiler sind. Die stündliche Dokumentation stellt insofern lediglich eine standardisierte Abschrift der Werte aus dem Monitoring aus forensischer Sicht dar, die zwischenzeitlich durch die automatisierte Überleitung in eine elektronische Dokumentation abgelöst wurde.

Körperpflege

Die Körperpflege wird als Ganzkörperpflege und Teilkörperpflege dokumentiert. In der Regel wird einmal täglich eine Ganzkörperpflege durchgeführt. Wenn der Patientenzustand kritisch ist und die (auch passive) Bewegung des Patienten zu einer großen vitalen Gefährdung führt, wird lediglich eine Teilkörperpflege durchgeführt. Teilkörperpflegen finden zusätzlich auch nach Bedarf statt, ebenso bei Notwendigkeit weitere Ganzkörperpflegen z. B. nach starkem Schwitzen oder wenn Flüssigkeiten Patient oder Bett verunreinigt haben. Der Pflegetag mit den meisten Körperpflegen weist eine Ganzkörperpflege und sechs Teilkörperpflegen auf. Ein Zusammenhang zwischen den beiden Körperpflegevariablen besteht nicht (Abbildung 21). Die Korrelation zwischen beiden Variablen in der Stichprobe beträgt r = .07.

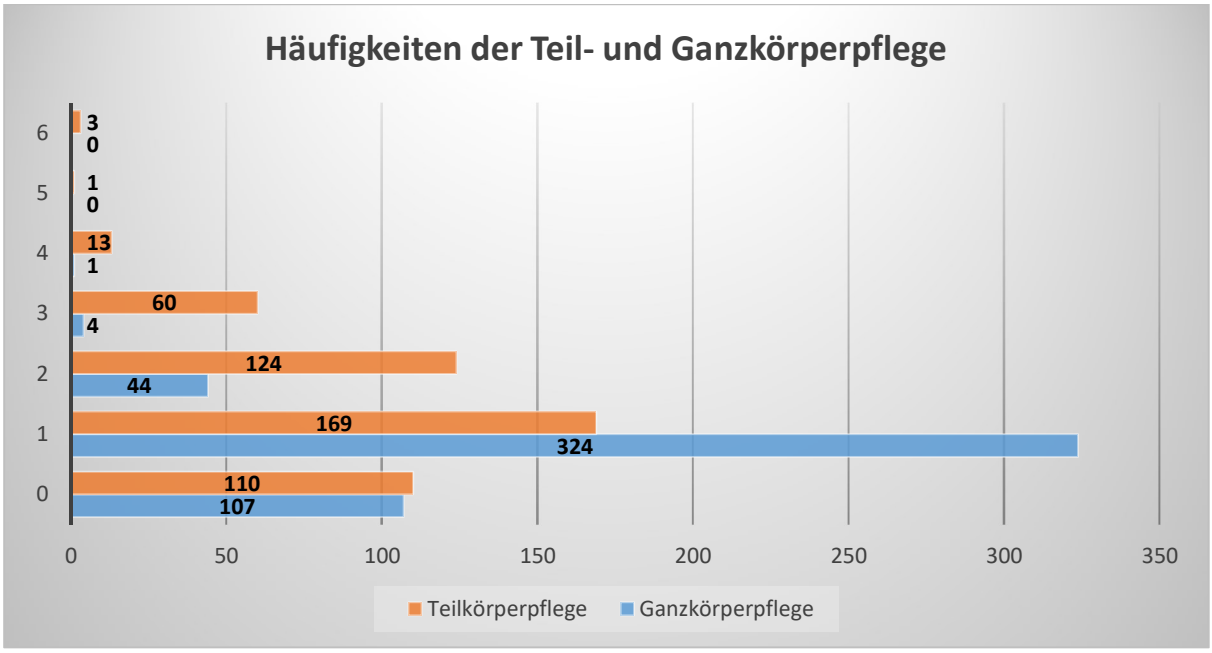

Abbildung 21 Häufigkeiten der Teil- und Ganzkörperpflegen in der Stichprobe

Pflegetage können entsprechend in verschiedenen Kombinationen Teil- oder Ganzkörperpflege(n) enthalten. Es gibt 22 Pflegetage in der Stichprobe, die weder eine Ganz- noch eine Teilkörperpflege enthalten.

Lagerung und Bilanz

vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
Lagerung	480	7,81	3,12	8	7,65	2,97	0	21	21	0,69	1,85	0,14
Bilanz	480	14,72	5,26	15	14,76	5,93	0	24	24	-0,15	-0,26	0,24

Tabelle 19 Deskriptive Ergebnisse der Variablen Lagerung und Bilanz

In der Stichprobe wird ein Patient durchschnittlich acht Mal pro Pflegetag gelagert, bei einer Standardabweichung von drei Lagerungen (Tabelle 19). Arithmetisches Mittel und getrimmtes Mittel

liegen nah beieinander, auch der Median liegt bei acht Lagerungen pro Pflegetag. Die Dichtekurve laut Abbildung 22 weist eine leichte Rechtsschiefe bei einer Spannweite von null bis 21 Lagerungen pro Pflegetag auf und einem Modus bei sieben Lagerungen pro Pflegetag.

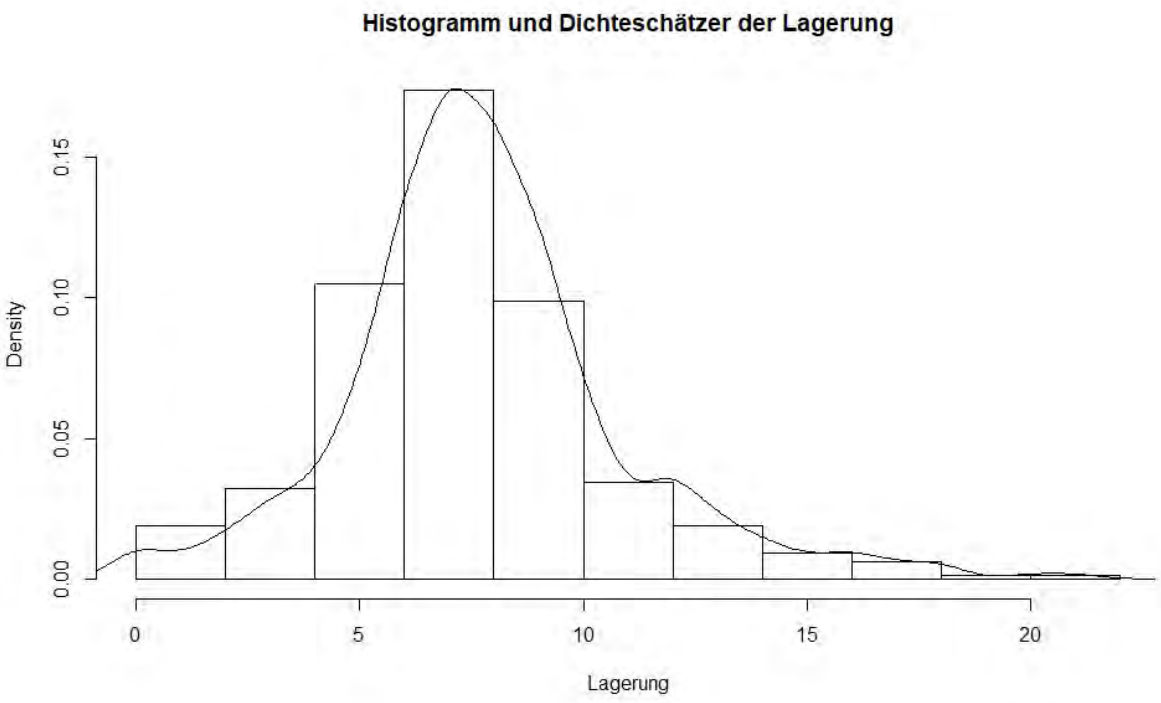

Abbildung 22 Verteilung der Lagerungshäufigkeit in der Stichprobe

Die Bilanz wirkt mit einer leichten Linksschiefe von -0.15 und mit einer Kurtosis von -0.26 beinahe normalverteilt, Median und Mittelwert liegen nah beieinander, der getrimmte Mittelwert liegt ebenfalls nahe beim empirischem Mittelwert und dem Median von 15 und auch der Modus liegt bei 15 (*SD* 5.26).

In der grafischen Darstellung von Abbildung 23 ist jedoch gut zu erkennen, dass es im Bereich von 24 Bilanzierungen einen deutlichen Anstieg gibt, der die Glockenverteilung beeinträchtigt. Es gibt 40 Pflegetage bzw. 8 Prozent aller Pflegetage, die stündlich bilanziert wurden und damit ganz am rechten Rand der Häufigkeitsverteilung liegen.

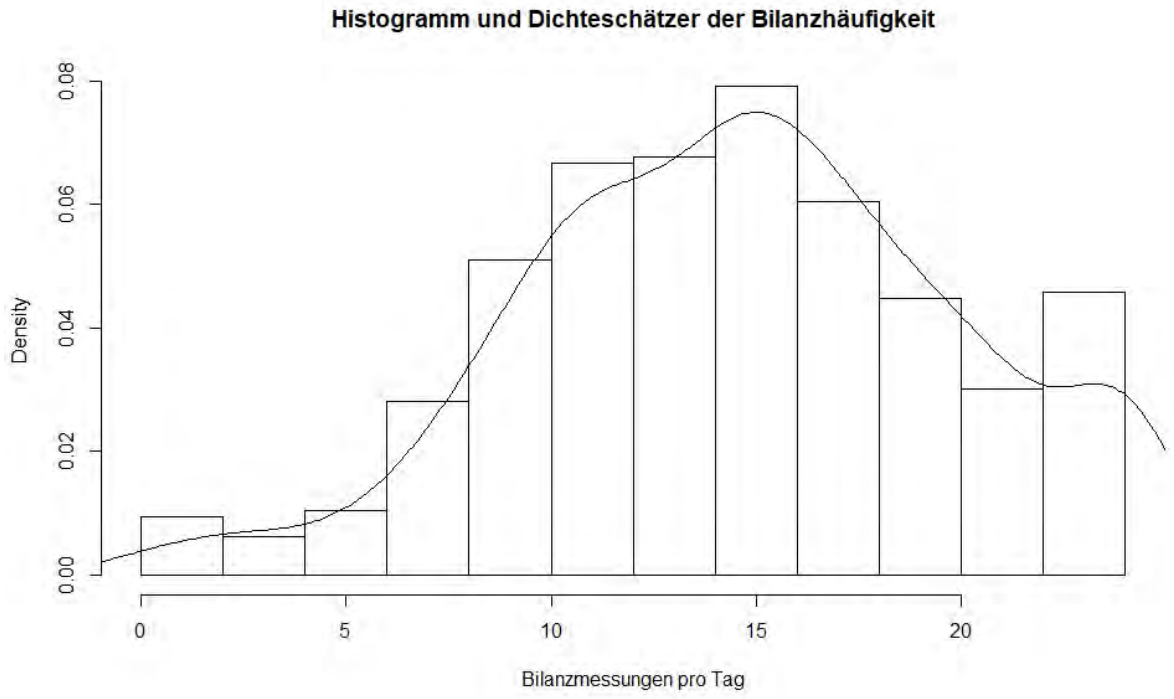

Abbildung 23 Häufigkeit der Bilanzierungen pro Pflegetag

Weaning und CPAP

Das Weaning ist ein Verfahren zur Beatmungsentwöhnung und zur Wiederherstellung der Spontanatmung, was insbesondere bei langzeitbeatmeten Patienten notwendig wird, um den Körper wieder an die eigenständige Atmung heranzuführen. (Thiemes Intensivpflege und Anästhesie 2011, S. 167 ff.)

Hierzu wird unter ständiger Anwesenheit der Pflegekraft der Beatmungsdruck der Maschine für eine bestimmte Zeit reduziert bzw. abgestellt und die selbständige Atmung des Patienten trainiert. Als unterstützendes Verfahren wird die Maskenbeatmung (CPAP) eingesetzt. Sie ist mit dem Weaningverfahren assoziiert, kann jedoch auch davon völlig unabhängig geschehen, z. B. um einem grundsätzlich nicht beatmeten Patienten die Atmung phasenweise zu erleichtern. Abbildung 24 zeigt, dass das Weaning eher einer einmal täglichen Prozedur gleicht, während das CPAP-Verfahren durchaus unterstützend über den Tag mehrfach angewendet wird. Das gesamte Weaningverfahren wird in einem eigenen Formular protokolliert. (Thiemes Intensivpflege und Anästhesie 2011, S. 168 ff.)

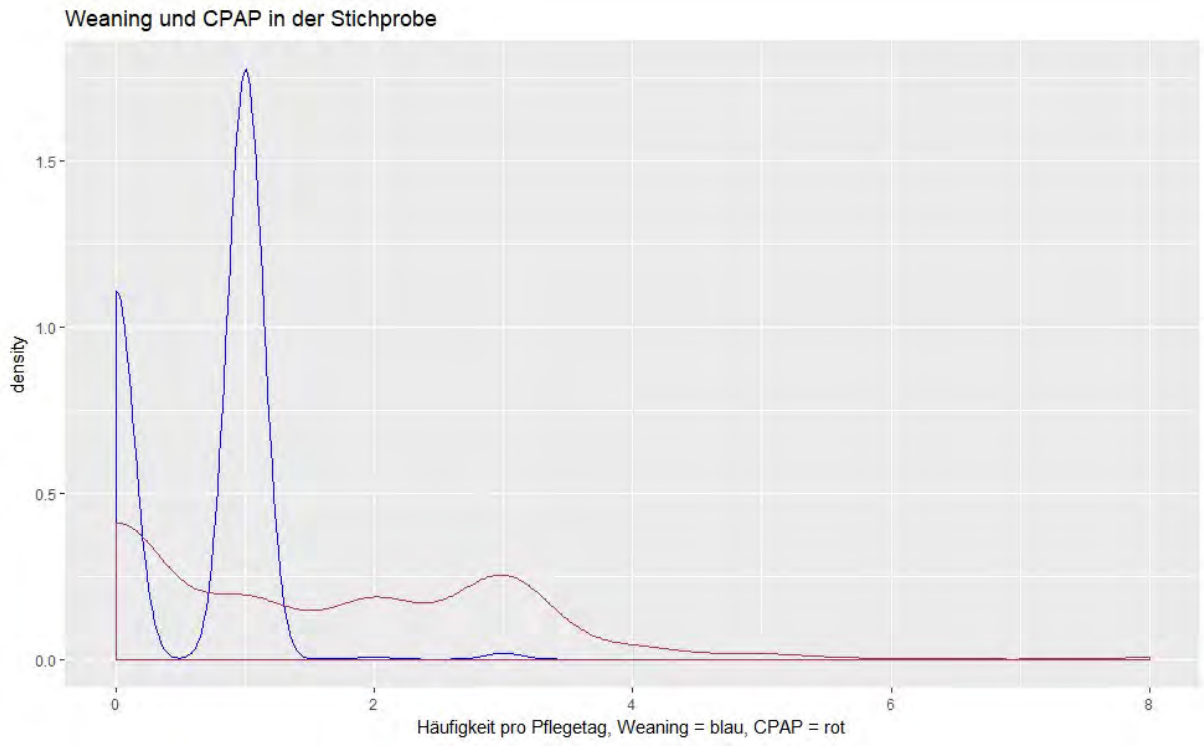

Abbildung 24 Vergleich der beiden beatmungsassoziierten Methoden CPAP und Weaning

Wundversorgung, Drainagen und Absaugen

Das Vorhandensein einiger Variablen aus dem Leistungspaket Pflegeleistungen ist krankheitsabhängig, z. B. sind die Wundversorgung und die Drainagekontrolle in der Regel postoperative Pflegemaßnahmen. Das Absaugen ist mit einer pneumonologischen Symptomatik verknüpft. Es gibt eine Reihe von Pflegetagen, die bei diesen Variablen keine Ausprägung besitzen, weil sie nicht Bestandteil der notwendigen Fall-Versorgungsleistung sind, ähnlich, wie dies bei den Zu- und Ableitungen der Fall ist.

Betrachtet man die Verteilungskurven in Abbildung 25, liegen keine eingipfeligen Kurven vor, sondern es gibt eine Reihe an Pflegetagen, die keine Leistung haben (in der Stichprobe mit null bewertet), sowie einen zweiten Verteilungsgipfel mit den entsprechenden Häufigkeiten des Vorkommens der Pflegeleistungen je Pflegetag. Bei allen drei Variablen liegt der Modus bei „Null“ Leistungen, während die anderen Maße der zentralen Tendenz, die in Tabelle 20 abgebildet sind, sich um den Bereich des zweiten Häufigkeitsgipfels verteilen. An 152 Pflegetagen wurde keine Wundversorgung dokumentiert, an 84 Pflegetagen wurde nicht abgesaugt und 181 Pflegetage wiesen keine Drainagekontrolle auf.

vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se	Modus
Drainagekontrolle	480	5,3	5,93	4	4,43	5,93	0	28	28	1	0,34	0,27	0
Wundversorgung	480	2,01	2,03	2	1,74	2,97	0	11	11	1,14	1,51	0,09	0
Absaugen	480	5,27	4,72	5	4,72	4,45	0	44	44	1,97	9,99	0,22	0

Tabelle 20 Deskriptive Ergebnisse der Variablen Drainagekontrolle, Wundversorgung, Absaugen

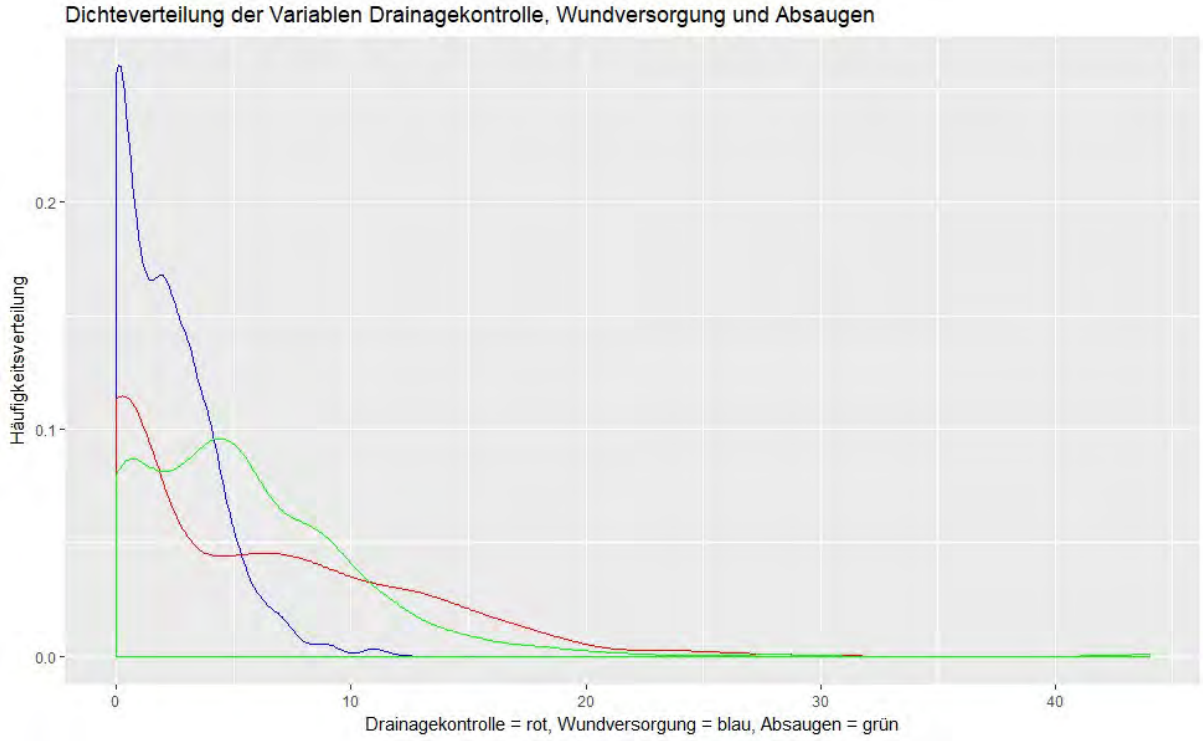

Abbildung 25 Dichteverteilung von Wundversorgung, Absaugen und Drainagekontrolle

Pflegevariablen aggregiert

Zusammenaddiert wurden folgende Einzelvariablen:

- Ganzkörperpflege
- Teilkörpflege
- Bilanz
- Drainagekontrolle
- Lagerung
- Wundversorgung
- Ernährung iv
- Ernährung über Sonde
- Absaugen
- CPAP

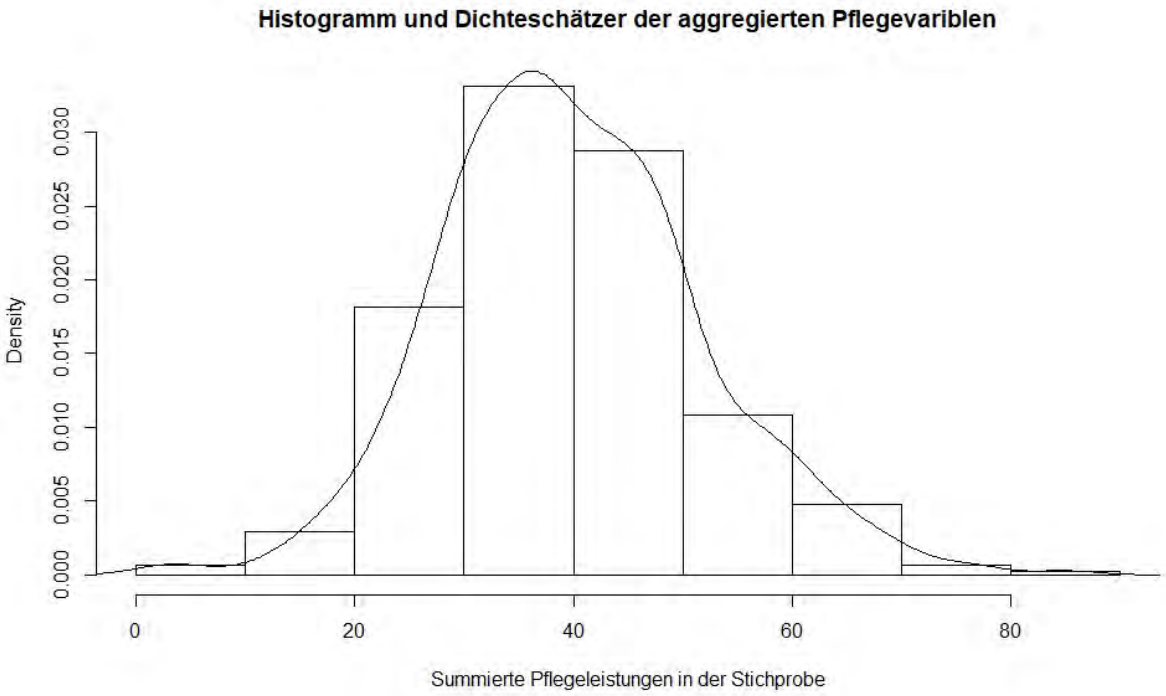

Abbildung 26 Summenscore der Pflegeleistungen pro Pflegetag - Häufigkeit in der Stichprobe

Abbildung 26 zeigt, dass durch die Summenbildung aus den oben beschriebenen Einzelvariablen wieder eine Glockenkurve entsteht.

4.2 Darstellung der funktionalen Analyseergebnisse

Ausgehend von einem klassischen Tagesablauf im Krankenhaus ist wahrscheinlich, dass bestimmte Leistungen (z. B. nicht kontinuierlich durchgeführte, periodische oder elektive Leistungen) häufiger im Tagdienst oder primär im Frühdienst durchgeführt werden und nicht gleichmäßig über den Tag verteilt sind, da sich das Aufgabenspektrum der Pflegekräfte nach den strukturellen Bedingungen des Krankenhauses und dem physiologischen Tagesablauf des Patienten richten. Funktions- und Diagnostikabteilungen sind am Universitätsklinikum Bonn zwar immer in Bereitschaft und 24 Stunden erreichbar, haben jedoch eine werktägliche Regelarbeitszeit, in der alle planbaren Untersuchungen durchgeführt werden. Studien belegen, dass die pflegerische Arbeitsintensität je Schicht variiert und dass sie im Nachtdienst geringer ist als im Tagdienst. (vgl. Debergh et al. 2012, S. 1441)

Während im Tagdienst regelhaft Untersuchungen durchgeführt werden, grundpflegerische Tätigkeiten, Wundversorgung und Ähnliches einen größeren Einfluss auf den Zeitaufwand haben, spielen im Nachtdienst eher überwachende und intermittierend kontinuierlich durchzuführende Variablen eine Rolle, wie z. B. Vitalzeichenkontrolle, Lagerung, Absaugen oder Bilanzierung. Lediglich akute Komplikationen und Notfallindikationen führen zu nächtlicher Funktionsdiagnostik oder Operationen. Es ist demnach möglich, dass sich in den einzelnen Schichten andere Abhängigkeiten des Zeitaufwands zu unterschiedlichen Variablen ergeben, als im Gesamtaufwand eines Pflegetages.

Aus diesem Grund werden in den funktionalen Analysemethoden die unabhängigen Variablen zur Suche nach Mustern nicht nur mit den Aufwandsminuten des gesamten Pflegetages ins Verhältnis gesetzt, sondern auch mit Bezug auf die Aufwandszeiten in den jeweiligen Schichten Frühdienst (Fr), Spätdienst (Sp) und Nachtdienst (Na) getestet und diskutiert.

4.2.1 Ergebnisse der pflegetagbezogenen univariaten Regression

In der linearen Regressionsanalyse sind aus den Einzelvariablen wenige Zusammenhänge zwischen der Pflegeaufwandszeit und den jeweiligen Einzelvariablen zu entdecken. Die meisten Variablen sind auf die Aufwandszeit des gesamten Pflegetages bezogen nicht signifikant. Hierzu gehören die in der Tabelle 21 aufgelisteten Prädiktoren.

unabhängige Variablen	*p* = Signifikanz	*r²* = *Bestimmtheitsmaß*
Prozeduren / erlösrelevante Variablen		
OPSBea	0.633	-0.0016
OPSRea	0.199	0.0013
OPSTracheo	0.764	-0.0019
OPSHypoth	0.222	0.0010
OPSMRE	0.437	-0.0008
OPSSpuel	0.421	-0.0007
OPSChirKompl	0.365	-0.0003
OPSPunkt	0.637	-0.0016
OPSTEE	0.463	-0.00096
OPSMedi	0.647	-0.0016
OPSHerzkath	0.174	0.0017
OPSDefi	0.477	-0.0010
OPS CT	0.334	-0.00013
OPS OP	0.28	0.00035
Pflegeparameter und Patientenscores		
Lagerung	0.858	-0.002025
Wundver	0.162	0.001997
TKoerPfl	0.446	-0.0008716
GkoerPfl	0.2727	0.0004296
Bilanz	0.1369	0.0025
Drainkont	0.5032	-0.001152
Ernaehriv	0.3372	-0.00016
ErnaehrSond	0.581	-0.0014
StuhlInkont	0.552	-0.0013
Zu- und Ableitungen		
StomTracheo	0.9959	-0.0020
StomGastro	0.2465	0.00072
StomColoIleo	0.3485	-0.00024
Absaug	0.907	-0.0020
Buelau	0.138	0.00275
Drain	0.784	-0.0019
MS	0.517	-0.00212
arthKath	0.5419	0.00565
ZVK	0.5666	-0.0014
DKSFK	0.4262	-0.00076
Aggregierte Leistungen		
Pflegeleistungen aggregiert	0.304	0.0001253
Strukturmerkmal		
GeVK	0.987	-0.0020
TISS Einzelitems		
TISSinkraD	0.5568	-0.00137
TISSIntEx	0.1869	0.00155

Tabelle 21 Variablen, die in der Regression zur Aufwandszeit nicht signifikant sind

Entgegen der Annahme, dass Pflegeleistungen die Aufwandszeit beeinflussen, ist fast keine Pflegeleistung bezogen auf die Aufwandszeit in der univariaten Regression signifikant. Auch ein Zusammenhang zwischen der Summe aller Pflegeleistungen (aggregierte Pflegeleistungen) und der Aufwandszeit pro Pflegetag kann nicht hergestellt werden (p = .30). Die Regressionsgrade geht durch die Punktwolke der Pflegeleistungen und tendiert eher zu weniger Minutenaufwand bei steigender Summe der Pflegeleistungen pro Pflegetag als umgekehrt (Abbildung 27).

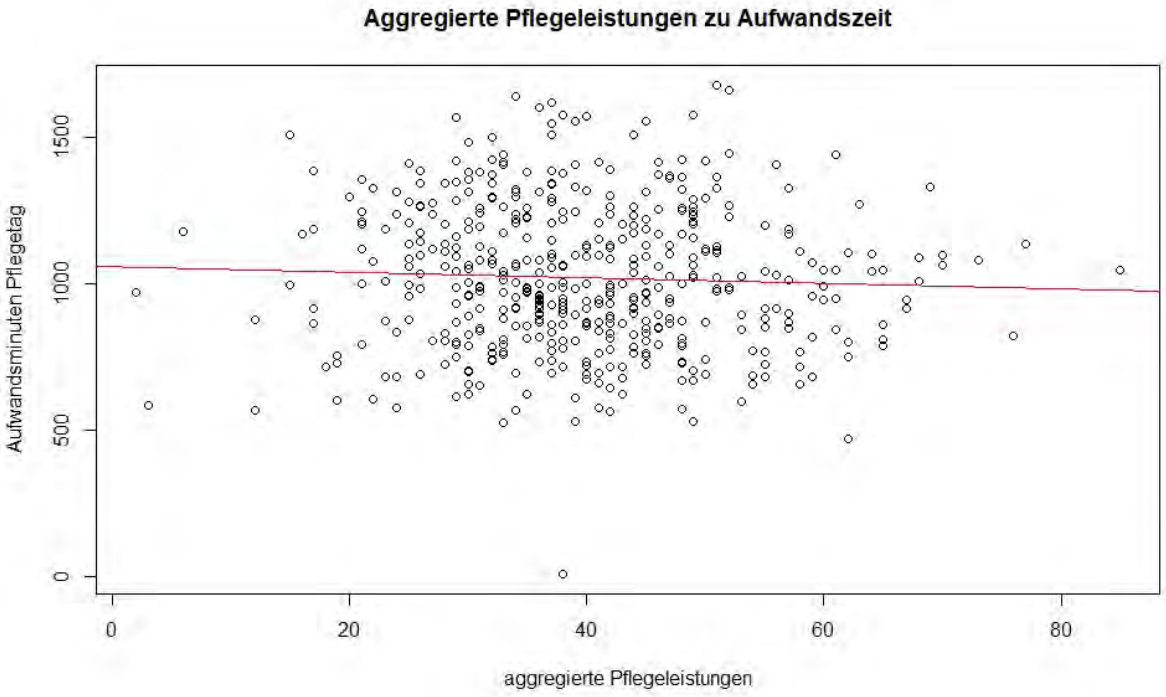

Abbildung 27 univariate Regression - Summenscore Pflegeleistungen zu Aufwandszeit

4.2.1.1 Signifikante erlösrelevante Leistungen

OPS ECMO

Eine in der univariaten Regression signifikante Variable (p = 1.69^{e-6}) ist die Prozedur der OPS ECMO (extrakorporale Membranoxygenierung). Diese Prozedur steht für ein hochaufwändiges Lungenersatzverfahren, welches erst seit wenigen Jahren medizinisch möglich ist. Es sorgt für eine völlige Ruhestellung der Lungenflügel, wenn diese z. B. aufgrund einer Endzündung nicht mehr in der Lage sind, die Funktion der Sauerstoffaufbereitung zu übernehmen. Dies geschieht – vereinfacht gesagt – über eine spezielle Maschine. Da hierbei der komplette Blutfluss des Menschen über eine Maschine reguliert wird, ist das Verfahren technisch und personell extrem aufwändig und wird über ein Zusatzentgelt, zusätzlich zu der eigentlichen DRG abgerechnet. In Abbildung 28 ist an den Boxplots klar zu erkennen, dass Pflegetage ohne ECMO-Therapie deutlich weniger Aufwandszeit benötigen, als

Pflegetage mit ECMO-Therapie. An 79 von 480 Pflegetagen wurde die Prozedur ECMO kodiert. Dies entspricht 16 Prozent. Das Bestimmtheitsmaß entspricht knapp fünf Prozent (r^2 = .045).

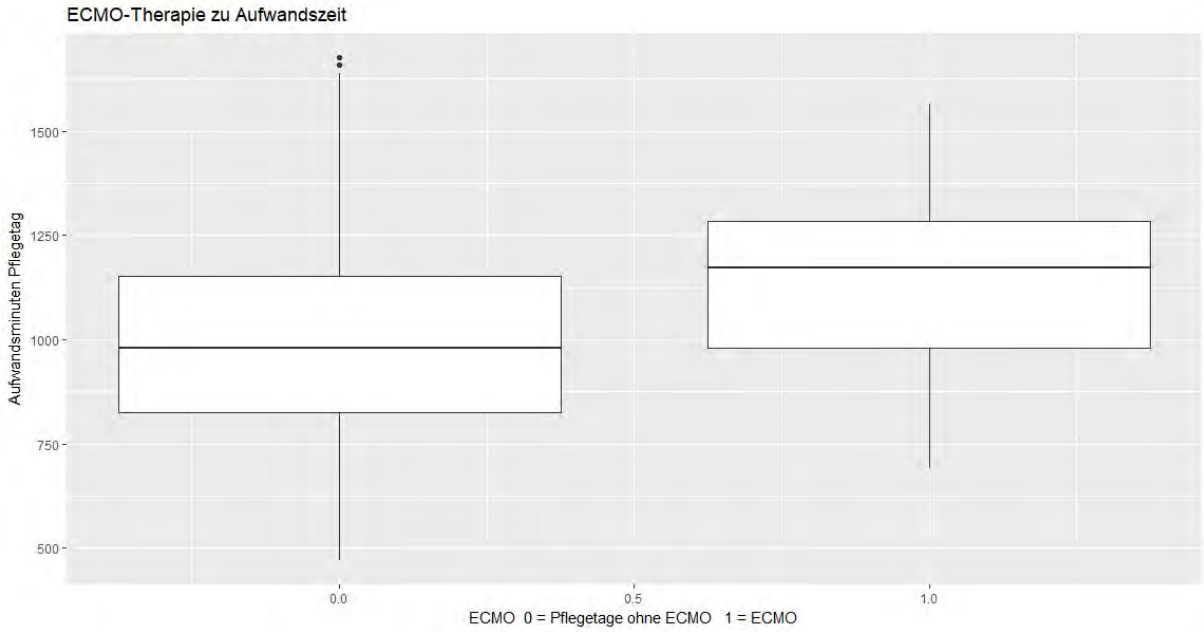

Abbildung 28 Boxplot - OPS ECMO zu Aufwandszeit

OPS Dialyse

Die Prozedur Dialyse ist in der univariaten Regression signifikant zur Aufwandszeit (p = 0.035) mit einem Bestimmheitsmaß von r^2 = .007. Es ergibt sich ein geschätzter Mehraufwand von 54 Minuten je Prozedur (Abbildung 29).

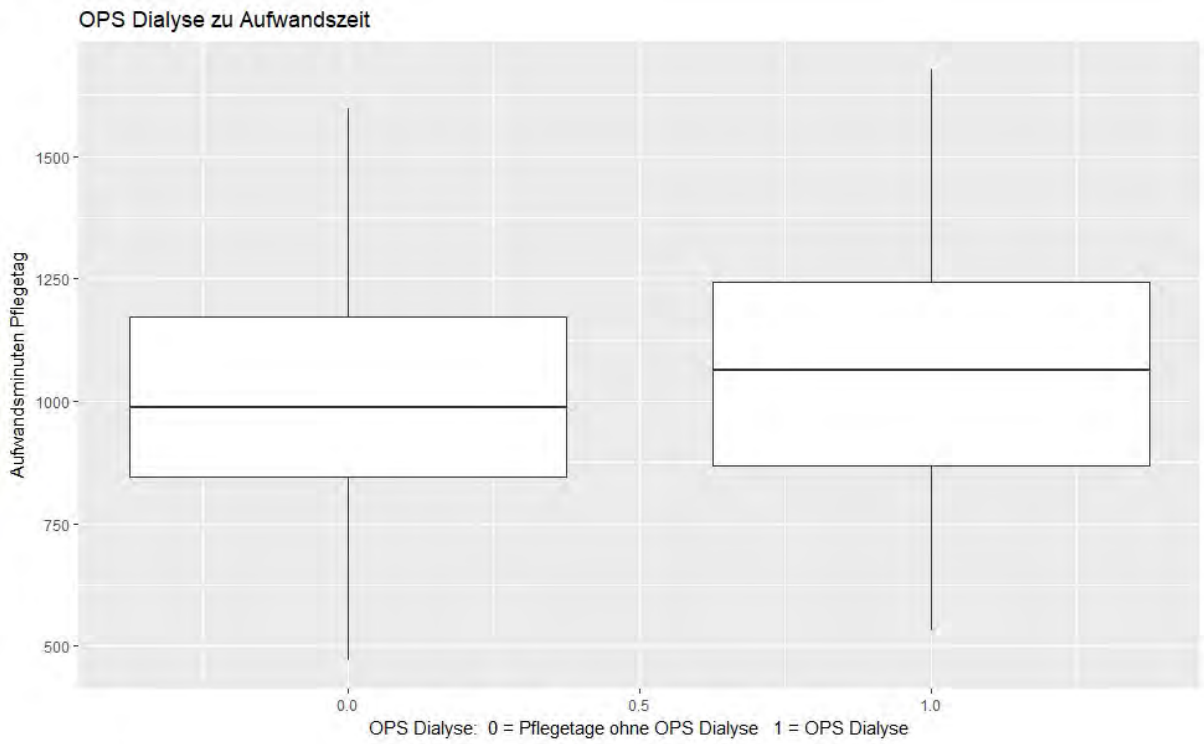

Abbildung 29 Boxplot OPS Dialyse zu Aufwandszeit

OPS Intubation

Der Aufwandsschätzer für die Intubation liegt in der univariaten Regression bei 133 Minuten (vgl. Abbildung 32), bei einer Signifikanz von.02 und r^2 = .009. Abbildung 30 zeigt die Unterschiede im Zeitaufwand mit und ohne Intubation.

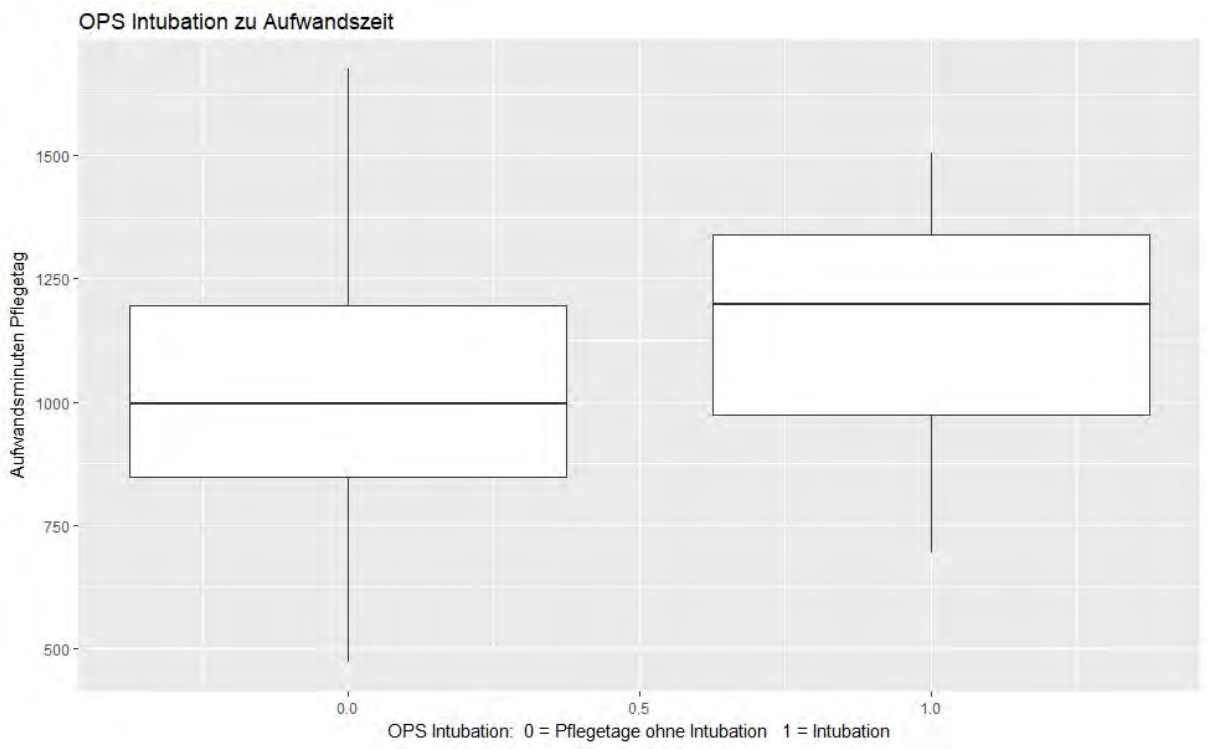

Abbildung 30 Boxplot - OPS Intubation zu Aufwandszeit

OPS Lagerung

Mit der OPS Lagerung wird nicht die übliche Lagerung eines Intensivpatienten auf einer Antidekubitusmatratze kodiert oder die regelmäßigen Umlagerungen zur Vermeidung von Druckgeschwüren. Dieser Code wird kodiert, wenn der Patient auf einer Spezialmatratze liegt, z. B. einem Schwergewichtsbett oder einer programmierbaren Rotationsmatratze oder einem Bett mit automatischer Lagerungsunterstützung. Die Prozedur ist in der Regression zur Aufwandszeit mit p = .045 leicht signifikant und hat ein Bestimmtheitsmaß von r^2 = .006. In Abbildung 31 ist gut zu erkennen, dass der Schätzer mit 216 Minuten eine deutliche Erhöhung der Aufwandszeit annimmt, wenn diese Prozedur vorliegt. Die Prozedur wurde nur fünfmal in allen Pflegetagen kodiert.

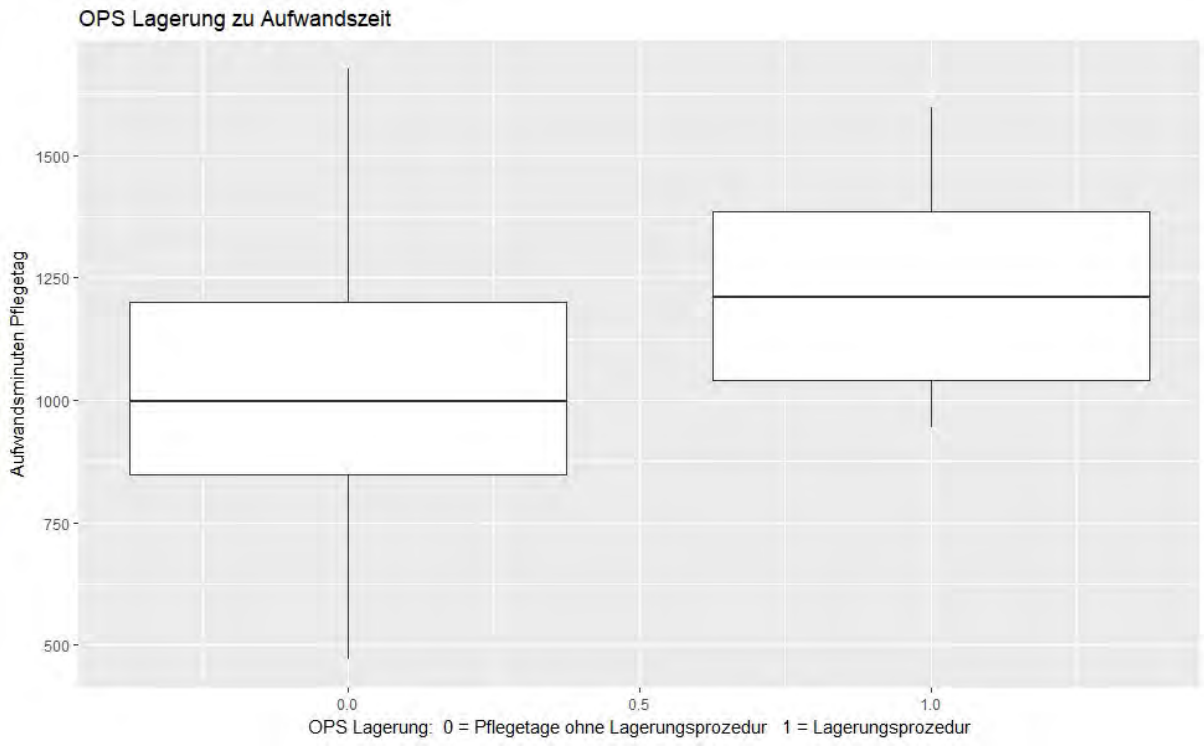

Abbildung 31 Boxplot - OPS Lagerung zu Aufwandszeit

OPS EK

Die Gabe von Erythrozytenkonzentraten (EK) führt im Schätzer der univariaten Regression zu einem Mehraufwand von 71 Minuten mit einer Signifikanz von p = .01 und r^2 = .01 (Abbildung 32).

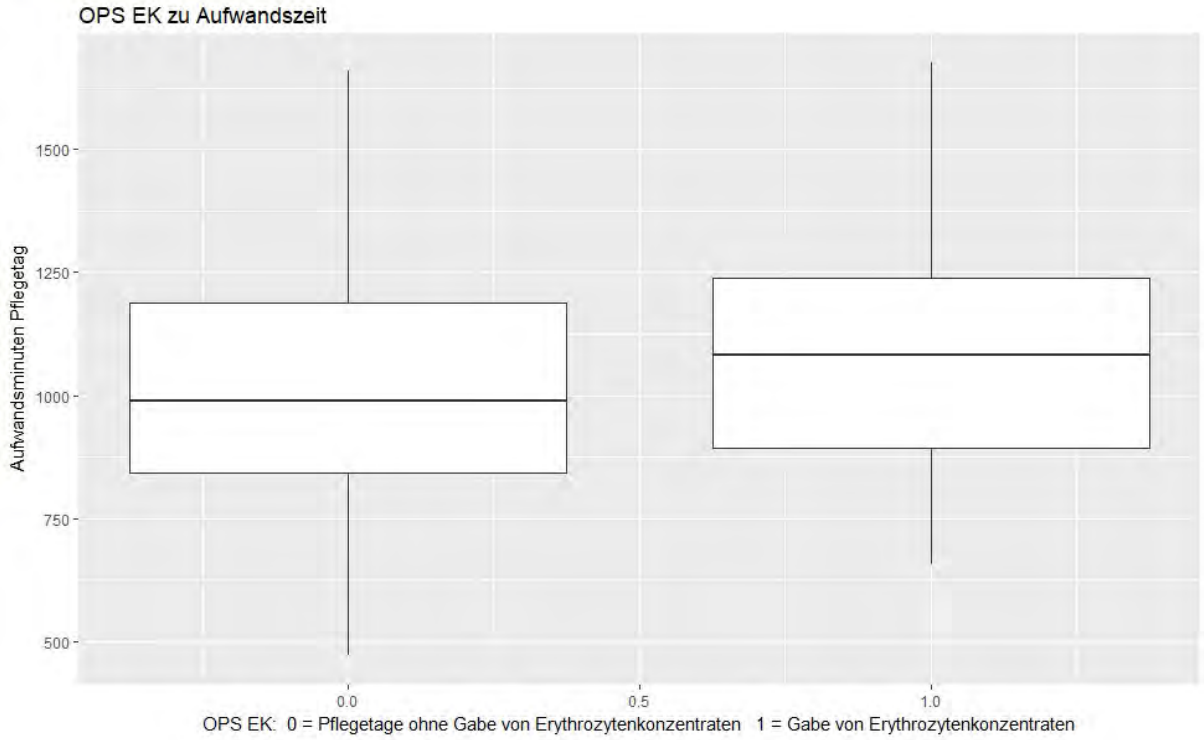

Abbildung 32 univariate Regression - OPS EK zu Aufwandszeit

Sie kam in der Stichprobe 92-mal vor.

OPS ZVD

Die Messung des zentralen Venendrucks (ZVD) wird in der Regression mit einem Mehraufwand von 80 Minuten geschätzt, bei einer Signifikanz von p = .025 und einem Bestimmheitsmaß von r^2 = .008. Die Streubreite beider Kategorien ist dabei groß, die beiden Mediane liegen nah beieinander (Abbildung 33).

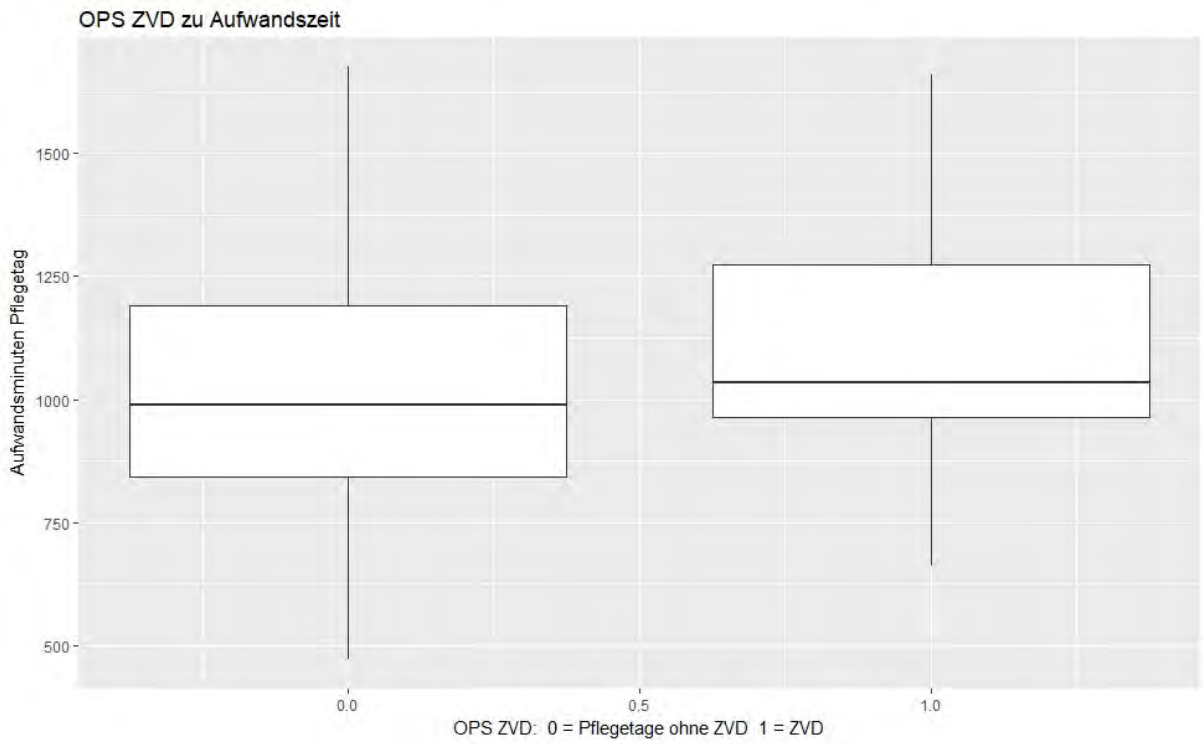

Abbildung 33 univariate Regression - OPS ZVD zu Aufwandszeit

OPS Angiographie und OPS große Wundversorgung

Beide Prozeduren sind ebenfalls auf niedrigem Niveau zur Aufwandszeit signifikant (OPS Angio p = .062, OPS Wunde p = .093) mit gleichfalls niedrigen Bestimmtheitsmaßen (OPS Angio r^2 = .005, OPS Wundversorgung r^2 = .004).

OPS Endoskopie

Die Endoskopie ist auf höherem Niveau signifikant (p = .003, r^2 = .017) mit einem geschätzten zeitlichen Mehraufwand von 90 Minuten je Endoskopie, bzw. ein Pflegetag enthält sogar zwei Endoskopien (Abbildung 34).

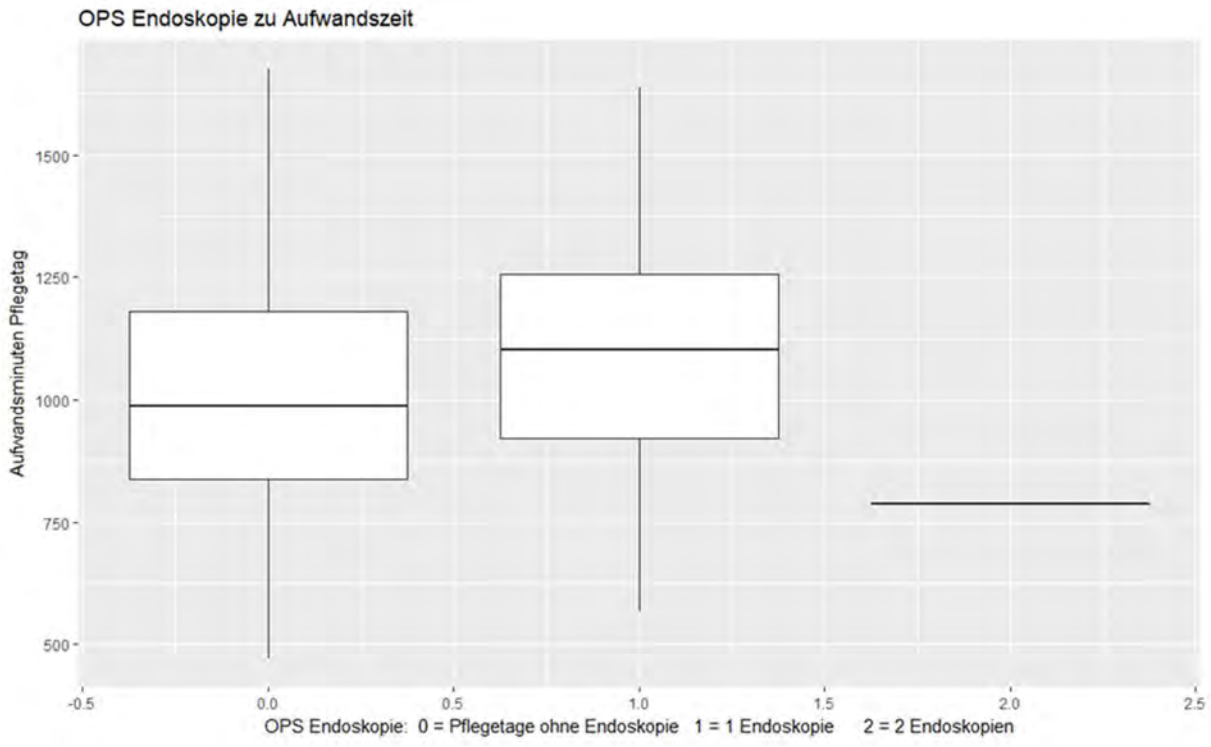

Abbildung 34 Boxplot - Endoskopie zu Aufwandszeit

OPS aggregiert

Die Prozedurensummen pro Pflegetag sind signifikant ($p = 1.11^{e-6}$). Der Pflegezeitaufwand steigt um 39 Minuten je weiterer Prozedur. Wie bei allen Variablen, hat auch diese wieder eine extrem große Streubreite um die Funktion und ein niedriges Bestimmtheitsmaß ($r^2 = .046$, vgl. Abbildung 35).

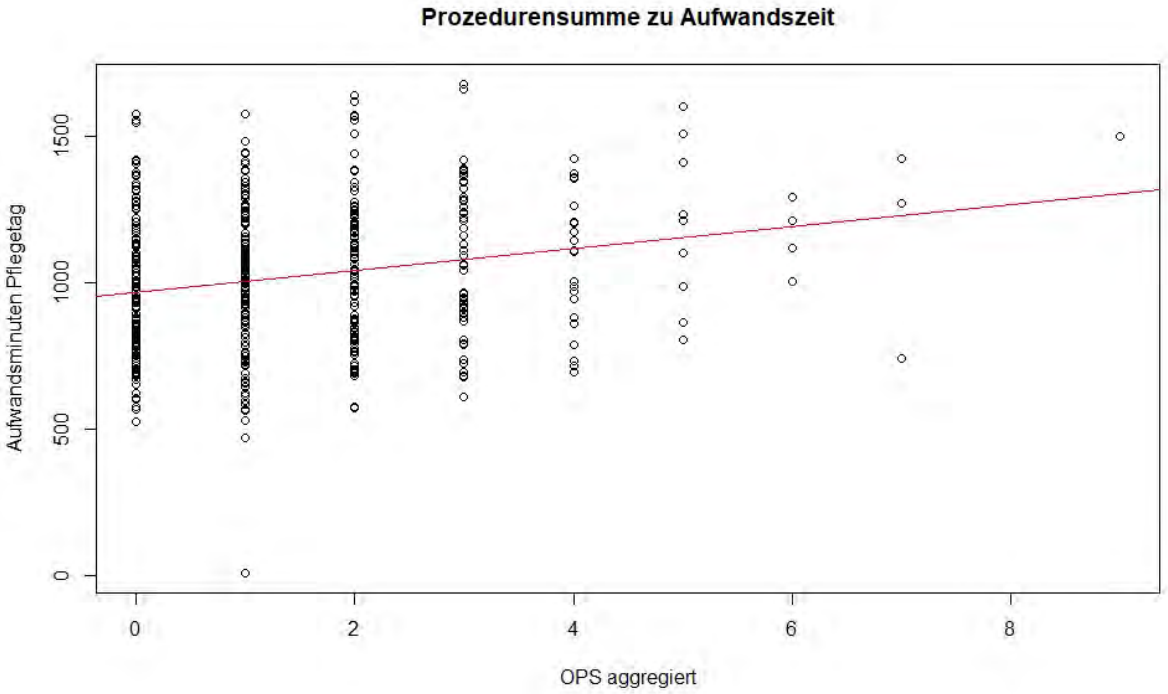

Abbildung 35 univariate Regression - Summenscores vorhandener Prozeduren zu Aufwandszeit

SAPS

In der univariaten Regression ist auch der SAPS zur Aufwandszeit signifikant (p = 7.23^{e-5}). Das Bestimmtheitsmaß liegt bei r^2 = .03, die Punkte streuen ebenfalls sehr weit um die Funktionsgrade herum (Abbildung 36).

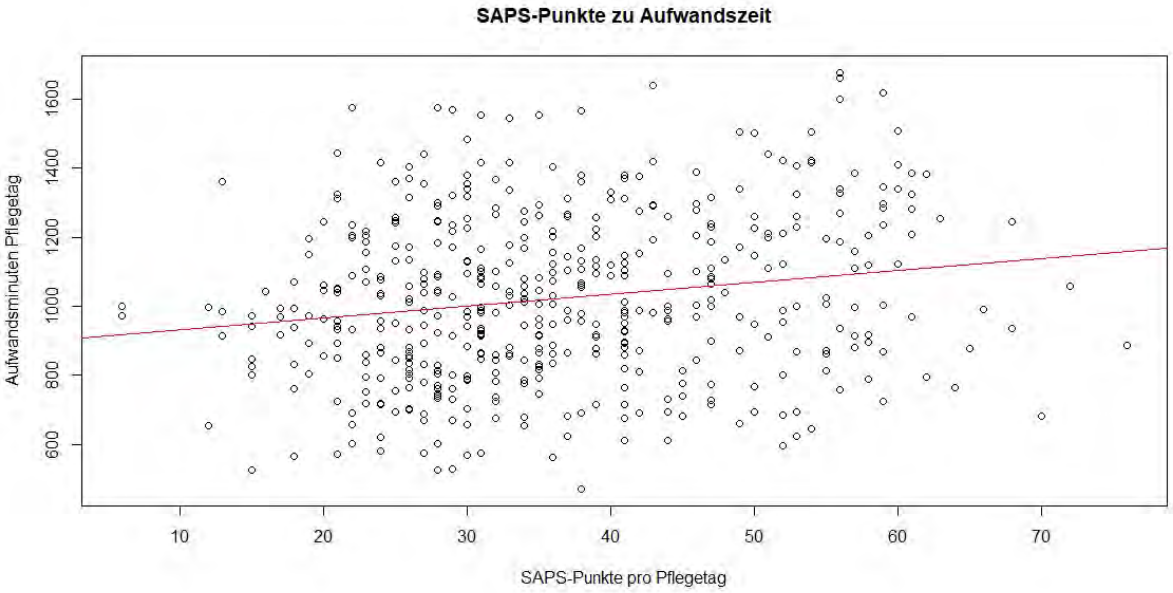

Abbildung 36 univariate Regression - SAPS-Punkte zu Aufwandszeit

TISS-10-Core

Der TISS-10-Core ist zur Aufwandszeit ebenfalls signifikant (p = 1.58^{e-11}), allerdings gibt es erneut eine große Streuung um die vorhergesagte Regressionsgrade (Abbildung 37). Das Bestimmheitsmaß liegt bei r^2 = .09.

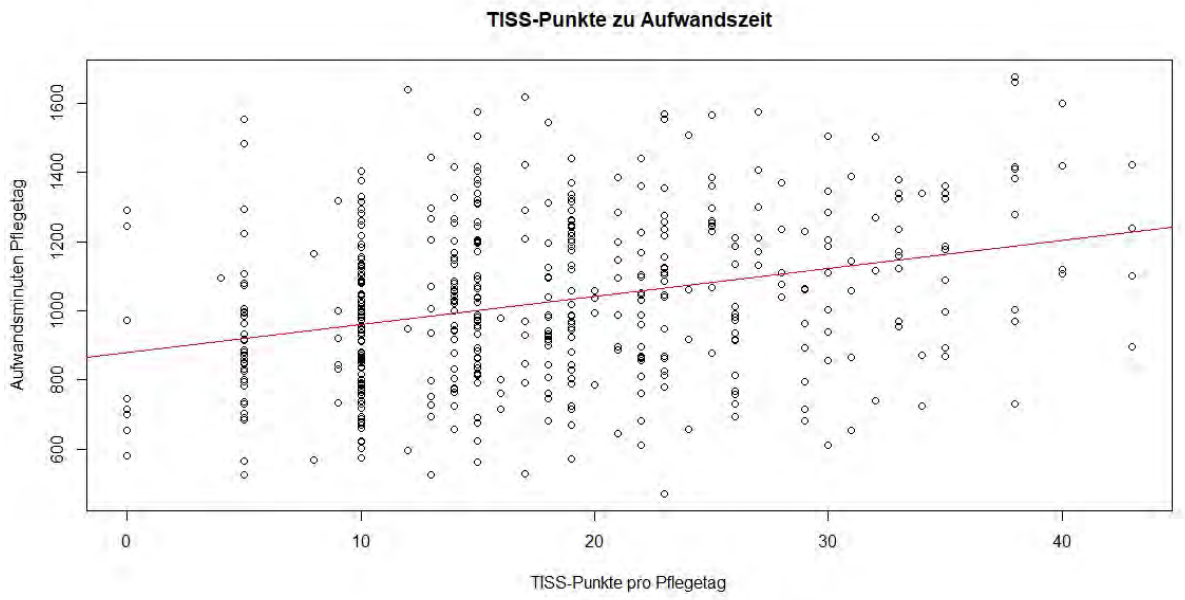

Abbildung 37 univariate Regression TISS-Punkte zu Aufwandszeit

Im Shapiro-Wilk Test in Abbildung 38 ist die Normalverteilung der Residuen darstellbar (W = 0.9941, p = .06).

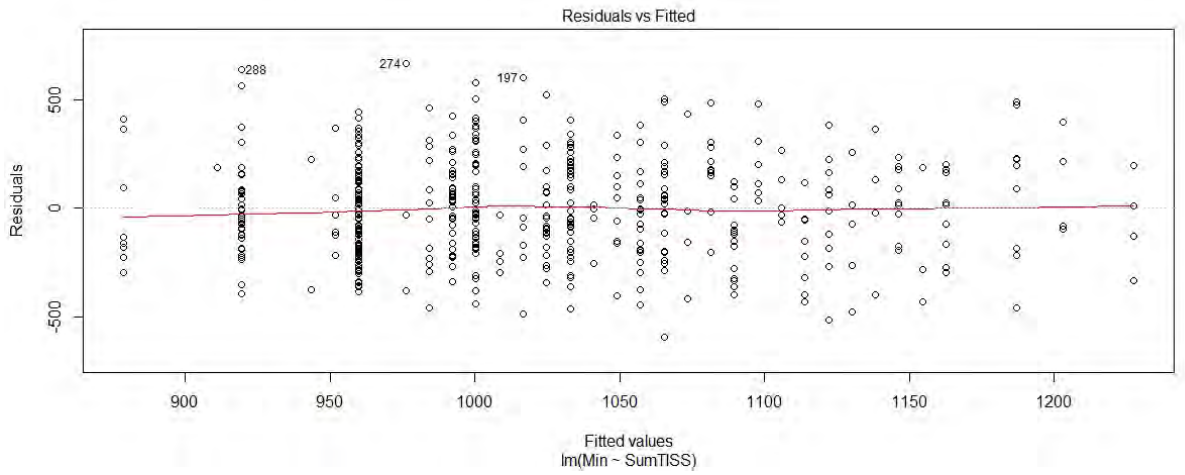

Abbildung 38 Darstellung der Residuen und der im Modell passenden Werte für die TISS-Punkte

Die Einflussnahme des TISS auf den Pflegezeitaufwand beträgt nach der linearen Regression neun Prozent (p = 1.58^{e-11}, r^2 = .089). Die Funktionsgrade für die Abhängigkeit der Aufwandszeit zum TISS-10-Core heißt: „Pflegezeitaufwand *= 878.78 Minuten + 8.11(Min)*TISS-Punkte*“

Die empirische Verteilungsfunktion (Empirisch-kumulative-Verteilungsfunktion Abbildung 39) der TISS-Werte zeigt, dass 30 Prozent aller Pflegetage auf der Intensivstation null bis zehn TISS-Punkte aufweisen und zwanzig Prozent aller Pflegetage 25 bis 40 TISS-Punkte, bei einem Mittelwert von 17.8 TISS-Punkten.

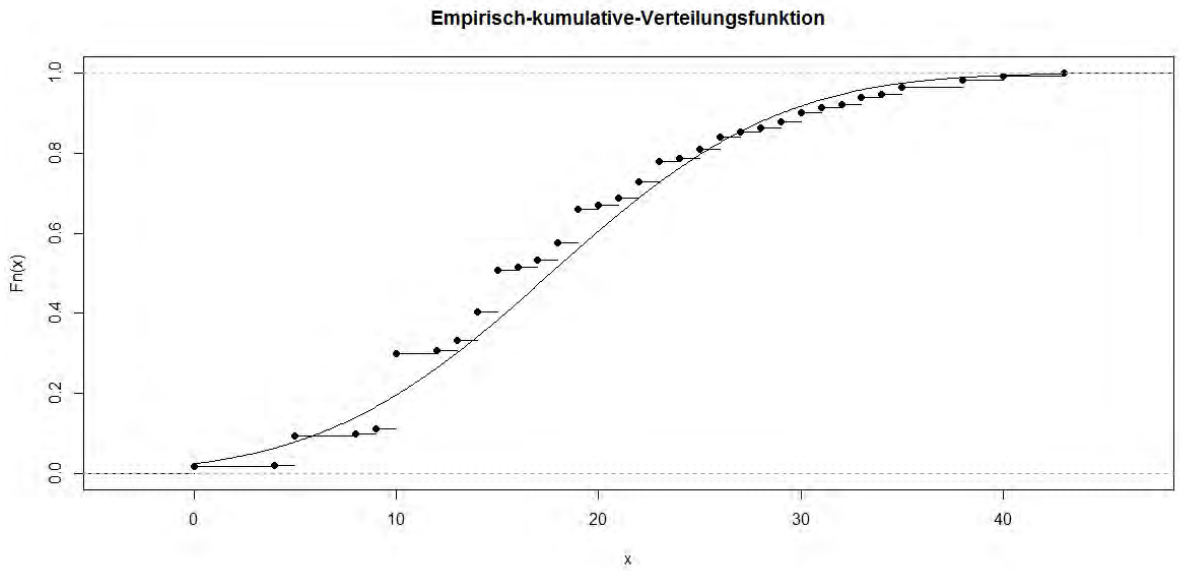

Abbildung 39 Verteilung der TISS-Summen im Verhältnis zur Funktionsvorhersage

Die Funktionsgrafik zeigt, dass die empirischen Werte zum Teil deutlich über oder unter der Funktionsgraden liegen und das dies insbesondere in dem Bereich mit der größten Wertehäufigkeit zwischen acht und 20 TISS-Punkten der Fall ist.

TISS-10-Core Einzelvariablen

Zerlegt man den TISS-10-Core in seine Einzelvariablen, haben diese innerhalb des Stichprobenergebnisses eine sehr unterschiedliche Signifikanz (Tabelle 22). Bis auf die intrakranielle Druckmessung und die Intervention außerhalb der Intensivstation sind alle weiteren Variablen signifikant. TISS-Dialyse und TISS-arterieller Katheter bewegen sich auf niedrigem Signifikanzniveau, deutlich signifikant sind hingegen die Beatmung, die Gabe hochdosierter Katecholamine, der Pulmonaliskatheter, eine metabolische Azidose und eine Intervention, die innerhalb der Intensivstation stattfindet.

TISS Einzelvariablen	
nicht signifikant (Min)	**signifikant (Min)**
	SumTISS 1.58^{e-11} ***
	TISSBea 3.09^{e-04} ***
	TISSKat 4.48^{e-06} ***
	TISSFlue 0.00105 **
	TISSartKath 0.0735 .
	TISSpulKath 5.84^{e-05} ***
	TISSDia 0.0658 .
TISSinkraD 0.5568	
	TISSAzi 2.51^{e-05} ***
	TISSIntICU 1.31^{e-06} ***
TISSIntEx 0.1869	

Tabelle 22 Signifikanz der TISS-10-Core Einzelvariablen

Beatmung

Die Beatmung wird pflegetagbezogen ebenfalls signifikant. Das Bestimmheitsmaß liegt bei r^2 = .035, die Konstante liegt bei 930 Minuten. Der Pflegezeitaufwand steigt mit jeder Beatmungsminute um 0.08 Minuten an (p = 2.38^{e-5}). Die Abbildung 40 zeigt deutlich die ungleiche Verteilung der Minutenwerte in der Stichprobe mit den bereits beschriebenen beiden Häufigkeitsgipfeln bei null und bei 1440 Beatmungsminuten.

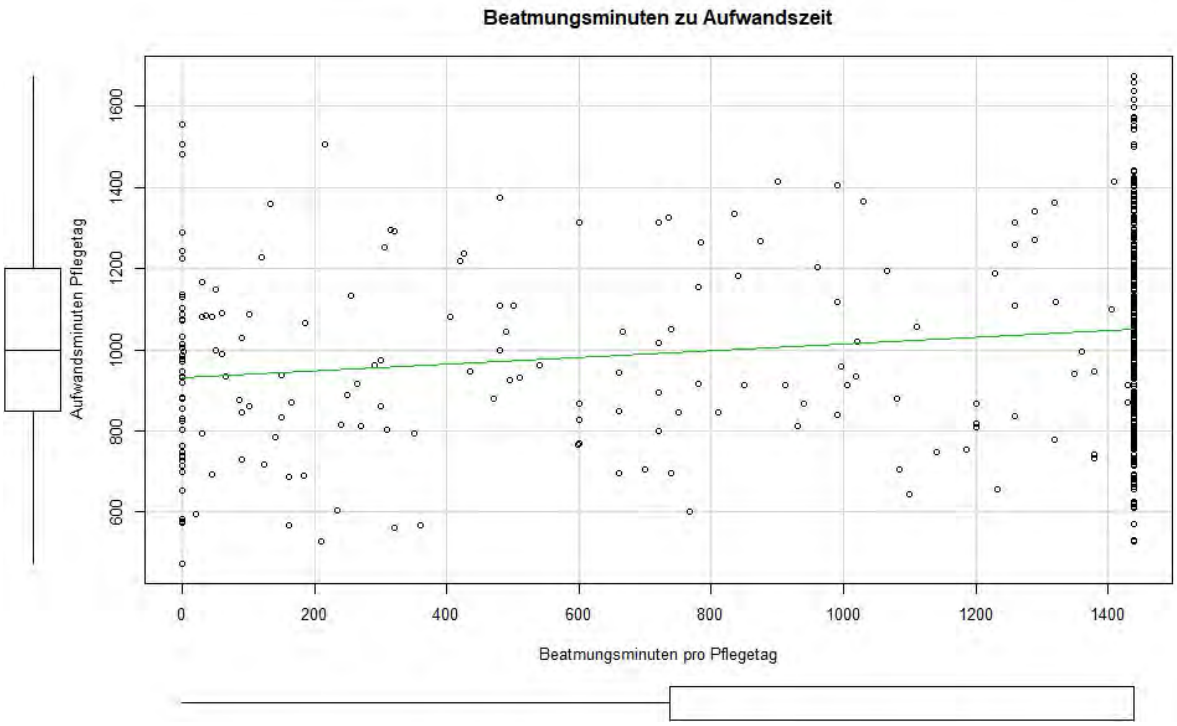

Abbildung 40 univariate Regression - Beatmungsminuten zu Aufwandszeit

4.2.1.2 Signifikante patientenzustandsbezogene Variablen

Richmond Agitating Screening Scale (RASS)

Je RASS-Punkt sinkt die Aufwandszeit um 37 Minuten (Abbildung 41).

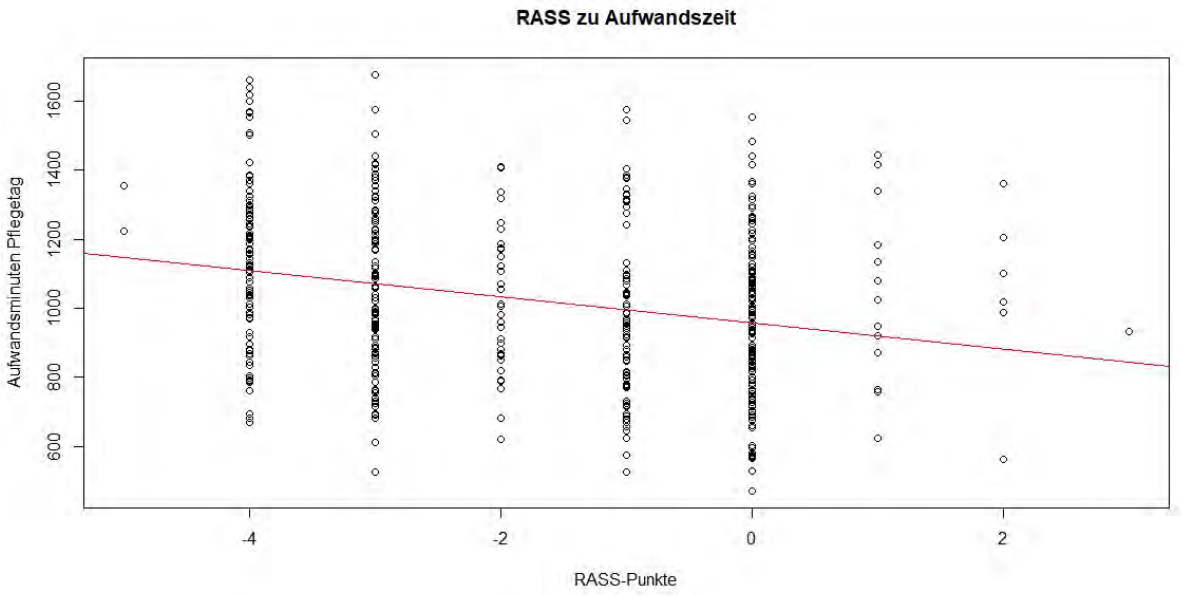

Abbildung 41 univariate Regression - RASS Scoreergebnis zu Aufwandszeit

Die RASS ist signifikant zur Aufwandszeit ($p = 3.94^{e-9}$), die Funktionskurve ist dabei negativ, das heißt, je tiefer der Patient sediert ist, desto höher ist der Pflegezeitaufwand (-5 = nicht erweckbar). Das Bestimmtheitsmaß ist $r^2 = .07$.

4.2.1.3 Signifikante Zu- und Ableitungen

Shaldon-Katheter

Das Vorhandensein eines Shaldon-Katheters erhöht den Pflegezeitaufwand geringfügig (Abbildung 42) und ist signifikant ($p = .007$), bleibt jedoch mit der OPS Dialyse zusammen in der multivariaten Regression nicht signifikant. Die Steigerung des Aufwandes bei Vorhandensein eines Shaldon-Katheters liegt bei 62 Minuten, mit einem Standardfehler von 22.95 (Bestimmtheitsmaß $r^2 = .013$).

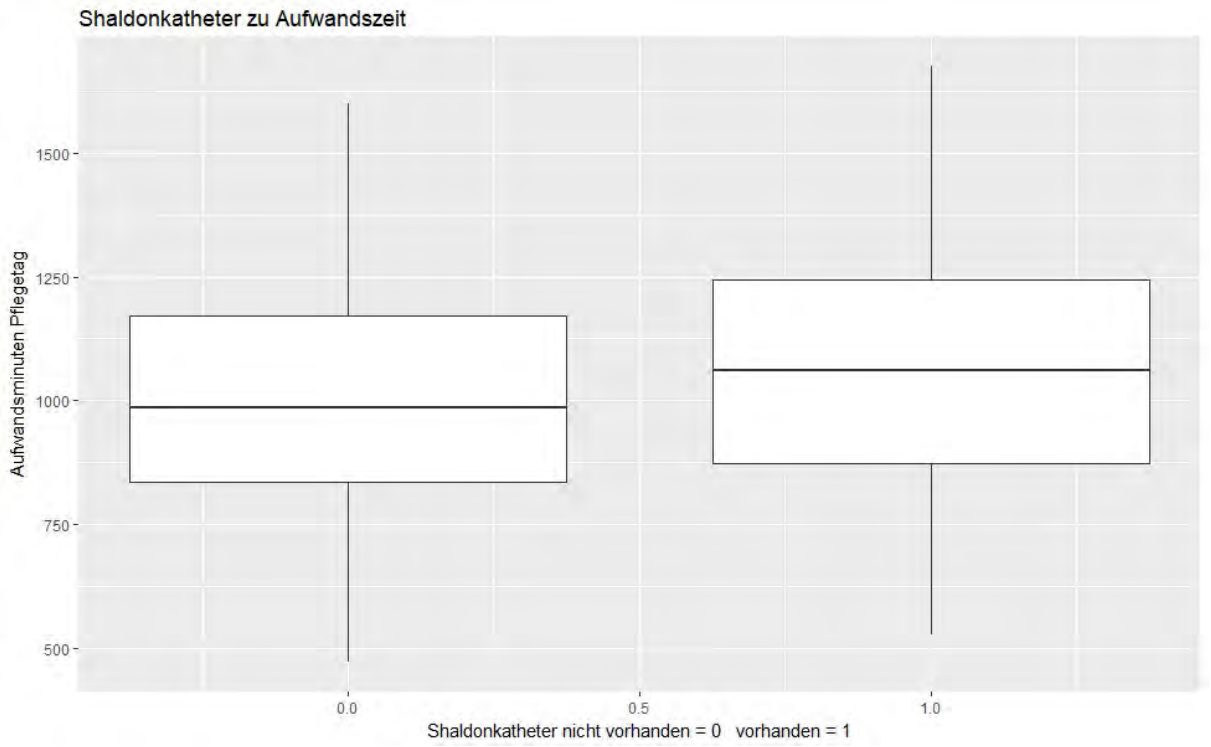

Abbildung 42 Boxplot Vorhandensein eines Shaldonkatheters

Anzahl Perfusoren pro Tag

Die Anzahl der eingesetzten Perfusoren je Pflegetag ist in der linearen Regression auf den Pflegezeitaufwand klar signifikant mit einem für eine Einzelvariable durchaus aussagekräftigen Bestimmtheitsmaß ($p = 1.69^{e-14}$, $r^2 = .11$). Die Funktionsgrade hat eine sichtbare Steigung, jedoch auch hier wieder mit einer deutlichen Residualvarianz (Abbildung 43). Der Schätzer für den Mehraufwand durch einen Perfusor beträgt 34 Minuten je Pflegetag.

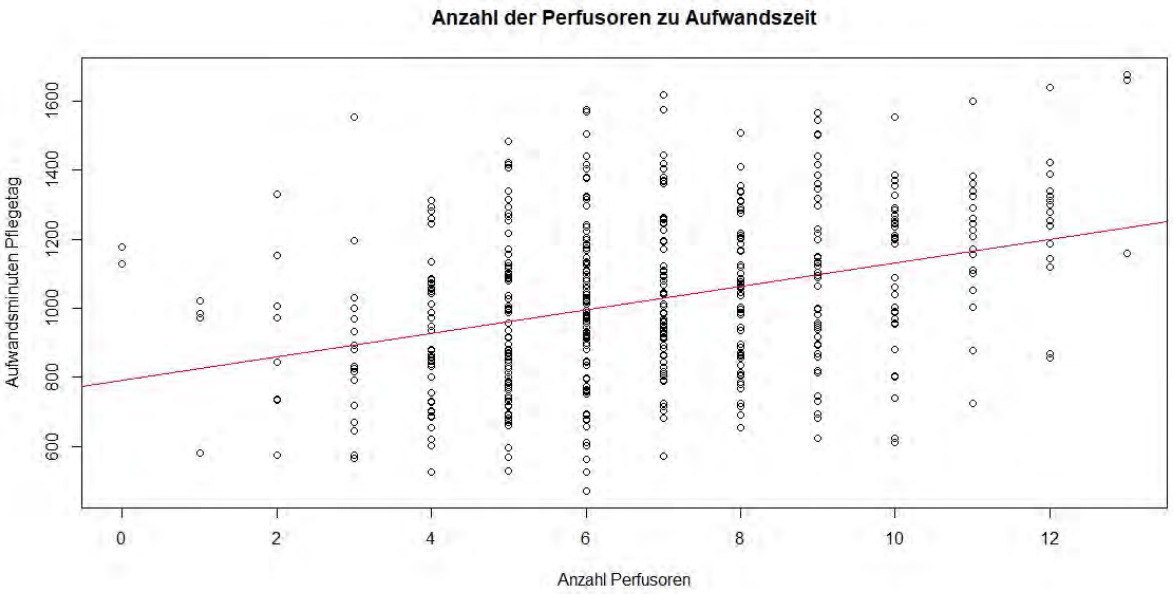

Abbildung 43 univariate Regression - Perfusoren zu Aufwandszeit

Vakuumtherapie (VAC)

Ein Signifikanzniveau weist auch die Vakuumtherapie (VAC, eine spezielle Wundtherapie) zur Aufwandszeit aus (p = .03). Es hat 44 Pflegetage mit einer Vakuumtherapie gegeben, fünf Pflegetage der Stichprobe weisen zwei Vakuumtherapien aus, alle anderen Pflegetage haben keine Vakuumtherapie gehabt (Abbildung 44). Das Bestimmtheitsmaß liegt bei r^2 = .008.

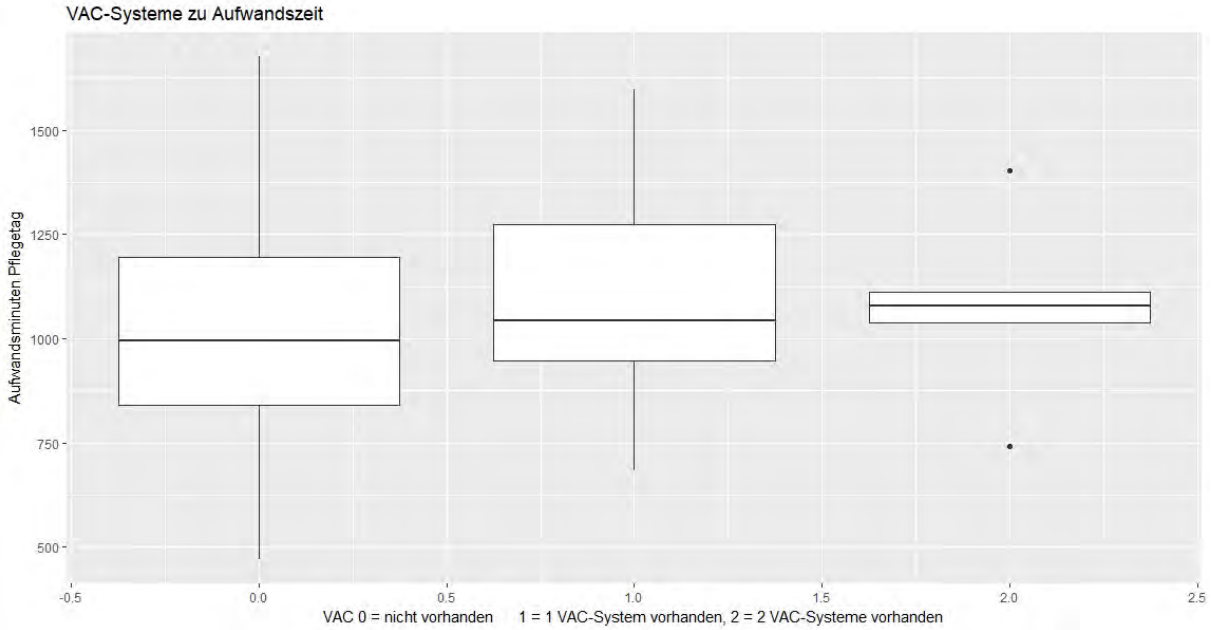

Abbildung 44 Boxplot - Anzahl vorhandener VAC-Drainagesysteme zu Aufwandszeit

Urostoma

Auf fünfprozentigem Signifikanzniveau (p = .048) ist das Urostoma, ein künstlicher Blasenausgang, zur Aufwandszeit signifikant.

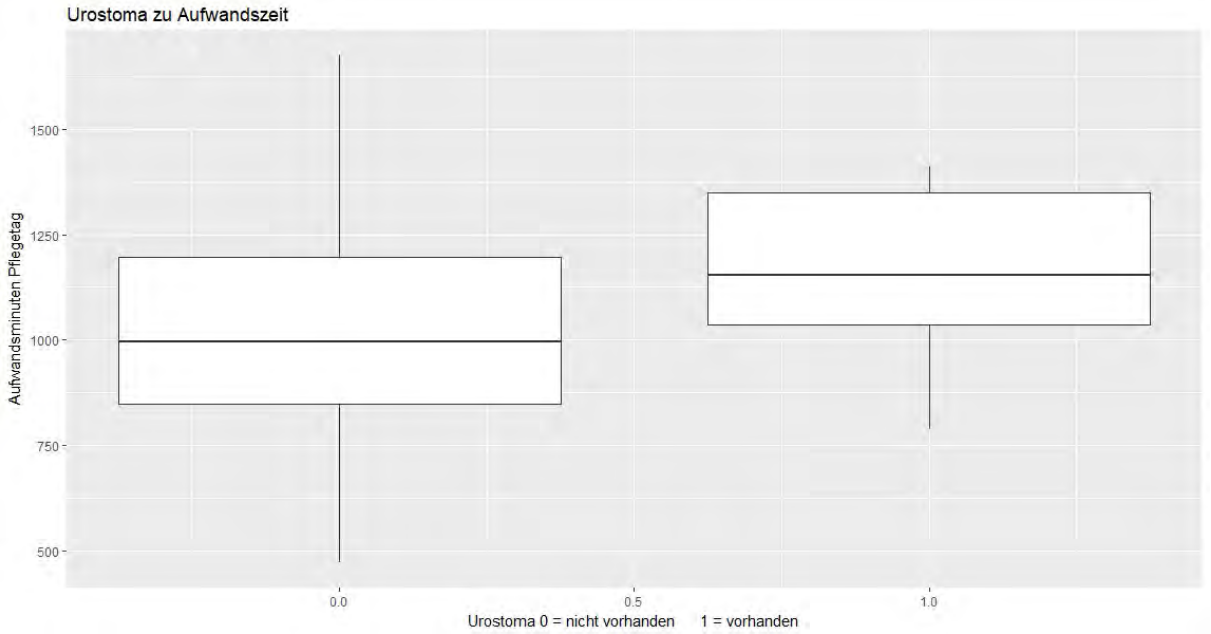

Abbildung 45 Boxplot – Urostoma zu Aufwandszeit

Es gab insgesamt nur zwölf Pflegetage, an denen ein Urostoma versorgt wurde. Die Versorgung eines Urostomas führt zu einem Schätzer von 141 Minuten zusätzlichem Aufwand bei einer Konstante von 1016 Minuten und einem Bestimmheitsmaß von $r^2 = .006$ (Abbildung 45).

PiCCO-Katheter

113 Pflegetage enthalten das Kennzeichen eines PiCCO-Katheters, eines speziellen Katheters zur Messung des Herzzeitvolumens auf der Intensivstation. Diese Pflegetage weisen ebenfalls eine Signifikanz auf fünf Prozentniveau zur Aufwandszeit aus ($p = .036$, $r^2 = .006$).

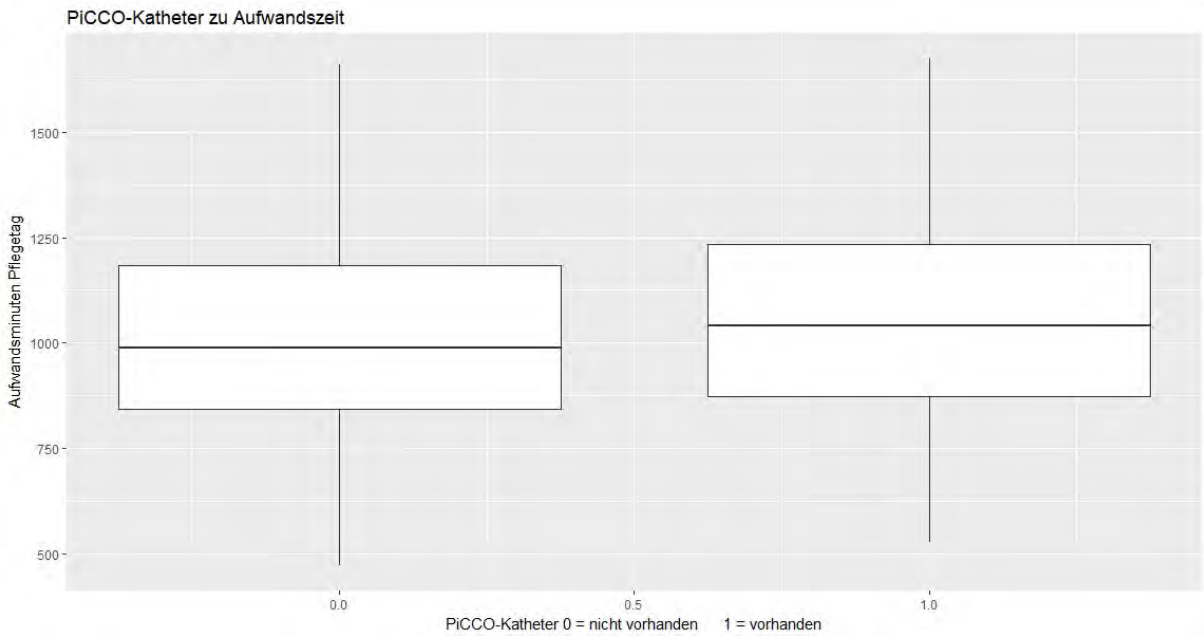

Abbildung 46 Boxplot - PiCCO-Katheter zu Aufwandszeit

Insgesamt wurde der PiCCO-Katheter an 113 der 480 Pflegetage kodiert. Die Konstante wird in der Regression mit 1007 Minuten ausgegeben, der Mehraufwand durch den PiCCO-Katheter mit 55 Minuten (Abbildung 46).

Zu- und Ableitungen aggregiert

Zu- und Ableitungen sind signifikant zur Aufwandszeit ($p = 2.85^{e-12}$). Das Bestimmtheitsmaß liegt bei $r^2 = .095$. Allerdings liegt eine Verzerrung durch den Perfusor vor, dessen Summen pro Pflegetag in die Zu- und Ableitungen eingeflossen sind und welcher als alleinige Variable bereits hoch signifikant ist. Diese Verzerrung wird durch die ausschnittsweise graphische Darstellung der Häufigkeiten der Einzelparameter pro Pflegetag in Abbildung 47 deutlich und ist durch die im Verhältnis zu den weiteren Zu- und Ableitungen deutlich größere Anzahl an Perfusoren pro Pflegetag bestimmt.

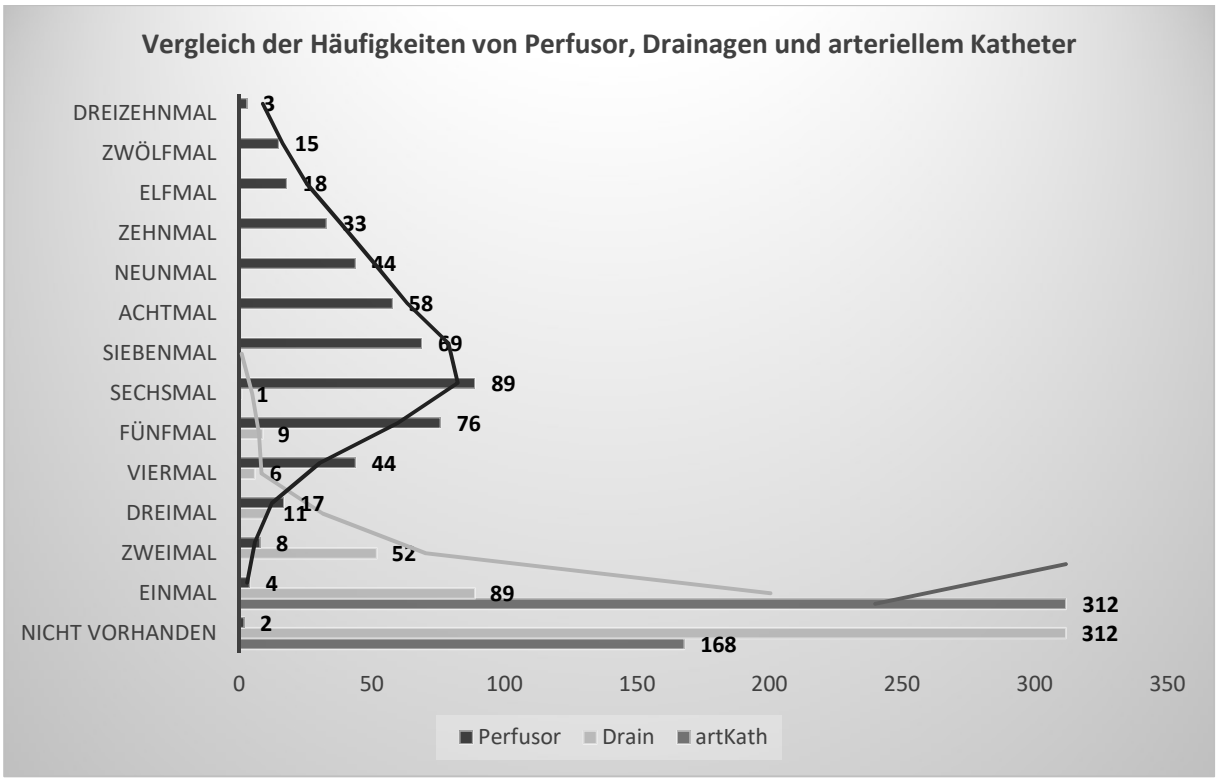

Abbildung 47 Häufigkeiten von Perfusor, arteriellem Katheter und Drainagen

4.2.1.4 Signifikante Pflegeleistungen

Intermittierende Maskenbeatmung

Die intermittierenden Maskenbeatmung (CPAP) weist einen negativen Zusammenhang zwischen Maskenbeatmung und Minutenwert auf.

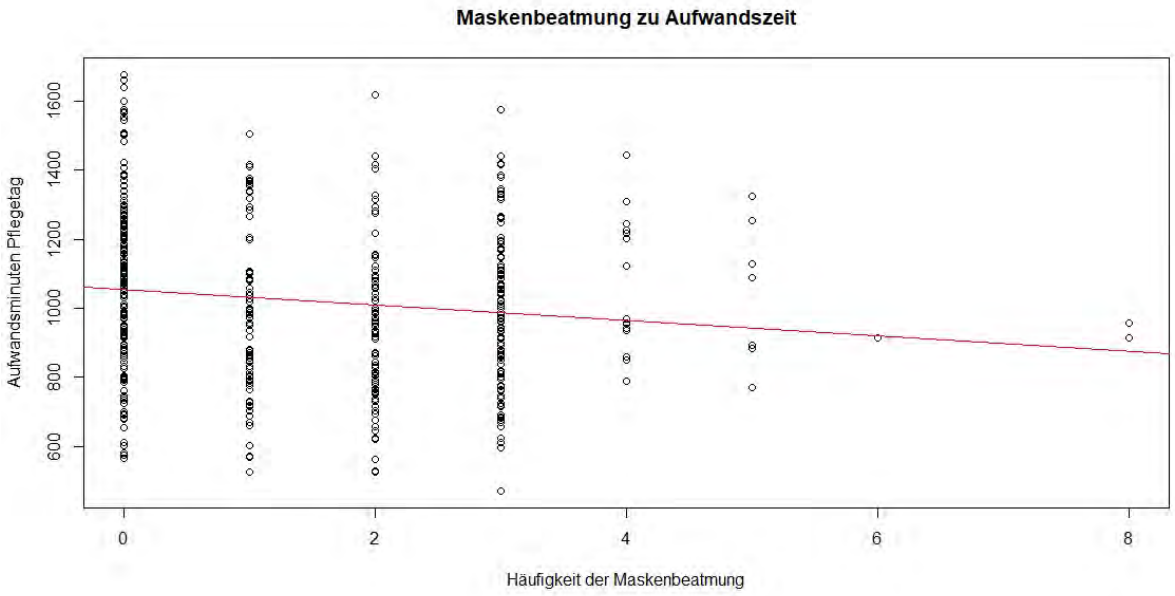

Abbildung 48 univariate Regression - Häufigkeit der CPAP-Beatmungen zu Aufwandszeit

Das Signifikanzniveau liegt bei p = .002; das Bestimmtheitsmaß ist r^2 = .018. Je häufiger eine CPAP-Beatmung am Pflegetag vorgenommen wurde, desto geringer ist der Pflegezeitaufwand (Abbildung 48). Der Schätzer liegt bei -24 Minuten pro CPAP-Beatmung bei einer Konstanten von 1054.36 Minuten.

Weaning

Es wurden dreimal drei Entwöhnungsversuche von der Beatmung an einem Pflegetag durchgeführt, am häufigsten wurde jedoch nur ein Entwöhnungsversuch durchgeführt (293 Mal). An 183 Pflegetagen wurde kein Weaningversuch unternommen (Abbildung 49).

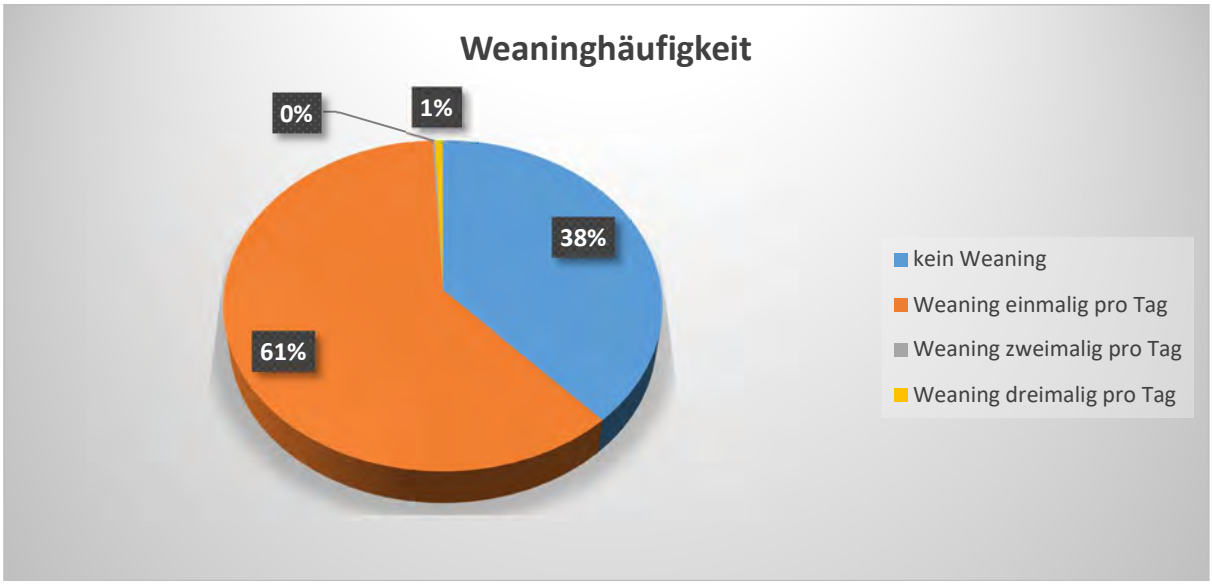

Abbildung 49 Häufigkeit der Beatmungsentwöhnung (Weaning)

Das Weaning ist bei einmaliger Durchführung negativ assoziiert. Die Aufwandszeit sinkt zunächst bei einer Beatmungsentwöhnung je Pflegetag; sie steigt dann bei mehr als einer Durchführung über den Ausgangsmittelwert, wobei nur ein Pflegetag zwei Entwöhnungen und drei Pflegetage drei Entwöhnungen aufweisen (Abbildung 50). Das Weaning ist mit p = 3.27^{e-4} signifikant; das Bestimmtheitsmaß liegt bei r^2 = .025.

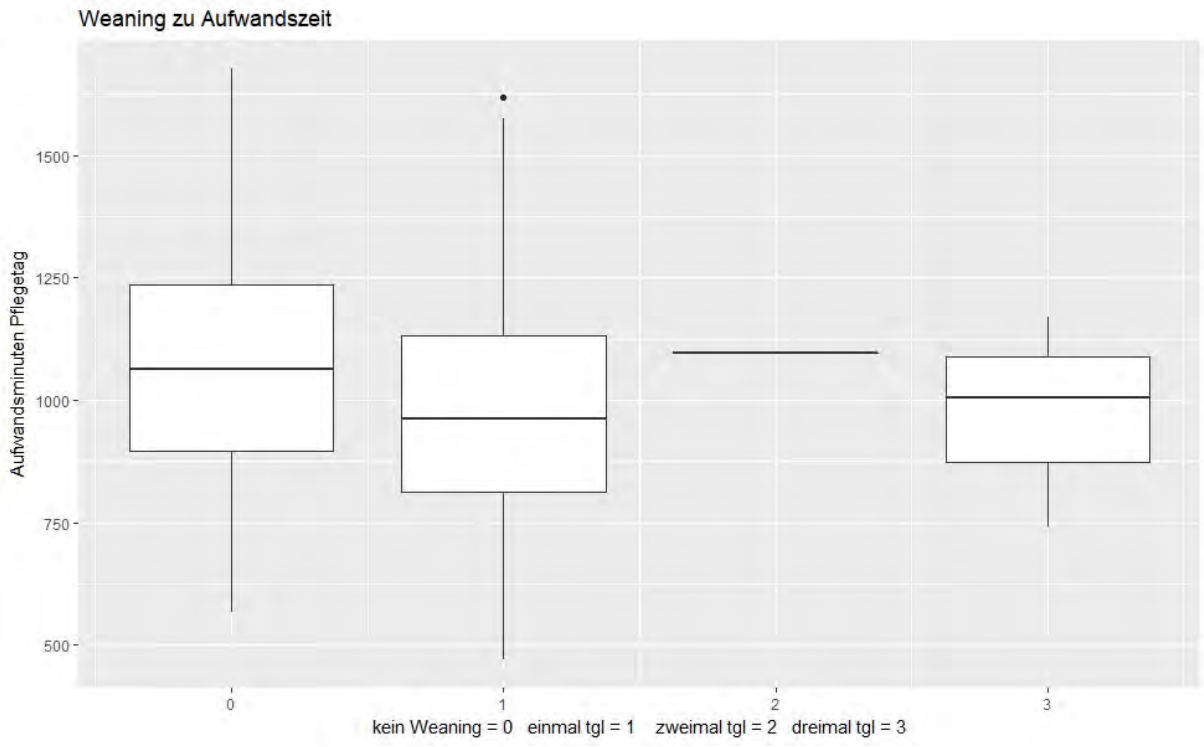

Abbildung 50 Boxplot Beatmungsentwöhnung und Aufwandszeit

4.2.2 Ergebnisse der schichtbezogenen univariaten Regression

Es gibt Variablen, die in allen Schichten und am gesamten Pflegetag signifikant zur Aufwandszeit sind und weitere, die in einzelnen oder mehreren Schichten signifikant zur Aufwandszeit sind; nicht jedoch in der pflegetagbezogenen Gesamt-Aufwandszeit.

4.2.2.1 Variablen mit Signifikanz über alle Schichten

Fünf Variablen sind sowohl im Gesamtminutenwert, als auch in allen einzelnen Schichten signifikant: TISS-Punkte, Perfusor, OPSECMO, RASS und Weaning. Diese fünf Variablen stammen aus den Leistungspaketen:

- erlösrelevante Daten (OPSECMO, TISS-Punkte)
- patientenzustandsbezogene Daten (RASS)
- Zu- und Ableitungen (Perfusor)
- Pflegeleistungen (Weaning)

Das Signifikanzniveau nimmt bei diesen Variablen jeweils zur Nachtschicht deutlich ab (Tabelle 23). Im Leistungspaket Strukturdaten sind nur die Schichtbesetzungen pflegetag- bzw. schichtbezogen darstellbar, alle weiteren Variablen beziehen sich auf die Fallebene. Die Schichtbesetzungen weisen keine Signifikanz auf. Auch aus den patientenzustandsbezogenen Daten gibt es neben der RASS, die in

allen Schichten signifikant ist und oben bereits aufgeführt wurde, keinen weiteren pflegetag- bzw. schichtbezogenen Parameter.

Variable mit Schätzer	Pflegetag	Frühdienst	Spätdienst	Nachtdienst
Prozeduren				
ECMO-Therapie	OPSECMO (1.66^{e-6})***	OPSECMO (7.37^{e-6})***	OPSECMO (4.21^{e-4})***	OPSECMO (0.0449)*
Schätzer in Minuten	139,97	54,8	44,79	40,35
Pflegeparameter				
Beatmungsentwöhnung	Wean 3.27e-4***	Wean (0.00159)**	Wean (0.0286)*	Wean (0.054).
Schätzer in Minuten	-74,76	-27,51	-19,77	-27,47
Scores				
TISS-10 Core	SumTISS (1.58e-11) ***	SumTISS (1.23e-10)	SumTISS (4.53e-8)	SumTISS (0.0171) *
Schätzer in Minuten	8,11	3,24	2,87	2
Richmond-Agitation-Sedation-Scale	RASS (3.94e-4) ***	RASS (5.68^{e-05}) ***	RASS (6.24e-6) ***	RASS (0.00131)**
Schätzer in Minuten	-37,79	-10,91	-12,63	-14,25
Zu- und Ableitungen				
Perfusoren	Perfusoren (1.69e-14)	Perfusoren (5.43e-5)***	Perfusoren (1.32e-9)***	Perfusoren (2.12e-6)***
Schätzer in Minuten	33,9	7,62	11,72	14,56

Tabelle 23 übergreifend signifikanten Prädiktoren mit ihren Schätzern

4.2.2.2 Signifikante erlösrelevante Leistungen in einzelnen Schichten

OPS Dialyse

Die OPS Dialyse, insgesamt 115 Mal in den 480 Pflegetagen enthalten, wird im Frühdienst signifikant (p = 1.41^{e-4}), im Spät- und im Nachtdienst hingegen nicht. Der Schätzer bzw. Erwartungswert für die Dialyse im Frühdienst liegt bei 41 Minuten bei einer Konstanten von 308 Minuten (Abbildung 51). Das Bestimmheitmaß liegt bei r^2 = .028.

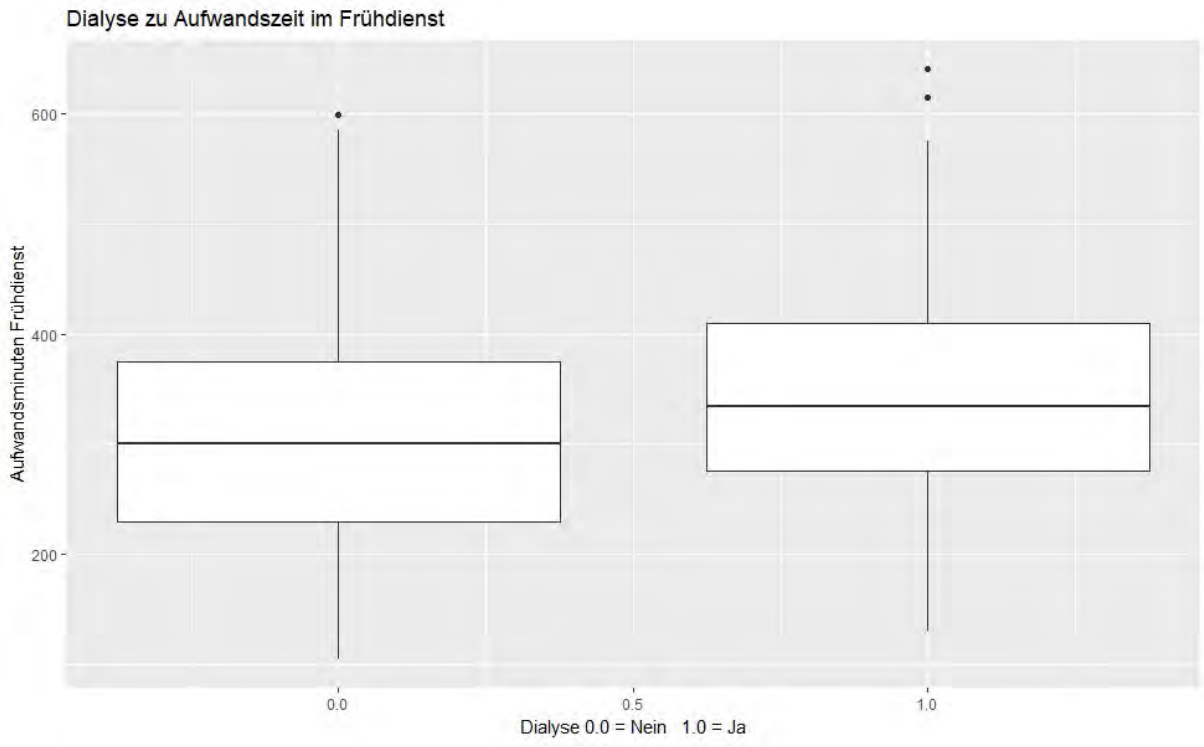

Abbildung 51 Boxplot - Dialyse zu Aufwandsteit im Frühdienst

Herzkatheter und Endoskopie

Im Frühdienst werden ebenfalls der Herzkatheter und die Endoskopie signifikant, wobei der Herzkatheter auf einem Signifikanzniveau von einem Prozent (p = .016) nur dreimal in den 480 Pflegetagen vorkommt und einen Schätzer von 140 Minuten bei einer Konstante von 317 Minuten und einem Bestimmtheitsmaß von r^2 = .01 aufweist, während die Endoskopie (p = .058) 73 Mal durchgeführt wird, einen Schätzer von 24 Minuten bei einer Konstanten von 314 Minuten Aufwandszeit und ein Bestimmtheitsmaß von r^2 = .005 aufweist. Während der Herzkatheter weder im Spät- noch im Nachtdienst signifikant ist, wird die Endoskopie auch im Nachtdienst mit p = .025 bei einer Konstante von 411 Minuten und einem Schätzer von 46 Minuten signifikant (r^2 = .008). Der QQ-Plot weist allerdings deutliche Abweichungen hinsichtlich der Normalverteilung auf (Abbildung 52).

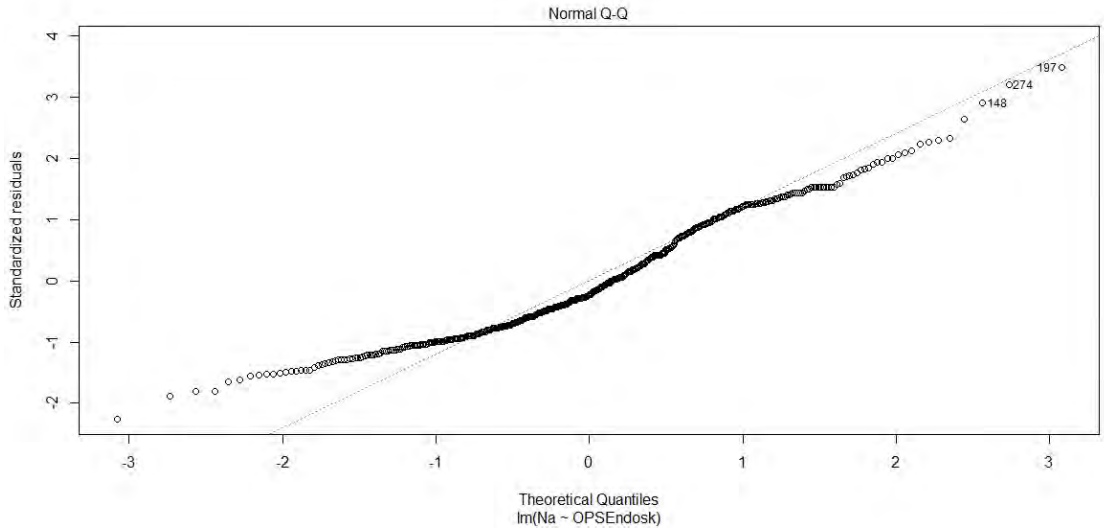

Abbildung 52 Residuen gegen die Referenzgrade Endoskopie und Aufwandszeit im Nachtdienst

OPS Intubation

Auf nicht sehr hohem Signifikanzniveau wird im Spät- und Nachtdienst die Intubation (OPSIntub) bedeutsam, die 18 Mal kodiert wird (Spätdienst $p = .059$, $r^2 = .005$, Nachtdienst $p = .078$, $r^2 = .004$).

OPS transösophagiales Herzecho und Reanimation

Im Spätdienst wird das transösophagiale Herzecho (OPSTEE, $p = .055$, $r^2 = .005$) signifikant zur Aufwandszeit, welches elfmal in der Stichprobe vorkommt, und im Nachtdienst die Reanimation (OPSRea, $p = .095$, $r^2 = .004$), welche sechsmal kodiert wurde und einen Schätzer für die Aufwandszeit von 112 Minuten erhält. Im Boxplot sieht man deutlich die weit auseinander liegenden Mediane zwischen Pflegetagen mit und Pflegetagen ohne Reanimation (Abbildung 53)

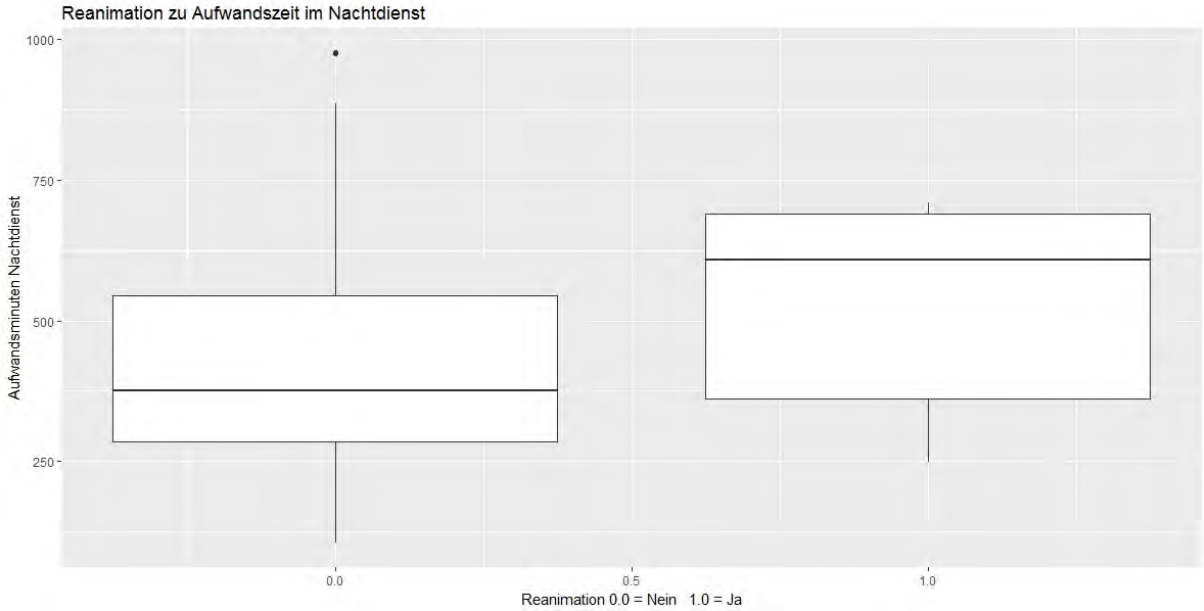

Abbildung 53 Boxplot Reanimation zu Aufwandszeit im Nachtdienst

Gabe von Erythrozytenkonzentraten

Eine weitere Prozedur, welche ausschließlich im Nachtdienst signifikant wird, ist die Gabe von Erythrozytenkonzentraten (OPSEK p = .014, r^2 = .01). Die Prozedur wurde 92 Mal in der Stichprobe kodiert. Der Schätzer für die Prozedur liegt bei 47 Minuten bei einer Konstante von 409 Minuten (Abbildung 54).

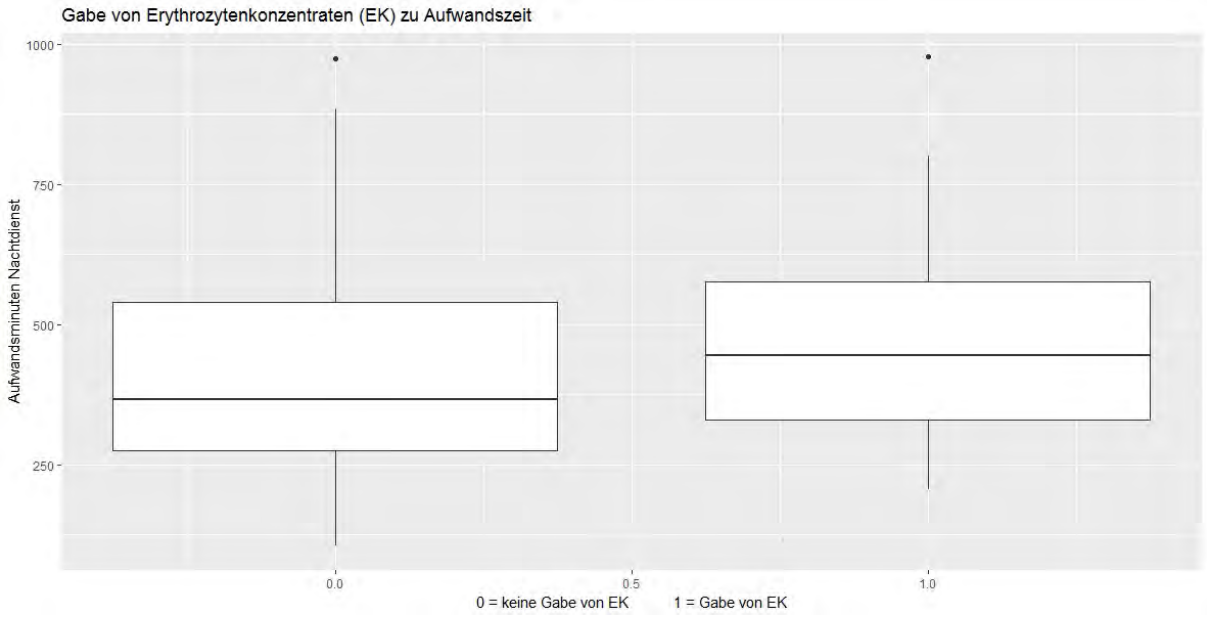

Abbildung 54 Gabe von Erythrozytenkonzentraten zu Aufwandszeit im Nachtdienst

Beatmung

Die Beatmung ist im Frühdienst signifikant. Sie steigt mit der Höhe der Aufwandszeit an (p = 9.1^{e-4}, r^2 = .02), wobei der Anstieg je Beatmungsminute bei .028 Minuten liegt; die Konstante wird hierbei auf 288 Minuten geschätzt (Abbildung 55). Im Spätdienst sind die Beatmungsminuten ebenfalls signifikant (p = 2.29^{e-5}, r^2 = .03), während dies im Nachtdienst nicht der Fall ist.

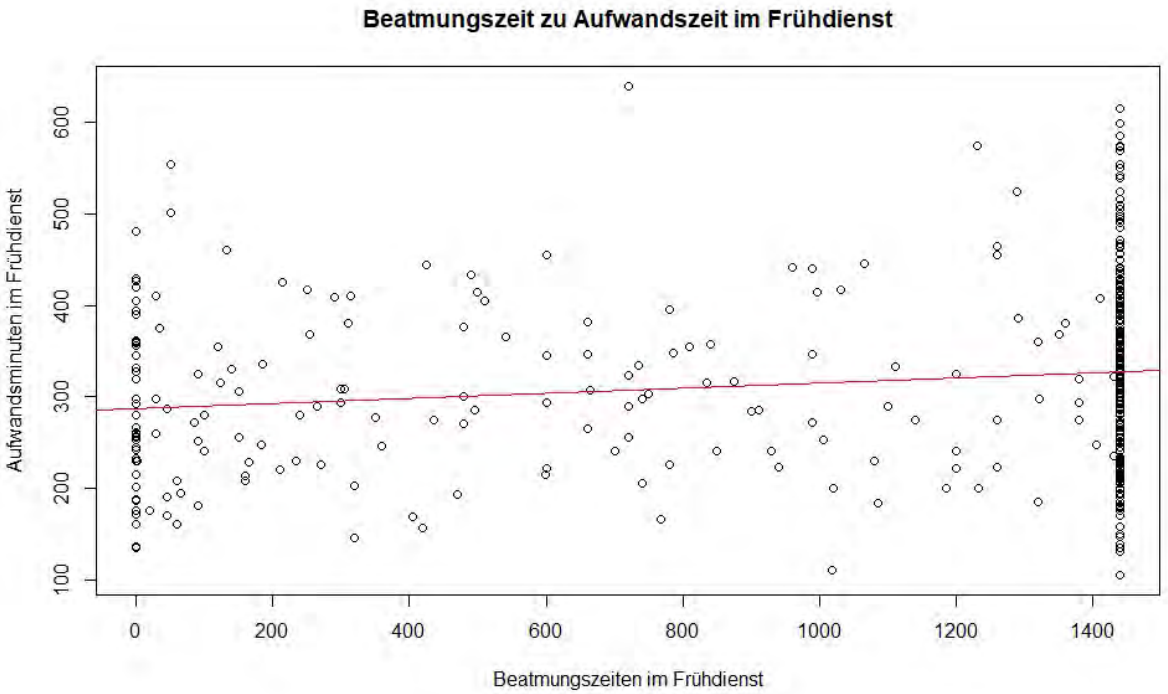

Abbildung 55 Beatmungszeit zu Aufwandszeit im Frühdienst

TISS-Einzelvariablen

TISS Einzelitems							
nicht Signifikant Min/PT	signifikant Min/PT	nicht Signifikant Fr	signifikant Fr	nicht Signifikant Sp	signifikant Sp	nicht Signifikant Na	signifikant Na
	TISSBea 3.09^{e-4} ***		TISSBea 0.0168 *		TISSBea 2.52^{e-05} ***	TISSBea 0.251	
	TISSKat 4.48^{e-06} ***		TISSKat 0.00513 **		TISSkat 0.00145 **		TISSkat 0.00317 **
	TISSFlue 0.00105 **		TISSFLue 1.59^{e-05} ***	TISSFlue 0.103		TISSFlue 0.26	
	TISSartKath 0.0735 .		TISSartKath 0.0512 .		TISSartKath 0.0601 .	TISSartKath 0.812	
	TISSpulKath 5.84^{e-05} ***		TISSpulKath 6.32^{e-05} ***		TISSpulKath 4.38^{e-4} ***	TISSpulKath 0.225	
	TISSDia 0.0658 .		TISSDia 0.00193 **	TISSDia 0.157		TISSDia 0.925	
TISSinkraD 0.559		TISSinkraD 0.746		TISSinkraD 0.519		TISSinkraD 0.517	
	TISSAzi 2.51^{e-05} ***		TISSAzi 2.8^{e-06} ***		TISSAzi 0.0136 *		TISSAzi 0.0844 .
	TISSIntICU 1.31^{e-06} ***		TISSIntICU 2.85^{e-05} ***		TISSIntICU 3.8^{e-05} ***		TISSIntICU 0.06 .
TISSIntEx 0.187		TISSIntEx 0.387			TISSIntEx 0.0738 .	TISSIntEx 0.786	

Tabelle 24 Signifikanz TISS-Einzelvariablen im Vergleich von Pflegetag und Schichten

Es fällt auf, dass die Signifikanzen der TISS-Einzelvariablen zur Aufwandszeit vom Früh-, zum Spät- und zum Nachtdienst deutlich abnehmen (Tabelle 24).

SAPS-Punkte

SAPS-Punkte sind im Frühdienst (p = .0129) und im Nachtdienst (p = 7.97^{e-4}) signifikant mit Bestimmheitsmaßen von r^2 = .01 im Frühdienst und r^2 = .02 im Nachdienst. Die SAPS-Punkte sind im Nachtdienst positiv mit der Aufwandszeit korreliert, wobei ein SAPS-Punkt mit einer Steigerung von 2 Minuten Zeitaufwand geschätzt wird (Abbildung 56).

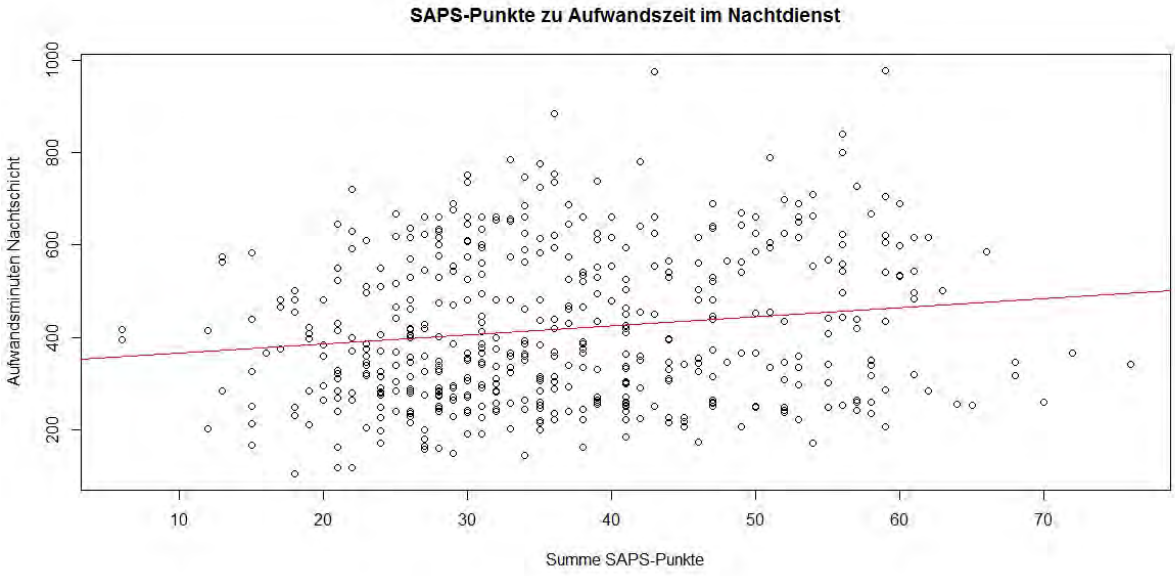

Abbildung 56 SAPS-Punkte zu Aufwandszeit im Nachtdienst

Da Alter und Tumorerkrankung keine pflegetagbezogenen Variablen darstellen und die RASS bereits als Variable in allen Schichten und pflegetagbezogen signifikant dargestellt worden ist, gibt es im Leistungspaket der patientenzustandsbezogenen Variablen keine weiteren signifikanten schichtbezogenen Ergebnisse.

4.2.2.3 Signifikante Zu- und Ableitungen in einzelnen Schichten

Bülaudrainage und Gastrostoma

Von den Zu- und Ableitungen werden im Frühdienst die Bülau-Drainage (p = .0085, r^2 = *.012*) und das Gastrostoma (p = .00176, r^2 = *.018*) signifikant. Die Bülaudrainage kommt je Pflegetag zwischen ein und viermal vor; das Gastrostoma kommt an 78 Pflegetagen vor (Tabelle 25). Während das Gastromstoma im Frühdienst negativ korreliert und eine Reduktion des Aufwands mit einem Schätzer von 39 Minuten bei einer Konstante von 324 Minuten berechnet wird, führt das Vorkommen von Bülaudrainagen zu einem Mehraufwand (Abbildung 57).

Anzahl Drainagen	Vorkommen je Pflegetag Bülaudrainagen	Vorkommen je Pflegetag Gastrostoma
0	282	402
1	134	78
2	61	0
3	1	0
4	2	0

Tabelle 25 Häufigkeit der Bülaudrainage und des Gastrostomas

Der Schätzer für den zusätzlichen Aufwand je Bülaudrainage im Frühdienst liegt bei 16 Minuten, die Konstante bei 309 Minuten.

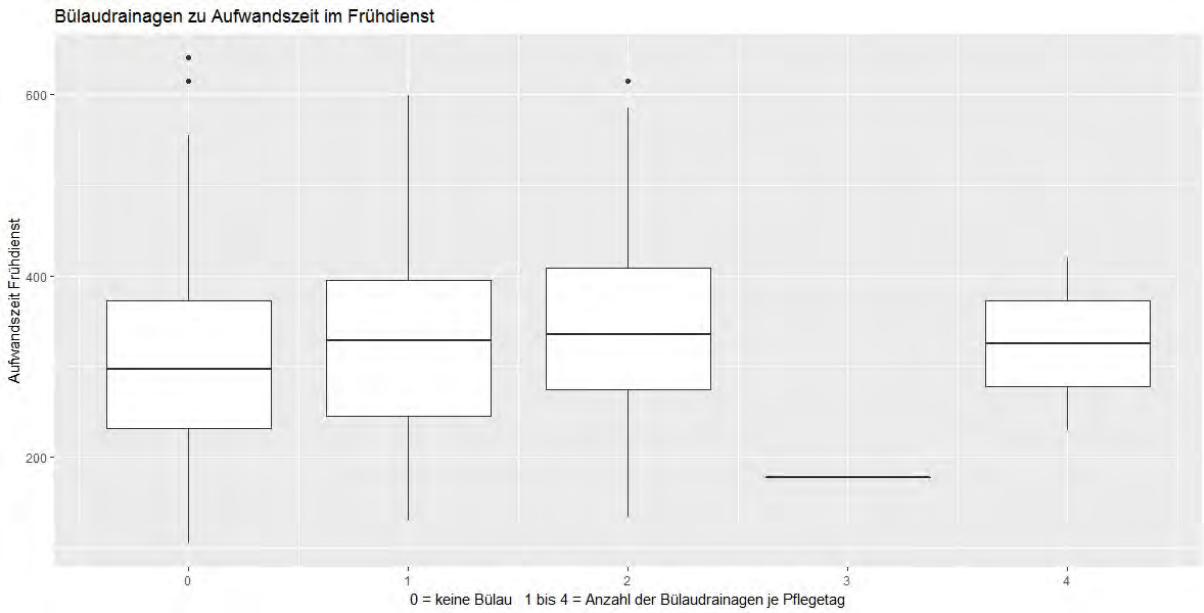

Abbildung 57 Boxplot Bülaudrainage zu Aufwandszeit im Frühdienst

Dauerkatheter und suprapubischer Fistelkatheter

Im Nachtdienst ist das Vorkommen eines Dauerkatheters (DK) oder eines suprapubischen Fistelkatheters (SFK) bedeutsam (p = .0373, r^2 = .007). Es gibt jedoch lediglich acht Pflegetage, an denen keiner der beiden Katheter vorlag. An diesen acht Pflegetagen ist die Aufwandszeit im Schätzer um 114 Minuten höher, als an den Pflegetagen mit DK oder SFK bei einer Konstanten von 530 Minuten.

Shaldon-Katheter

Der Shaldon-Katheter ist im Frühdienst signifikant ($p = 4.05^{e-4}$, r^2 = .023). Er hat einen Schätzer von 33 Minuten und kommt in der Stichprobe 178 Mal vor (Abbildung 58). Obwohl der Shaldon-Katheter in keiner weiteren Schicht signifikant wird, ist die pflegetagbezogene Gesamt-Aufwandszeit ebenfalls signifikant.

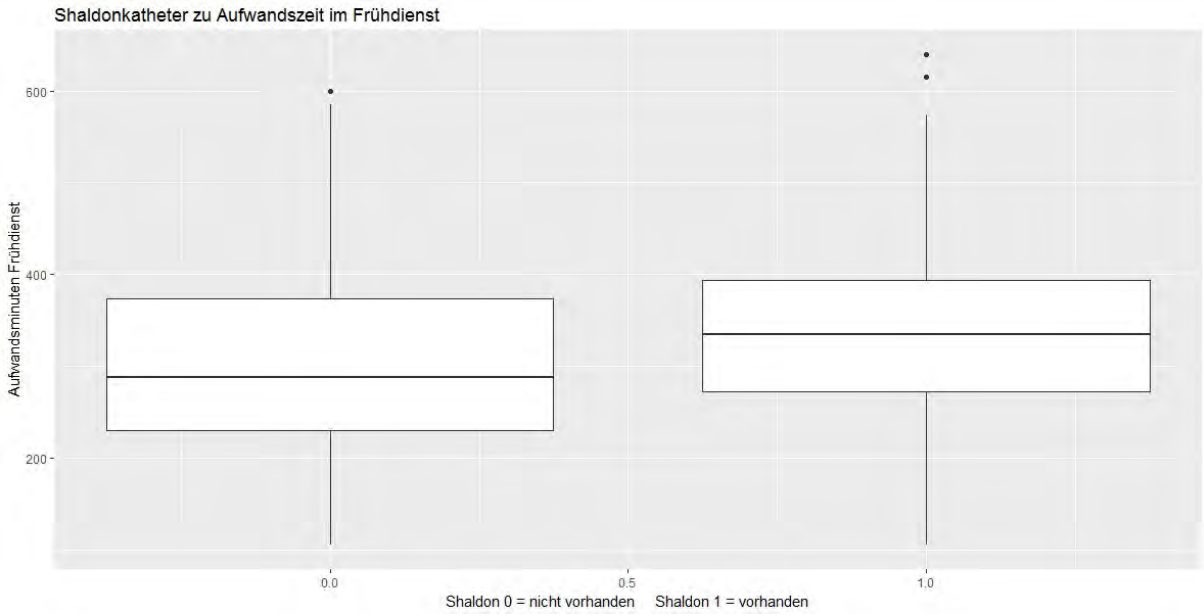

Abbildung 58 Boxplot Shaldon-Katheter zu Aufwandszeit im Frühdienst

Urostoma

Auch beim Urostoma ist lediglich die Nachtschicht signifikant (p = .0017, r^2 = .018), die weiteren beiden Schichten nicht. Der Schätzer liegt bei einem deutlichen Mehraufwand von 150 Minuten bei einer Konstante von 414 Minuten (Abbildung 59). Allerdings ist das Vorkommen in der Stichprobe mit zwölf Pflegetagen mit einem Urostoma auch relativ gering.

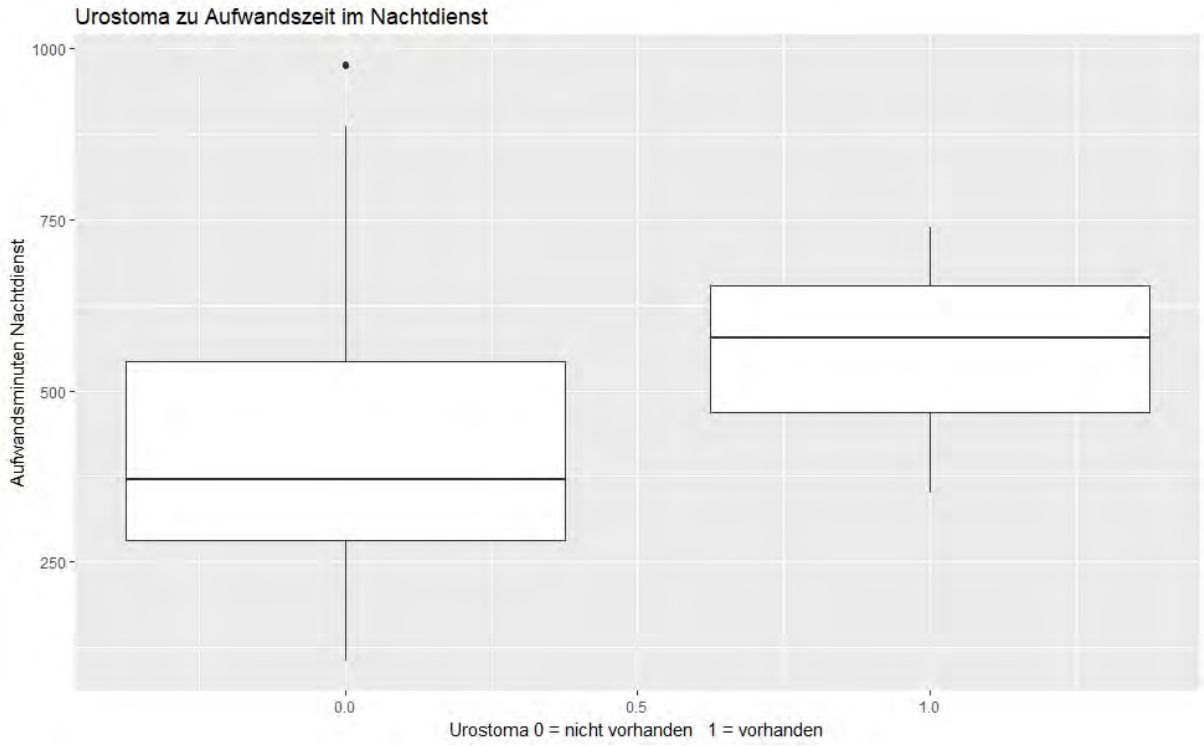

Abbildung 59 Boxplot Urostoma zu Aufwandszeit im Nachtdienst

VAC-Therapie

Bei der VAC-Therapie ist die Spätschicht signifikant (p = .024, r^2 = .008). Der Schätzer für den Mehraufwand liegt bei 30 Minuten bei einer Konstante von 282.88 Minuten.

PiCCO-Katheter

Der PiCCO-Katheter wird im Früh- (p = .0068, r^2 = .013) und im Spätdienst (p = .058, r^2 = .005) mit unterschiedlichem Niveau signifikant; nicht jedoch im Nachtdienst. Tabelle 26 zeigt, dass die Schätzer für den Mehraufwand beim PiCCO-Katheter in beiden Schichten ähnlich sind.

Frühschicht		Spätschicht	
(Intercept)	311.008	(Intercept)	281.357
PiCCO	29.125	PiCCO	21.112

Tabelle 26 Schätzer für den PiCCO-Katheter in der Früh- und Spätschicht

4.2.2.4 Signifikante Pflegeleistungen in einzelnen Schichten

Wundversorgung

Die Wundversorgung wird im Spätdienst signifikant (p = .025, r^2= .008). Mit der Anzahl der Versorgungen steigt der Aufwand, der Schätzer liegt bei 5 Minuten pro Wundversorgung bei einer Konstanten von 276 Minuten. Abbildung 60 zeigt, dass extreme Ausreißer in allen Größenklassen der Wundversorgung pro Pflegetag vorkommen.

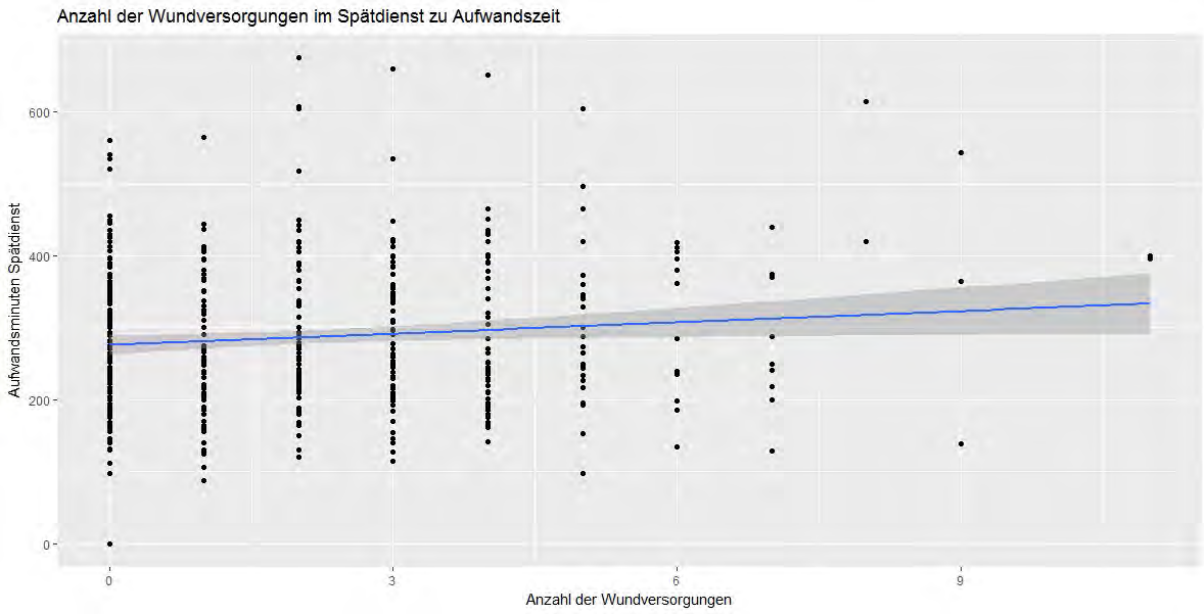

Abbildung 60 Wundversorgungen zu Aufwandszeit im Spätdienst mit Regressionsgraden

Teilkörperpflege

Auch die Teilkörperpflege ist eine Leistung, die im Spätdienst signifikant wird (p = .013, r^2 = .011). Sie hat einen Schätzer von 10 Minuten pro zusätzlicher Teilkörperwaschung und eine Konstante von 272 Minuten (Abbildung 61).

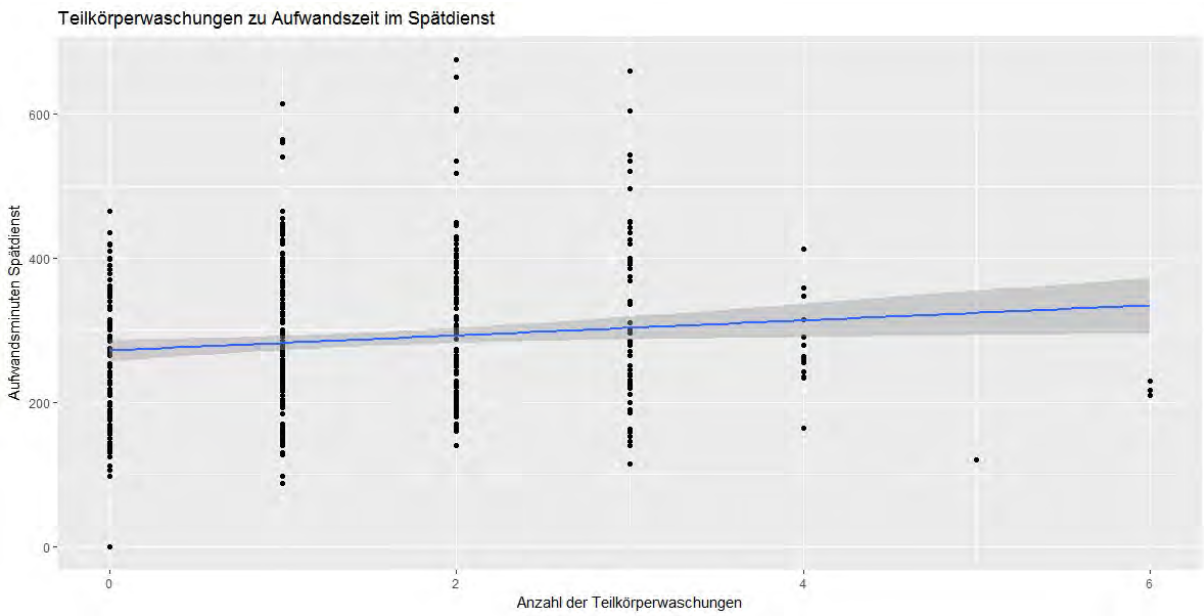

Abbildung 61 Teilkörperwaschungen zu Aufwandszeit im Spätdienst mit Regressionsgraden

Bilanz

Die Bilanz wird sowohl im Spätdienst (p = .039), als auch im Nachtdienst (p = .014) signifikant.

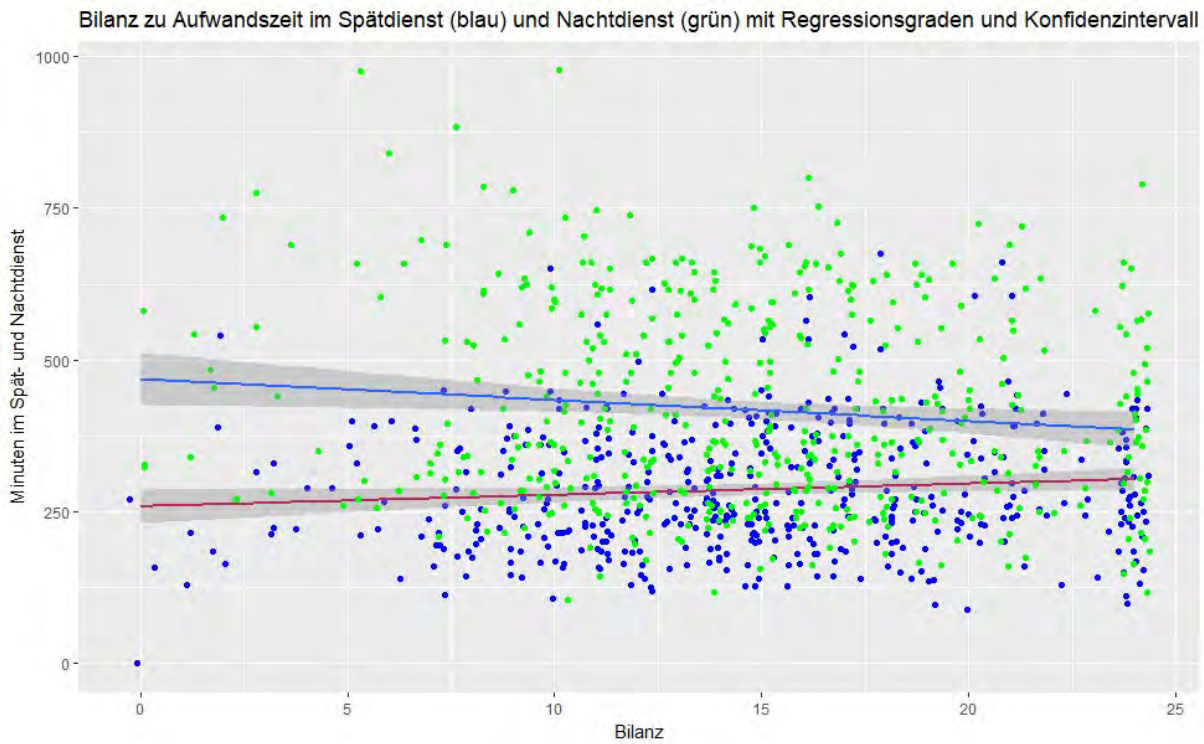

Abbildung 62 Bilanz zu Aufwandszeit im Spät- und Nachtdienst

Die Bestimmtheitsmaße in den beiden Schichten liegen bei Sp r^2 = .007 und Na r^2 = .011. Dabei weist sie im Spätdienst einen leicht positiven Minutenwert auf (Schätzer = 1.86), während sie im Nachtdienst negativ wird (Schätzer = - 3.48). Im pflegetagbezogenen Gesamt-Aufwand wird die Bilanz nicht signifikant, beide schichtbezogene Funktionen heben sich im Pflegetag auf (Abbildung 62).

4.2.3 Ergebnisse der pflegetagbezogenen multiplen Regression

Von den in der univariaten Regression identifizierten signifikanten Variablen werden in der multiplen Regression lediglich der Perfusor, das Urostoma und die ECMO-Therapie deutlich signifikant, die Vakuumtherapie (VAC) leicht signifikant (Tabelle 27).

```
Call:
lm(formula = Min ~ OPSECMO + Perfusor + VAC + SumTISS + StomUro +
    PiCCO + SumSAPS + RASS + CPAP + Shaldon + Wean + Bea + OPSDial +
    OPSIntub + OPSLag + OPSEK + OPSZVD + OPSAngio + OPSEndosk +
    OPSWund)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-523.69 -158.66  -16.15  136.34  670.35

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  768.65204   45.13804  17.029  < 2e-16 ***
OPSECMO      100.83466   33.13516   3.043  0.00248 **
Perfusor      23.70685    5.61848   4.219 2.95e-05 ***
VAC           60.77744   30.85607   1.970  0.04947 *
SumTISS        2.36325    1.71621   1.377  0.16918
StomUro      176.46487   67.58863   2.611  0.00933 **
PiCCO        -11.18768   27.75220  -0.403  0.68704
SumSAPS        0.94466    1.02700   0.920  0.35815
RASS          -4.42565    8.86832  -0.499  0.61799
CPAP           2.83799   10.10993   0.281  0.77906
Shaldon        3.95072   28.08629   0.141  0.88820
Wean         -14.96953   28.17690  -0.531  0.59549
Bea           -0.02098    0.02645  -0.793  0.42795
OPSDial       -1.38161   31.99409  -0.043  0.96557
OPSIntub      65.58533   56.49088   1.161  0.24625
OPSLag        55.79753  102.38491   0.545  0.58603
OPSEK          6.49286   27.36195   0.237  0.81253
OPSZVD        25.67299   34.75588   0.739  0.46049
OPSAngio    -319.33650  222.19676  -1.437  0.15135
OPSEndosk     22.87324   29.50359   0.775  0.43858
OPSWund        8.07500   32.12650   0.251  0.80166
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 220 on 459 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1935,  Adjusted R-squared:  0.1584
F-statistic: 5.506 on 20 and 459 DF,  p-value: 9.825e-13
```

Tabelle 27 Multiple Regression mit den signifikanten Prädiktoren aus der univariaten Regression

Die Konstante und die Schätzer sind gegenüber den univariaten Regressionen aufgrund des komplexeren Modells verändert (Intercept von 780 auf 769 Minuten), wobei die OPSECMO von 140

auf 101 Minuten, der Perfusor von 34 auf 24 Minuten, die Vakuumtherapie von 70 auf 61 Minuten sinken, während das Urostoma von 141 auf 176 Minuten deutlich ansteigt.

Die in diesem multiplen Modell verwendeten Variablen (OPSECMO + Perfusor + VAC + SumTISS + StomUro + PiCCO + SumSAPS + RASS + CPAP + Shaldon + Wean + Bea + OPSDial + OPSIntub + OPSLag + OPSEK + OPSZVD + OPSAngio + OPSEndosk + OPSWund) werden in der multiplen Regression je nach Weglassen oder Hinzufügen einzelner dieser Variablen signifikant oder auch nicht mehr signifikant. Der Erklärungsgehalt der Modelle variiert dabei zwischen 13 und 17 Prozent, wobei der höchste Erklärungsgehalt in dem Modell mit ECMO, Perfusoren, Vakuum-Therapie, Urostoma und TISS-Punkten liegt (r^2= .17, Tabelle 28).

```
Call:
lm(formula = Min ~ OPSECMO + Perfusor + VAC + SumTISS + StomUro)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-906.42 -160.41  -15.94  141.44  705.27 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept)  754.699     31.233  24.163  < 2e-16 ***
OPSECMO       97.904     28.123   3.481 0.000545 ***
Perfusor      25.842      5.146   5.021 7.27e-07 ***
VAC           63.075     29.355   2.149 0.032163 *  
SumTISS        3.501      1.388   2.523 0.011971 *  
StomUro      204.342     65.918   3.100 0.002051 ** 
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 222.5 on 474 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1786,	Adjusted R-squared:  0.1699 
F-statistic: 20.61 on 5 and 474 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Tabelle 28 Ergebnis des höchsten r^2 in der multiplen Regression

In der modellvergleichenden Varianzanalyse ist die Modellgüte und die Verbesserung bzw. das Fehlen einer Verbesserung bei Ergänzung weiterer Variablen nach dem Modell 3 in Tabelle 29 gut erkennbar.

```
Analysis of Variance Table

Model 1: Min ~ OPSECMO
Model 2: Min ~ OPSECMO + Perfusor + VAC
Model 3: Min ~ OPSECMO + Perfusor + VAC + SumTISS + StomUro
Model 4: Min ~ OPSECMO + Perfusor + VAC + SumTISS + StomUro + PiCCO
Model 5: Min ~ OPSECMO + Perfusor + VAC + SumTISS + StomUro + PiCCO + 
    SumSAPS + RASS + CPAP + Shaldon + Wean

  Res.Df      RSS Df Sum of Sq       F    Pr(>F)    
1    478 27230634                                   
2    476 24343866  2   2886768 28.9919 1.349e-12 ***
3    474 23467577  2    876288  8.8006  0.000177 ***
4    473 23465452  1      2125  0.0427  0.836412    
5    468 23299763  5    165689  0.6656  0.649730    
```

Tabelle 29 Auszug aus der modellvergleichenden Varianzanalyse in den Pflegetagmodellen

Es wird mittels grafischer Darstellung geprüft, ob die Modellvoraussetzungen für die multiple Regression erfüllt sind:

- Normalverteilung der Residuen
- Homoskedaszidität
- Gleichbleibende Standardabweichung der Residuen im gesamten Bereich der erklärenden Variable (keine empirischen Werte, die als Einzelgrößen störenden Einfluss auf das Gesamtmodell haben)

Der Abtrag von im Modell passenden und Störgrößen (Residuals vs Fitted) zeigt keine Struktur oder Muster auf. Dies ist ein Hinweis auf die Normalverteilung der Residuen, ebenso der im Modell passenden Werte (Abbildung 63).

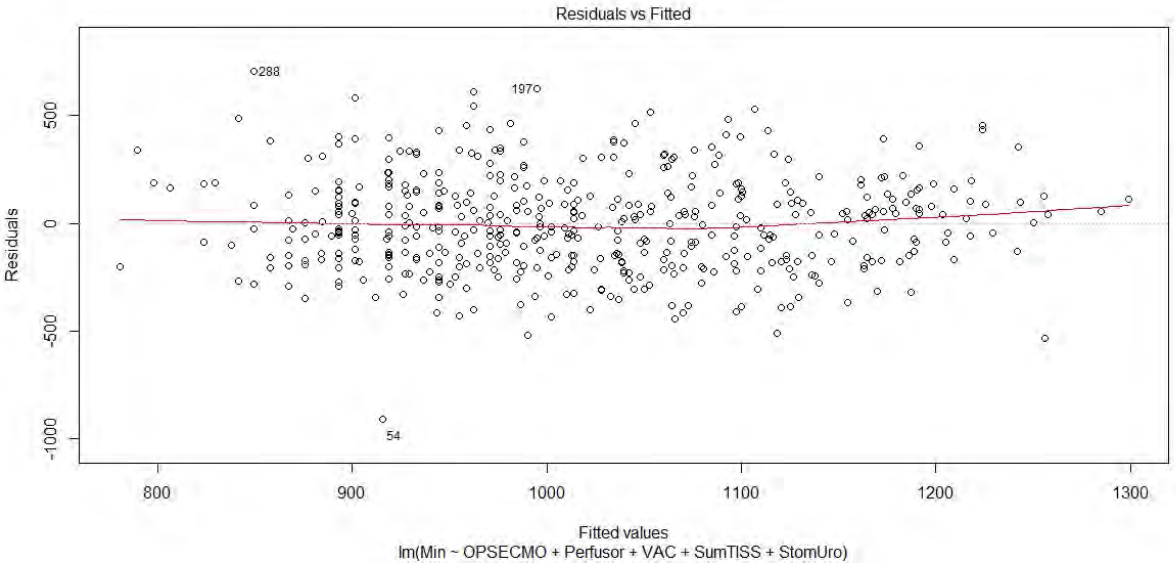

Abbildung 63 Darstellung der Residuen gegenüber den passenden Werten

Auch der QQ-Plot (Quantile der standardisierten Residuen gegen die Quantile der Normalverteilung) zeigt, dass die Normalverteilungshypothese gegeben zu sein scheint. Es zeigen sich in Abbildung 64 keine starken Abweichungen zur Referenzgraden (Hornik et al. 2011, S. 300–304).

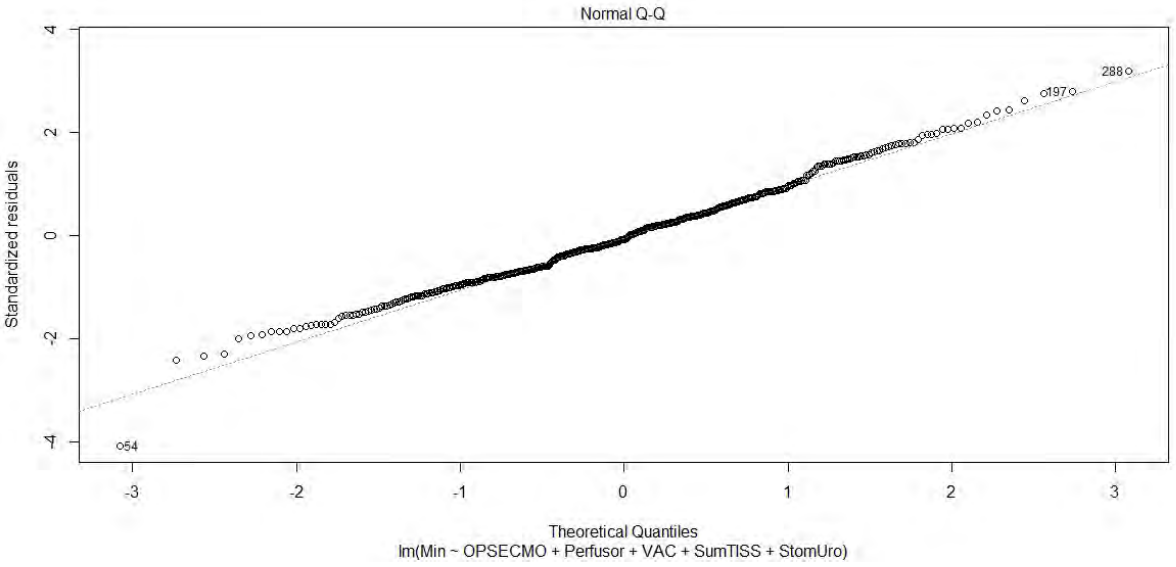

Abbildung 64 Kontrolle der Residuen auf Normalverteilung im QQ-Plot

Manchmal können einzelne Werte ein Modell sehr stark beeinflussen und so zu Verzerrungen führen, die zu einem fälschlicherweise höheren oder niedrigerem Signifikanzniveau führen. Dies bezieht sich auf Ausreißer in den empirischen Daten, mit sehr hohen oder sehr niedrigen Werten, die Einfluss auf die gesamte Regressionsgrade nehmen können. Da die Berechnung der linearen Regression auf der Schätzung der kleinsten Quadrate basiert, ist gut vorstellbar, dass ein Wert, welcher sehr weit von der so gebildeten zentrierten Funktionsgraden liegt, einen wesentlichen Einfluss auf diese Regressionsgrade haben kann.

Um solche einflussreichen Residuen zu entdecken, wird im Cook`s Distance Plot angezeigt, ob es Residuen gibt, die als Störgrößen eine Hebelwirkung auf die Regressionsgleichung haben. Dabei wird berechnet, welche Veränderung sich in der Vorhersage ergeben würde, wenn der entsprechende Datenpunkt nicht Bestandteil des Modells wäre. (vgl. Schlittgen 2013, S. 71–72)

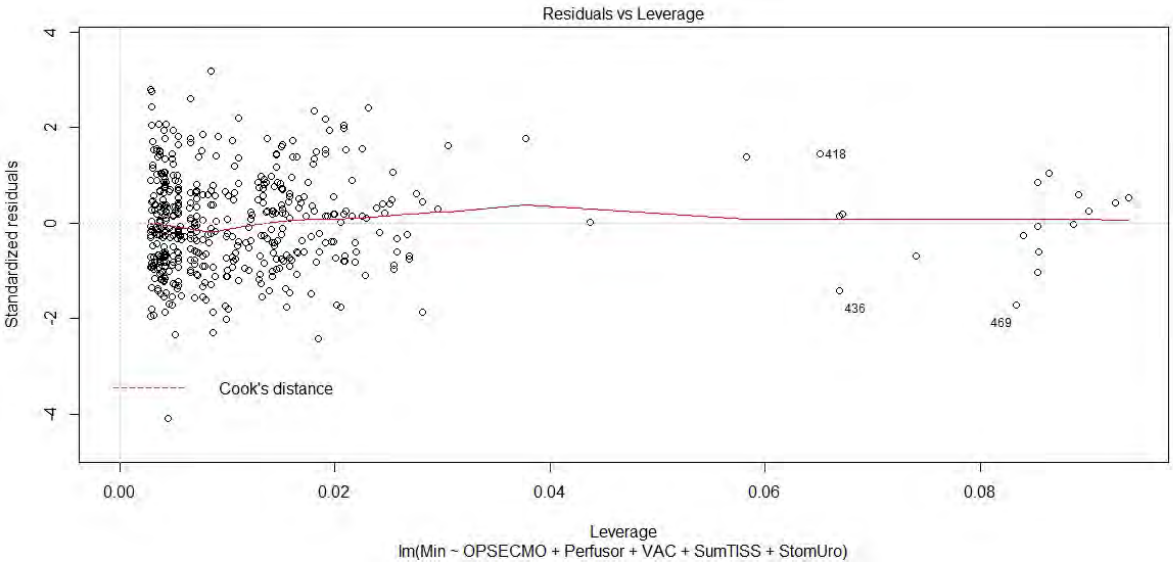

Abbildung 65 Kontrolle auf Werte mit besonderer Hebelwirkung

Das Modell in Abbildung 65 lässt zwar deutliche Residuenwerte erkennen, z. B. die Pflegetage 418, 436, 469, diese verfügen jedoch nicht über die angesprochene Hebelwirkung.

Die im Modell enthalten Prädiktoren werden mit dem Variance Inflation Faktor auf Korrelation getestet (Formel 10). Das Verfahren stellt quasi eine Regression dar, in welcher die Prädiktoren miteinander und nicht mit der abhängigen Variable regressiert werden. Im Ergebnis entsteht ein Bestimmtheitsmaß, welches nicht zu hoch werden darf, da hiermit ja der Bezug zueinander festgestellt wird. Der TISS-10-Core als Exzerpt aus dem TISS-28, welcher den patientenbezogenen Pflegeaufwand abbilden soll, enthält eine Punktsumme aus zehn verschiedenen Variablen, die sich in einzelnen Pflegeleistungen (z. B. Beatmung) und bei den Zu-und Ableitungen (PiCCO und arterielle Katheter) wiederfinden können. Im Test auf Multikollinearität der Modellparameter zeigt sich, dass lediglich der Perfusor und die TISS-Punkte miteinander korrelieren.

$$VIF = \frac{\sum_{i=1}^{k} \overline{VIF}}{k}$$

Formel 10 Variance Inflation Faktor (Schlittgen 2013, S. 34)

Der Variance Inflation Faktor bleibt aber in den Ergebnissen unterhalb der erlaubten Grenzen: „Als Faustregel gilt, dass ein Wert VIFi > 5 oder VIFi > 10 anzeigt, dass der zugehörige Koeffizient aufgrund einer Kollinearität nur schlecht geschätzt werden kann.“ (Schlittgen 2013, S. 34). Der Wert der Toleranzstatistik (1/VIF) sollte nicht < 0.2 liegen (Tabelle 30)

```
> vif(Signilm3)
 OPSECMO  SumTISS Perfusor  StomUro      VAC
1.054308 1.478649 1.487303 1.026833 1.008169

> 1/vif(Signilm3)
  OPSECMO   SumTISS  Perfusor   StomUro       VAC
0.9484895 0.6762928 0.6723580 0.9738678 0.9918975
```

Tabelle 30 Toleranzstatistik zur Multikollinearität im multiplen Regressionsmodell

Tatsächlich kann die Beziehung zwischen den beiden Variablen auch im einfachen Streudiagramm sehr gut nachvollzogen werden. Abbildung 66 zeigt, je höher die TISS-Punktsumme, desto höher ist auch die Perfusorenzahl.

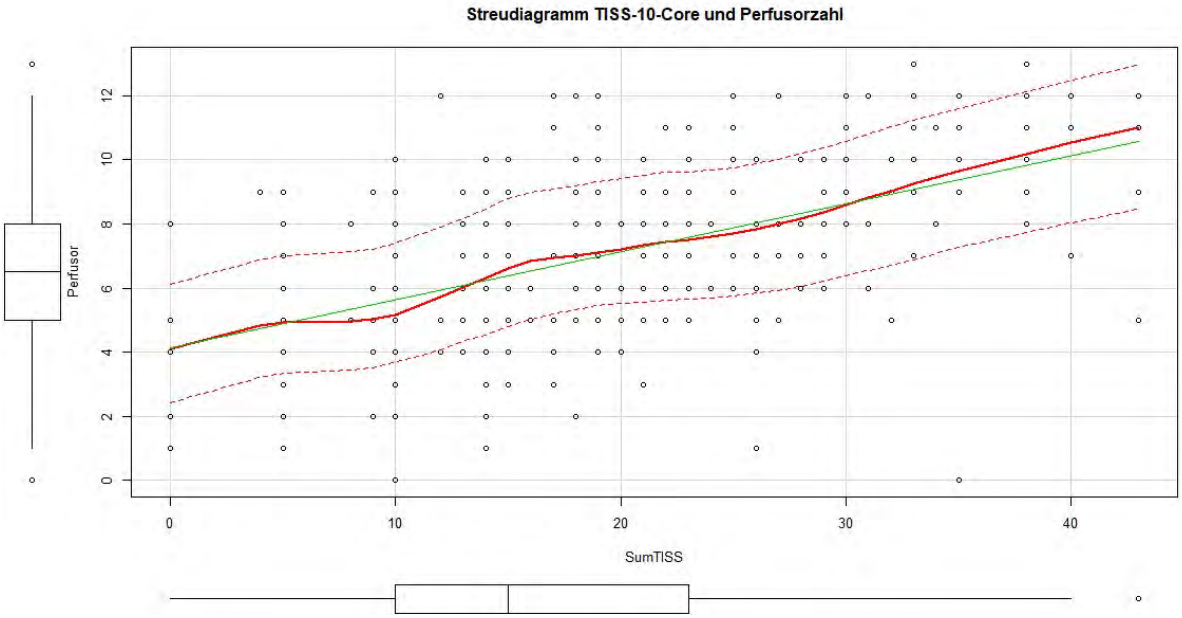

Abbildung 66 Streudiagramm TISS-Punkte und Perfusoren

Schließlich könnten auch die Tatsachen, dass die Einzelbeobachtungen in zeitlicher Abfolge von einem halben Jahr aufgenommen wurden und teilweise von den gleichen Fällen stammen zu Störgrößen führen. Als Autokorrelation bezeichnet man die fehlende Unabhängigkeit von Störgrößen zwischen den Beobachtungen, weshalb insbesondere bei Zeitreihen diese Modellannahme von Bedeutung ist.

Eine Möglichkeit der Prüfung ist der Durbin-Watson Test, welcher die nebeneinander gelegenen Residuen auf eine mögliche Autokorrelation hin testet. Sind die Residuen der benachbarten Terme sehr nah beieinander oder sehr weit voneinander entfernt, werden sie positiv (*DW* = 0) bzw. negativ (*DW* = 4) miteinander assoziiert (vgl. Field et al. 2014 // 2012, S. 272).

Das Ergebnis des Durbin-Watson Tests zur Unabhängigkeit der Störgrößen, dargestellt in Tabelle 31, sollte möglichst bei einem Wert von 2.0 liegen.

```
> durbinWatsonTest(Signilm3)
 lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
   1     -0.01837577      2.032342   0.722
 Alternative hypothesis: rho != 0
```

Tabelle 31 R-Output des Durbin-Watson Tests auf Unabhängigkeit der Störgrößen

Im vorliegenden Modell liegt mit einem Ergebnis von 2.03 im Durbin-Watson Test Unabhängigkeit der Störgrößen vor.

4.2.3.1 Effekte der standardisierten Prädiktoren in der multiplen Regression

Durch die standardisierten Regressionsgewichte erhält man eine Möglichkeit der Vergleichbarkeit des Effektes der einzelnen Variablen auf den Minutenwert. Während die unstandardisierten Einheiten der einzelnen Variablen einer multiplen Regression völlig unterschiedliche Zahlen- und Einheitenwerte ausdrücken können, setzt das standardisierte Regressionsgewicht alle Schätzer in ein gleiches Verhältnis. So variiert die Variable ECMO in ihrer Ursprungseinheit lediglich zwischen eins und null, die TISS-Punkte weisen Differenzen zwischen null und 43 Punkte auf. Alle Werte werden in ein Regressions-Verhältnis zur abhängigen Variable zwischen null und eins gesetzt.

Nach Standardisierung der Schätzer im favorisierten Modell zeigt sich, dass der Einfluss des Perfusors in der multiplen Regression am Höchsten ist: Nimmt die Standardabweichung beim Perfusor (*SD* = 2.4) um eins zu, nimmt die Aufwandszeit um den Faktor 0.255 Standardabweichungen (*SD* = 244 Minuten) ebenfalls zu (Tabelle 32). Das bedeutet, wenn statt 2.4 Perfusoren 4.8 Perfusoren eingesetzt werden (was eine rein theoretische Zuordnung darstellt, da es nur ganze Perfusoren gibt), steigt der Minutenwert um mehr als 60 Minuten an (244 min. x 0.255).

Standardabweichung (sd) von Aufwandszeit (sd min) und Prädiktoren

```
      sd min   sd perf  sd VAC   sd TISS  sd ECMO     sd StomUro
[1,] 244.2221 2.409206 0.3477485 8.90736 0.3711909    0.1562878
```

Standardisierter Regressionsschätzer der Prädiktoren zur Aufwandszeit

```
   OPSECMO   Perfusor     VAC    SumTISS    StomUro
0.14880306 0.25492770 0.08981284 0.12770062 0.13076707
```

Tabelle 32 Standardabweichungen und Veränderungsrate im standardisierten Modell

Die Konfidenzintervalle der Variablen im besten Modell sind in Tabelle 33 dargestellt.

Die Werte innerhalb der Konfidenzintervalle der Variablen haben allesamt eine positive Beziehung zur Konstanten. Sie erhöhen den pflegetagbezogenen Zeitaufwand, das heißt es gibt kein negatives

Vorzeichen, wie bei einigen Variablen in der univariaten Regression, z. B. bei der Maskenbeatmung CPAP.

Konfidenzintervall	2.5 %	97.5 %
(Intercept)	693.3265280	816.072323
OPSECMO	42.6423818	153.165217
Perfusor	15.7295505	35.954682
VAC	5.3935831	120.756698
SumTISS	0.7740837	6.228512
StomUro	74.8152540	333.869338

Tabelle 33 Konfidenzintervalle der Variablen im gefitteten Modell

4.2.3.2 Aggregierte Daten in der multiplen Regression

TISS, SAPS und RASS wurden ebenfalls in den vorhergehenden Datenanalysen eingesetzt. Sie stellen ja aufgrund ihres Assessmentcharakters bereits einen aggregierten Datensatz dar. Die Auswertung der hier zusammengenommenen aggregierten Variablenpakete zeigt, dass lediglich der TISS-Score und die Zu- und Ableitungen signifikant sind (Tabelle 34). Das Bestimmtheitsmaß ist mit r^2 = .123 um fünf Prozent geringer als im nicht aggregierten Modell. Auch die Signifikanz der Prädiktoren zur Aufwandszeit ist etwas schlechter $p = 7.7^{e-13}$.

```
lm(formula = Min ~ SumTISS + SumSAPS + OPSaggr + Zu_Ablaggr +
    RASS + Pflegeaggr)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-918.20 -162.93  -12.71  153.83  702.50

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 755.9127    56.3397  13.417  < 2e-16 ***
SumTISS       3.0939     1.6770   1.845 0.065685 .
SumSAPS       0.9946     0.9505   1.046 0.295922
OPSaggr       8.4777     8.8351   0.960 0.337771
Zu_Ablaggr   14.9788     4.0836   3.668 0.000272 ***
RASS         -7.2180     7.9834  -0.904 0.366385
Pflegeaggr   -1.1170     0.9155  -1.220 0.223021
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 228.6 on 473 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1346,   Adjusted R-squared:  0.1236
F-statistic: 12.26 on 6 and 473 DF,  p-value: 7.7e-13
```

Tabelle 34 Multiple Regression der Summenscores

Die Modellvariante mit der besten Signifikanz ist die multiple Regression in Tabelle 35 mit nur zwei Prädiktoren. Zwischen TISS-10-Core und Zu- und Ableitungen gibt es einen positiven Zusammenhang (co*r* = .54), wie dies bereits in der Einzelauswertung des Perfusors zur TISS-Summe deutlich erkennbar war. Das Bestimmheitsmaß liegt wieder bei zwölf Prozent (r^2 = .12), die Signifikanz steigt leicht an $p = 2.038^{e-14}$.

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  729.472     41.725  17.483  < 2e-16 ***
SumTISS        5.218      1.396   3.737 0.000209 ***
Zu_Ablaggr    15.403      3.727   4.133 4.23e-05 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 229.1 on 477 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1238,	Adjusted R-squared:  0.1201
F-statistic:  33.7 on 2 and 477 DF,  p-value: 2.038e-14
```

Tabelle 35 Multiple Regression mit dem TISS Core und Zu- und Ableitungen

4.2.3.3 Multiple Regression mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Durch Ersetzen der TISS-10-Core Summenwerte durch die zehn Einzelvariablen verändert sich in der pflegetagbezogenen multiplen Regression die Signifikanz der anderen Variablen grundsätzlich nicht.

```
lm(formula = Min ~ OPSECMO + Perfusor + VAC + StomUro + PiCCO + SumSAPS +
RASS + CPAP + Shaldon + Wean + Bea + TISSBea + TISSKat + TISSFlue + TISSa
rtKath + TISSpulKath + TISSDia + TISSinkraD + TISSAzi + TISSIntICU + TISS
IntEx + OPSDial + OPSIntub + OPSLag + OPSEK + OPSZVD + OPSAngio + OPSEndo
sk + OPSWund)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-573.53 -155.18  -12.93  149.06  680.77
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  739.26805   56.57728  13.067  < 2e-16 ***
OPSECMO       89.85147   35.44701   2.535  0.01159 *
Perfusor      24.01022    5.80845   4.134 4.26e-05 ***
VAC           56.26289   31.50609   1.786  0.07481 .
StomUro      180.45544   68.42656   2.637  0.00865 **
PiCCO         -5.38101   29.29049  -0.184  0.85432
SumSAPS        1.19322    1.06640   1.119  0.26377
RASS          -5.90350    8.95217  -0.659  0.50994
CPAP           1.17104   10.18661   0.115  0.90853
Shaldon        3.37831   28.26299   0.120  0.90491
Wean         -18.51523   28.96948  -0.639  0.52306
Bea           -0.02675    0.02881  -0.929  0.35359
TISSBea        7.46443    8.33274   0.896  0.37084
TISSKat        2.92524    6.97591   0.419  0.67517
TISSFlue      -7.44240    7.18988  -1.035  0.30117
TISSartKath    4.23394    7.64462   0.554  0.57996
TISSpulKath    3.91186    3.98530   0.982  0.32684
TISSDia      -30.08524   16.02666  -1.877  0.06114 .
TISSinkraD    -1.96423   20.24820  -0.097  0.92276
TISSAzi        7.39147    6.94986   1.064  0.28811
TISSIntICU     6.22033    5.08639   1.223  0.22199
TISSIntEx      2.42383    6.03223   0.402  0.68801
OPSDial       74.47770   47.71280   1.561  0.11924
OPSIntub      61.70919   58.21706   1.060  0.28972
OPSLag        57.44768  103.71559   0.554  0.57992
OPSEK          0.05692   27.71867   0.002  0.99836
OPSZVD        24.92827   35.05103   0.711  0.47733
OPSAngio    -308.70806  224.99182  -1.372  0.17072
OPSEndosk     14.34550   30.17868   0.475  0.63477
OPSWund       11.04108   33.38625   0.331  0.74102
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 220.3 on 450 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2074,	Adjusted R-squared:  0.1563
F-statistic: 4.061 on 29 and 450 DF,  p-value: 5.609e-11
```

Tabelle 36 multiple Regression mit allen Variablen und den TISS-10-Core Einzelvariablen

Zwar werden die Werte der Schätzer durch die veränderte Anzahl der Variablen jeweilig leicht verändert. Trotzdem bleiben OPSECMO, Perfusor, VAC und das Urostoma signifikant und sie bleiben im Wesentlichen auch auf ihrem Signifikanzniveau (Tabelle 36). Einzige TISS-Einzelvariable, die auf niedrigem Niveau signifikant wird, ist die TISS-Dialyse (p = .061). Das Bestimmtheitsmaß der multiplen Regression liegt bei r^2 = .16. Im reduzierten Modell in Tabelle 37 mit den signifikanten Variablen Perfusor, OPS ECMO, VAC und Urostoma und mit den TISS-10-Core Einzelparametern wird lediglich die TISS-Intervention auf der Intensivstation (TISSIntICU) im Pflegetag leicht signifikant (p = .054). Das Bestimmtheitsmaß liegt bei r^2 = .017.

```
Call:
lm(formula = Min ~ OPSECMO + Perfusor + VAC + StomUro + TISSIntICU)

Residuals:
   Min     1Q Median     3Q    Max 
-529.9 -161.7  -11.4  147.5  691.5 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept)  771.369     30.425  25.353  < 2e-16 ***
OPSECMO       80.632     30.033   2.685  0.00751 ** 
Perfusor      30.726      4.329   7.097 4.67e-12 ***
VAC           66.271     28.863   2.296  0.02211 *  
StomUro      212.160     64.642   3.282  0.00111 ** 
TISSIntICU     9.032      4.683   1.929  0.05436 .  
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 219.1 on 474 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1739,	Adjusted R-squared:  0.1652 
F-statistic: 19.96 on 5 and 474 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Tabelle 37 multiple Regression mit signifikanten Variablen inkl. TISS-Einzelvariable

4.2.3.4 Korrelation vom TISS-10-Core mit Pflegeleistungen und Zu- und Ableitungen

Zwischen dem TISS-10-Core und den aggregierten Pflegeleistungen ist keine Korrelation (Pearson) feststellbar (r = -.089). Auch das Streudiagramm der Abbildung 67 mit den beiden Variablen zeigt dies.

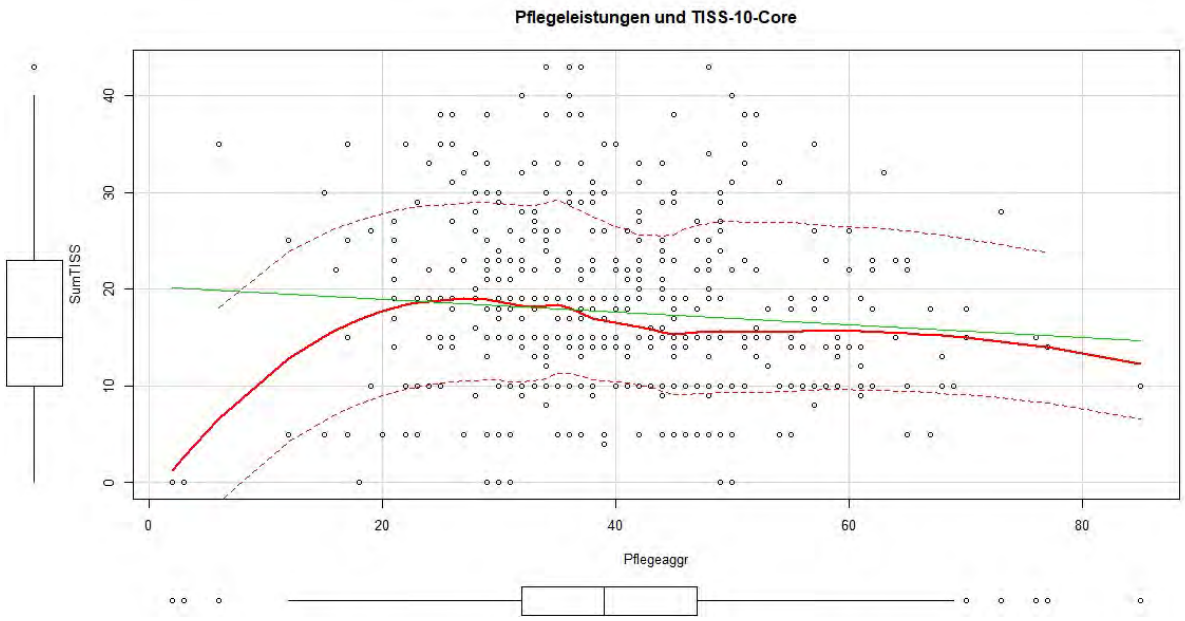

Abbildung 67 Streudiagramm Pflegeleistungen und TISS-10-Core

4.2.4 Ergebnisse der schichtbezogenen multiplen Regression

4.2.4.1 Multiple Regression im Frühdienst

Die Ergebnisse aus den einzelnen Schichten weichen von den pflegetagbezogenen Ergebnissen ab. Nicht viele Variablen der pflegetagbezogenen multiplen Regression fließen in das beste Modell im Frühdienst ein (vgl. Tabelle 28 und Tabelle 38). Neben den Variablen OPSECMO und TISS-10-Core sind hier die Prozeduren der Dialyse und des Herzkatheters auf ein- bzw. fünfprozentigem Niveau signifikant (OPSDial p = .029, OPSHerzkath p = .052).

```
Call:
lm(formula = Fr ~ OPSECMO + SumTISS + OPSDial + OPSHerzkath)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max 
-263.008  -67.939   -8.901   56.406  309.016 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 262.7171     9.6351  27.267  < 2e-16 ***
OPSECMO      45.6574    11.9244   3.829 0.000146 ***
SumTISS       2.3381     0.5372   4.353 1.65e-05 ***
OPSDial      23.8432    10.8706   2.193 0.028765 *  
OPSHerzkath 107.6192    55.3991   1.943 0.052653 .  
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 94.39 on 475 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1211,	Adjusted R-squared:  0.1137 
F-statistic: 16.36 on 4 and 475 DF,  p-value: 1.451e-12
```

Tabelle 38 Multiple Regression Aufwandszeit im Frühdienst

Drei Prozeduren im besten Frühdienstmodell (Tabelle 39) können ein Hinweis sein, dass Eingriffe und funktionelle Maßnahmen insbesondere im Frühdienst Zeitaufwand verursachen (gesamt $p = 1.45^{e-12}$). Das Bestimmtheitsmaß dieses Modells liegt bei $r^2 = .11$. Die Konstante liegt bei 263 Minuten. Der Aufwand im Frühdienst erhöht sich je Dialyse laut Schätzer um 24 Minuten, je Herzkatheter um 107 Minuten.

```
Analysis of Variance Table

Model 1: Fr ~ SumTISS
Model 2: Fr ~ SumTISS + OPSECMO
Model 3: Fr ~ SumTISS + OPSECMO + OPSHerzkath
Model 4: Fr ~ OPSECMO + SumTISS + OPSHerzkath + OPSDial
Model 5: Fr ~ OPSECMO + SumTISS + OPSHerzkath + OPSDial + OPSEndosk

Res. Df    RSS    Df Sum of Sq    F    Pr(>F)
1    478 4415024
2    477 4305354  1    109670 12.2913 0.0004983 ***
3    476 4274867  1     30487  3.4168 0.0651568 .
4    475 4232005  1     42862  4.8038 0.0288830 *
5    474 4229280  1      2725  0.3054 0.5807496
```

Tabelle 39 Auszug aus der modellvergleichenden Varianzanalyse im Frühdienst

Allerdings sind die Modellannahmen für dieses Modell nicht besonders gut erfüllt. Sowohl QQ-Plot, als auch der Abtrag Residuals versus Fitted values zeigen Auffälligkeiten, obwohl zwischen den unabhängigen Variablen keine Autokorrelation oder Multikollinearität vorliegt. Das Regressionsmodell erzielt keine Linearität, vermutlich, weil die Aufwandszeit nicht normalverteilt ist. Gut erkennbar ist dies auch im Streudiagramm in Abbildung 68.

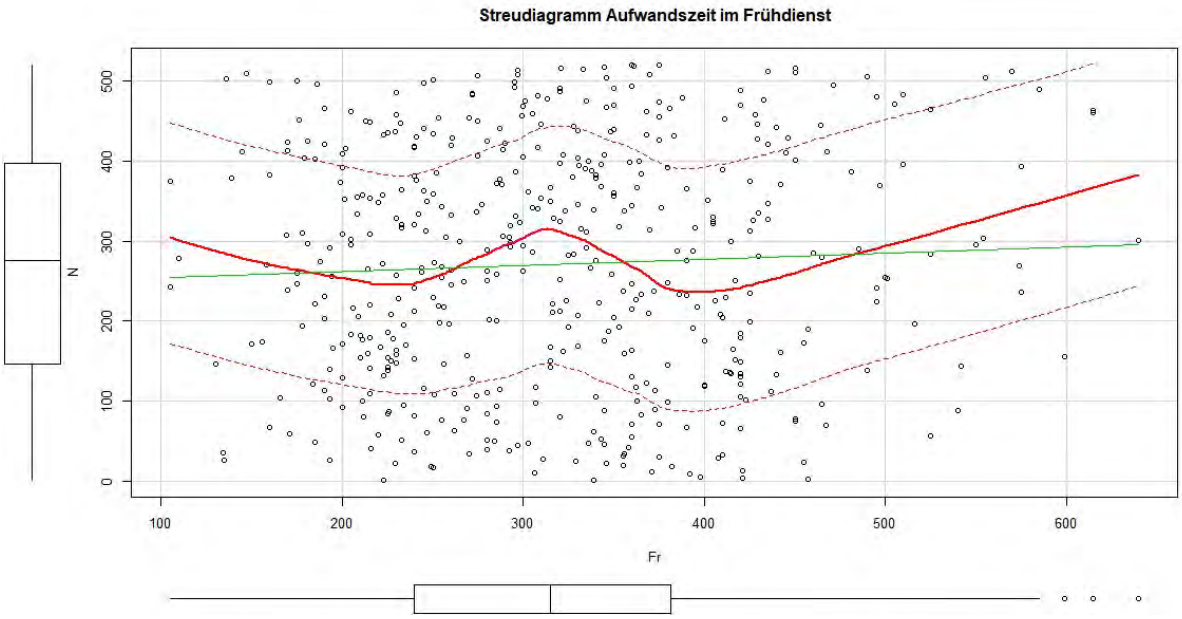

Abbildung 68 Streudiagramm Aufwandszeit im Frühdienst

4.2.4.2 Multiple Regression im Frühdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Durch Ersetzen der TISS-10-Core-Punktsumme mit den TISS-10-Core Einzelvariablen werden im Frühdienst erneut die Variablen OPSECMO, OPS Dialyse, OPS Herzkatheter mit leicht reduziertem Niveau signifikant. Statt der TISS-10-Core-Punktsumme werden von den Einzelvariablen die TISS-Dialyse und der TISS-Pulmonaliskatheter leicht signifikant (Tabelle 40) bei einer Signifikanz des Modells von $p = 1.18^{e-6}$ und einem Bestimmheitsmaß von $r^2 = .097$.

```
Call:
lm(formula = Fr ~ OPSECMO + Wean + Buelau + Perfusor + RASS +
    OPSDial + OPSHerzkath + OPSEndosk + Bea + SumSAPS + CPAP +
    StomGastro + Shaldon + PiCCO + TISSBea + TISSKat + TISSFlue +
    TISSartKath + TISSpulKath + TISSDia + TISSinkraD + TISSAzi +
    TISSIntICU + TISSIntEx)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-269.11  -64.81  -10.36   56.31  306.70

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 262.251152  25.193332  10.410  < 2e-16 ***
OPSECMO      34.730804  14.944139   2.324  0.02056 *
Wean         -9.839613  12.554136  -0.784  0.43358
Buelau        3.928862   6.392922   0.615  0.53915
Perfusor      0.815204   2.495147   0.327  0.74403
RASS          1.690042   3.801186   0.445  0.65681
OPSDial      58.695350  20.431254   2.873  0.00426 **
OPSHerzkath 112.608379  57.281952   1.966  0.04992 *
OPSEndosk     4.024576  13.006116   0.309  0.75713
Bea           0.007589   0.012331   0.615  0.53858
SumSAPS      -0.115563   0.462168  -0.250  0.80267
CPAP         -1.203148   4.403407  -0.273  0.78480
StomGastro  -15.234857  13.149368  -1.159  0.24723
Shaldon       2.667609  12.083243   0.221  0.82537
PiCCO        -6.527350  12.756925  -0.512  0.60913
TISSBea       2.069295   3.594541   0.576  0.56512
TISSKat      -1.137818   2.979541  -0.382  0.70273
TISSFlue      3.173641   3.020905   1.051  0.29402
TISSartKath   4.078644   3.308848   1.233  0.21834
TISSpulKath   3.099915   1.705241   1.818  0.06974 .
TISSDia     -11.324969   6.848628  -1.654  0.09890 .
TISSinkraD    8.268496   8.769892   0.943  0.34627
TISSAzi       3.537881   3.008331   1.176  0.24020
TISSIntICU    2.221334   2.170988   1.023  0.30676
TISSIntEx     1.211147   2.513926   0.482  0.63020
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 95.25 on 455 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1427,   Adjusted R-squared:  0.09751
F-statistic: 3.157 on 24 and 455 DF,  p-value: 1.189e-06
```

Tabelle 40 Multiple Regression mit allen TISS-10-Core Einzelvariablen im Frühdienst

Nach Reduktion der nicht signifikanten Variablen und erneuter Regressionsanalyse bleibt in der multiplen Regression im Frühdienst nur noch die TISS-Einzelvariable Pulmonaliskatheter signifikant zurück (Tabelle 41). Das Bestimmheitsmaß verändert sich unwesentlich ($r^2 = .095$), die Signifikanz des Modells steigt leicht an $p = 3.487^{e-10}$

```
Call:
lm(formula = Fr ~ OPSECMO + OPSDial + OPSHerzkath + TISSpulKath +
    TISSDia)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-251.786  -70.975   -8.143   62.857  296.253

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  293.143      5.626  52.104  < 2e-16 ***
OPSECMO       54.868     11.781   4.657 4.17e-06 ***
OPSDial       50.604     18.832   2.687  0.00746 **
OPSHerzkath  128.156     55.532   2.308  0.02144 *
TISSpulKath    4.583      1.443   3.175  0.00160 **
TISSDia       -5.610      6.347  -0.884  0.37724
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 95.33 on 474 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1053,	Adjusted R-squared:  0.0959
F-statistic: 11.16 on 5 and 474 DF,  p-value: 3.487e-10
```

Tabelle 41 Multiple Regression mit signifikanten TISS-10-Core Einzelvariablen im Frühdienst

4.2.4.3 Multiple Regression im Spätdienst

Im Spätdienst bleiben von den Variablen auf unterschiedlichem Niveau TISS-10-Core, Perfusoren und OPSECMO signifikant. Hinzu kommen einige Variablen aus der univariaten Regression im Spätdienst (Tabelle 42):

- transösophagiales Herzecho
- Teilkörperpflege
- Bilanz
- Vakuumversorgung

```
lm(formula = Sp ~ SumTISS+OPSECMO+Perfusor+OPSTEE+TKoerPfl+ Bilanz + VAC)

Residuals:  Min      1Q  Median      3Q     Max
        -207.37  -67.78  -16.96   60.74  388.37
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 149.6939    19.1800   7.805 3.88e-14 ***
SumTISS       1.9264     0.6165   3.125  0.00189 **
OPSECMO      28.1657    12.3727   2.276  0.02327 *
Perfusor      7.1925     2.2255   3.232  0.00132 **
OPSTEE      -82.5412    30.3883  -2.716  0.00685 **
TKoerPfl      9.3389     3.9369   2.372  0.01809 *
Bilanz        2.4138     0.8532   2.829  0.00487 **
VAC          22.9996    12.7682   1.801  0.07229 .
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 96.66 on 472 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1439,	Adjusted R-squared:  0.1312
F-statistic: 11.33 on 7 and 472 DF,  p-value: 2.646e-13
```

Tabelle 42 Multiple Regression Spätdienst

Das Modell erklärt 13 Prozent der Aufwandszeit im Spätdienst r^2 = .13 (p = 2.646^{e-13}). Die Varianzanalyse (Tabelle 43) zeigt, dass die Teilkörperpflege und die Vakuumtherapie den geringsten systematischen Modelleinfluss ausüben.

```
Analysis of Variance Table

Model 1: Sp ~ SumTISS
Model 2: Sp ~ SumTISS + OPSECMO
Model 3: Sp ~ SumTISS + OPSECMO + Perfusor
Model 4: Sp ~ SumTISS + OPSECMO + Perfusor + TKoerPfl
Model 5: Sp ~ SumTISS + OPSECMO + Perfusor + TKoerPfl + OPSTEE
Model 6: Sp ~ SumTISS + OPSECMO + Perfusor + TKoerPfl + OPSTEE + Bilanz
Model 7: Sp ~ SumTISS + OPSECMO + Perfusor + TKoerPfl + OPSTEE + Bilanz +
    VAC
  Res.Df     RSS Df Sum of Sq       F    Pr(>F)
1    478 4838226
2    477 4769434  1     68793  7.3629 0.0069019 **
3    476 4650486  1    118948 12.7310 0.0003964 ***
4    475 4588704  1     61782  6.6125 0.0104315 *
5    474 4516599  1     72105  7.7174 0.0056871 **
6    473 4440294  1     76305  8.1669 0.0044546 **
7    472 4409978  1     30316  3.2448 0.0722904 .
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

Tabelle 43 Auszug aus der modellvergleichende Varianzanalyse im Spätdienst

Auch dieses Ergebnis muss wegen der fehlenden Normalverteilung, die im QQ-Plot deutlich wird, mit Zurückhaltung betrachtet werden (Abbildung 69).

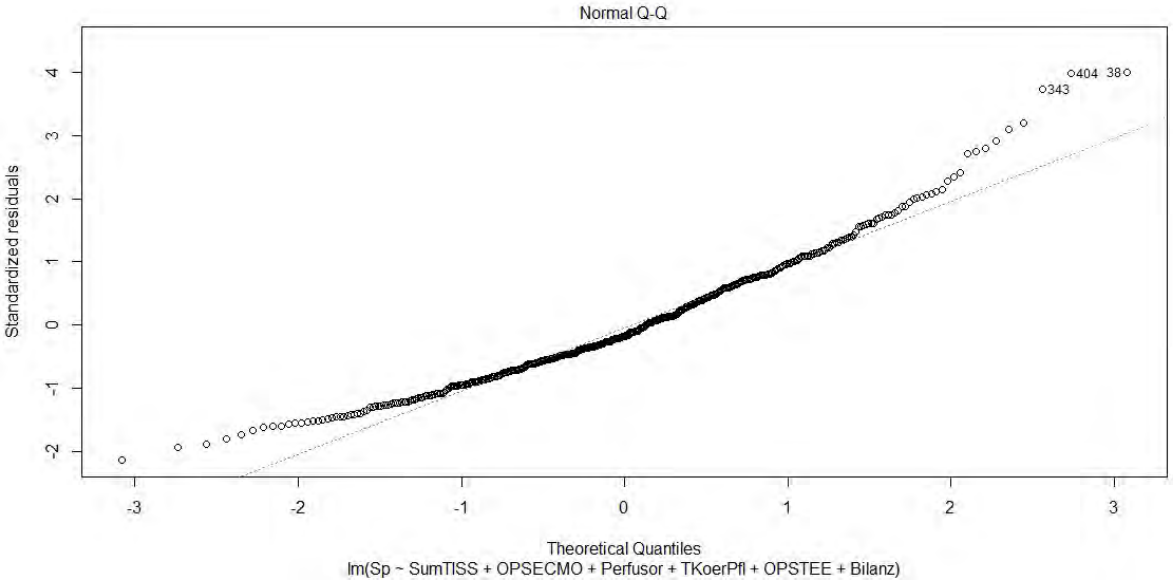

Abbildung 69 QQ-Plot für das beste multiple Regressionsmodell im Spätdienst

4.2.4.4 Multiple Regression im Spätdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Durch Ersetzen der TISS-10-Core Punktsumme mit den zehn Einzelvariablen ändert sich im Spätdienst die Signifikanz einiger Variablen erheblich. Die OPSECMO und die VAC sind als Variablen nicht mehr signifikant. Statt der TISS-10-Core-Punktsumme werden mit dem TISS-Pulmonaliskatheter und der TISS-Intervention auf der Intensivstation zwei Einzelvariablen des TISS-10-Core signifikant (Tabelle 44). Beide Variablen haben Implikationen zum Organsystem Lunge, wie die OPS ECMO auch.

```
Call:
lm(formula = Sp ~ OPSECMO + Perfusor + OPSTEE + TKoerPfl + Bilanz +
    VAC + Bea + TISSBea + TISSKat + TISSFlue + TISSartKath +
    TISSpulKath + TISSDia + TISSinkraD + TISSAzi + TISSIntICU +
    TISSIntEx)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-202.28  -66.32  -14.31   58.33  382.07

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 136.622710  24.538577   5.568 4.39e-08 ***
OPSECMO      20.365331  13.847924   1.471  0.14207
Perfusor      7.186831   2.430673   2.957  0.00327 **
OPSTEE      -93.389478  30.816526  -3.030  0.00258 **
TKoerPfl      9.803559   3.983128   2.461  0.01421 *
Bilanz        2.327779   0.877334   2.653  0.00825 **
VAC          19.019169  13.138592   1.448  0.14841
Bea          -0.006101   0.011300  -0.540  0.58949
TISSBea       5.755471   3.533074   1.629  0.10399
TISSKat       3.949440   2.954866   1.337  0.18201
TISSFlue     -3.922828   3.048747  -1.287  0.19884
TISSartKath   2.878703   3.310056   0.870  0.38492
TISSpulKath   3.062172   1.639339   1.868  0.06240 .
TISSDia      -1.236187   3.955312  -0.313  0.75477
TISSinkraD   -3.514431   8.927773  -0.394  0.69402
TISSAzi       1.708532   2.996241   0.570  0.56880
TISSIntICU    5.089034   2.158953   2.357  0.01883 *
TISSIntEx     3.181975   2.497523   1.274  0.20329
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 96.68 on 462 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1617,  Adjusted R-squared:  0.1309
F-statistic: 5.242 on 17 and 462 DF,  p-value: 1.22e-10
```

Tabelle 44 Multiple Regression mit allen TISS-10-Core Einzelvariablen im Spätdienst

Die übrigen Variablen Perfusor, transösophagiales Herzecho, Teilkörperpflege und Bilanz verbleiben im Modell, welches dreizehn Prozent der Daten erklärt (r^2 = .13) und zur Aufwandszeit deutlich signifikant ist ($p = 1.22^{e-10}$).

In Tabelle 45 ist dann das Modell gefittet. Hier werden OPS ECMO und VAC wieder signifikant. Nach dem Perfusor hat die TISS-Einzelvariable Intervention auf der Intensivstation ein stärkeres Signifikanzniveau, als die anderen Variablen. Dies wirkt sich auf die Signifikanz des Gesamtmodells

hinsichtlich der Aufwandszeit aus ($p = 5.499^{e-13}$). Die Reduktion der Variablen wirkt sich hingegen kaum auf das Bestimmtheitsmaß aus ($r^2 = .128$).

```
Call:
lm(formula = Sp ~ Perfusor + OPSTEE + TKoerPfl + Bilanz + VAC +
    TISSpulKath + TISSIntICU)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-203.80  -70.88  -15.84   60.34  367.13

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 162.4925    18.9723   8.565  < 2e-16 ***
Perfusor      8.9505     2.0375   4.393 1.38e-05 ***
OPSTEE      -86.7548    30.0814  -2.884  0.00411 **
TKoerPfl      9.4162     3.9434   2.388  0.01734 *
Bilanz        2.2385     0.8483   2.639  0.00860 **
VAC          25.4019    12.7687   1.989  0.04724 *
TISSpulKath   2.9499     1.5525   1.900  0.05802 .
TISSIntICU    6.5313     1.9164   3.408  0.00071 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 96.82 on 472 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.141,    Adjusted R-squared:  0.1283
F-statistic: 11.07 on 7 and 472 DF,  p-value: 5.499e-13
```

Tabelle 45 Multiple Regression mit signifikanten TISS-10-Core Einzelvariablen im Spätdienst

4.2.4.5 Multiple Regression im Nachtdienst

```
lm(formula = Na ~ SumTISS + OPSECMO + Wean + Perfusor + RASS + OPSRea + O
PSIntub + OPSEK + OPSEndosk + SumSAPS + Bilanz + CPAP + DKSFK + StomUro)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-348.79 -127.58  -24.27  111.50  514.85

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 347.7534    71.4102   4.870 1.53e-06 ***
SumTISS      -2.1937     1.1253  -1.950   0.0518 .
OPSECMO      32.8000    21.3737   1.535   0.1256
Wean          1.6962    19.7804   0.086   0.9317
Perfusor     15.8859     3.9197   4.053 5.93e-05 ***
RASS          1.3305     5.7496   0.231   0.8171
OPSRea       82.7302    67.6245   1.223   0.2218
OPSIntub     28.5314    40.5913   0.703   0.4825
OPSEK        16.2963    19.0123   0.857   0.3918
OPSEndosk    20.2823    20.9166   0.970   0.3327
SumSAPS       1.4580     0.6683   2.182   0.0296 *
Bilanz       -2.5053     1.4164  -1.769   0.0776 .
CPAP         -2.9638     6.9668  -0.425   0.6707
DKSFK       -27.2278    65.2282  -0.417   0.6766
StomUro     137.0794    57.4906   2.384   0.0175 *
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 156.9 on 465 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.107,    Adjusted R-squared:  0.08012
F-statistic:  3.98 on 14 and 465 DF,  p-value: 1.693e-06
```

Tabelle 46 ungefiltertes Modell multiple Regression im Nachtdienst

Von den 14 Variablen, die im Nachtdienst in der univariaten Regression signifikant werden, verbleiben in der multiplen Regression mit allen Variablen zunächst lediglich fünf auf unterschiedlichem Signifikanzniveau. Tabelle 46 zeigt, dass es sich um die TISS- und die SAPS-Punkte, die Perfusoren, die Bilanz und das Urostoma handelt. Das Bestimmtheitsmaß liegt bei r^2 = .08, p = 1.693^{e-06}. Nach Reduktion um die nicht signifikanten Variablen reduziert sich das Modell um die TISS- und die SAPS-Punkte, die nun nicht mehr signifikant sind (Tabelle 47). Das Modell hat wenig Aussagekraft mit einem Bestimmtheitsmaß von r^2 = .07 und einer Signifikanz zur Aufwandszeit von p = 5.93^{e-9}.

```
Call:
lm(formula = Na ~ Perfusor + Bilanz + StomUro)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-298.95 -131.21  -26.64  115.37  545.84 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept)  350.563     29.796  11.765  < 2e-16 ***
Perfusor      15.752      2.997   5.256 2.22e-07 ***
Bilanz        -2.967      1.375  -2.158  0.03145 *  
StomUro      163.855     46.523   3.522  0.00047 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 157.1 on 476 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.08283,	Adjusted R-squared:  0.07705 
F-statistic: 14.33 on 3 and 476 DF,  p-value: 5.926e-09
```

Tabelle 47 Multiple Regression Nachtdienst

Die drei verbliebenen Variablen korrelieren nur unwesentlich, so dass eine Abhängigkeit zwischen ihnen ausgeschlossen werden kann (Tabelle 48).

Variablen	Korrelation
Perfusor and StomUro	-0.106871
Bilanz and StomUro	-0.1184403
Bilanz and Perfusor	0.009120115

Tabelle 48 Korrelation zwischen Perfusor, Urostoma und Bilanz

Abbildung 70 zeigt, dass auch im Nachtdienst, wie bereits zu den anderen Schichten beschrieben, die Normalverteilungsannahme verletzt ist, hier dargestellt im Q-Q-Plot.

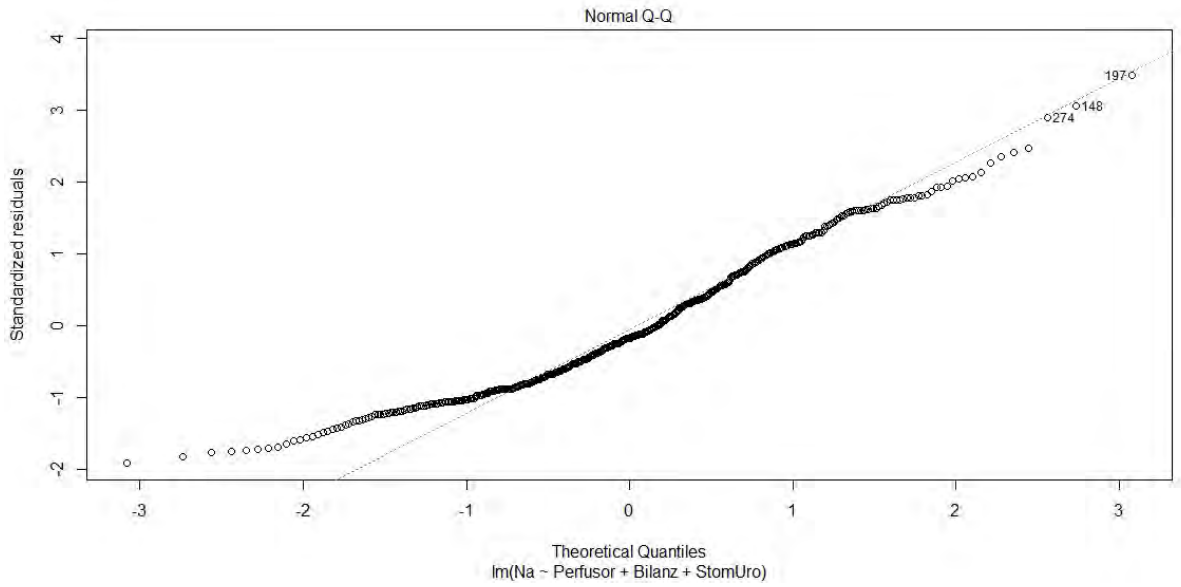

Abbildung 70 QQ-Plot für das multiple Regressionsmodell im Nachtdienst

In der Varianzanalyse der verschiedenen Modelle zeigt sich, dass der beobachtete F-Wert nach dem Modell 3 nicht mehr über die kritische Grenze zu einer signifikanten Unterschiedsbildung gegenüber dem Modell mit Perfusor, Bilanz und Urostoma kommt und zwar sowohl mit den SAPS-, als auch mit den TISS-Punktsummen nicht (Tabelle 49).

```
Analysis of Variance Table

Model 1: Na ~ Perfusor
Model 2: Na ~ Perfusor + Bilanz
Model 3: Na ~ Perfusor + Bilanz + StomUro
Model 4: Na ~ Perfusor + Bilanz + StomUro + SumTISS
  Res.Df      RSS Df Sum of Sq       F    Pr(>F)
1    478 12222074
2    477 12056227  1    165846  6.7145 0.0098573 **
3    476 11750022  1    306205 12.3971 0.0004715 ***
4    475 11732339  1     17684  0.7159 0.3979028
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

Tabelle 49 Auszug aus der modellvergleichenden Varianzanalyse im Nachtdienst

4.2.4.6 Multiple Regression im Nachtdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Das Ersetzen der TISS-10-Core-Punktsumme in der multiplen Regression durch die TISS-10-Einzelvariablen führt zu keinem wesentlich anderen Ergebnis (Tabelle 50). Aus der TISS-10-Core Punktsumme, die vorher signifikant war, wird als Einzelvariable ausschließlich die TISS-Dialyse signifikant.

```
lm(formula = Na ~ Perfusor + Bilanz + StomUro + SumSAPS + OPSECMO +
    Wean + RASS + OPSRea + OPSIntub + OPSEK + OPSEndosk + CPAP +
    DKSFK + TISSBea + TISSKat + TISSFlue + TISSartKath + TISSpulKath +
    TISSDia + TISSinkraD + TISSAzi + TISSIntICU + TISSIntEx)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-356.49 -122.19  -23.88  108.08  530.13

             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 335.30440   75.86645   4.420 1.24e-05 ***
Perfusor     15.41073    4.09424   3.764 0.000189 ***
Bilanz       -2.61817    1.45557  -1.799 0.072723 .
StomUro     137.48021   58.03351   2.369 0.018253 *
SumSAPS       1.89477    0.73910   2.564 0.010679 *
OPSECMO      29.26413   23.41619   1.250 0.212036
Wean          5.54708   20.49219   0.271 0.786750
RASS         -0.05532    5.91047  -0.009 0.992536
OPSRea       75.44072   68.06636   1.108 0.268299
OPSIntub     22.78171   41.97135   0.543 0.587538
OPSEK        15.75950   19.24354   0.819 0.413243
OPSEndosk    16.82745   21.40905   0.786 0.432277
CPAP         -4.09191    7.09336  -0.577 0.564316
DKSFK       -17.12951   66.21079  -0.259 0.795974
TISSBea      -2.41460    5.42668  -0.445 0.656568
TISSKat       0.41427    4.96815   0.083 0.933582
TISSFlue     -5.74528    5.03650  -1.141 0.254582
TISSartKath  -3.72978    5.38912  -0.692 0.489230
TISSpulKath  -2.12786    2.67488  -0.795 0.426737
TISSDia     -16.35661    7.08071  -2.310 0.021333 *
TISSinkraD  -12.75202   14.54265  -0.877 0.381019
TISSAzi       2.75172    4.91559   0.560 0.575894
TISSIntICU   -0.90826    3.60326  -0.252 0.801104
TISSIntEx    -0.69358    4.09387  -0.169 0.865542
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 157.3 on 456 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1191,   Adjusted R-squared:  0.07465
F-statistic:  2.68 on 23 and 456 DF,  p-value: 5.102e-05
```

Tabelle 50 Multiple Regression mit allen TISS-10-Core Einzelvariablen im Nachtdienst

Das Modell bietet, wie auch schon das TISS-Summenmodell nur einen sehr niedrigen Erklärungsansatz für die Aufwandszeit im Nachtdienst. Das Bestimmtheitsmaß liegt gerade einmal bei $r^2 = .075$.

```
lm(formula = Na ~ Perfusor + Bilanz + StomUro + SumSAPS + TISSDia)

Residuals:
   Min     1Q Median     3Q    Max
-307.2 -121.3  -24.9  112.0  545.6

            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 302.2718    35.1182   8.607  < 2e-16 ***
Perfusor     15.2708     3.1411   4.862 1.59e-06 ***
Bilanz       -2.9036     1.3687  -2.121  0.03441 *
StomUro     149.0600    46.6501   3.195  0.00149 **
SumSAPS       1.7359     0.6792   2.556  0.01090 *
TISSDia     -17.0566     6.5267  -2.613  0.00925 **
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 156 on 474 degrees of freedom
Multiple R-squared:    0.1,    Adjusted R-squared:  0.09056
F-statistic: 10.54 on 5 and 474 DF,  p-value: 1.307e-09
```

Tabelle 51 Multiple Regression mit signifikanten TISS-10-Core Einzelvariablen im Nachtdienst

Die Signifikanz liegt bei p = 5.1^{e-5}. Wie Tabelle 51 zeigt, ändert sich dies auch nicht durch die Herausnahme der nicht signifikanten Variablen (p = 1.307^{e-9}). Das Bestimmtheitsmaß erhöht sich gerade einmal auf r^2 = .09.

4.2.5 Ergebnisse des pflegetagbezogenen Regressionsbaums mit RPART

In einem ersten Schritt werden alle pflegetagbezogen Leistungsvariablen, als mögliche Modellvariablen in die Analyse einbezogen (Modellformel Tabelle 52). Als Restriktion wird ein Minimum von 15 Beobachtungen pro Knotenpunkt vorgegeben (*minsplit* = 15). Da die abhängige Variable intervallskaliert ist, wird die Analyse mittelwertbezogen (ANOVA) durchgeführt. Das Abbruchkriterium zur Varianzaufklärung wird entsprechend der Vorgabe bei 0.1 belassen.

```
Call:
rpart(formula = Min ~ GeVK + Bea + Wean + SumTISS + SumSAPS +
    OPSRea + OPSDefi + OPSMRE + OPSECMO + OPSAngio + OPSHerzkath +
    OPSEndosk + OPSCT + OPSOP + OPSDial + OPSZVD + OPSBea + OPSTracheo +
    OPSPunkt + OPSWund + OPSEK + OPSMedi + OPSTEE + OPSSpuel +
    OPSIntub + OBSChirKompl + OPSHypoth + OPSLag + GKoerPfl +
    TKoerPfl + Perfusor + MS + artKath + ZVK + PiCCO + Shaldon +
    Buelau + Drain + VAC + RASS + Bilanz + Drainkont + Lagerung +
    Wundver + Ernaehriv + ErnaehrSond + Absaug + CPAP, method = "anova",
    control = rpart.control(cP =0.01, minsplit = 15))
  n= 480
```

Tabelle 52 Modellformel für den pflegetagbezogenen Regressionsbaum RPART

Einflussnehmende Variablen werden einer Konvention zufolge in der Häufigkeit ihres Auftretens auf 100 aufsummiert, wobei ein Auftreten von Variablen < ein Prozent nicht gerechnet wird; die Ergebnisse werden auf volle Zahlen gerundet (Therneau, Jerry und Atkinson, Elisabeth 1997; Therneau und Atkinson 2017).

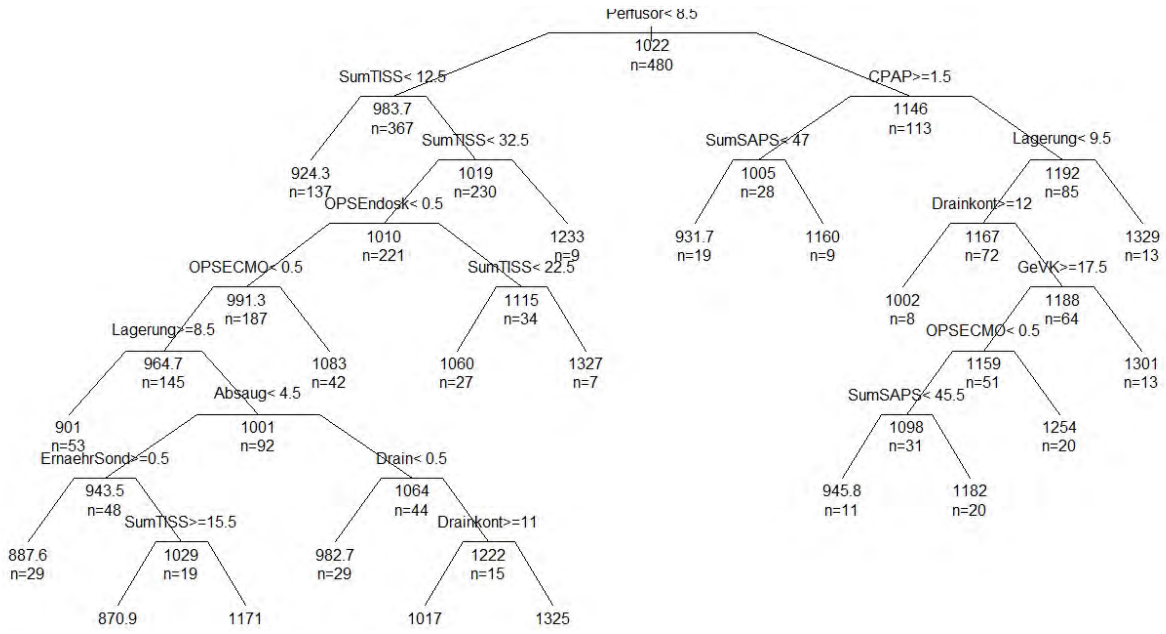

Abbildung 71 Ergebnis des Regressionsbaums in RPART für den Pflegetag

Abbildung 71 zeigt, dass die im Baum am häufigsten auftretende und gesplittete Variable die TISS-Summe ist, gefolgt von dem Perfusor. Danach folgen SumSAPS, Lagerung, CPAP und OPSECMO. Der Regressionsbaum enthält in den verschiedenen Splits mehrfach gleiche Variablen mit Beobachtungen, die unterschiedliche Splitpunkte aufweisen, z. B. TISS-Punktmengen werden ebenso wie die Anzahl der Lagerung oder die SAPS-Punkte unterschiedlich gesplittet und mehrfach im Baum aufgeführt.

Um nun eine Rückführung auf ein Modell zu erhalten, welches nicht überangepasst ist, jedoch die wichtigen Unterteilungen beibehält und aussagekräftig bleibt, wird das vorliegende Modell zurückgeschnitten (pruning). Das Zurückschneiden geschieht über die geschätzten Vorhersagewerte in der Kreuzvalidierung. Dabei wird für jeden Split der Schätzer des Vorhersagefehlers berechnet. In RPART wird der Vorhersagefehler in einer Tabelle als „*xerror*“ ausgegeben, s. Tabelle 53). Die Vorhersagefehler im vorliegenden Modell sind auf jeder Ebene hoch. Der geringste Vorhersagefehler liegt (in den meisten Durchläufen der Kreuzvalidierung) bei Split 3 (*xerror* = 0.9335445).

```
> print(rpartXXL$cptable)

           CP nsplit rel error    xerror       xstd
1  0.08237979      0 1.0000000 1.0022434 0.05638272
2  0.02800836      1 0.9176202 0.9462662 0.05578917
3  0.02668939      2 0.8896119 0.9426215 0.05497471
4  0.01609526      3 0.8629225 0.9335445 0.05442074
5  0.01501408      6 0.8146367 0.9369573 0.05526894
6  0.01437009      9 0.7695944 0.9734406 0.05820048
7  0.01190759     10 0.7552244 0.9771303 0.05721344
8  0.01159672     12 0.7314092 1.0025774 0.05779071
9  0.01147187     13 0.7198125 1.0009764 0.05828133
10 0.01045617     14 0.7083406 1.0026778 0.05901894
11 0.01038063     15 0.6978844 1.0176675 0.05984930
12 0.01000000     19 0.6563619 1.0385395 0.06016972
```

Tabelle 53 Varianzaufklärung der Kreuzvalidierung bei der pflegetagbezogenen Analyse

Das Abbruchkriterium (Varianzaufklärung < 0.1) wird in der Tabelle in der Spalte CP ausgegeben und nach 12 Splits erreicht. Der relative Fehler entspricht 1 minus dem Bestimmheitsmaß: „The relative error is 1 – R^2, similar to linear regression.“ (Atkinson und Therneau 2000, S. 20) In der Abbildung 72 ist grafisch gut zu erkennen, wo der Fehlerterm seinen Schwellenwert erreicht.

Er nimmt mit der Anpassung an das Modell ab; die Modellanpassung bzw. das Bestimmheitsmaß nimmt im Gegenzug entsprechend zu.

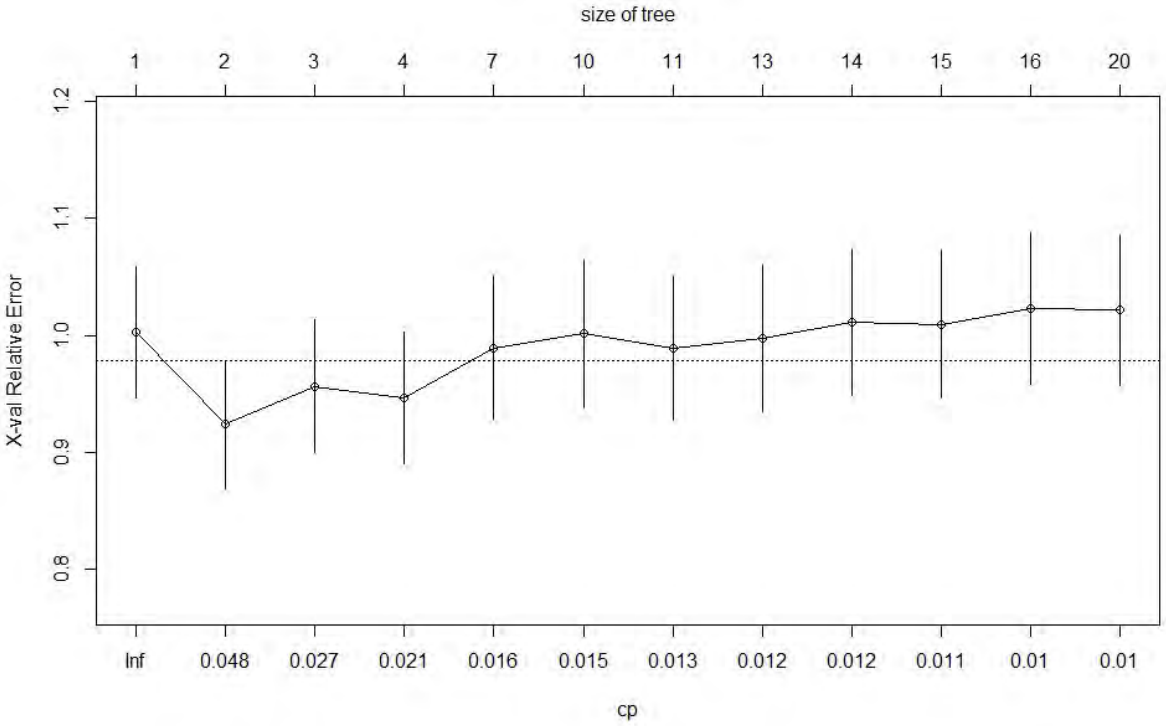

Abbildung 72 Kreuzvalidierung für den Pflegetag in RPART mit dem günstigsten Fehlerterm

Die nach dem Beschneiden im Regressionsbaum verbleibenden Variablen sind Perfusor, SumTISS und CPAP. Damit ist der Baum auf drei Variablen reduziert, die die Stichprobe in vier Fallgruppen aufteilt. Die erste Unterteilung geschieht durch den Perfusor, die entstehenden zwei Gruppen werden dann durch TISS-Punkte und die Maskenbeatmung (CPAP) getrennt (Abbildung 73).

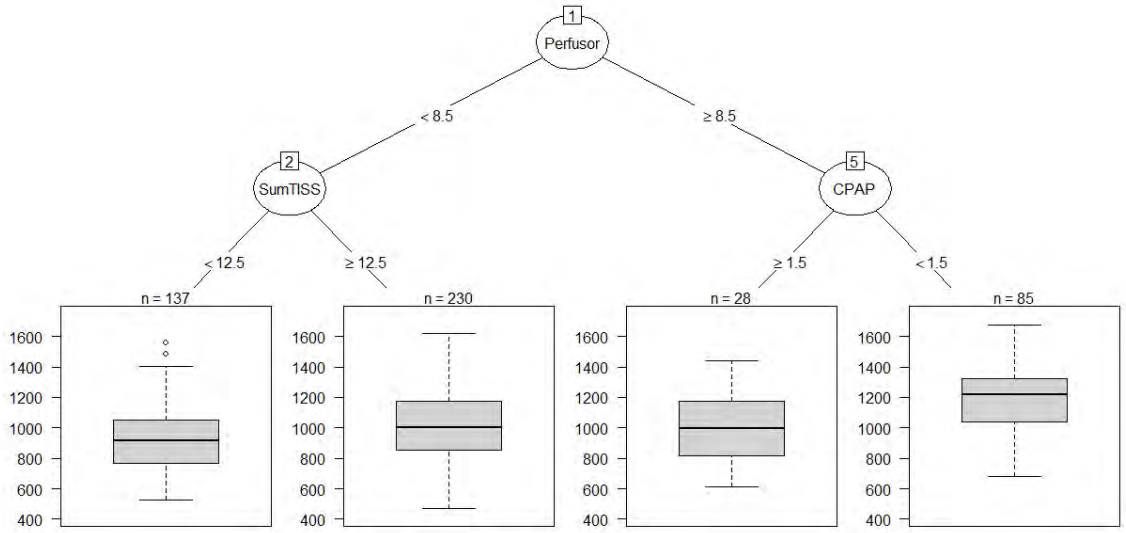

Abbildung 73 Regressionsbaum in RPART nach Kreuzvalidierung für den gesamten Pflegetag

Regressionsbaum RPART mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Der kreuzvalidierte Regressionsbaum im Pflegetag unterscheidet sich von dem vorhergehenden Modell einzig darin, dass statt der TISS-Punktsumme die TISS-10-Core Einzelvariable Intervention auf der Intensivstation in den Regressionsbaum mit einfließt. Degrößten Zeitaufwand hat im Modell die Pflegetaggruppe mit neun und mehr Perfusoren und mehr als einer CPAP-Beatmung pro Tag (Abbildung 74).

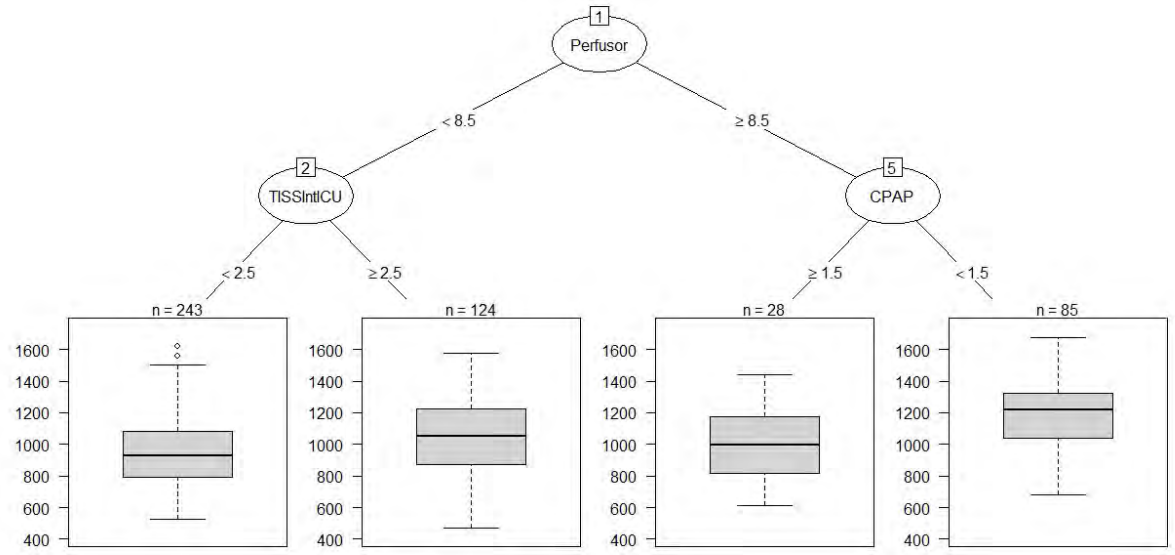

Abbildung 74 kreuzval. Regressionsbaum RPART für den Pflegetag mit TISS-10-Core Einzelvariablen

4.2.6 Ergebnisse der schichtbezogenen Regressionsbäume mit RPART

4.2.6.1 Regressionsbaum RPART im Frühdienst

Erneut werden zunächst alle Variablen in das Modell eingeschlossen. Die Modellannahmen entsprechen denen bei der pflegetagbezogenen Analyse mittels RPART (Minimum von 15 Beobachtungen pro Knotenpunkt, Analysemethode = ANOVA, Abbruchkriterium zur Varianzaufklärung bei 0.1).

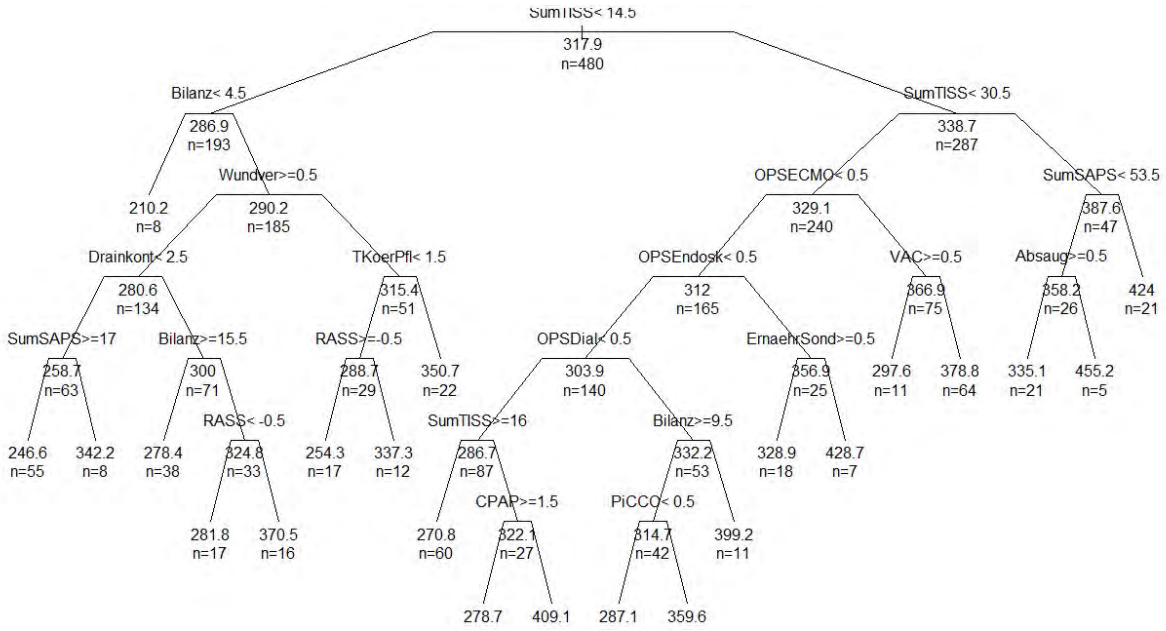

Abbildung 75 RPART Regressionsbaum im Frühdienst vor dem Pruningprozess

Abbildung 75 zeigt, dass in den Regressionsbaum Variablen eingeschlossen werden, die auch in der multiplen Regression in der Funktionsgleichung für den Frühdienst signifikant sind, unter anderem OPS ECMO, OPS Dialyse und OPS Herzkatheter.

	CP	nsplit	rel error	xerror	xstd
1	0.06433439	0	1.0000000	1.0028135	0.06316175
2	0.03008381	1	0.9356656	0.9772288	0.06090831
3	0.01448415	3	0.8754980	0.9424721	0.06305913
4	0.01291664	7	0.8175614	1.0573196	0.06881630
5	0.01282634	8	0.8046448	1.0846780	0.06909282
6	0.01125514	9	0.7918184	1.0850886	0.06922163
7	0.01113758	11	0.7693081	1.1048440	0.07161022
8	0.01082679	15	0.7247578	1.1258908	0.07289775
9	0.01067863	16	0.7139310	1.1339680	0.07391616
10	0.01041916	18	0.6925738	1.1326676	0.07395118
11	0.01004215	19	0.6821546	1.1478406	0.07429330
12	0.01000000	21	0.6620703	1.1595271	0.07433163

Tabelle 54 Darstellung der Varianzaufklärung der Kreuzvalidierung im Frühdienst

Die Kreuzvalidierung des Modells ist in Tabelle 54 dargestellt. Das Abbruchkriterium (Reduktion der Residuenquadratsumme um 0.1) wird nach zwölf Splits erreicht, der niedrigste Vorhersagefehler und damit das beste Modell werden nach drei Splits erreicht.

Die Splits des Frühdienst unterscheiden sich vom Pflegetagmodell (Abbildung 76). Sowohl der erste, als auch der zweite Teilungspunkt wird durch die Variable TISS-10-Core markiert (zwischen 14 und 15 TISS-Punkten sowie zwischen 30 und 31 TISS-Punkten). Auf der dritten Ebene folgt ein Split der OPSECMO. Der Perfusor ist auch im nicht beschnittenen Modell im Frühdienst kein Splitkriterium.

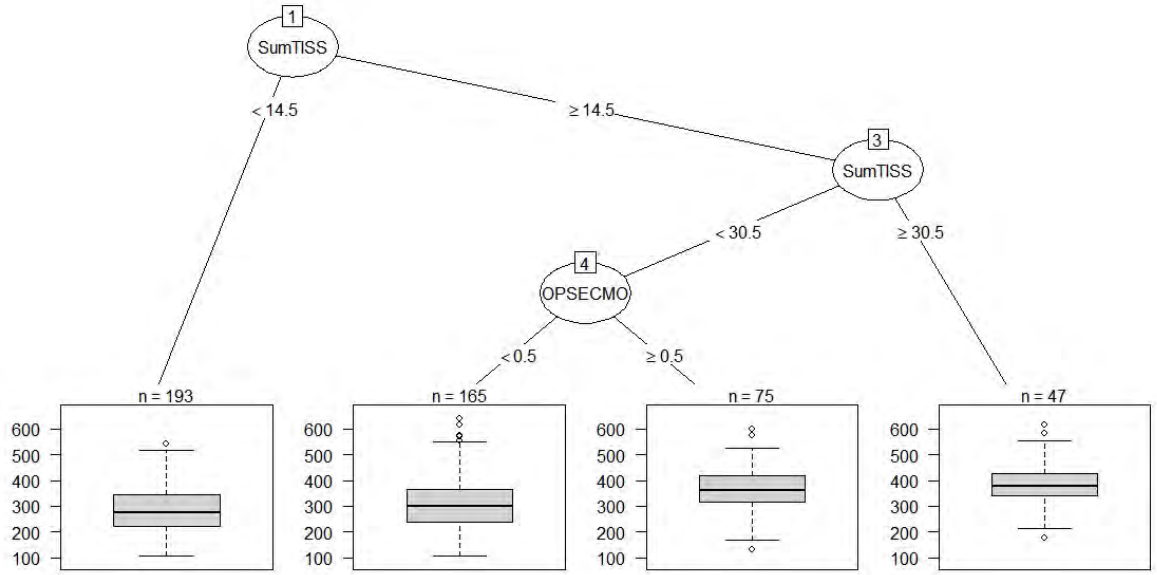

Abbildung 76 Regressionsbaum in RPART nach Kreuzvalidierung für den Frühdienst

Regressionsbaum RPART im Frühdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Bei Ersatz der TISS-10-Core-Punktsumme durch die Einzelvariablen wird im RPART Regressionsbaum statt der TISS-Punktsumme die metabolische Azidose als TISS-10-Core Einzelvariable in der obersten Ebene nach Kreuzvalidierung gezogen, gefolgt von der OPS ECMO. Hier gleicht sich das Modell wieder an das Ergebnis des Regressionsbaumes im Frühdienst mit der TISS-10-Core Punktsumme an, wo ebenfalls die OPS ECMO nach den TISS-Punkten als zweite Teilungsvariable dargestellt wird (vgl. Abbildung 76 und Abbildung 77).

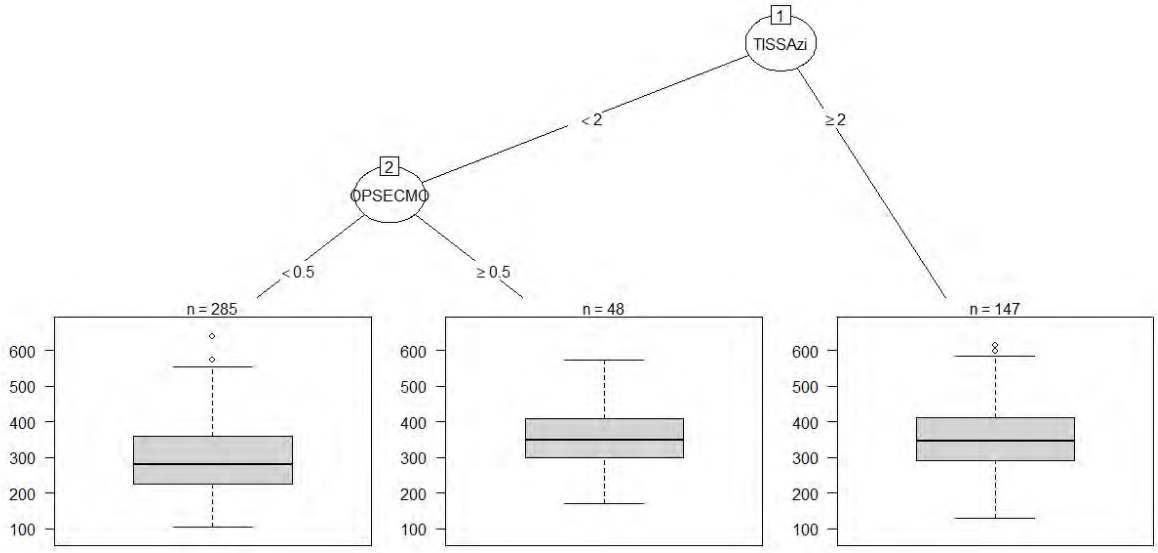

Abbildung 77 kreuzval. Regressionsbaum in RPART im Frühdienst mit TISS-10-Core-Einzelvariablen

4.2.6.2 Regressionsbaum RPART im Spätdienst

Alle Variablen werden eingeschlossen und in Bezug zu den Spätdienstzeiten gesetzt. Die Analysemethodik bleibt gleich (Minimum von 15 Beobachtungen pro Knotenpunkt, Analysemethode = ANOVA, Abbruchkriterium zur Varianzaufklärung bei 0.1).

Im nicht zurückgeschnittenen Regressionsbaum in Abbildung 78 ist erneut der TISS-10-Core als oberstes Splitkriterium enthalten, allerdings sind auch Variablen aus dem Pflegeleistungsbereich z. B. Ganz- und Teilkörperpflege und die Wundversorgung als Splitkriterien im Spätdienst vorhanden.

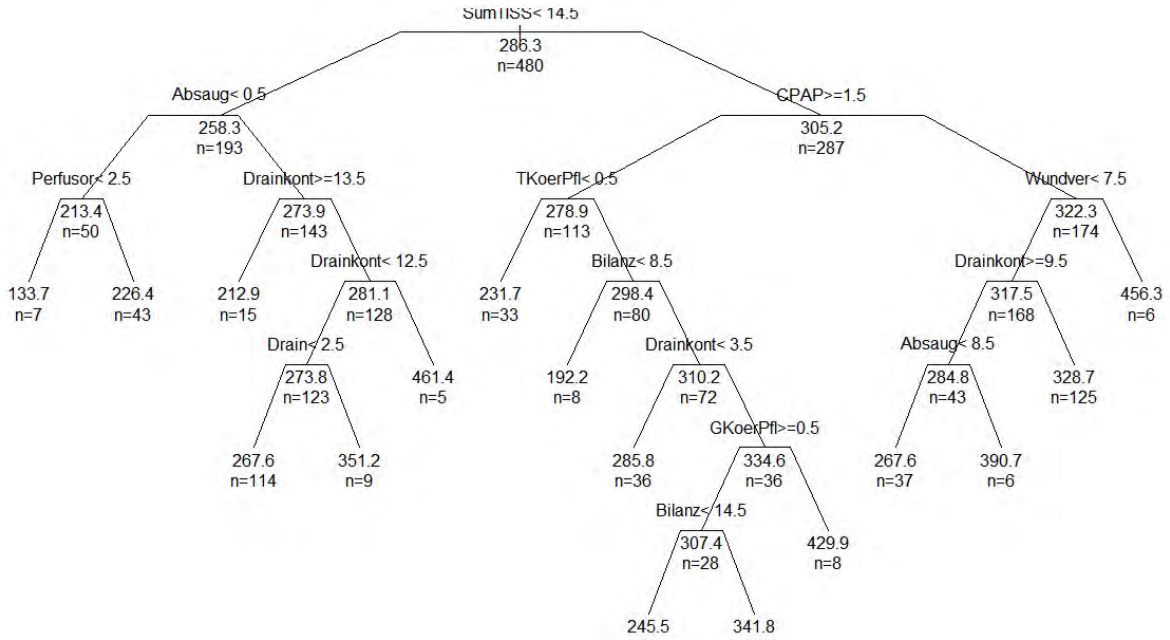

Abbildung 78 RPART Regressionsbaum im Spätdienst vor dem Pruningprozess

Das Abbruchkriterium (Reduktion der Residuenquadratsumme um 0.1) wird nach 13 Splits erreicht (s. complexity parameter, Tabelle 55). Der niedrigste Vorhersagefehler der Kreuzvalidierung liegt bei Splitpunkt 1. Der Vorhersagefehler liegt wieder auf sehr hohem Niveau.

	CP	nsplit	rel error	xerror	xstd
1	0.04935067	0	1.0000000	1.0048326	0.07484124
2	0.02634621	1	0.9506493	0.9888854	0.07920431
3	0.02498719	2	0.9243031	1.0208942	0.08243051
4	0.02247524	3	0.8993159	1.0142252	0.08239409
5	0.02168508	5	0.8543655	1.0125645	0.08070260
6	0.02015452	6	0.8326804	1.0125059	0.08056928
7	0.01944010	7	0.8125259	1.0009320	0.07905479
8	0.01358069	8	0.7930857	1.1145530	0.08480586
9	0.01323237	10	0.7659244	1.1534019	0.08493282
10	0.01156858	12	0.7394596	1.1616127	0.08435711
11	0.01131068	13	0.7278911	1.2113058	0.08759779
12	0.01003903	14	0.7165804	1.2366618	0.08878434
13	0.01000000	15	0.7065413	1.2296002	0.08601032

Tabelle 55 Varianzaufklärung der Kreuzvalidierung im Spätdienst

Tatsächlich ist die Kreuzvalidierung im Spätdienst sehr instabil. In mehreren Durchläufen wird kein Split im Pruningprozess erreicht, sondern der Abbruch erfolgt unmittelbar ohne jeglichen Split. Erfolgt kein sofortiger Abbruch, wird der Baum durch die TISS-Punktsumme bei 14 TISS-Punkten geteilt (Abbildung 79).

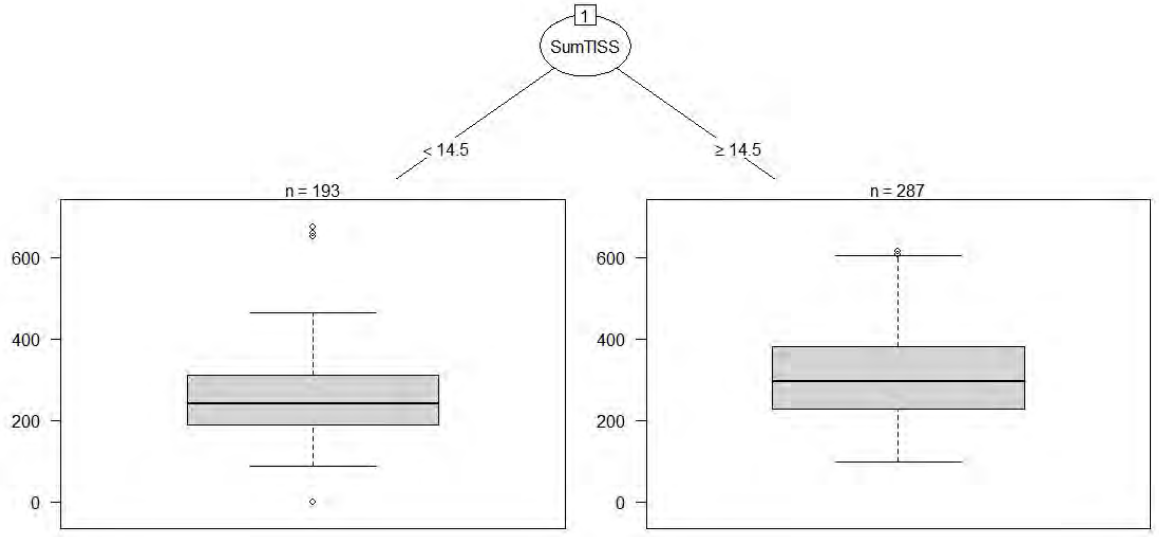

Abbildung 79 Regressionsbaum RPART nach Kreuzvalidierung für den Spätdienst

Regressionsbaum RPART im Spätdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Das Ersetzen der TISS-10-Core Punktsumme führt im Regressionsbaum im Spätdienst dazu, dass der Perfusor nach Kreuzvalidierung als einziges Splitkriterium ausgewählt wird. Dies ist erstaunlich, da offensichtlich im Spätdienstmodell mit TISS-Einzelvariablen im Gegensatz zum TISS-Punktsummemodell keine der TISS-Einzelvariablen die Bedeutsamkeit hat, in Bezug auf die Aufwandszeit zum Splitkriterium zu werden. Der Perfusor dient hingegen zweimal als Splitkriterium, einmal zwischen fünf und sechs Perfusorenund einmal zwischen zehn und elf Perfusoren (Abbildung 80).

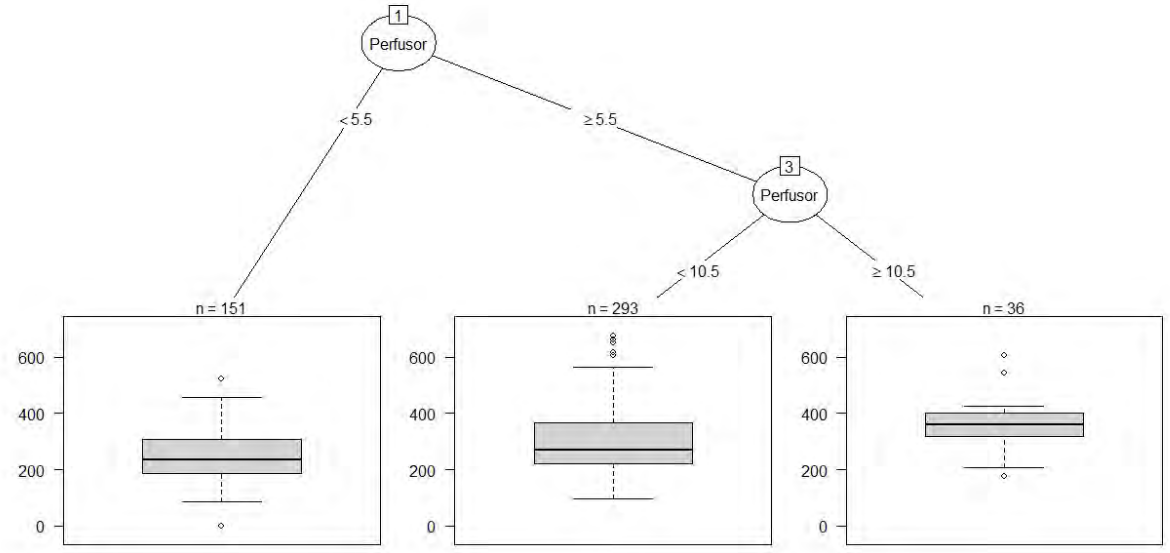

Abbildung 80 kreuzval. Regressionsbaum in RPART im Spätdienst mit TISS-10-Core-Einzelvariablen

4.2.6.3 Regressionsbaum RPART im Nachtdienst

Die Modellanalyse im Nachtdienst enthält dieselben Variablen und Vorgaben wie in den vorhergegangenen Durchläufen für die Regressionsbäume mit RPART (Minimum von 15 Beobachtungen pro Knotenpunkt, Analysemethode = Anova, Abbruchkriterium zur Varianzaufklärung bei 0.1).

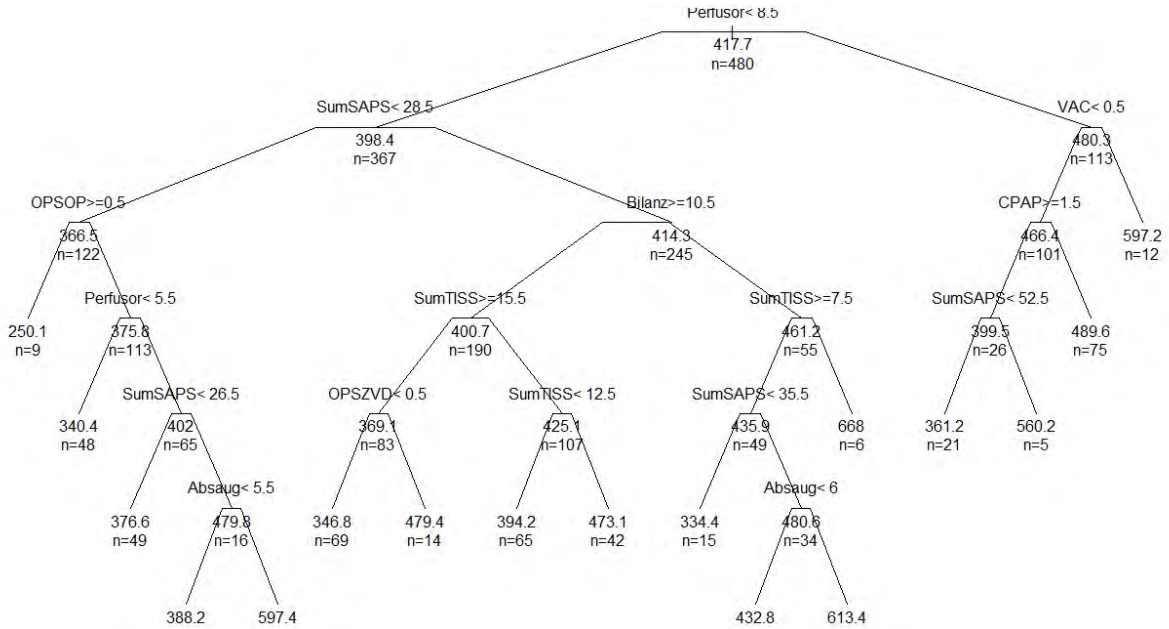

Abbildung 81 RPART Regressionsbaum im Nachdienst vor dem Pruningprozess

Den ersten Splitpunkt im Nachtdienst bildet die Variable Perfusor (Abbildung 81). Damit zeigt sich wieder eine Ähnlichkeit gegenüber der multiplen Regression, in welcher im Nachtdienstmodell der

Perfusor das höchste Signifikanzniveau einer Einzelvariable aufweist. 7 der insgesamt 16 Splitpunkte im Regressionsbaum im Nachtdienst gehen auf die Summen-Variablen TISS-Punkte (drei Splits) und SAPS-Punkte (vier Splits) zurück.

Auch im Nachtdienst erreicht die Analyse in der Kreuzvalidierung bereits nach dem ersten Split das beste Modell; wieder mit einem hohen Vorhersagefehler von .96 (Tabelle 56).

CP	nsplit	rel error	xerror	xstd
1 0.04527129	0	1.0000000	1.0058603	0.05739964
2 0.01638499	1	0.9547287	0.9644568	0.05654375
3 0.01432663	6	0.8713486	1.1292660	0.06800324
4 0.01371199	7	0.8570220	1.1544943	0.06904042
5 0.01241073	9	0.8295980	1.2000054	0.07220314
6 0.01236176	10	0.8171873	1.2057612	0.07287443
7 0.01028162	12	0.7924638	1.2366596	0.07461179
8 0.01004567	13	0.7821821	1.2912427	0.07402296
9 0.01000000	14	0.7721365	1.2881503	0.07408906

Tabelle 56 Darstellung der Varianzaufklärung der Kreuzvalidierung im Nachtdienst

Die Vorhersage ist beim wiederholten Durchlaufen der Daten wesentlich stabiler, als dies das Modell im Spätdienst ist. Die Aufwandszeit für die Variable Perfusor wird im Regressionsbaum im Nachtdienst zwischen acht und neun Perfusoren an der gleichen Stelle gesplittet, wie in dem Modell für den gesamten Pflegetag (Abbildung 82).

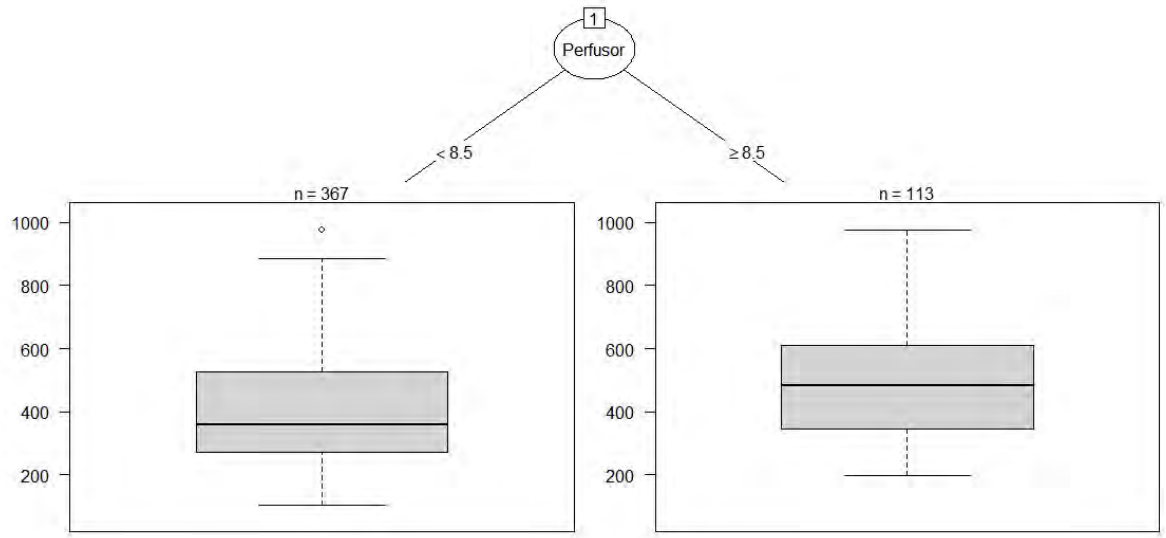

Abbildung 82 Regressionsbaum in RPART nach Kreuzvalidierung für den Nachtdienst

Regressionsbaum RPART im Nachtdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Bei Ersatz der TISS-10-Core Punktsumme durch die Einzelvariablen verändert sich die Vorhersage für den Regressionsbaum nach Kreuzvalidierung gegenüber der Vorhersage mit TISS-Summenscore nicht.

In beiden Fällen wird einzig der Perfusor als Splitkriterium gewählt, der Splitpunkt bleibt gleich (Abbildung 83).

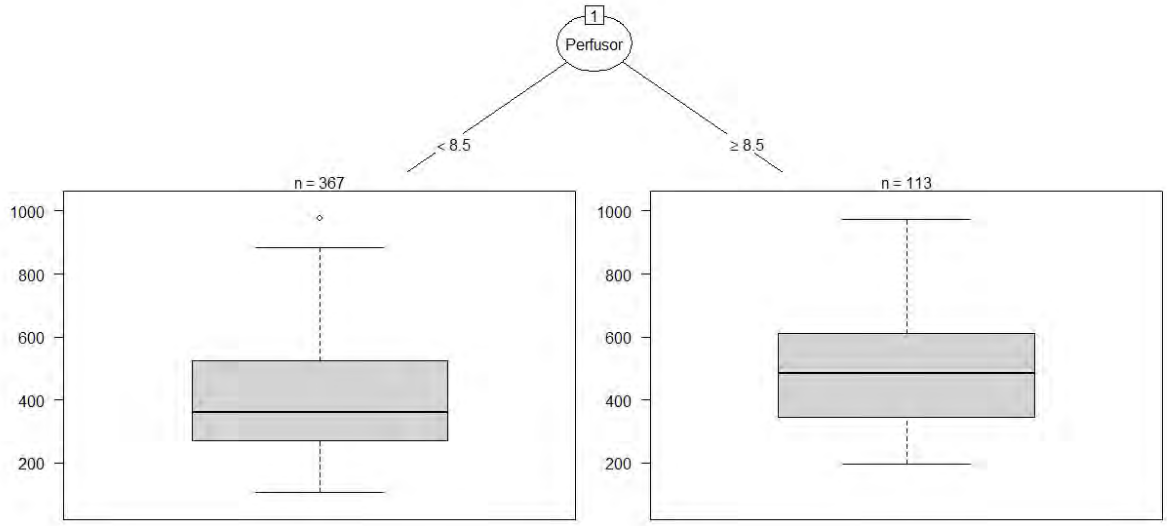

Abbildung 83 kreuzval. Regressionsbaum in RPART im Nachtdienst mit TISS-10-Core-Einzelvariablen

4.2.7 Ergebnisse des pflegetagbezogenen Regressionsbaums mit CTREE

Es wird ein Regressionsbaum mit den Variablen Perfusor und SumTISS abgebildet (Abbildung 86). Der Perfusor steht an erster Stelle als Splitkriterium. Die Trennung der Klassen findet wie bei RPART zwischen 8 und 9 Perfusoren statt. Auch das zweite Splitkriterium, die Summe der TISS-Punkte wird an der gleichen Stelle wie in der RPART-Routine aufgetrennt, zwischen zwölf und dreizehn TISS-Punkten. Entsprechend ist die Zahl der Beobachtungen in den beiden gebildeten Klassen identisch:

- Es gibt 137 Beobachtungsfälle im Endpunkt 3 (Perfusorzahl < 8 und Summe Tiss-Punkte < 12)
- Es gibt 230 Beobachtungen im Endpunkt 4 (Perfusorzahl < 8 und Summe TISS-Punkte> 12)
- Es gibt 113 Beobachtungen im Endpunkt 5 (Perfusorzahl > 8)

Im Bereich größer acht Perfusoren bildet CTREE keinen weiteren Splitpunkt und unterscheidet sich in diesem Aspekt vom Modell in RPART, wo ein weitere Split der Aufwandszeit mit der Variable CPAP erfolgt (vgl. Abbildung 73 und Abbildung 84).

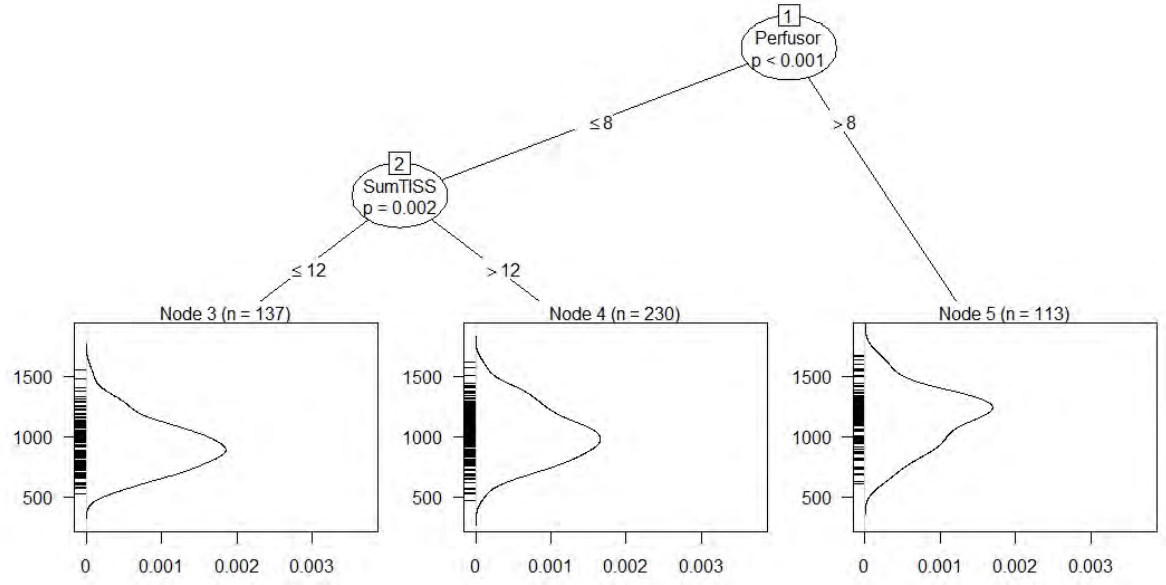

Abbildung 84 Ergebnis des pflegetagbezogenen Regressionsbaums in CTREE

Erwartungsgemäß ist der benötigte Zeitaufwand in der Klasse mit weniger als neun Perfusoren und weniger als 13 TISS-Punkten am Niedrigsten (Mittelwert 924.3 Minuten), gefolgt von der Klasse der Beobachtungen mit weniger als neun Perfusoren und mehr als 12 TISS-Punkten (Mittelwert 1019.1 Minuten) und mit dem höchsten Pflegezeitaufwand die Klasse der Beobachtungen mit mehr als acht Perfusoren (Mittelwert 1145.8 Minuten).

4.2.8 Ergebnisse der schichtbezogenen Regressionsbäume mit CTREE

4.2.8.1 Regressionsbaum CTREE im Frühdienst

Der Regressionsbaum in CTREE ist mit dem Regressionsbaum von RPART im Frühdienst identisch. Unabhängig von der unterschiedlichen Methode des Abbruchskriteriums zeigen beide Bäume jeweils im ersten Split den TISS-10-Core bei einem Split von 14 TISS-Punkten, einen weiteren TISS-10-Core-Split bei 30 TISS-Punkten und einen Split der Klasse TISS-Punktsumme zwischen 15 und 30 Punkten mit bzw. ohne OPS ECMO an. Die höchste Aufwandszeit aller vier Klassen haben Pflegetage mit ECMO und einer TISS-Punktsumme zwischen 15 und 30 Punkten (vgl. Abbildung 76 und Abbildung 85).

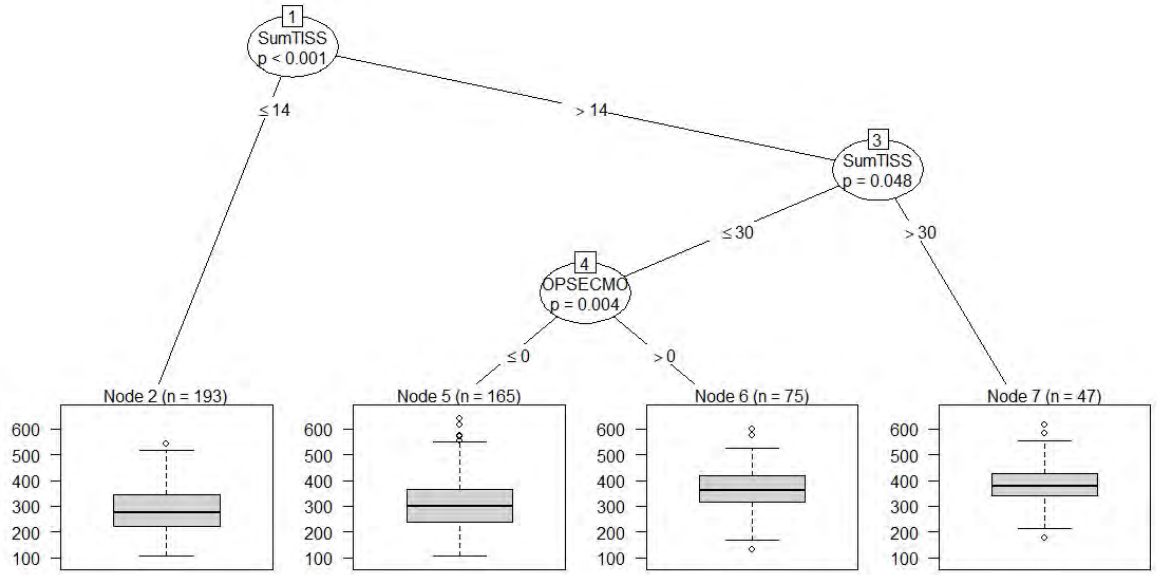

Abbildung 85 Regressionsbaum in CTREE für den Frühdienst

4.2.8.2 Regressionsbaum CTREE im Spätdienst

Der Regressionsbaum CTREE im Spätdienst erbringt ebenfalls nur einen Split (Abbildung 86). Allerdings wird in CTREE im Gegensatz zum Regressionsbaum in RPART nicht die TISS-Summe als erstes Splitkriterium gewählt, sondern der Perfusor. Der Split erfolgt bei ≤ 5 Perfusoren (vgl. Abbildungen 81 und 88).

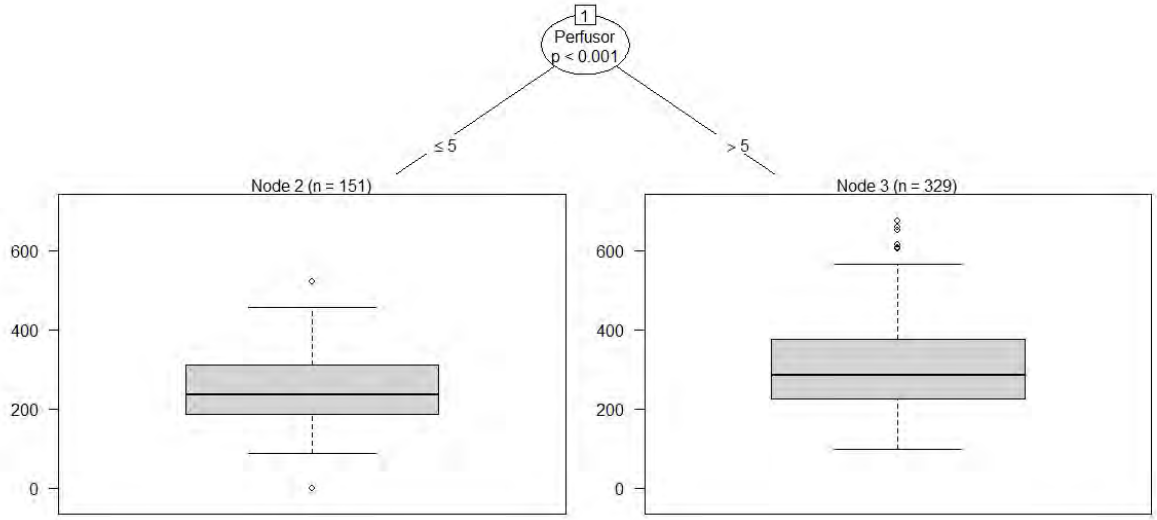

Abbildung 86 Regressionsbaum in CTREE für den Spätdienst

4.2.8.3 Regressionsbaum CTREE im Nachtdienst

Auch im Nachtdienst bleibt nur ein Split in CTREE übrig. Wieder ist die Anzahl der Perfusoren nach Kreuzvalidierung die einzige überbleibende Verzweigung. Im Gegensatz zum Spätdienst geschieht hier der Split bei ≤ 8 Perfusoren. Im Vergleich (Abbildung 82 und Abbildung 87) zum Regressionsbaum in RPART sind sowohl das Splitkriterium Perfusor, als auch der Splitpunkt (≤ 8 bzw. 8.5) und die Splitmenge der Pflegetage identisch (367 Pflegetage zu 113 Pflegetagen). Dieses Ergebnis ist auch in der Regressionsbaumanalyse mit *evtree,* einer weiteren Methode zur Abbildung eines Regressiosbaumes in R stabil. (Pfeiffer et al. 2017)

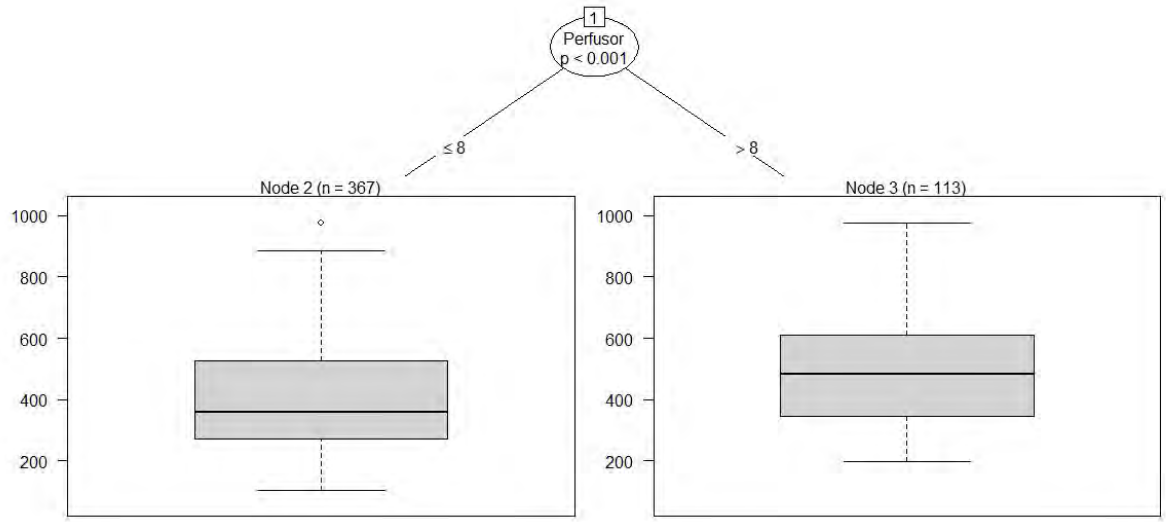

Abbildung 87 Regressionsbaum in CTREE für den Nachtdienst

Die deutlich größere Range der Aufwandszeit im Nachtdienst gegenüber dem Spätdienst ist durch die längere Schichtzeit bedingt.

4.2.9 Ergebnisse der pflegetagbezogenen MARS©-Modelle (Earth)

Wie in Kapitel 4.1.4 beschrieben, erlauben die Earthmodelle die funktionelle Regressionsanalyse unter Berücksichtigung von verschiedenen Variablenteilabschnitten, die zueinander und dann gemeinsam zur abhängigen Variable in nichtlineare Beziehung gesetzt werden, wenn sie in einzelnen Abschnitten als bedeutsam für die abhängige Variable berechnet werden. Die so erzeugten Hebelfunktionen können in ihrer Beziehung zueinander teilweise auch grafisch dargestellt werden. Die Analyse im Earthmodell wurde mit der Vorgabe eines einfachen additiven Modells sowie einer, zwei und neun autorisierten Interaktionen zwischen den verschiedenen Prädiktoren im Vergleich durchgeführt.

4.2.9.1 Earth-Analyse im einfachen additiven Modell

Im ersten vorgestellten Modell werden keine Interaktionen zwischen den Prädiktoren zugelassen. In der Analyse werden die Prädiktoren univariat auf den Regressor bezogen, wobei Splitpunkte innerhalb der einzelnen Prädiktoren im Sinne einer Verzahnung zugelassen werden. In den R-Modellen werden diese „hinge"-Funktionen (Scharnierfunktionen) mit einem „h" gekennzeichnet. Die nach dem Pruning-Prozess verbleibenden Scharnierfunktionen werden mit ihrer Knickstelle (kink) ausgewiesen. Da sowohl beide Funktionen rechts und links von der Knickstelle verbleiben können, als auch nur eine der beiden Funktionen, werden diese Funktionen in R durch die Darstellung der Variablen mit dem Knickpunkt vor- oder nach dem Variablennamen dargestellt.

Tabelle 57 zeigt, dass im additiven Modell für den Pflegetag sechs bedeutsame Interaktionen mit fünf Prädiktoren dargestellt werden.

```
Call: earth(formula=Min~GeVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+O...),
            data=data.set3, trace=5, degree=1)

coefficients
(Intercept)       944.63682
OPSECMO           125.18819
h(SumTISS-31)      15.52965
h(61-SumSAPS)      -2.08538
h(Perfusor-3)      24.81818
h(Lagerung-10)     54.73587
h(Lagerung-12)    -88.25140

Selected 7 of 68 terms, and 5 of 48 predictors
Termination condition: Reached nk 97
Importance: Perfusor, OPSECMO, SumTISS, SumSAPS, Lagerung, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 6 (additive model)
GCV 49453.32    RSS 22469219    GRSq 0.1418538    RSq 0.1843121
```

Tabelle 57 Earth-Modell mit restriktiver additiver Variablenfunktion

Im Modell liegt die Konstante bei 945 Minuten. Die OPS ECMO wird mit Split von 0.5 (entspricht dem Split von vorhandener und nichtvorhandener ECMO) und einem veränderten Minutenwert von 125 Minuten bei Vorhandensein einer ECMO-Therapie dargestellt. Sie ist im vorliegenden Modell die

einzige Basisfunktion ohne „hinge“-Funktion. Bei einer TISS-Punktsumme von 31 Punkten splittet Earth den Prädiktor TISS-Punkte als relevant. Pflegetage mit 31 Punkten und mehr haben einen Minutenwertanstieg von 16 Minuten, während bei den SAPS-Punkten die Funktion bei 61 Punkten abbricht. Es wird ein Negativaufwand von zwei Minuten ab 61 Punkten dargestellt. Bei der Variable Perfusor wird ab drei Perfusoren eine Zunahme des Aufwandes pro Perfusor von 25 Minuten ausgewiesen.

Die Variable Lagerung ist in zwei Teilfunktionen dargestellt. Zum einen wird ab zehn Lagerungen eine bedeutsame Aufwandszunahme von 55 Minuten dargestellt. Zum anderen gibt es bei zwölf Lagerungen dann einen erneuten Knick mit einer weiteren Basisfunktion und der Zeitaufwand reduziert sich pro Lagerung deutlich um 88 Minuten (Abbildung 88, 5. Lagerung).

Der Vorhersagewert der Aufwandszeit durch dieses Modell ist in der Stichprobe mit 18 Prozent (*RSq* = .184) ähnlich niedrig wie in den bisherigen Analysemethoden. Die Generalisierbarkeit außerhalb der Stichprobe reduziert den Wert auf 14 Prozent (*GRSq* = .141). Die von Earth im additiven Modell extrahierten Variablen finden sich bis auf die Lagerung in den vorhergehenden Regressionsanalysen ebenfalls als relevante Prädiktoren wieder. Die Basisfunktionen von Earth (größtenteils mit Knickstellen) sind in der Abbildung 88 gut zu erkennen.

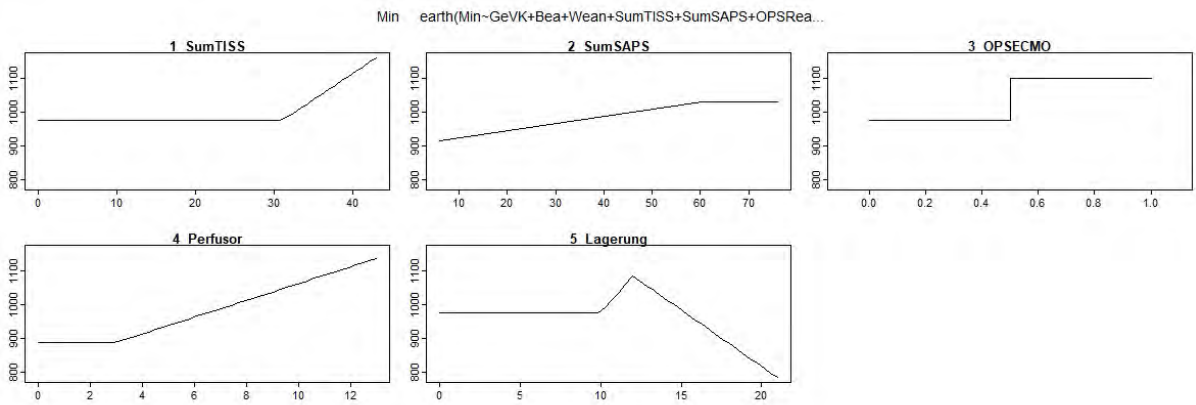

Abbildung 88 grafische Darstellung der Modellparameter im additiven Earth-Modell

Die Ergebnisse der Kreuzvalidierung (*gcv*) zeigen die Relevanz des Perfusors als Prädiktor für den stichprobenübergreifenden Schätzer im Modell (Tabelle 58). Dargestellt sind die aufaddierten gemittelten quadratischen Abweichungen des nach dem Pruning-Prozess verbliebenden Modells. Diese ergeben sich in Abhängigkeit zur Anzahl der Basisfunktionen (*nsubsets*) sowie zu den ebenfalls aufsummierten Residuenquadratsummen (*rss*) der einzelnen Teilmengen (*LOF*-Funktion). (Friedman 1991, vgl. S. 20)

```
        nsubsets   gcv    rss
Perfusor        6 100.0  100.0
OPSECMO         5  43.4   57.9
SumTISS         4  27.4   45.8
SumSAPS         2  18.2   31.8
Lagerung        2   9.9   28.9
```

Tabelle 58 Kreuzvalidierung im additiven Earthmodell

4.2.9.2 Earth-Analyse mit einer autorisierten Interaktionen der Prädiktoren

Wird der Earth-Algorhythmus dahingehend variiert, dass Interaktionen zwischen zwei Prädiktoren zugelassen werden, ändert sich das Modell deutlich. Die Konstante ist mit 888 Minuten niedriger. Wie im additiven Modell ist der Perfusor wieder als bedeutende Variable (ohne weiteren Prädiktor) bei einem Split mit drei Perfusoren abgebildet. Die Aufwandszeit erhöht sich um 39 Minuten. Vier weitere Funktionen mit jeweils zwei Prädiktoren sind ebenfalls Bestandteil des Modells, davon die Prädiktoren SumSAPS, Lagerung und OPSECMO, die bereits im additiven Modell dargestellt wurden. Die Interaktion der OPSECMO mit einem arteriellen Katheter führt zu einer Erhöhung auf 166 Minuten (Tabelle 59).

```
Call: earth(formula=Min~GeVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+O...
), data=data.set3, trace=5, degree=2, penalty=3)

coefficients
(Intercept)                     887.99170
h(Perfusor-3)                    38.99434
OPSECMO * artKath               166.46887
OPSIntub * h(14-Lagerung)        19.42299
h(1-MS) * PiCCO                 198.21956
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3)    -0.64813

Selected 6 of 64 terms, and 8 of 48 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 64 terms
Importance: Perfusor, OPSECMO, artKath, SumSAPS, MS, PiCCO, OPSIntub, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 1 4
GCV 48392.97    RSS 21940391    GRSq 0.1602536    RSq 0.2035099
```

Tabelle 59 Earth-Modell mit einer Interaktion zweier Variablen

Die Lagerung führt ab 14 Lagerungsintervallen in Interaktion mit der OPS Intubation zu einer Erhöhung der Aufwandszeit um 29 Minuten und das Vorhandensein einer Magensonde und eines PICCO-Katheters erhöht den Aufwand sogar um 198 Minuten. Der letzte Term zeigt eine Interaktion des Prädiktors Perfusor, wiederum als hinge-Funktion ab 3 Perfusoren mit einer hinge-Funktion der SAPS-Punkte. Hier reduziert sich die Aufwandszeit ab 56 SAPS-Punkten um 0.65 Minuten.

Der Vorhersagewert durch dieses Modell ist leicht erhöht gegenüber dem rein additiven Modell (*RSq* = .20). Die Generalisierbarkeit ist mit 16 Prozent angegeben (*GRSq* = .16).

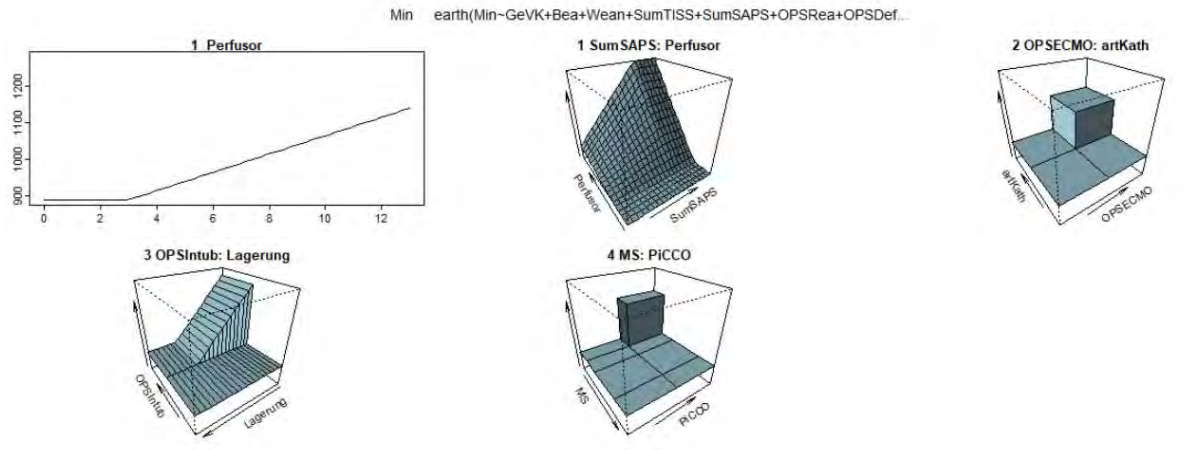

Abbildung 89 Modellparameter im Earth-Modell mit einer Interaktion

Abbildung 89 stellt die Verzahnung zwischen den interagierenden Variablen grafisch dar. Auch im interaktiven Modell zweier Prädiktoren ist die Einflussnahme des Perfusors von wesentlicher Bedeutung, ohne jedoch in eine Interaktion mit einem weiteren Prädiktor zu gehen (Tabelle 60).

	nsubsets	gcv	rss
Perfusor	5	100.0	100.0
OPSECMO	4	54.1	63.1
artKath	4	54.1	63.1
SumSAPS	3	40.4	50.3
MS	2	26.3	37.0
PiCCO	2	26.3	37.0
OPSIntub	1	12.6	23.2
Lagerung	1	12.6	23.2

Tabelle 60 Kreuzvalidierung im Earthmodell mit einer Interaktion

4.2.9.3 Earth-Analyse mit zwei autorisierten Interaktionen der Prädiktoren

Mit steigender Interaktion zwischen den Prädiktoren wird das Modell komplexer. Bei zwei Interaktionen (mit bis zu drei Prädiktoren) werden 22 Terme und immerhin fünfzehn der 48 Prädiktoren in das Modell genommen. Die Konstante wird mit 996 Minuten ausgegeben. Die Aussagekraft des Modells in der Stichprobe steigt auf 34 Prozent, die Generalisierbarkeit liegt bei 17 Prozent. Im Modell wird die OPS ECMO ohne Interaktion mit einem weiteren Prädiktor und ohne hinge-Funktion mit einem Zeitaufwand von 173 Minuten ausgewiesen. Ebenfalls ohne weitere Interaktion werden die Prädiktoren Endoskopie, Perfusoren und Drainagen ausgewiesen, wobei die Endoskopie und die Drainagen einen Negativaufwand abbilden. Es folgen sechs Basisfunktionen mit jeweils zwei interagierenden Prädiktoren und weitere elf Terme mit jeweils zwei Prädiktoren. Diese Funktionen sind - wie im Kapitel Multiadaptive Regression Splines (MARS©/Earth) beschrieben - größtenteils hinge-Funktionen, in Bezug auf den Prädiktor insgesamt nicht linear und bilden im Modell passende

Teilfunktionen aus einem oder mehreren Prädiktoren additiv ab. Es werden aus einigen Prädiktoren nur bestimmte hinge-Funktionsterme beibehalten, z. B. wird der Prädiktor Perfusor ab drei Perfusoren als relevant dargestellt. Es fällt auf, dass in zwölf der 22 Terme der Perfusor derart als Prädiktor enthalten ist (Tabelle 61).

```
Call: earth(formula=Min~GeVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+O...
),data=data.set3, trace=5, degree=3, penalty=3)

                                            coefficients
(Intercept)                                    996.28626
h(Perfusor-3)                                   36.03903
OPSECMO                                        173.78053
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(Buelau-2)     -2.35184
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(2-Buelau)     -0.50534
h(OPSEndosk-1)                                -629.39068
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * VAC              1.75486
OPSECMO * artKath * VAC                       -234.38415
h(1-OPSEndosk) * OPSOP                        -259.74885
OPSOP * h(Perfusor-3)                           36.62227
h(Perfusor-3) * h(-3-RASS)                      18.11998
h(1-OPSEndosk) * h(-3-RASS)                   -203.63078
h(3-Drain)                                     -78.76037
h(TKoerPfl-1) * h(Perfusor-3) * h(RASS- -3)     -5.07836
h(1-OPSEndosk) * h(2-Drain)                     67.39592
h(Perfusor-3) * h(RASS- -3) * h(Bilanz-18)      -2.14996
h(Perfusor-3) * h(RASS- -3) * h(4-Wundver)       2.01454
h(Perfusor-3) * h(-3-RASS) * h(Lagerung-6)       6.02314
h(SumSAPS-45) * h(1-OPSEndosk) * h(RASS- -3)    -4.75172
h(Perfusor-3) * h(ZVK-1) * h(RASS- -3)         -15.39610
h(1-Buelau) * h(7-Wundver)                       9.11059
h(Perfusor-3) * h(RASS- -3) * h(4-Lagerung)     -8.97818

Selected 22 of 60 terms, and 15 of 48 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 60 terms
Importance: Perfusor, OPSECMO, SumSAPS, Buelau, OPSEndosk, OPSOP, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 4 6 11
GCV 47788.61    RSS 18110114    GRSq 0.170741    RSq 0.3425583
```

Tabelle 61 Earth-Modell mit zwei autorisierten Interaktionen

Die grafische Darstellung (Abbildung 90) der einzelnen interagierenden Terme gelingt nur im zwei bzw. dreidimensionalen Raum. Deshalb können Interaktionen von mehr als zwei Prädiktoren mit der Responsevariable nicht (herkömmlich) grafisch dargestellt werden. Es sind so nur die additiven Terme zweidimensional und diejenigen mit zwei Prädiktoren dreidimensional mit ihren Scharnierfunktionen abgebildet, obwohl das Modell deutlich mehr Basisterme enthält. (Tibshirani und Friedman 2009, vgl. S. 322 ff.)

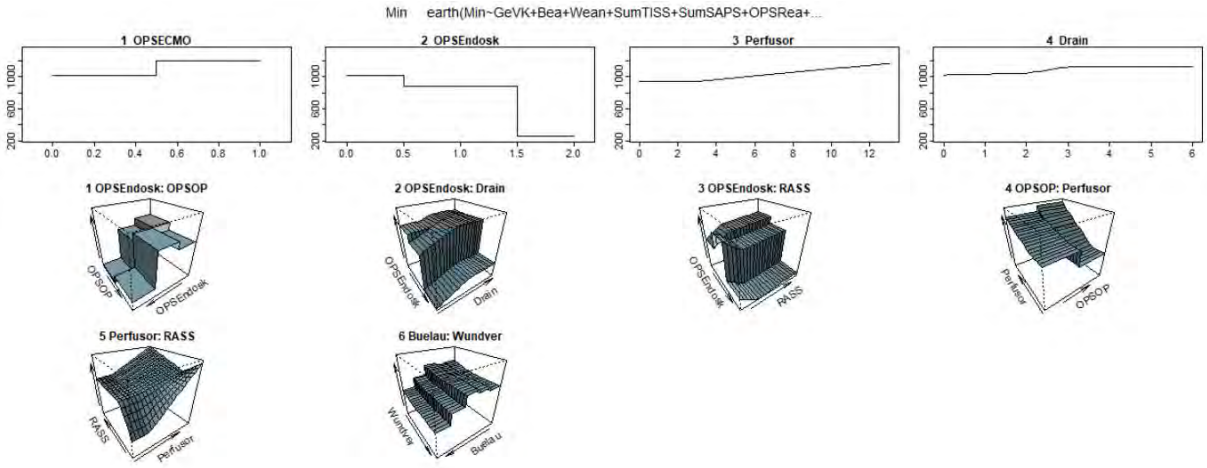

Abbildung 90 Modellparameter im Earth-Modell mit bis zu zwei Interaktionen

In der Kreuzvalidierung zeigt sich, dass der Perfusor als Prädiktor die beste Varianzaufklärung hat und dass bei Hinzunahme zusätzlicher Terme die generelle Modellgüte kaum mehr ansteigt, auch wenn das Modell erst bei 22 Basisfunktionen abbricht (Abbildung 91).

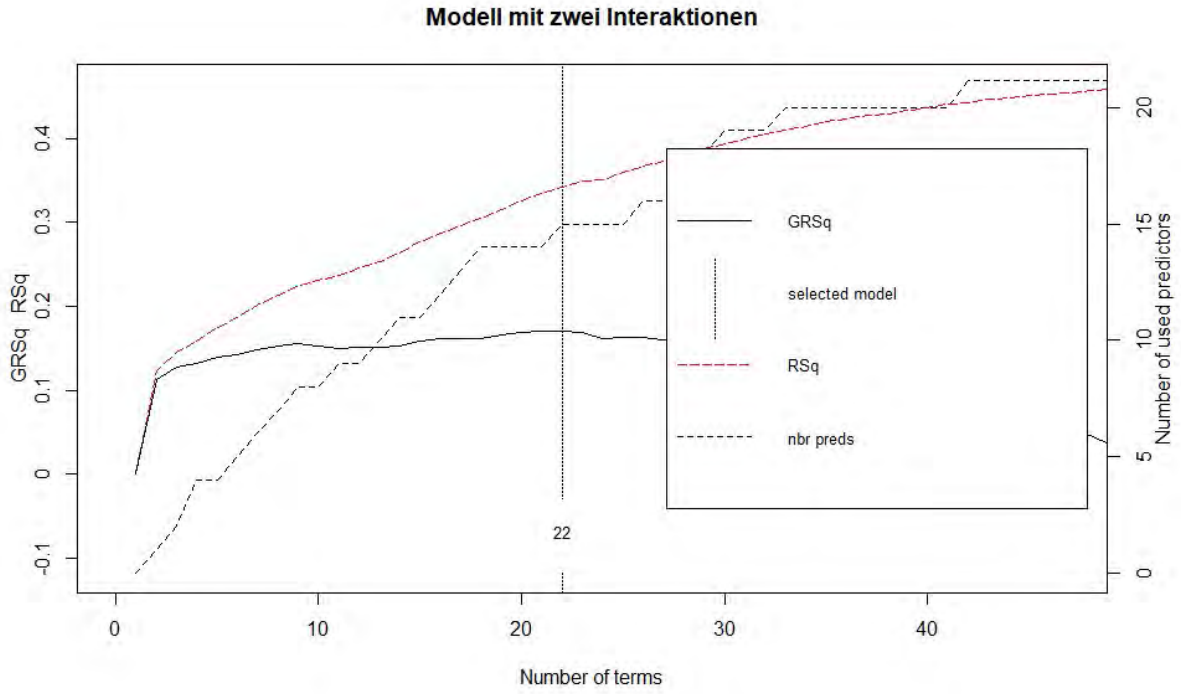

Abbildung 91 Modellauswahl nach Kreuzvalidierung

Dies zeigt sich auch im Modellvergleich mit dem additiven Modell, da zwischen beiden Modellen zwar ein deutlicher Anstieg (*RSq* von .20 auf .34) des modellinternen Güteparameters, nicht jedoch des generellen Güteparameters (*GRSq* von .16 auf .17) zu beobachten ist. Der Anteil an Residuen ist wie bereits in den vorhergehenden Regressionsmodellen vergleichsweise hoch (Abbildung 92).

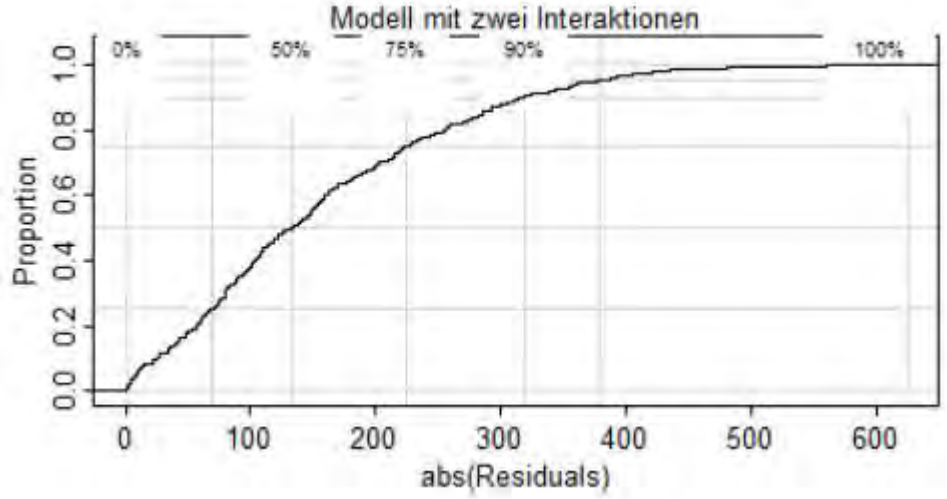

Abbildung 92 Residuen im Earth-Modell mit zwei Interaktionen

4.2.9.4 Earth-Analyse mit neun möglichen Interaktionen der Prädiktoren

Je mehr Interaktionen zwischen verschiedenen Prädiktoren erlaubt werden, desto mehr Modellfunktionen werden gebildet, da Earth im Prozess der Suche nach den geringsten Residuenquadratsummen alle Prädiktoren mit allen Werten nach den „bestmöglichen“ Wertegruppen innerhalb der Prädiktoren sowie zwischen den Prädiktoren durchsucht (Tabelle 62).

In der Earth-Analyse mit neun autorisierten Interaktionen gibt es bis zu sieben Prädiktoren in einem Basisterm. Dieser Basisterm hat den geringsten Einfluss auf das Modell. Insgesamt fließen 26 Prädiktoren (Tabelle 64) in das Modell mit unterschiedlicher Häufigkeit und in verschiedenen „hinge“-Funktionen ein.

Das Modell hat im Verhältnis zu den bisherigen Regressionsmodellen mit *RSq* = .46 ein relativ hohes Bestimmtheitsmaß, welches sich durch die vielen unabhängigen Variablen ergibt, die in das Modell eingeschlossen wurden. Dies relativiert sich am adjustierten Bestimmtheitsmaß, welches mit *GRSq* = .22 wieder relativ nah bei den bisherigen Analyseergebnissen liegt.

```
Call: earth(formula=Min~GeVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+O...
),data=data.set3, trace=5, degree=10, penalty=3)


coefficients
(Intercept)                                                  914.87558
OPSECMO * artKath                                            191.88325
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(Buelau-2)                   -2.42764
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(2-Buelau) * h(Bilanz-11)    -0.08571
OPSECMO * artKath * VAC                                     -193.94650
Bea * h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(2-Buelau) * h(11-Bilanz)-0.00022
h(1-OPSEndosk) * OPSOP                                      -221.69322
OPSOP * h(Perfusor-3)                                         32.25872
SumTISS * h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * VAC                  0.11144
h(21-GeVK) * h(Perfusor-3)                                     4.64565
h(GeVK-17) * h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3)                     0.34278
OPSIntub * h(Perfusor-3)                                      64.78456
h(56-SumSAPS) * OPSTEE *h(Perfusor-3) *h(2-Buelau) *h(RASS- -4) -0.70960
h(Perfusor-3) * h(ZVK-1) * h(RASS- -3)                       -16.33780
OPSPunkt * h(Perfusor-3) * h(RASS- -3)                        27.20105
h(21-GeVK) * h(Perfusor-3) * h(Bilanz-12)                      0.64730
OPSIntub * h(Perfusor-3) * Absaug                             -6.18395
h(GeVK-17) * h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(5-Absaug)       0.17531
h(14-SumTISS) * h(14-Lagerung)                                -0.92059
h(56-SumSAPS)*OPSSpül*h(1-TKoerPfl)*h(Perfusor-3)*h(2-Buelau)*h(RASS- -4)
                                                              12.23227
h(56-SumSAPS)*h(1-GKörPfl)*h(TKörPfl-1)*h(Perfusor-3)*h(2-Bülau)*h(RASS-
-4)                                                           -0.16458
h(21-GeVK) * OPSTEE * h(Perfusor-3) * h(Bilanz-12)             5.04739
h(21-GeVK) * h(Perfusor-3) * h(Buelau-1) * h(12-Bilanz)        1.67574
h(21-GeVK) * h(Perfusor-3) * h(1-Buelau) * h(12-Bilanz)        1.64977
h(21-GeVK) * OPSPunkt * h(Perfusor-3) * h(12-Bilanz)          -5.35977
h(56-SumSAPS) * h(1-TKoerPfl) * h(Perfusor-3) * h(2-Buelau) * h(RASS- -4)
* Wundver                                                     -0.14688
h(GeVK-17) * h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * MS * h(5-Absaug)  -0.27312
h(SumTISS-26)                                                 10.62240
h(Drain-1)                                                    35.65278
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(2-Buelau) * h(RASS- -4) * ErnaehrSond
                                                               0.14755
h(GeVK-17)*h(56-SumSAPS)*h(Perfusor-3)*h(1-ZVK)*h(5-Absaug)    0.70584
h(21-GeVK)*OPSEndosk*h(Perfusor-3)*h(1-Buelau)*h(12-Bilanz)    5.77363
h(GeVK-18) * h(56-SumSAPS) * h(1-TKoerPfl) * h(Perfusor-3) * MS * h(2-Bue
lau) * h(RASS- -4)                                             0.20471

Selected 33 of 73 terms, and 26 of 48 predictors
Termination condition: Reached nk 97
Importance: Perfusor, GeVK, SumTISS, OPSECMO, artKath, SumSAPS, VAC, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 2 6 7 7 6 3 1
GCV 44797.65    RSS 14857979    GRSq 0.2226421    RSq 0.4606188
```

Tabelle 62 Earth-Modell mit bis zu neun autorisierten Interaktionen

Im Modell sind sowohl positive, als auch negative Funktionen derselben Scharnierfunktion zu sehen, z. B. unterscheiden sich die beiden Basisfunktionen in Tabelle 63 nur hinsichtlich der Auswahl der Teilfunktion mit oder ohne Bülau-Drainage:

```
h(21-GeVK) * h(Perfusor-3) * h(Buelau-1) * h(12-Bilanz) 1.67574
h(21-GeVK) * h(Perfusor-3) * h(1-Buelau) * h(12-Bilanz) 1.64977
```

Tabelle 63 Earthfunktion mit Teilungsfaktor Bülaudrainage

Die sich hierdurch ergebende Veränderung im Aufwandswert ist marginal.

```
[1] "GeVK"        "Bea"         "SumTISS"     "SumSAPS"     "OPSECMO"
[6] "OPSEndosk"   "OPSOP"       "OPSPunkt"    "OPSTEE"      "OPSSpuel"
[11] "OPSIntub"    "GKoerPfl"    "TKoerPfl"    "Perfusor"    "MS"
[16] "artKath"     "ZVK"         "Buelau"      "Drain"       "VAC"
[21] "RASS"        "Bilanz"      "Lagerung"    "Wundver"     "ErnaehrSond
[26] "Absaug"
```

Tabelle 64 Prädiktoren im Earth-Modell mit neun autorisierten Interaktionen

Während einige „hinge"-Funktionen sehr stabil am gleichen Punkt die Funktion spalten und so in mehrere gleiche Basisterme gesetzt werden (z. B. Perfusor-3), gibt es Prädiktoren, die in verschiedenen Basistermen völlig unterschiedliche Knickpunkte aufweisen. Die Anzahl der Vollkräfte (GeVK) ist in zwölf Basistermen mit insgesamt drei unterschiedlichen „hinge"-Funktionen (21-GeVK, GeVK-17, GeVK-18) vorhanden.

Das Modell ist auf die Daten (Abbildung 93) besser angepasst, als die Vorgängermodelle (*RSq* = .46), allerdings bleibt die Generalisierbarkeit niedrig (*GRSq* = .22).

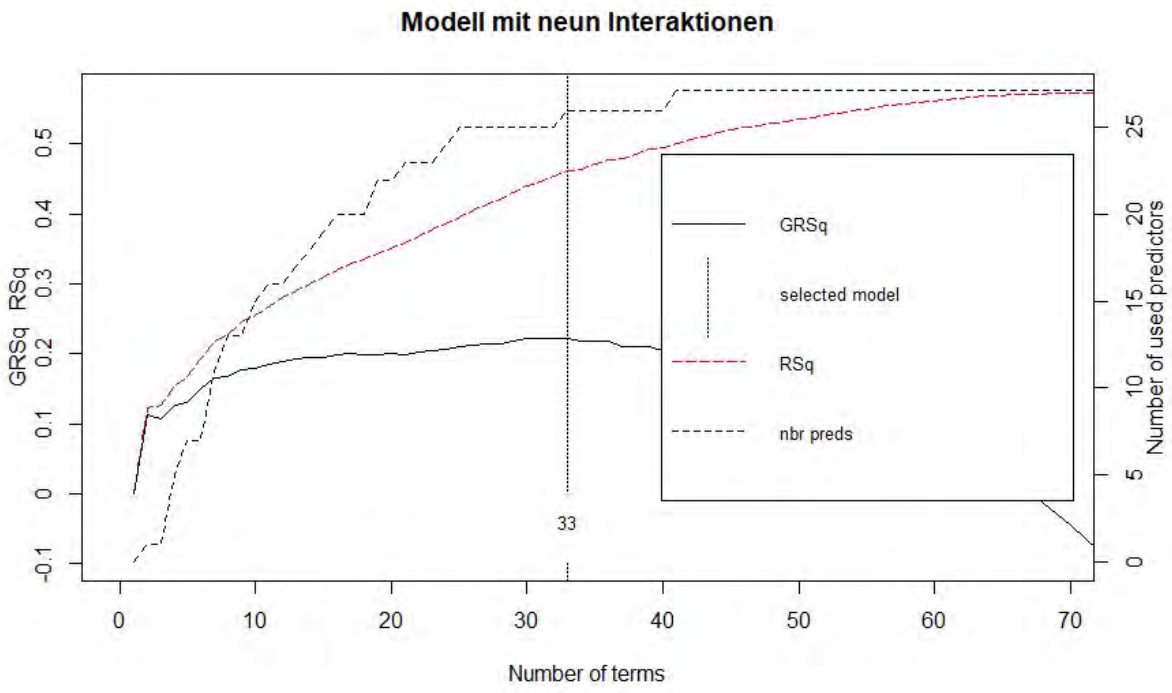

Abbildung 93 Modellauswahl nach Kreuzvalidierung

4.2.9.5 Pflegetagbezogene Earth-Analyse mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Der Ersatz der TISS-10-Core Punktsumme mit den Einzelvariablen im additiven Earthmodell führt zu einer Reduktion der ausgewählten Terme, ohne jedoch eine TISS-Einzelvariable auszuweisen (Tabelle 65). Das Bestimmtheitsmaß liegt bei *RSq* = .16, adjustiert bei *GRSq* = .13.

```
Call:
earth(formula=Min~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKa...),
data=data.set3,
            trace=5, degree=1, penalty=3)

              Coefficients
(Intercept)      949.57253
OPSECMO          112.14535
h(60-SumSAPS)     -2.41227
h(Perfusor-3)     29.09107

Selected 4 of 76 terms, and 3 of 57 predictors
Termination condition: Reached nk 115
Importance: Perfusor, OPSECMO, SumSAPS, TISSBea-unused, TISSKat-unused,
TISSFlue-unused, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 3 (additive model)
GCV 50009.57    RSS 23161960    GRSq 0.1322014    RSq 0.1591639
```

Tabelle 65 pflegetagbezogenes additives Earthmodell mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Die Variable Lagerung wird gegenüber dem TISS-Summenmodell nach Kreuzvalidierung nicht mehr in das Modell mit einbezogen. Das Bestimmtheitsmaß reduziert sich zwischen TISS-Summen- und TISS-Einzelmodell von *RSq* = .18 auf *RSq* = .16. Die TISS-Einzelvariablen TISS-Beatmung und TISS-Katecholamingabe werden zwar im Rahmen der Modellbildung zunächst als relevant gezogen, verbleiben aber nach dem „backward pass“ nicht.

```
Call: earth(formula=Min~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKa...
), data=data.set3,
            trace=5, degree=2)

                              coefficients
(Intercept)                      930.84113
OPSECMO * artKath                148.03022
h(21-GeVK) * h(Perfusor-5)         5.89239
h(SumSAPS-55) * h(Perfusor-3)     25.44554
h(SumSAPS-56) * h(Perfusor-3)    -28.80149
h(Perfusor-3) * h(0-RASS)          3.97884

Selected 6 of 59 terms, and 6 of 57 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 59 terms
Importance: Perfusor, RASS, OPSECMO, artKath, SumSAPS, GeVK, TISSBea-unus
ed, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 0 5
GCV 49021.34    RSS 22225282    GRSq 0.1493497    RSq 0.1931676
```

Tabelle 66 pflegetagbezogenes einfach interaktives Earthmodell mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Das berechnete Modell bei Verwendung der TISS-10-Core Einzelvariablen verwendet bei einer autorisierten Interaktion (Tabelle 66) sehr ähnliche Terme wie das Ursprungsmodell. Es verwendet ebenfalls überwiegend die Variablenkombination SAPS-Summe und Perfusor in verschiedenen hinge-Funktionen sowie die beiden Variablen OPSECMO und arterieller Katheter in Interaktion. Wieder wird keine der TISS-10-Core Einzelvariablen in das Modell gewählt. Erneut ist das Bestimmtheitsmaß etwas

schlechter, als in dem Ursprungsmodell (*RSq* = .19 gegenüber *RSq* = .20, *GRSq* = .15 gegenüber *GRSq* = .16).

```
Call: earth(formula=Min~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKa...
), data=data.set3,trace=5, degree=3)

                                                coefficients
(Intercept)                                        940.58043
h(Perfusor-3)                                       37.04903
OPSECMO * artKath                                  222.23833
h(1-OPSEndosk) * OPSOP                             -90.63965
h(Bea-835) * h(1-OPSEndosk)                         -0.11100
h(Perfusor-3) * h(10-Lagerung)                       6.82332
OPSECMO * artKath * VAC                           -255.19919
h(Bea-835) * h(1-OPSEndosk) * OPSIntub               0.32110
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * VAC                  2.01461
h(GeVK-16) * h(Perfusor-3) * h(10-Lagerung)         -1.18721
h(835-Bea) * h(1-OPSEndosk) * h(Wundver-1)          -0.05310
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(Bilanz-11)        -0.06773
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(11-Bilanz)        -0.22147
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(10-Lagerung)      -0.24151
h(SumSAPS-56) * h(Perfusor-3) * h(10-Lagerung)      -0.81858

Selected 15 of 55 terms, and 13 of 57 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 55 terms
Importance: Perfusor, OPSECMO, artKath, SumSAPS, Bilanz, VAC, OPSEndosk,
Bea, Wundver, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 1 4 9
GCV 47841.96    RSS 19648691    GRSq 0.1698153    RSq 0.2867042
```

Tabelle 67 pflegetagbezogen zweifach interaktives Modell mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Das Earthmodell mit zweifach autorisierter Interaktion von Prädiktoren mit TISS-10-Core Einzelvariablen (Tabelle 67) verliert ebenfalls gegenüber dem Summenmodell an Erklärungsgehalt (*RSq* = .29 gegenüber *RSq* = .34). Erneut verbleiben ähnliche Terme und Kombinationen von Variablen im Modell. Wieder sind vor allem die SAPS-Punkte, der Perfusor und die OPSECMO als Anteile an den Teilfunktionen vorhanden. Darüber hinaus werden ebenfalls wie im TISS-Summenmodell Lagerung, Bilanz und die OPS Endoskopie mehrfach gezogen. Auffallend ist, dass der Prädiktor RASS nicht mehr ausgewählt wird und dass erneut keine der zehn Einzelvariablen des TISS-10-Core Bestandteil des Modells werden.

Dies ändert sich im Modell mit neun autorisierten Interaktionen. Hier ist die Aussagekraft des Modells mit den TISS-10-Core Einzelvariablen (*RSq* .54) gegenüber dem Summenmodell (*RSq* = .46) erstmalig deutlich besser (Tabelle 68). Das adjustierte Bestimmtheitsmaß ist ebenfalls größer (*GRSQ* = .26 gegenüber *GRSQ* = .22).

Es verbleiben mehr Terme in dem Modell, auch wenn die Anzahl an gezogenen Prädiktoren niedriger wird (25 gegenüber 26 Prädiktoren). Es werden mit den beiden Prädiktoren TISS-Dialyse und TISS-Intervention auf der Intensivstation das erste Mal zwei TISS-10-Core Einzelvariablen gezogen. Die

Variable OPS Dialyse, als Pendant zum TISS-Einzelparameter Dialyse aus dem erlösrelevanten Leistungspaket, wird hingegen weder in dieses noch in das Ursprungsmodell einbezogen.

```
Call: earth(formula=Min~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKa...)
, data=data.set3,trace=5, degree=10)


coefficients
(Intercept)                                                   967.06988
h(Perfusor-3)                                                  30.35315
h(Lagerung-14)                                                -59.64494
OPSECMO * artKath                                             238.60649
TISSDia * h(1-Drain)                                         -168.72061
h(1-OPSEndosk) * OPSOP                                        -88.20828
OPSTEE * h(1-Drain)                                           378.18319
OPSIntub * h(Perfusor-3)                                       87.62848
h(Perfusor-3) * Shaldon                                        21.50571
h(912-Bea) * h(14-Lagerung)                                    -0.02855
h(Bea-912) * h(14-Lagerung)                                    -0.02884
h(Perfusor-3) * h(Drainkont-13)                                -3.07400
h(Drain-1) * h(Absaug-1)                                        9.05881
h(Drain-1) * h(1-Absaug)                                       83.10128
OPSECMO * artKath * VAC                                     -493.35318
OPSIntub * h(Perfusor-3) * Absaug                              -7.78716
TISSDia * h(Perfusor-5) * h(1-Drain)                           97.49880
TISSDia * h(5-Perfusor) * h(1-Drain)                           44.15919
TISSDia * h(Perfusor-6) * h(1-Drain)                          -88.01378
TISSDia * h(1-Drain) * h(RASS- -3)                             21.86944
TISSIntICU * h(1-GKoerPfl) * h(Drain-1)                        51.90376
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * VAC                             3.38918
OPSZVD * h(Drain-1) * h(Absaug-1)                             -38.65379
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(Buelau-2)                    -2.89623
h(SumSAPS-21) * h(7-Perfusor) * h(1-Drain)                      1.66381
h(SumSAPS-21) * h(1-Drain) * h(9-Lagerung)                      0.71882
h(1-Drain) * h(RASS- -1) * h(Bilanz-12)                       -16.63077
h(1-Drain) * h(12-Bilanz) * h(1-Wundver)                       17.90278
h(1-Drain) * h(Bilanz-12) * h(Absaug-4)                         0.79977
h(1-Drain) * h(Bilanz-12) * h(4-Absaug)                         7.35043
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(2-Buelau) * h(Bilanz-11)     -0.05340
h(56-SumSAPS) * h(Perfusor-3) * h(2-Buelau) * h(1-Absaug)      -1.09599
Bea * h(56-SumSAPS)*h(Perfusor-3)*h(2-Buelau)*h(11-Bilanz)     -0.00015
h(56-SumSAPS)*OPSTEE*h(Perfusor-3)*h(2-Buelau)*h(Bilanz-11)    -0.31190
h(56-SumSAPS)*h(Perfusor-3)*h(2-Buelau)*VAC*h(Bilanz-11)       -0.18196
h(300-Bea)*h(56-SumSAPS)*h(Perfusor-3)*h(2-Buelau)*h(RASS- -4)  0.00139
h(56-SumSAPS)*h(Perfusor-3)*h(2-Buelau)*h(RASS-0)*h(Bilanz-11)  0.12849
TISSIntICU*h(56-SumSAPS)*h(Perfusor-3)*h(2-Buelau)*VAC*h(Bilanz-11)    0.17328
Bea*h(56-SumSAPS)*OPSIntub*h(Perfusor-3)*h(2-Buelau)*h(11-Bilanz)     -0.00257
(56-SumSAPS)*OPSSpuel*h(1-TKoerPfl)*h(Perfusor-3)*h(2-Buelau)* h(RASS--4)11.67335
h(56-SumSAPS)*h(1-TKoerPfl)*h(Perfusor-3)*h(2-Buelau)*h(RASS--4)*Wundver-0.10277
h(56-SumSAPS)*h(1-GKoerPfl)*h(TKoerPfl-1)*h(Perfusor-3)*h(2-Buelau)*h(RASS- -4)
                                                                        -0.22003

Selected 42 of 88 terms, and 25 of 57 predictors
Termination condition: Reached nk 115
Importance: Perfusor, OPSECMO, artKath, SumSAPS, TKoerPfl, Buelau, RASS, W
undver, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 2 11 16 2 5 5
GCV 42684.04    RSS 12605332    GRSq 0.2593187    RSq 0.5423955
```

Tabelle 68 pflegetagbezogenes Modell mit neun Interaktionen und TISS-10-Core Einzelvariablen

4.2.10 Ergebnisse der schichtbezogenen Multiadaptive Regression Splines

4.2.10.1 Earth-Analyse des Frühdienstes

Im Frühdienst werden beim additiven Modell (Tabelle 69) ohne Interaktion 13 Basisterme aus acht Prädiktoren gebildet, wobei drei nominale Prädiktoren (OPS-Prozeduren) keine „hinge“-Funktion ausweisen, die anderen Prädiktoren sind geplittet.

```
Call: earth(formula=Fr~FrVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...
),data=data.set3, trace=5, degree=1)

               coefficients
(Intercept)       46.576034
OPSECMO           59.339967
OPSDial           40.138974
OPSTEE            88.681062
h(Bea-420)         0.764845
h(Bea-490)        -0.794966
h(SumTISS-29)      8.602122
h(TKoerPfl-2)     19.252948
h(Drainkont-1)   131.260884
h(3-Drainkont)    61.015421
h(Drainkont-3)  -160.687839
h(Drainkont-5)    28.358544
h(7-Wundver)       5.211607

Selected 13 of 65 terms, and 8 of 48 predictors
Termination condition: Reached nk 97
Importance: SumTISS, OPSECMO, OPSDial, Drainkont, OPSTEE, TKoerPfl, Wundv
er, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 12 (additive model)
GCV 8879.333    RSS 3829675    GRSq 0.1185173    RSq 0.2046367
```

Tabelle 69 additives Frühdienstmodell

Auffallend sind eine niedrige Konstante im Verhältnis zum Aufwandsmittelwert im Frühdienst, der Einbezug relativ vieler OPS-Prozeduren in das Modell und vier „hinge“-Funktionen, die im Modell alleine über den Prädiktor „Drainkont“ (Drainagekontrolle) gebildet werden, wobei zwei der Funktionen dasselbe Scharnier mit unterschiedlichen Vorzeichen haben (drei Kontrollen) haben, während die anderen beiden jeweils eigene Scharnierpunkte abbilden (eine und fünf Drainagekontrollen, vgl. Abbildung 94). Das Bestimmtheitsmaß liegt bei *RSq* = .20, das korrigierte Bestimmtheitsmaß ist deutlich kleiner und liegt bei *GRSq* = .12.

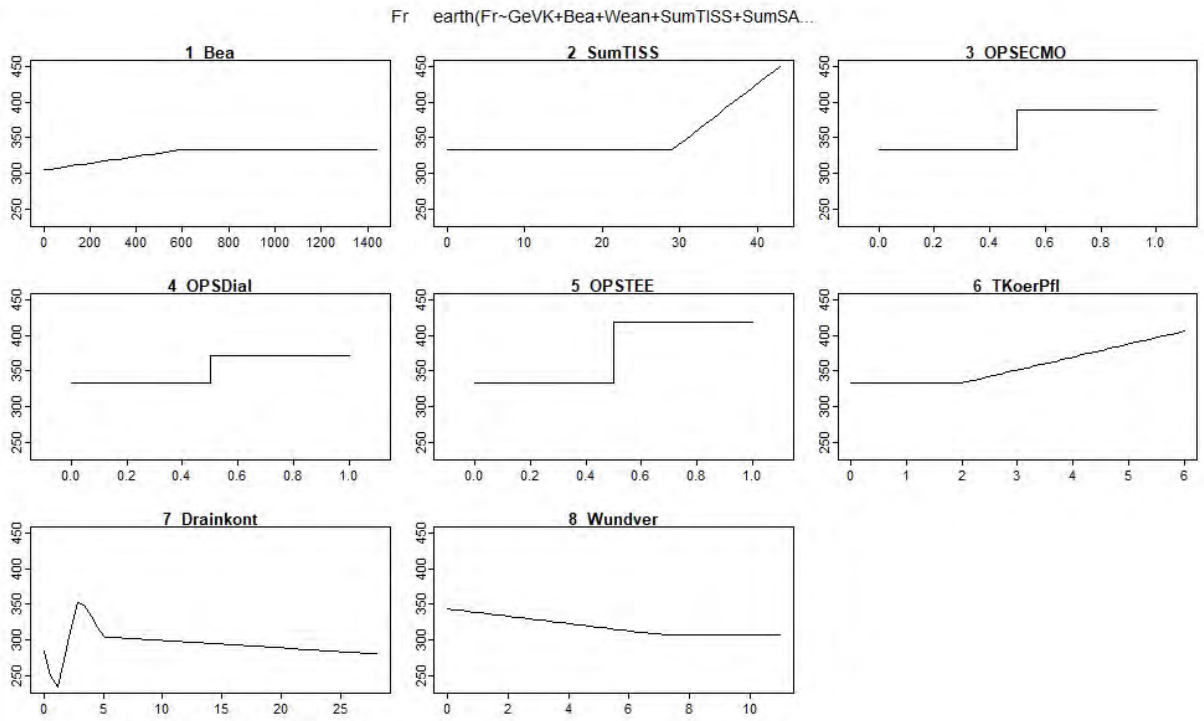

Abbildung 94 Funktionsgrafen im additiven Frühdienstmodell

Das Frühdienst-Modell, welches eine Interaktion zwischen den Prädiktoren erlaubt, weist viele Basisterme mit gleichen Prädiktoren auf (Tabelle 70 Frühdienstmodell mit einer autorisierten Interaktion).

```
Call: earth(formula=Fr~FrVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...
),data=data.set3, trace=5, degree=2, penalty=3)
                              coefficients
(Intercept)                     200.012756
OPSDial                          38.868523
h(1-VAC)                       -109.479562
h(7-Bilanz)                     -12.300289
h(Drainkont-1)                   69.164345
h(Drainkont-4)                 -143.863723
h(Drainkont-5)                   63.502156
h(7-Wundver)                      9.021375
OPSECMO * artKath               111.634247
OPSECMO * VAC                  -127.734343
OPSDial * OPSWund               -67.502512
Bea * h(Wundver-7)                0.039238
h(SumTISS-9) * OPSTEE             4.668144
h(32-SumSAPS) * OPSECMO          -7.238562
h(SumTISS-9) * h(Perfusor-5)      2.875743
h(SumTISS-9) * h(5-Perfusor)      2.925946
h(SumTISS-9) * h(Perfusor-6)     -3.251745
h(Perfusor-10) * h(Bilanz-7)      4.242117
h(1-VAC) * h(Drainkont-4)        11.591772
h(1-VAC) * h(4-Drainkont)        33.292392

Selected 20 of 52 terms, and 13 of 48 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 52 terms
Importance: SumTISS, OPSECMO, Perfusor, artKath, OPSTEE, OPSDial, Drainko
nt, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 7 12
GCV 8778.308    RSS 3405110    GRSq 0.1285464    RSq 0.292812
```

Tabelle 70 Frühdienstmodell mit einer autorisierten Interaktion

Die Drainagekontrolle ist Bestandteil von fünf der 24 Terme, Perfusor und TISS-Punktsumme sind jeweils viermal mit verschiedenen Scharnierpunkten aufgeführt. Das Bestimmtheitsmaß liegt bei *RSq* = .29, während das adjustierte Bestimmtheitsmaß bei *GRSq* = .13 im Verhältnis erneut einen deutlich kleineren Wert annimmt.

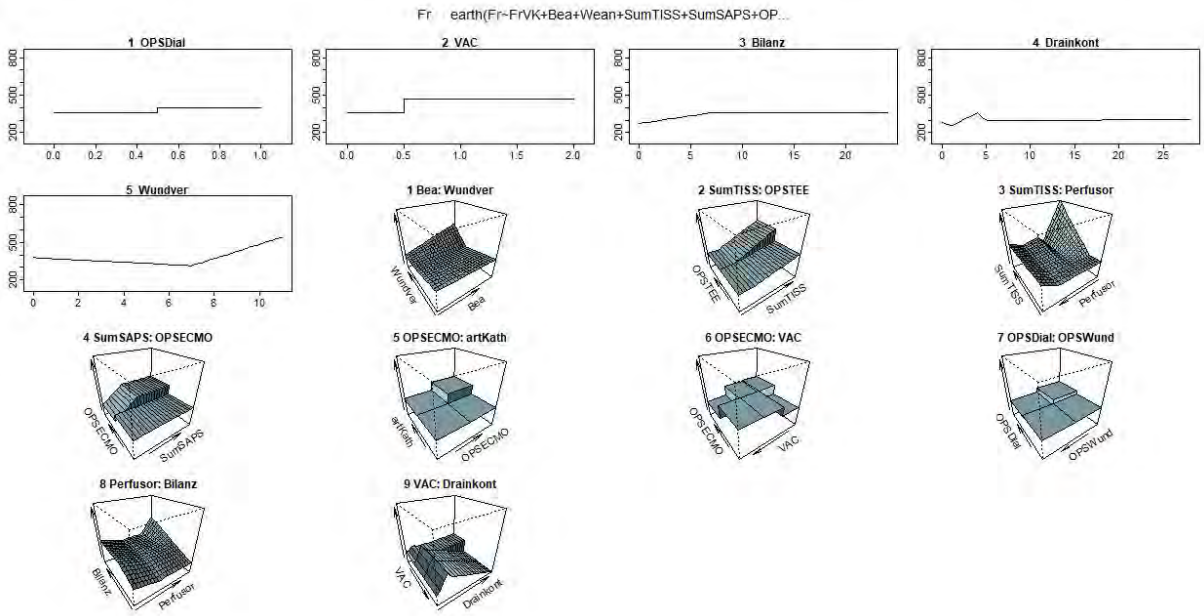

Abbildung 95 Modellparameter im Frühdienst mit Interaktion von zwei Prädiktoren

Ein weiterer in den Basisfunktionen immer wiederkehrender Prädiktor ist die TISS-Summe mit nur einer Basisfunktion „SumTISS-9“ und zwar sowohl als eigenständiger Basisterm, als auch in Interaktion mit weiteren „hinge“-Funktionen (Abbildung 95).

Die Komplexität des Frühdienstmodells steigt mit zunehmender Autorisation von Interaktionen zwischen den Prädiktoren zunächst weiter an. So werden im Frühdienst-Modell mit zweifacher Interaktion 34 Basisterme mit 20 Prädiktoren gebildet (Tabelle 71). Auch der Erklärungsgehalt des Modells nimmt zu. Das Bestimmtheitsmaß liegt in diesem Modell bei *RSq* = .44, im adjustierten Modell bei immerhin *GRSq* = .19.

```
Call: earth(formula=Fr~FrVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...
),data=data.set3, trace=5, degree=3, penalty=3)

                                            coefficients
(Intercept)                                     72.14668
OPSECMO                                         83.66763
OPSDial                                         47.98786
h(600-Bea)                                      -0.23857
h(SumTISS-9)                                    -3.79389
h(1-VAC)                                       -54.39882
h(Bilanz-7)                                     -4.30846
h(Drainkont-1)                                 140.69616
h(3-Drainkont)                                  93.51378
h(Drainkont-3)                                -143.48767
h(Absaug-2)                                       4.48895
OPSECMO * Drain                                -88.52109
OPSECMO * VAC                                 -119.05004
OPSEndosk * OPSDial                            -97.60379
OPSDial * OPSPunkt                             349.87858
OPSDial * h(2-TKoerPfl)                         77.01543
OPSTracheo * h(Drainkont-5)                     15.59120
h(3-Drainkont) * ErnaehrSond                   -17.79137
h(435-Bea) * h(7-Wundver)                        0.04076
h(SumTISS-9) * h(Perfusor-5)                     5.62053
h(SumTISS-9) * h(5-Perfusor)                     2.67523
h(SumTISS-9) * h(Perfusor-6)                    -5.77634
h(Perfusor-10) * h(Bilanz-7)                     3.12702
h(Bilanz-7) * h(11-Absaug)                       0.72846
Bea * OPSDial * VAC                             -0.11077
OPSDial * OPSPunkt * Lagerung                  -51.71532
Bea * OPSDial * h(2-TKoerPfl)                   -0.04927
h(SumTISS-9) * OPSTEE * TKoerPfl                 4.63314
OPSDial * h(TKoerPfl-2) * Buelau                63.75082
Drain * h(3-Drainkont) * ErnaehrSond            22.05535
h(41-SumSAPS) * OPSDial * h(2-TKoerPfl)         -4.57596
h(3-Drainkont) * h(Lagerung-9) * ErnaehrSond    11.95511
h(TKoerPfl-3) * h(10-Perfusor) * h(Bilanz-7)     3.19159
h(TKoerPfl-3) * h(Bilanz-7) * h(11-Absaug)      -2.00789

Selected 34 of 73 terms, and 20 of 48 predictors
Termination condition: Reached nk 97
Importance: SumTISS, OPSECMO, OPSTEE, TKoerPfl, Perfusor, Drainkont, OPSD
ial, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 10 13 10
GCV 8191.41    RSS 2682896    GRSq 0.1868097    RSq 0.4428046
```

Tabelle 71 Frühdienstmodell mit zweifach autorisierter Interaktion

Im Frühdienst-Modell mit neun erlaubten Interaktionen (Tabelle 72) werden jedoch nur noch 28 Basisterme aus 18 Prädiktoren gebildet, das heißt, die von Friedman et.al. beschriebene „beste“ Interaktionshäufigkeit zwischen den Prädiktoren ist auch in der vorliegenden Stichprobe nicht diejenige mit der größten Interaktionsfreiheit zwischen den Prädiktoren: „In the context of MARS modeling, one strategy to cope with this (added) problem [collinearity, Anm. d. Autorin] is to fit a sequence of models with increasing maximum interaction order *(mi)*. (…) The one with the lowest *mi* value that gives a (relatively) acceptable fit can then be chosen.“ (Friedman 1991, S. 61)

Das Bestimmtheitsmaß des großen Interaktionsmodells ist gegenüber demjenigen mit zweifacher Interaktion niedriger (*RSq* = .39) und auch das adjustierte Bestimmtheitsmaß reduziert sich gegenüber dem Vorgängermodell (*GRSq* = .16).

```
Call: earth(formula=Fr~GeVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...
), data=data.set3,trace=5, degree=10, penalty=3)

                                                        coefficients
(Intercept)                                               230.422012
OPSECMO                                                   119.117829
h(1-VAC)                                                  -99.188843
h(Drainkont-1)                                             46.688851
h(Drainkont-4)                                            -59.437550
h(7-Wundver)                                                6.209250
OPSECMO * VAC                                            -116.025763
h(21-SumTISS) * OPSECMO                                   -73.499348
h(SumTISS-21) * OPSECMO                                   -14.323634
OPSTEE * h(7-Wundver)                                      16.584146
h(4-Drainkont) * ErnaehrSond                              -16.844568
h(17-GeVK) * h(Drainkont-4)                                -4.477771
h(SumTISS-9) * h(5-Perfusor)                                1.351073
h(SumTISS-9) * h(Perfusor-6)                               -0.709427
h(SumTISS-9) * h(1-CPAP)                                    4.027717
h(Perfusor-10) * h(Bilanz-7)                                4.159379
h(1-VAC) * h(Drainkont-5)                                  13.673834
h(1-VAC) * h(5-Drainkont)                                  26.654708
h(21-SumTISS) * OPSECMO * CPAP                             10.742483
h(17-GeVK) * h(4-Drainkont) * ErnaehrSond                  14.431746
h(SumTISS-9) * OPSDial * h(CPAP-1)                          3.098591
h(SumTISS-9) * h(Perfusor-5) * h(Lagerung-9)                0.366194
h(SumTISS-9) * h(Perfusor-5) * h(9-Lagerung)                0.909936
h(10-Perfusor) * h(ZVK-1) * h(Bilanz-7)                    -8.860000
GeVK * h(21-SumTISS) * OPSECMO * Perfusor                   0.351896
h(SumTISS-9) * OPSDial * OPSWund * h(CPAP-1)               -6.584654
h(GeVK-17) * h(RASS- -4) * h(4-Drainkont) * ErnaehrSond     1.647444
h(10-Perfusor) * h(ZVK-1) * h(Bilanz-7) * ErnaehrSond       7.995652
h(SumTISS-9) * h(Perfusor-5) * h(9-Lagerung) * h(CPAP-1)   -0.328332
h(SumTISS-9) * h(Perfusor-5) * h(9-Lagerung) * h(1-CPAP)   -0.855807

Selected 30 of 79 terms, and 16 of 48 predictors
Termination condition: Reached nk 97
Importance: SumTISS, OPSECMO, Perfusor, Lagerung, OPSDial, CPAP, GeVK, Dr
ainkont, OPSWund, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 5 12 6 6
GCV 8435.052    RSS 2903806    GRSq 0.1626226    RSq 0.396925
```

Tabelle 72 Frühdienstmodell mit neunfach autorisierter Interaktion

4.2.10.2 Earth-Analyse im Frühdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Bereits im additiven Modell verändern sich die einbezogenen Variablen unter Austausch der TISS-10-Core Punktsumme mit den Einzelparametern. Wie in Tabelle 73 zu sehen, werden zwar alle Variablen einbezogen, die auch im Ursprungsmodell mit Punktsumme dargestellt wurden. Diese haben jedoch zum Teil veränderte hinge-Funktionen. So wird in der Drainagekontrolle die Verzahnung nicht bei vier Kontrollen gesplittet, sondern bereits nach drei Kontrollen, bei der Wundversorgung wird die hinge-Teilfunktion bereits nach sechs Wundversorgungen gebildet und nicht erst bei sieben wie im Ursprungsmodell. Die Anpassungsgüte im Modell liegt bei *RSq* = .17, adjustiert bei *GRSq* = .09.

```
Call:
earth(formula=Fr~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...),
data=data.set3, trace=5, degree=1, penalty=3)

               Coefficients
(Intercept)       88.087395
TISSFlue           7.621199
OPSECMO           52.479003
OPSDial           33.155005
OPSTEE            86.135065
h(Perfusor-11)    50.939004
h(Drainkont-1)   132.942267
h(3-Drainkont)    64.939365
h(Drainkont-3)  -161.536340
h(Drainkont-5)    27.686588

Selected 10 of 77 terms, and 6 of 57 predictors
Termination condition: Reached nk 115
Importance: OPSECMO, OPSDial, OPSTEE, Perfusor, TISSFlue, Drainkont,
Bea-unused, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 9 (additive model)
GCV 9200.077    RSS 3994218    GRSq 0.08667588    RSq 0.1704636
```

Tabelle 73 Additives Frühdienstmodell mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Es kommt die Variable Perfusor hinzu, die Wundversorgung und die Teilkörperpflege fallen weg. Aus den TISS-Einzelparametern wird im Austausch zu der TISS-Punktsumme die TISS-Flüssigkeitsgabe einbezogen, wobei sich der berechnete Minutenwert hierdurch fast nicht verändert (8 zu 9 Minuten).

```
Call: earth(formula=Fr~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...
), data=data.set3,trace=5, degree=2, penalty=3)

                                coefficients
(Intercept)                       271.327069
OPSECMO                            80.394341
h(Perfusor-4)                       7.677916
h(ZVK-1)                          -39.604257
h(1-VAC)                          -71.731069
h(Drainkont-1)                     43.558164
h(Drainkont-3)                    -44.844717
OPSECMO * VAC                    -114.516069
OPSEndosk * OPSDial              -120.246179
OPSDial * VAC                    -116.908066
OPSTEE * TKoerPfl                 105.923937
TISSIntICU * h(4-Perfusor)         13.014064
OPSDial * h(TKoerPfl-2)            90.739257
OPSDial * h(2-TKoerPfl)            40.665508
h(3-Drainkont) * ErnaehrSond      -12.507659
h(1-OPSEndosk) * h(Lagerung-3)     -5.926925
h(1-VAC) * h(5-Drainkont)          19.292086
h(Lagerung-5) * h(6-Wundver)        1.746600

Selected 18 of 76 terms, and 13 of 57 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 76 terms
Importance: Perfusor, OPSECMO, OPSTEE, TKoerPfl, TISSIntICU, OPSDial, OPS
Endosk, Lagerung, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 6 11
GCV 8594.033    RSS 3411334    GRSq 0.14684    RSq 0.2915194
```

Tabelle 74 Frühdienstmodell mit einfacher Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Im Modell mit einer autorisierten Interaktion und TISS-10-Core Einzelparametern verändert sich das nun berechnete Modell stark (Tabelle 74). Im Ursprungsmodell (Tabelle 70) war der TISS-Summenparameter mit der hinge-Funktion h(SumTISS -9) in insgesamt vier Teilfunktionen enthalten und fällt nun komplett weg. Die in dieses Modell stattdessen einbezogene Einzelvariable TISSIntICU (Intervention auf der Intensivstation) kommt hingegen nur einmal vor. Das vorliegende Einzelvariablen-Modell hat gegenüber dem Ursprungsmodell eine ähnliche stichprobenbezogene Vorhersagekraft (beide *RSq* -.29) und auch die Generalisierbarkeit liegt sehr ähnlich bei *GRSq* .13 bzw. *GRSq* .15.

```
Call: earth(formula=Fr~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...
), data=data.set3,trace=5, degree=3, penalty=3)

                                          coefficients
(Intercept)                                  97.960578
OPSECMO                                      84.557496
OPSDial                                      38.521305
h(ZVK-1)                                    -38.249481
h(12-Bilanz)                                 -5.861254
h(Bilanz-12)                                -11.001630
h(Drainkont-1)                               91.501303
h(3-Drainkont)                               55.712155
h(Drainkont-3)                              -91.267357
h(10-Lagerung)                               13.061073
h(6-Wundver)                                 21.637440
OPSECMO * VAC                               -85.776776
OPSEndosk * OPSDial                        -131.117517
OPSTEE * TKoerPfl                            94.529006
TISSIntICU * h(4-Perfusor)                    9.850545
h(3-Drainkont) * ErnaehrSond                -16.195053
h(510-Bea) * h(3-Absaug)                     -0.043721
h(SumSAPS-53) * h(Bilanz-12)                  1.492156
h(GKoerPfl-1) * h(12-Bilanz)                -23.041009
h(Bilanz-15) * h(3-Drainkont)                 2.615531
h(Bilanz-12) * h(11-Absaug)                   0.953885
h(Drainkont-1) * h(3-Wundver)                -1.562071
h(12-Lagerung) * h(6-Wundver)                -3.081558
TISSFlue * OPSDial * h(TKoerPfl-2)           31.045649
TISSpulKath * TISSIntICU * h(3-Drainkont)     0.665212
OPSDial * OPSPunkt * h(TKoerPfl-2)         -280.431110
OPSDial * h(2-TKoerPfl) * Shaldon            77.276425
TISSDia * h(Bilanz-12) * h(11-Absaug)        -0.397938
TISSAzi * h(Perfusor-4) * h(Bilanz-11)        0.254322
h(5-FrVK) * OPSDial * h(2-TKoerPfl)         175.189778
h(41-SumSAPS) * OPSDial * h(2-TKoerPfl)      -6.721347
h(SumSAPS-41) * OPSDial * h(2-TKoerPfl)      -4.107321
OPSPunkt * h(Drainkont-1) * h(3-Wundver)     -2.968376
h(Drain-1) * h(12-Lagerung) * h(6-Wundver)    0.820987
h(-3-RASS) * h(Drainkont-1) * h(3-Wundver)   -2.671652
h(Drainkont-1) * h(3-Wundver) * h(1-CPAP)     1.923638

Selected 36 of 85 terms, and 28 of 57 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 85 terms
Importance: OPSECMO, OPSTEE, TKoerPfl, OPSDial, TISSIntICU, OPSEndosk, TI
SSFlue, Shaldon, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 10 12 13
GCV 8474.349    RSS 2706005    GRSq 0.1587215    RSq 0.4380052
```

Tabelle 75 Frühdienstmodell mit zweifacher Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Im Modell mit zwei Interaktionen werden OPSECMO und OPSDialyse als einzelne Teilfunktionen dargestellt. Auch die meisten anderen abgebildeten Variablen kommen bereits im Summenmodell vor (vgl. Tabelle 75 und Tabelle 71). Allerdings ändern sich sowohl die Zusammensetzungen der Terme, als auch die hinge-Funktionen deutlich. Statt der TISS-Punktsumme werden die Einzelvariablen TISS-Dialyse, TISS-Intervention auf der Intensivstation, TISS-Flüssigkeitsersatz in hohen Mengen, TISS-Pulmonaliskatheter und TISS-Azidose gezogen (*RSq* = .44, *GRSq* = .16).

```
Call: earth(formula=Fr~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...
), data=data.set3,trace=5, degree=10, penalty=3)
                                                          coefficients
(Intercept)                                                  218.17541
OPSECMO                                                       83.01837
OPSDial                                                       48.74478
h(Perfusor-4)                                                  5.46739
h(ZVK-1)                                                     -49.60250
h(1-VAC)                                                     -93.17190
h(12-Bilanz)                                                 -14.38150
h(Bilanz-12)                                                 -13.54230
h(Drainkont-1)                                                91.79453
h(Drainkont-3)                                              -110.37152
h(Drainkont-8)                                                11.59008
h(6-Wundver)                                                  12.24015
OPSECMO * VAC                                               -100.11934
OPSEndosk * OPSDial                                         -141.26920
OPSTEE * TKoerPfl                                             79.88134
TISSIntICU * h(4-Perfusor)                                    12.07607
h(SumSAPS-53) * h(Bilanz-12)                                   1.74840
h(1-VAC) * h(Drainkont-3)                                     10.26100
h(1-VAC) * h(3-Drainkont)                                     38.71958
h(12-Bilanz) * h(3-Drainkont)                                  3.99637
h(Bilanz-12) * h(3-Drainkont)                                  2.31748
h(Bilanz-12) * h(Absaug-11)                                    0.53442
h(Bilanz-12) * h(11-Absaug)                                    1.11503
h(Drainkont-1) * h(4-Absaug)                                  -1.54333
h(Drainkont-1) * h(1-CPAP)                                     3.00316
h(12-Lagerung) * h(6-Wundver)                                 -1.09443
TISSFlue * OPSDial * h(TKoerPfl-2)                            32.66059
TISSDia * h(3-Drainkont) * ErnaehrSond                        -5.37697
OPSDial * OPSPunkt * h(TKoerPfl-2)                          -345.98628
OPSDial * h(2-TKoerPfl) * Shaldon                             80.72970
TISSDia * h(Bilanz-12) * h(11-Absaug)                         -0.29042
Bea * h(Lagerung-12) * h(6-Wundver)                            0.00287
h(41-SumSAPS) * OPSDial * h(2-TKoerPfl)                       -6.98877
h(SumSAPS-41) * OPSDial * h(2-TKoerPfl)                       -4.11041
h(Drain-1) * h(12-Lagerung) * h(6-Wundver)                     3.66277
h(-3-RASS) * h(Drainkont-1) * h(3-Wundver)                    -3.00248
h(-1-RASS) * h(Drainkont-1) * h(4-Absaug)                      0.74864
TISSFlue * TISSpulKath * TISSIntICU * h(3-Drainkont)           0.23619
TISSAzi * OPSCT * h(Perfusor-4) * h(Lagerung-9)                4.23470
OPSZVD * OPSPunkt * h(Drainkont-1) * h(3-Wundver)             -8.41776
TISSAzi * h(Perfusor-4) * h(Bilanz-11) * h(9-Lagerung)         0.07446
TISSAzi * h(Perfusor-4) * h(11-Bilanz) * h(9-Lagerung)         0.71449
h(Drain-1) * h(RASS- -3) * h(12-Lagerung) * h(6-Wundver)      -0.81402
h(Drain-1) * h(-3-RASS) * h(12-Lagerung) * h(6-Wundver)       -3.64208
TISSAzi * h(Perfusor-4) * MS * h(11-Bilanz) * h(9-Lagerung)   -0.49747

Selected 45 of 89 terms, and 29 of 57 predictors
Termination condition: Reached nk 115
Importance: OPSECMO, OPSTEE, TKoerPfl, OPSDial, TISSIntICU, OPSEndosk, TI
SSFlue, Perfusor, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 11 14 11 7 1
GCV 8186.752    RSS 2322326    GRSq 0.1872722    RSq 0.5176894
```

Tabelle 76 Frühdienstmodell mit neunfacher Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Auch die beiden Varianten bei neunfacher Interaktion weisen deuliche Unterschiede in den Teilfunktionen und den Ergebnissen auf (vgl. Tabelle 72 und Tabelle 76). Das Modell mit TISS-Einzelvariablen ist besser auf die Daten angepasst (*RSq* .39 zu *RSq* = .51 und *GRSq* .17 zu *GRSq* = .18). Auffallend ist in dem großen Interaktionsmodell, dass die Dialyse sowohl als OPS-Variable, als auch als TISS-Einzelvariable häufig auftritt, niemals jedoch innerhalb einer gemeinsamen Teilfunktion.

4.2.10.3 Earth-Analyse des Spätdienstes

Im Spätdienst enthält das additive Modell neun Basisterme mit sechs Prädiktoren (Tabelle 77). Die Variablen TkoerPfl (Teilkörperpflege) und Bilanz sind als reflected pairs (TkoerPfl Knotenpunkt 3, Bilanz Knotenpunkt 22) im Modell vorhanden. Im Gegensatz zum Frühdienst liegt im Spätdienst die Konstante deutlich über dem Aufwandsmittelwert des Spätdienstes von 286 Minuten. Die Anpassungsgüte liegt bei *RSq* = .18 bzw. adjustiert bei *GRSq* = .10.

```
Call: earth(formula=Sp~SpVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...
),
            data=data.set3, trace=5, degree=1)

               coefficients
(Intercept)       369.07601
OPSECMO            32.11567
OPSTEE            -87.57835
h(15-SumTISS)      -3.37031
h(SumTISS-31)       7.38220
h(3-TKoerPfl)     -16.09217
h(TKoerPfl-3)     -31.41088
h(10-Perfusor)     -8.13939
h(1-MS)            27.85348
h(22-Bilanz)       -3.57678
h(Bilanz-22)      -20.83219

Selected 11 of 66 terms, and 7 of 48 predictors
Termination condition: Reached nk 97
Importance: Perfusor, TKoerPfl, SumTISS, OPSECMO, Bilanz, OPSTEE, MS, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 10 (additive model)
GCV 9680.037    RSS 4248750    GRSq 0.1017025    RSq 0.1751509
```

Tabelle 77 additives Spätdienstmodell

Auffallend ist sowohl beim additiven, als auch beim Modell mit einer Interaktion der starke Negativwert der OPS TEE (Tabelle 77 und Tabelle 78). Im Interaktionsmodell werden genauso wie beim additiven Modell im Spätdienst nur elf Terme dargestellt, allerdings steigt die Anzahl einbezogener Prädiktoren geringfügig. Neue Prädiktoren sind die OPS Intubation sowie die OPS Tracheostoma. Das Bestimmtheitsmaß steigt etwas an *RSq* = .22, *GRSq* = .13.

```
Call: earth(formula=Sp~SpVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...
),data=data.set3, trace=5, degree=2, penalty=3)

                                coefficients
(Intercept)                        341.80885
OPSTEE                             -89.78091
h(Perfusor-10)                      41.43225
h(22-Bilanz)                        -5.47048
h(Bilanz-22)                       -26.12419
OPSECMO * h(22-Bilanz)               4.94536
OPSTracheo * h(10-Perfusor)        -17.81878
OPSIntub * h(8-Absaug)              18.42436
h(15-SumTISS) * h(10-Perfusor)      -1.12726
h(2-TKoerPfl) * h(8-Absaug)         -3.98879
h(1-MS) * h(22-Bilanz)               4.47163

Selected 11 of 51 terms, and 10 of 48 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 51 terms
Importance: SumTISS, Perfusor, TKoerPfl, Absaug, OPSECMO, Bilanz, OPSIntu
b, MS, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 4 6
GCV 9369.347    RSS 4023275    GRSq 0.1305343    RSq 0.2189243
```

Tabelle 78 Spätdienstmodell mit einer autorisierten Interaktion

In Abbildung 96 sind die Interaktionen und die hinge-Funktionen gut zu erkennen. Es werden die Interaktionen zwischen den Variablen sichtbar, z. B. dass die Aufwandszeit bei der Bilanz in Abhängigkeit zu der OPS ECMO steigt.

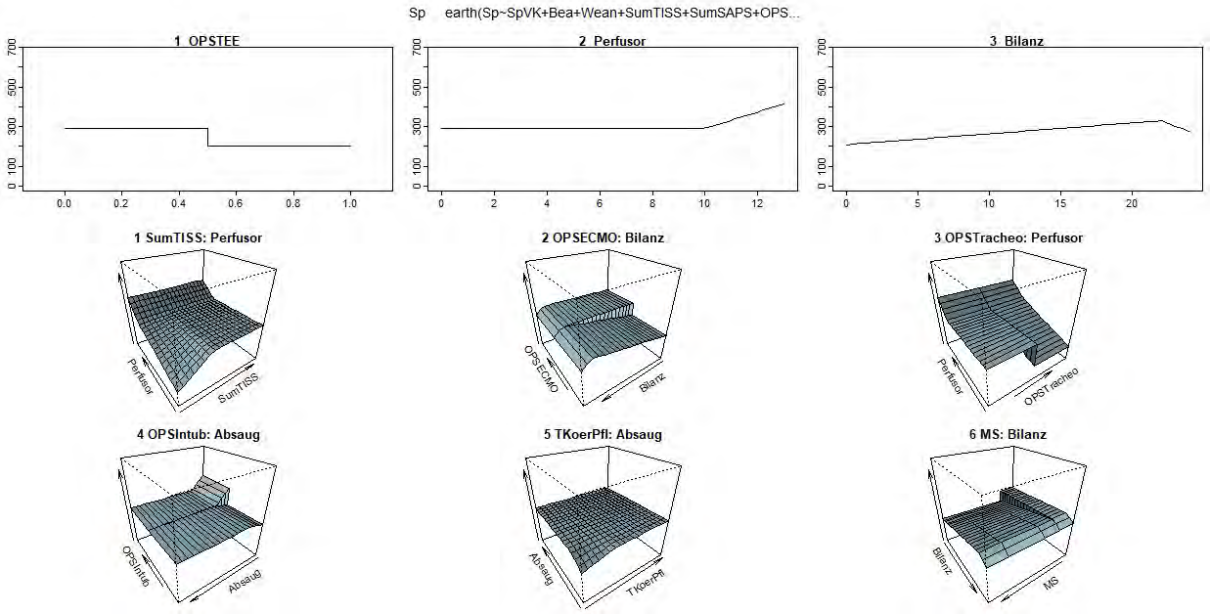

Abbildung 96 Modellparameter im Spätdienst-Modell mit einer Interaktion von zwei Prädiktoren

Im Spätdienstmodell mit autorisierter zweifacher Interaktion werden 23 Basisterme aus 19 Prädiktoren gebildet (Tabelle 79). Wie in den Vorgängermodellen sind die Variablen Bilanz, Teilkörperpflege und Perfusor in vielen Funktionen mit den bereits bekannten Scharnierpunkten

vertreten. Bestimmtheitsmaß und adjustiertes Bestimmtheitsmaß steigen gegenüber dem Modell mit einer Interaktion deutlich an (*RSq* = .36, *GRSq* = .18).

```
Call: earth(formula=Sp~SpVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...
),data=data.set3, trace=5, degree=3, penalty=3)

                                                coefficients
(Intercept)                                        353.17251
OPSTEE                                            -102.76721
h(Perfusor-10)                                      48.35557
h(22-Bilanz)                                        -7.09619
OPSECMO * h(Perfusor-10)                           -71.37418
OPSDial * h(10-Perfusor)                            -9.96094
OPSTracheo * h(10-Perfusor)                        -18.10553
h(10-Perfusor) * artKath                            -7.79495
h(SumTISS-14) * h(10-Perfusor)                       9.81496
h(SumTISS-15) * h(10-Perfusor)                      -9.56842
h(3-TKoerPfl) * h(Bilanz-17)                        -4.58487
h(3-TKoerPfl) * h(1-Absaug)                        -20.57591
h(10-Perfusor) * h(9-Absaug)                        -1.17540
h(1-MS) * h(22-Bilanz)                               4.18181
h(22-Bilanz) * h(Drainkont-13)                      -1.09193
OPSECMO * h(22-Bilanz) * CPAP                       -2.25743
h(30-SumTISS) * artKath * h(8-Absaug)                0.45285
h(47-SumSAPS) * OPSDial * h(22-Bilanz)               0.58046
OPSECMO * h(22-Bilanz) * h(13-Drainkont)             0.65919
OPSZVD * h(3-TKoerPfl) * h(Bilanz-17)               13.40045
OPSEK * h(RASS-0) * h(Absaug-8)                     63.03033
h(SumTISS-15) * h(10-Perfusor) * h(Lagerung-10)      0.52384
h(3-TKoerPfl) * h(Bilanz-17) * h(2-Wundver)         -2.57946

Selected 23 of 69 terms, and 19 of 48 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 69 terms
Importance: Perfusor, Absaug, OPSEK, RASS, OPSECMO, Bilanz, Drainkont, TK
oerPfl, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 3 11 8
GCV 8846.222    RSS 3313205    GRSq 0.1790797    RSq 0.3567768
```

Tabelle 79 Spätdienstmodell mit zwei autorisierten Interaktionen

Im Modell mit bis zu neun autorisierten Interaktionen werden 25 Teilfunktionen aus 21 Prädiktoren abgebildet (Tabelle 80). Obwohl theoretisch eine größere Interaktion möglich ist, bestehen die Basisterme als Produkte höchstens aus bis zu fünf „hinge“-Funktionen (h(SumTISS-15) * h(25-SumSAPS) * h(10-Perfusor) * h(10-Lagerung) * h(1-CPAP)). Gegenüber dem zweifach interaktiven Spätdienstmodell kommen die Variablen VK des Spätdienstes, Beatmung, Ganzkörperpflege und CPAP in Teilfunktionen hinzu.

Die Aussagekraft des Modells bleibt dabei fast identisch (beide *RSq* = .36), wobei das adjustierte Bestimmtheitsmaß sogar sinkt (*GRSq* = .16).

```
Call:  earth(formula=Sp~SpVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...
),data=data.set3, trace=5, degree=10, penalty=3)

                                                          coefficients
(Intercept)                                                 334.37736
OPSTEE                                                      -83.62369
h(3-TKoerPfl)                                               -13.40332
h(Perfusor-10)                                               42.41695
h(22-Bilanz)                                                 -4.48203
OPSECMO * h(Perfusor-10)                                    -70.77837
OPSECMO * h(22-Bilanz)                                        5.94669
OPSTracheo * h(10-Perfusor)                                 -17.73959
OPSIntub * h(8-Absaug)                                       17.44071
h(15-SumTISS) * h(10-Perfusor)                               -0.96389
h(3-TKoerPfl) * h(Buelau-2)                                 -36.05579
h(1-MS) * h(22-Bilanz)                                        4.45560
OPSEK * h(RASS-0) * h(Absaug-8)                              62.95623
h(SpVK-6) * h(SumTISS-15) * h(10-Perfusor)                    4.46866
h(SpVK-5) * h(10-Bilanz) * h(8-Absaug)                       -3.60632
h(Perfusor-5) * h(Bilanz-10) * h(8-Absaug)                    0.20785
h(0-RASS) * h(Bilanz-10) * h(8-Absaug)                        0.24771
h(22-Bilanz) * h(13-Drainkont) * h(Wundver-5)                 0.41477
h(Bilanz-10) * h(Wundver-2) * h(8-Absaug)                    -0.53245
h(Bilanz-10) * h(2-Wundver) * h(8-Absaug)                    -0.62101
h(SpVK-6) * Bea * h(SumTISS-15) * h(10-Perfusor)             -0.00287
h(SpVK-5) * GKoerPfl * h(10-Bilanz) * h(8-Absaug)             3.38070
h(15-SumTISS) * h(10-Perfusor) * h(RASS- -1) * h(1-Wundver)   1.38621
h(SumTISS-15) * h(10-Perfusor) * h(10-Lagerung) * h(CPAP-1)  -0.16292
h(SumTISS-15)*h(25-SumSAPS)*h(10-Perfusor)*h(10-Lagerung)*h(1-CPAP)    0.72933

Selected 25 of 81 terms, and 21 of 48 predictors
Termination condition: Reached nk 97
Importance: SumTISS, Perfusor, OPSEK, RASS, Absaug, Bilanz, OPSECMO, OPSI
ntub, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 4 7 8 4 1
GCV 9077.542    RSS 3320130    GRSq 0.1576134    RSq 0.3554324
```

Tabelle 80 Spätdienstmodell mit neun Interaktionen

4.2.10.4 Earth-Analyse im Spätdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Das Ersetzen der TISS-10 Summenvariable durch die TISS-10-Core Einzelparameter führt im additiven Earthmodell zu einem Austausch der hinge-Funktion h(SumTISS-15) durch die Einzelvariable TISS-Beatmung (vgl. Tabelle 77 und

Tabelle 81). Zudem kommen die Variablen OPS Intubation und die hinge-Funktion h(Perfusor-10) hinzu. Die beiden hinge-Funktionen der Bilanz werden an einer um eins erhöhten Scharnierfunktion bei 21 Bilanzen getrennt.

Gegenüber dem TISS-Summenmodell fällt die Varible Magensonde mit der hinge-Funktion h(1-MS) weg.

Die Modellgüte bleibt fast gleich (*RSq* = .16 und *RSq* = .17, *GRSq* = .09 gegenüber *GRSq* = .10).

```
Call: earth(formula=Sp~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...
), data=data.set3,trace=5, degree=1)

               coefficients
(Intercept)       319.09041
TISSBea             7.96436
OPSECMO            33.16080
OPSTEE            -78.50896
OPSIntub           52.60458
h(3-TKoerPfl)     -14.45064
h(TKoerPfl-3)     -33.99343
h(10-Perfusor)     -6.62348
h(Perfusor-10)     30.56329
h(21-Bilanz)       -3.87964
h(Bilanz-21)      -15.38543

Selected 11 of 74 terms, and 7 of 57 predictors
Termination condition: Reached nk 115
Importance: Perfusor, TKoerPfl, Bilanz, OPSTEE, OPSECMO, TISSIntICU-unuse
d, TISSBea, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 10 (additive model)
GCV 9694.47    RSS 4255085    GRSq 0.1003632    RSq 0.173921
```

Tabelle 81 additives Spätdienstmodell mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Im einfachen Interaktionsmodell mit TISS-10-Core Einzelvariablen verändert sich das Modell wiederum relativ stark (Tabelle 82).

```
Call: earth(formula=Sp~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...
), data=data.set3,trace=5, degree=2)

                              coefficients
(Intercept)                      326.68431
h(3-TKoerPfl)                    -15.02358
h(TKoerPfl-3)                    -36.41817
h(Perfusor-10)                    33.66161
h(21-Bilanz)                      -5.88793
h(Lagerung-15)                   -23.85570
h(Absaug-6)                       20.98046
OPSTEE * Wundver                 -25.45143
TISSKat * h(Bilanz-21)             9.69845
TISSartKath * h(6-Absaug)          2.49266
TISSDia * h(6-Absaug)             -3.58552
TISSIntICU * h(10-Perfusor)        2.07929
artKath * h(Absaug-6)            -14.30792
h(1-Wean) * h(Absaug-6)          -13.73656
h(Perfusor-5) * h(Bilanz-21)      -9.03313
h(10-Perfusor) * h(Absaug-4)      -1.61018
h(10-Perfusor) * h(4-Absaug)      -5.20896
h(Drain-1) * h(Absaug-6)          13.61452
h(21-Bilanz) * h(3-CPAP)           1.74157

Selected 19 of 41 terms, and 15 of 57 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 41 terms
Importance: Perfusor, Absaug, TISSIntICU, OPSTEE, Wundver, Drain, artKath
, Wean, TISSKat, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 6 12
GCV 9103.597    RSS 3572327    GRSq 0.1551955    RSq 0.306471
```

Tabelle 82 Spätdienstmodell mit einer Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Es werden zwar viele der im Ursprungsmodell in Tabelle 78 bereits dargestellten Variablen wieder aufgegriffen und teilweise mit identischen (z. B. h(3-KoerPfl)) oder veränderten hinge-Funktionen wie

h(21-Bilanz und h(22-Bilanz) dargestellt; trotzdem fällt insbesondere die Hinzunahme von gleich vier TISS-10-Core Einzelvariablen in diesem Modell auf, während die Variablen OPS Tracheostoma und OPS Intubation nicht mehr dargestellt werden. Sowohl der TISS-Einzelparameter arterieller Katheter, als auch die Variable arterieller Katheter aus dem Leistungspaket Zu- und Ableitung sind beide in diesem Modell vorhanden. Das Modell verbessert seine Vorhersagekraft gegenüber dem Ursprungsmodell von *RSq* = .21 auf *RSq* = .30 bzw. *GRSq* = .13 auf *GRSq* = .16.

Auch das Modell mit zwei autorisierten Interaktionen (Tabelle 83 gegenüber Tabelle 79) zeigt sich in Bezug auf die Anpassungsgüte gegenüber der TISS-Punktsummenvariante verbessert (*RSq* = .41 gegenüber *RSq* = .36 und *GRSq* = .21 zu *GRSq* = .18). Es werden 21 Prädiktoren von 57 eingebezogen, statt 19 von 48 Prädiktoren. Wieder werden vier TISS-Einzelvariablen im Modell dargestellt.

```
Call: earth(formula=Sp~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...
), data=data.set3,trace=5, degree=3)

                                                coefficients
(Intercept)                                        349.46166
OPSTEE                                            -479.09883
h(3-TKoerPfl)                                      -13.45452
h(Perfusor-10)                                      33.98865
h(21-Bilanz)                                        -6.86258
h(Bilanz-21)                                       -33.62875
SumSAPS * OPSTEE                                     8.23802
TISSIntICU * h(10-Perfusor)                          4.55424
OPSTracheo * h(10-Perfusor)                        -18.01893
h(1-MS) * PiCCO                                     83.29391
h(10-Perfusor) * h(4-Absaug)                        -3.72905
h(21-Bilanz) * h(Drainkont-13)                      -2.38009
h(Bilanz-21) * h(Absaug-3)                           4.49179
TISSDia * TISSIntICU * h(10-Perfusor)               -1.38046
TISSKat * h(Bilanz-21) * h(3-Absaug)                 3.86334
TISSpulKath * h(10-Perfusor) * h(Absaug-4)           0.88654
TISSIntICU * h(10-Perfusor) * h(6-Drainkont)        -0.50678
OPSECMO * h(21-Bilanz) * h(13-Drainkont)             0.40876
OPSIntub * h(21-Bilanz) * h(7-Absaug)                2.79821
h(10-Perfusor) * artKath * h(Absaug-4)              -2.15329
Drain * h(21-Bilanz) * h(Absaug-7)                   1.21484
h(1-Wean) * h(21-Bilanz) * h(7-Absaug)               1.89485
h(21-Bilanz) * h(13-Drainkont) * h(Wundver-4)        0.30566
h(21-Bilanz) * h(Drainkont-9) * h(7-Absaug)          0.21226
h(21-Bilanz) * h(2-Wundver) * h(Absaug-7)            0.97322
h(21-Bilanz) * h(7-Absaug) * h(1-CPAP)              -1.32184

Selected 26 of 51 terms, and 21 of 57 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 51 terms
Importance: Perfusor, Absaug, MS, PiCCO, OPSECMO, Bilanz, Drainkont, artK
ath, TISSpulKath, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 5 7 13
GCV 8475.941    RSS 3063210    GRSq 0.2134414    RSq 0.4053108
```

Tabelle 83 Spätdienstmodell mit zwei Interaktionen mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Weitere Variablen, die in diesem Modell vorhanden sind, nicht jedoch im Ursprungsmodell, sind Weaning, der PiCCO-Katheter, Drainagen sowie die OPS Intubation.

Ausgetauscht und nicht mehr im Modell sind dagegen die OPS Dialyse, die OPS ZVD, die OPS EK, die Lagerung und die RASS, die als hinge-Funktionen oder mit allen Variablenabschnitten in der Variante mit TISS-Punktsumme vorhanden waren.

Auffallend ist in diesen Modellen der Minutenwert der OPS TEE mit -479 Minuten bzw. mit -103 Minuten), was zu einem Minuswert führen würde, betrachtet man Konstante und OPS TEE ohne weitere Variablen. In der Gesamtbetrachtung wird die OPS TEE in den Spätdienstmodellen immer wieder mit einem Minuswert dargestellt.

Betrachtet man sich die vorhandenen Spätdienstminuten in der Stichprobe im Zusammenhang mit den Pflegetagen, an denen eine TEE vorkam, wird deutlich, dass diese mit einem Durchschnitt von 227 Minuten insgesamt 59 Minuten unter dem allgemeinen Mittelwert aller Pflegetage im Spätdienst von 286 Minuten liegen. Fast eine ganze Stunde Unterschied innerhalb der Schicht ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die TEE vermutlich zu einer deutlichen Reduktion der Aufwandszeit geführt hat, möglicherweise, weil es eine Intervention außerhalb der Intensivstation darstellt, die nicht von der Pflege begleitet wurde.

In dem Modell mit neun autorisierten Interaktionen mit TISS-10-Core Einzelvariablen wird die OPS TEE nicht einzeln dargestellt, sondern sie führt in Zusammenhang mit der Wundversorgung zu einer Reduktion von knapp -32 Minuten (Tabelle 84 und Tabelle 80). Demgegenüber bildet das Modell mit TISS-Punktsumme die OPS TEE einzeln ab und reduziert den Aufwandswert mit -84 Minuten um mehr als das Doppelte.

Insgesamt bildet das Modell mit TISS-Einzelvariablen wesentlich mehr Prädiktoren ab, als das TISS-Summenmodell. Es werden 29 Teilfunktionen mit insgesamt 27 Prädiktoren gebildet, gegenüber 25 Teilfunktionen mit lediglich 21 Prädiktoren.

Das Spätdienstmodell mit neun autorisierten Interaktionen und TISS-10-Core Einzelvariablen hat eine Varianzaufklärung in der Stichprobe von mehr als 46 Prozent (*RSq* = .46). Diese liegt deutlich über derjenigen mit den TISS-10-Core Punktsummen, welche ein *RSq* von .35 ausweist. Beide Modelle liegen in ihrer Generalisierbarkeit allerdings unter 30 Prozent, wobei auch hier das Modell mit den Einzelvariablen besser ist (*GRSq* = .26 gegenüber *GRSq* = .16).

```
Call: earth(formula=Sp~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...
), data=data.set3,trace=5, degree=10, penalty=3)

                                                          coefficients
(Intercept)                                                  313.070025
h(21-Bilanz)                                                  -9.397648
h(Bilanz-21)                                                 -32.533578
OPSTEE*Wundver                                               -25.226975
TISSIntICU*h(10-Perfusor)                                      3.939412
OPSTracheo*h(10-Perfusor)                                    -17.631926
OPSIntub*h(21-Bilanz)                                          7.341538
h(1-OPSPunkt)*h(Perfusor-8)                                   23.130067
h(3-TKoerPfl)*h(Buelau-2)                                    -31.058270
h(10-Perfusor)*h(4-Absaug)                                    -3.293348
h(21-Bilanz)*h(7-Absaug)                                       1.018424
h(Bilanz-21)*h(Absaug-3)                                       3.711843
TISSDia*TISSIntICU*h(10-Perfusor)                             -1.818748
TISSKat*h(Bilanz-21)*h(3-Absaug)                               5.857943
TISSAzi*h(10-Perfusor)*h(Absaug-4)                             0.745176
h(6-SpVK)*h(10-Perfusor)*Ernaehriv                            -5.070652
h(10-Perfusor)*artKath*h(Absaug-4)                            -1.690137
h(1-Wean)*h(21-Bilanz)*h(7-Absaug)                             1.433985
h(30-SumSAPS)*h(1-OPSPunkt)*h(Buelau-1)                        7.892113
h(1-OPSEndosk)*h(21-Bilanz)*h(3-CPAP)                          1.568853
h(1-OPSPunkt)*h(TKoerPfl-1)*h(8-Perfusor)                      5.217510
h(10-Perfusor)*h(RASS-0)*h(4-Absaug)                          -3.489573
h(21-Bilanz)*h(2-Wundver)*h(Absaug-7)                          1.025996
h(21-Bilanz)*h(7-Absaug)*h(1-CPAP)                            -2.359198
TISSpulKath*OPSEK*h(10-Perfusor)*h(Absaug-4)                   1.793533
OPSECMO*h(21-Bilanz)*h(7-Absaug)*h(1-CPAP)                     1.679975
h(TKoerPfl-1)*h(21-Bilanz)*h(7-Absaug)*h(CPAP-1)               5.912076
Wean*h(TKoerPfl-1)*h(21-Bilanz)*h(7-Absaug)*h(CPAP-1)         -6.194924
OPSDial*h(TKoerPfl-2)*h(21-Bilanz)*h(2-Drainkont)*h(7-Absaug)   2.838809

Selected 29 of 96 terms, and 27 of 57 predictors
Termination condition: Reached nk 115
Importance: OPSPunkt, Perfusor, TISSpulKath, OPSEK, Absaug, TISSIntICU, O
PSDial, TKoerPfl, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 2 9 12 3 2
GCV 7993.874    RSS 2785882    GRSq 0.2581767    RSq 0.459151
```

Tabelle 84 Spätdienstmodell mit neun Interaktionen mit TISS-10-Core Einzelvariablen

4.2.10.5 Earth-Analyse des Nachtdienstes

Im Nachtdienst werden im additiven Modell zehn Terme von acht Prädiktoren gebildet (Tabelle 85). Die Variable SAPS-Summe ist als „hinge“-Funktion dabei sowohl vor, als auch nach dem Scharnierpunkt 60 enthalten (vgl. Abbildung 97). Die Variable OPS ECMO, die in den anderen Schichten häufig vorkommt, ist nicht repräsentiert. Ein Blick auf die Funktionskoeffizienten zeigt, dass fast alle Variablen mit negativen Aufwandszeiten abgebildet sind. Perfusor, CPAP und RASS werden über positive Aufwandswerte in drei hinge-Funktionen abgebildet (h(4-RASS) mit 267 Minuten, h(1-CPAP) mit 35 Minuten und h(Perfusor-3)mit 12 Minuten). Betrachtet man sich die Vorzeichen in den Earthtermen insgesamt, so sind nach Kreuzvaildierung verbliebenen Teil-Funktionen mit negativem und positivem Vorzeichen ungefähr gleich häufig ausgewiesen.

Das Bestimmtheitsmaß liegt bei *RSq* = .12, das adjustierte Bestimmtheitsmaß ist sehr niedrig und liegt bei *GRSq* = .05.

```
Call: earth(formula=Na~NaVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...
),data=data.set3, trace=5, degree=1)

               coefficients
(Intercept)       467.09455
OPSDial           -45.97750
h(60-SumSAPS)      -2.42045
h(SumSAPS-60)     -15.21195
h(OPSEndosk-1)   -340.07114
h(TKoerPfl-1)     -17.63726
h(Perfusor-3)      11.76642
h(-4-RASS)        267.25873
h(Bilanz-7)        -3.29816
h(1-CPAP)          35.26874

Selected 10 of 22 terms, and 8 of 48 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 22 terms
Importance: Perfusor, RASS, SumSAPS, Bilanz, OPSDial, CPAP, TKoerPfl, OPS
Endosk, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 9 (additive model)
GCV 25337.58    RSS 11218267    GRSq 0.05462553    RSq 0.1243417
```

Tabelle 85 additives Nachtdienstmodell

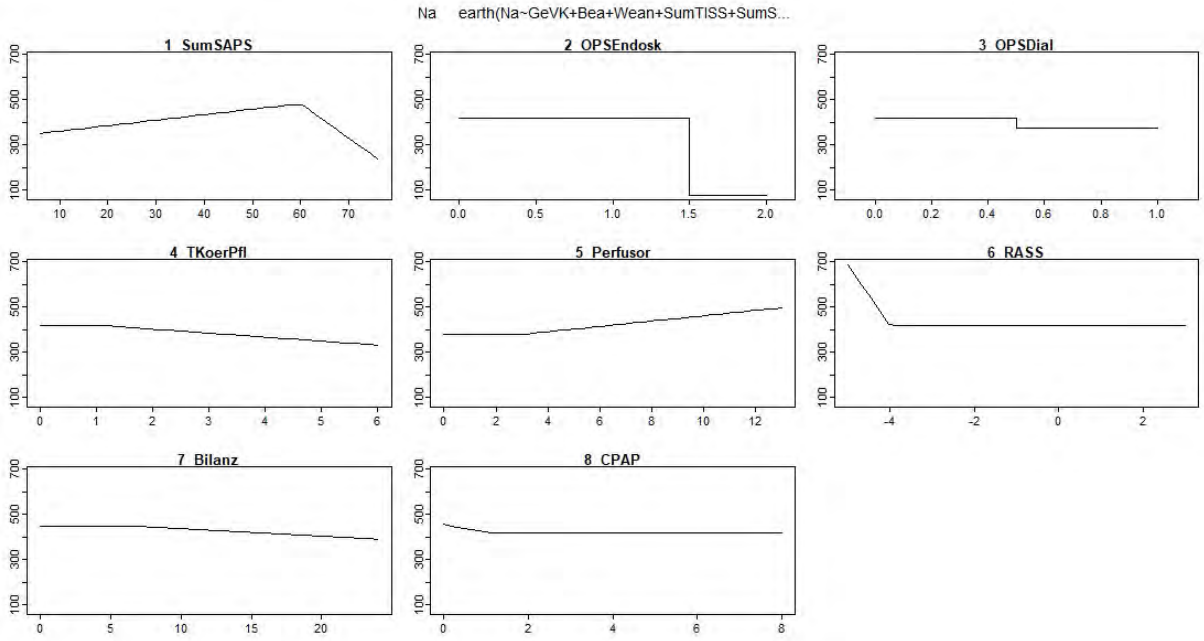

Abbildung 97 Nachtdienst-Parameter im additiven Modell

Im Modell mit einer Interaktion werden 14 Basisterme aus elf Prädiktoren gebildet (Tabelle 86). Das Bestimmheitsmaß liegt bei *RSq* = .19, nach Korrektur liegt die Anpassungsgüte lediglich bei *GRSq* = .07 ähnlich niedrig, wie das additive Modell.

```
Call: earth(formula=Na~GeVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...
), data=data.set3,trace=5, degree=2, penalty=3)

                                coefficients
(Intercept)                        318.68146
h(SumSAPS-60)                      -14.98726
h(Perfusor-3)                       24.73551
h(-4-RASS)                         277.69883
h(6-Wundver)                        20.45780
h(1-CPAP)                           50.38134
h(60-SumSAPS) * OPSDial             -2.58679
OPSRea * h(1-CPAP)                 189.84526
OPSTEE * h(RASS- -4)               -55.27548
h(60-SumSAPS) * h(Lagerung-12)      -0.63463
h(60-SumSAPS) * h(12-Lagerung)      -0.31888
h(TKoerPfl-1) * h(CPAP-1)          -20.20483
h(Perfusor-3) * h(4-Wundver)        -6.73645
h(19-Bilanz) * h(CPAP-1)             4.33840

Selected 14 of 38 terms, and 11 of 48 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 38 terms
Importance: Perfusor, TKoerPfl, Bilanz, CPAP, Wundver, SumSAPS, Lagerung,
OPSDial, OPSTEE, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 5 8
GCV 24967.52    RSS 10369960    GRSq 0.06843302    RSq 0.1905575
```

Tabelle 86 Nachtdienstmodell mit einer autorisierten Interaktion

Im Modell mit zwei zugelassenen Interaktionen werden 20 Terme mit 21 Prädiktoren dargestellt (Tabelle 87), gegenüber 14 Termen mit 11 Prädiktoren im additiven Modell (Tabelle 86).

```
Call: earth(formula=Na~NaVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...
),data=data.set3, trace=5, degree=3, penalty=3)

                                                coefficients
(Intercept)                                        423.98020
h(TKoerPfl-1)                                      402.23668
OPSRea * h(1-CPAP)                                 203.34478
h(TKoerPfl-1) * Ernaehriv                         -405.53175
h(60-SumSAPS) * h(1-CPAP)                            3.14071
h(Perfusor-3) * h(1-ZVK)                            22.71269
h(19-Bilanz) * h(CPAP-1)                             5.90686
OPSEndosk * h(1-TKoerPfl) * Perfusor                31.01778
OPSEndosk * h(1-TKoerPfl) * ErnaehrSond           -307.50299
h(60-SumSAPS) * h(1-OPSEndosk) * OPSOP              -3.79738
h(60-SumSAPS) * h(1-OPSEndosk) * OPSDial            -4.10328
h(60-SumSAPS) * OPSTEE * h(RASS- -4)                -2.31608
OPSOP * h(Perfusor-3) * h(2-Wundver)                11.51843
OPSDial * h(Perfusor-3) * h(Wundver-2)               7.39344
OPSIntub * h(Perfusor-3) * h(ZVK-1)                 64.73231
Shaldon * h(Wundver-3) * h(1-CPAP)                 -37.27496
h(133-Bea) * h(60-SumSAPS) * h(12-Lagerung)          0.00408
h(30-SumTISS) * h(60-SumSAPS) * h(12-Lagerung)      -0.01946
h(60-SumSAPS) * h(2-Absaug) * h(1-CPAP)             -1.98068
h(TKoerPfl-1) * h(19-Bilanz) * h(CPAP-1)            -4.54640

Selected 20 of 73 terms, and 21 of 48 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 73 terms
Importance: Perfusor, OPSEndosk, OPSDial, TKoerPfl, Bilanz, Wundver, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 1 5 13
GCV 23392.85    RSS 9074097    GRSq 0.1271859    RSq 0.291708
```

Tabelle 87 Nachtdienstmodell mit zwei autorisierten Interaktionen

Dieser deutliche Anstieg an Termen mit Interaktionen zwischen den Variablen führt zu einer Verbesserung der Apassungsgüte auf *RSq* = .29 und auch das adjustierte Bestimmtheitsmaß verbessert sich auf *GRSq* = .13.

Im Modell mit neun möglichen Interaktionen sind es 28 Basisterme mit 21 Prädiktoren, wobei wiederum höchstens fünf Prädiktoren für ein Produkt berechnet werden (Tabelle 88). Alle Modelle enthalten mehrfach die „hinge"-Funktion h(60-SumSAPS).

```
Call: earth(formula=Na~NaVK+Bea+Wean+SumTISS+SumSAPS+OPSRea+OPSDefi+OP...),
            data=data.set3, trace=5, degree=10, penalty=3)

                                                                coefficients
(Intercept)                                                        399.96339
h(Perfusor-3)                                                       11.05732
h(1-CPAP)                                                           45.52482
h(60-SumSAPS) * h(OPSEndosk-1)                                     -39.48878
h(60-SumSAPS) * h(1-OPSEndosk)                                     -3.83851
h(60-SumSAPS) * h(Bilanz-20)                                       -0.81386
h(1-GKoerPfl) * h(1-CPAP)                                          77.16828
h(1-TKoerPfl) * h(Drainkont-4)                                     -9.47954
h(19-Bilanz) * h(CPAP-1)                                            6.28217
h(60-SumSAPS) * h(1-OPSEndosk) * OPSDial                           -3.46826
h(60-SumSAPS) * OPSTEE * h(RASS- -4)                               -2.83709
OPSEndosk * h(1-TKoerPfl) * h(Drainkont-4)                         27.10422
h(NaVK-5) * h(1-GKoerPfl) * h(1-CPAP)                             -98.78467
h(SumTISS-30) * h(60-SumSAPS) * h(12-Lagerung)                     -0.14940
h(60-SumSAPS) * h(1-OPSEndosk) * h(Drainkont-1)                     0.68742
h(60-SumSAPS) * h(1-OPSEndosk) * h(1-Drainkont)                     4.38415
h(60-SumSAPS) * h(1-OPSEndosk) * h(Drainkont-7)                    -0.84238
h(TKoerPfl-1) * h(19-Bilanz) * h(CPAP-1)                           21.16909
h(60-SumSAPS) * OPSZVD * h(12-Lagerung) * h(Wundver-5)              6.84564
h(GKoerPfl-1) * RASS * h(Bilanz-19) * h(CPAP-1)                    -7.97581
h(TKoerPfl-1) * h(19-Bilanz) * Ernaehriv * h(CPAP-1)              -26.26323
h(30-SumTISS) * h(60-SumSAPS) * h(1-Drain) * h(12-Lagerung)        -0.02665
h(60-SumSAPS) * h(Drain-1) * h(RASS- -4) * h(20-Bilanz)             0.08336
h(30-SumTISS)*h(60-SumSAPS)*h(1-Drain)*h(Bilanz-19)*h(12-Lagerung) 0.00960
h(Bea-160)*h(60-SumSAPS)*OPSDefi*h(1-Drain)*h(RASS- -4)*h(20-Bilanz)     -0.00178
h(160-Bea)*h(60-SumSAPS)*Perfusor*h(1-Drain)*h(RASS- -4)*h(20-Bilanz)      0.00036
h(160-Bea)*h(60-SumSAPS)*h(1-Drain)*h(RASS- -4)*h(20-Bilanz)*CPAP  -0.00102
h(30-SumTISS)*h(60-SumSAPS)*PiCCO*h(1-Drain)*h(19-Bilanz)*h(12-Lagerung)
                                                                   -0.00731
Selected 28 of 80 terms, and 21 of 48 predictors
Termination condition: Reached nk 97
Importance: Perfusor, TKoerPfl, Bilanz, Ernaehriv, CPAP, GKoerPfl, RASS, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 2 6 9 5 1 4
GCV 24135.61    RSS 8514452    GRSq 0.09947253    RSq 0.3353919
```

Tabelle 88 Nachtdienstmodell mit neun autorisierten Interaktionen

Alle Earth-Modelle des Nachtdienstes haben niedrigere Vorhersagewerte, als die vorhergehenden Schichtmodelle und das Pflegetagmodell. Wie bereits beim Frühdienstmodell erreicht auch im Nachtdienstmodell nicht dasjenige, mit der größtmöglichen Interaktion die beste Modellanpassung, sondern dasjenige mit nur zwei autorisierten Interaktionen, wobei hier modellbezogenes und adjustiertes Bestimmtheitsmaß differieren (vgl. Tabelle 87 mit RSq = .29 und GRSq = .13 sowie Tabelle 88 mit RSq = .34 und GRSq = .10).

4.2.10.6 Earth-Analyse im Nachtdienst mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Der Austausch der TISS-Punktsumme durch die Einzelvariablen verursacht im additiven Nachtdienstmodell interessanterweise den Wechsel der Variable OPS Dialyse durch die Einzelvariable TISS-Dialyse. Das heißt, die im Grunde gleichen Container werden durch die Punktsumme des TISS-10-Cores von drei Punkten gegenüber der Einzelzählung als „am Pflegetag vorhanden“ unterschieden.

Das Modell ist mit nur vier Variablen und fünf Termen sehr überschaubar. Die Modellanpassung ist mit *RSq* = -.09 und GRSq = -.05 noch geringer, als im additiven TISS-Summenmodell des Nachtdienstes (vgl. Tabelle 89 und Tabelle 85), welches auch doppelt so viele Teilfunktionen abbildet.

```
Call: earth(formula=Na~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...
), data=data.set3,trace=5, degree=1, penalty=3)

              coefficients
(Intercept)      430.36798
TISSDia          -17.99274
h(60-SumSAPS)     -2.36276
h(Perfusor-3)     14.44832
h(-4-RASS)       274.63320

Selected 5 of 22 terms, and 4 of 57 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 22 terms
Importance: Perfusor, SumSAPS, TISSDia, RASS, TISSBea-unused, TISSKat-unu
sed, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 4 (additive model)
GCV 25536.61    RSS 11702203    GRSq 0.0471997    RSq 0.08656733
```

Tabelle 89 additives Nachtdienstmodell mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Das Modell in Tabelle 90 mit einer autorisierten Interaktion und TISS-10-Core Einzelvariablen ersetzt gegenüber dem TISS-Summenmodell wenige Variablen.

```
Call: earth(formula=Na~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...
), data=data.set3,trace=5, degree=2)

                              coefficients
(Intercept)                      369.56072
h(SumSAPS-60)                    -14.05137
h(Perfusor-3)                     13.81680
h(1-CPAP)                        110.34279
TISSBea * h(1-CPAP)              -22.13471
TISSDia * h(60-SumSAPS)           -1.04481
TISSinkraD * h(CPAP-1)           -28.82192
OPSRea * h(1-CPAP)               206.79216
VAC * h(1-CPAP)                   92.34010
h(60-SumSAPS) * h(OPSEndosk-1)   -13.78765
h(60-SumSAPS) * h(12-Lagerung)    -0.25054
h(-3-RASS) * h(1-CPAP)            65.16487
h(18-Bilanz) * h(CPAP-1)           4.57381

Selected 13 of 35 terms, and 12 of 57 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 35 terms
Importance: Perfusor, TISSDia, SumSAPS, Bilanz, CPAP, TISSinkraD, Lagerun
g, OPSRea, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 3 9
GCV 25074.74    RSS 10531445    GRSq 0.06443231    RSq 0.1779526
```

Tabelle 90 Nachtdienstmodell mit einer autorisierten Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Dies sind die OPS Dialyse gegen die TISS-Dialyse sowie die OPS TEE, die Wundversorgung und die Teilkörperpflege. Statt dieser Prädiktoren kommen die TISS-Beatmung, die TISS-intrakranielle Druckmessung sowie die OPS Endoskopie hinzu. Alle anderen Variablen sind in ihren hinge-Funktionen auch im Ursprungsmodell enthalten, teilweise jedoch mit einer etwas anderen Scharnierfunktion. Gegenüber dem TISS-Punktsummenmodell ist lediglich ein Prädiktor mehr im Modell. Die Anpassungsgüte beider Modelle unterscheidet sich kaum (Tabelle 90 *RSq* = .18, *GRSq* = .06 gegenüber Tabelle 86 *RSq* = .19, *GRSq* = .07).

Auch in dem Modell mit zwei autorisierten Interaktionen ist der Anstieg der Variablen im Modell mit TISS-10-Core Einzelvariablen von 21 auf 22 Prädiktoren moderat (Tabelle 91). Hier werden insgesamt vier TISS-Einzelvariablen in fünf Termen dargestellt.

```
Call: earth(formula=Na~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...
), data=data.set3,trace=5, degree=3, penalty=3)

                                                  coefficients
(Intercept)                                          401.10765
h(1-CPAP)                                             62.82935
TISSDia * h(60-SumSAPS)                               -0.81910
OPSRea * h(1-CPAP)                                   250.15081
VAC * h(1-CPAP)                                      293.51400
h(TKoerPfl-1) * h(CPAP-1)                            384.92916
h(Perfusor-3) * h(-3-RASS)                            35.90822
h(RASS-0) * h(CPAP-1)                                -86.83988
h(18-Bilanz) * h(CPAP-1)                               5.76183
TISSpulKath * VAC * h(1-CPAP)                         23.20153
ZVK * VAC * h(1-CPAP)                               -252.63619
TISSBea * h(1-Buelau) * h(1-CPAP)                    -22.76345
TISSartKath * h(Perfusor-3) * h(-3-RASS)              -5.62755
TISSpulKath * h(0-RASS) * h(CPAP-1)                   -2.66282
h(60-SumSAPS) * OPSEK * h(12-Lagerung)                 0.35848
OPSECMO * h(RASS-0) * h(CPAP-1)                      161.00461
h(TKoerPfl-1) * Ernaehriv * h(CPAP-1)               -392.64714
h(Perfusor-3) * h(1-Drainkont) * ErnaehrSond          21.44886
h(60-SumSAPS) * h(RASS-0) * h(12-Lagerung)             0.73247
h(60-SumSAPS) * h(Drainkont-10) * h(12-Lagerung)      -0.07313
h(60-SumSAPS) * h(10-Drainkont) * h(12-Lagerung)      -0.04392
h(1-GKoerPfl) * h(Bilanz-18) * h(CPAP-1)             -26.90968
h(TKoerPfl-1) * h(14-Bilanz) * h(CPAP-1)              -6.77091
h(-3-RASS) * h(Absaug-5) * h(CPAP-1)                 103.65683

Selected 24 of 65 terms, and 22 of 57 predictors
Termination condition: RSq changed by less than 0.001 at 65 terms
Importance: Perfusor, VAC, RASS, Drainkont, ErnaehrSond, CPAP, Bilanz, TK
oerPfl, OPSRea, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 1 7 15
GCV 23836.94    RSS 8822759    GRSq 0.1106163    RSq 0.3113266
```

Tabelle 91 Nachtdienstmodell mit zweifacher Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Erneut sind OPS Dialyse und TISS-Dialyse ausgetauscht. Auch der Shaldonkatheter wird in diesem Modell nicht mehr abgebildet. Es gibt neben der TISS-Dialyse noch die TISS-Einzelparameter TISS-Beatmung, TISS-Pulimonaliskatheter und TISS-art. Katheter. Die Varianzaufklärung in der Stichprobe

liegt mit *RSq* = .31 ähnlich wie das Ursprungsmodell (*RSq* = .29), die Generalisierbarkeit ist etwas schlechter als im Ursprungsmodell (*GRSq* = .11 zu *GRSq* = .13).

```
Call: earth(formula=Na~TISSBea+TISSKat+TISSFlue+TISSartKath+TISSpulKat...
), data=data.set3,trace=5, degree=10, penalty=3)


coefficients
(Intercept)                                                   363.14168
h(SumSAPS-60)                                                 -15.06994
h(1-CPAP)                                                     120.31340
OPSRea * h(1-CPAP)                                            189.54545
PiCCO * h(1-CPAP)                                             -72.65204
VAC * h(1-CPAP)                                               281.37957
h(SumSAPS-21) * h(Perfusor-3)                                   0.33311
h(TKoerPfl-1) * h(CPAP-1)                                     413.55410
h(RASS-0) * h(CPAP-1)                                         -78.76164
h(18-Bilanz) * h(CPAP-1)                                        5.86999
TISSpulKath * VAC * h(1-CPAP)                                  24.87190
ZVK * VAC * h(1-CPAP)                                        -260.09353
TISSBea * h(1-Buelau) * h(1-CPAP)                             -25.37084
TISSpulKath * h(0-RASS) * h(CPAP-1)                            -2.82017
h(60-SumSAPS) * OPSEK * h(12-Lagerung)                          0.33434
OPSIntub * h(1-TKoerPfl) * h(CPAP-1)                          369.66498
h(TKoerPfl-1) * Ernaehriv * h(CPAP-1)                        -417.40678
h(Perfusor-3) * h(1-Drainkont) * ErnaehrSond                   17.23652
h(60-SumSAPS) * h(RASS-0) * h(12-Lagerung)                      0.71496
h(60-SumSAPS) * h(RASS- -4) * h(2-CPAP)                        -0.48979
h(60-SumSAPS) * h(9-Drainkont) * h(12-Lagerung)                -0.04149
h(1-TKoerPfl) * h(-3-RASS) * h(CPAP-1)                        297.00723
h(TKoerPfl-1) * h(14-Bilanz) * h(CPAP-1)                       -7.04800
h(60-SumSAPS) * h(1-OPSEndosk) * OPSSpuel * ErnaehrSond        -9.74011
TISSinkraD * h(60-SumSAPS) * h(1-OPSEndosk) * h(2-CPAP)         4.09989
TISSAzi * h(60-SumSAPS) * h(9-Drainkont) * h(12-Lagerung)       0.03853
h(60-SumSAPS) * OPSECMO * h(RASS-0) * h(12-Lagerung)            2.52838
h(60-SumSAPS) * h(1-OPSEndosk) * OPSOP * h(2-CPAP)             -3.09097
h(GKoerPfl-1) * RASS * h(Bilanz-18) * h(CPAP-1)                -6.98880
h(60-SumSAPS) * h(1-Buelau) * h(RASS- -4) * h(2-CPAP)           0.55150
TISSAzi * h(60-SumSAPS) * h(TKoerPfl-1) * h(9-Drainkont) * h(12-Lagerung)
                                                               -0.02147
TISSAzi * h(60-SumSAPS) * h(1-TKoerPfl) * h(9-Drainkont) * h(12-Lagerung)
                                                               -0.03416

Selected 32 of 89 terms, and 26 of 57 predictors
Termination condition: Reached nk 115
Importance: Perfusor, TISSBea, GKoerPfl, Buelau, VAC, RASS, Bilanz, Drain
kont, ErnaehrSond, ...
Number of terms at each degree of interaction: 1 2 7 13 7 2
GCV 23201.19    RSS 7791842    GRSq 0.1343367    RSq 0.3917963
```

Tabelle 92 Nachtdienstmodell mit neunfacher Interaktion mit TISS-10-Core Einzelvariablen

Im Nachtdienstmodell, abgebildet in Tabelle 92, mit neun autorisierten Interaktionen und TISS-10-Core Einzelvariablen ist die Varianzaufklärung höher als im Ursprungsmodell (*RSq* = -.39 zu *RSq* = -.33), bei insgesamt schlechter Generalisierbarkeit (*GRSq* = -.13 zu *GRSq* = -.10). Es fällt eine Teilfunktion auf, die mit einem negativen Minutenwert von -417 Minuten hinterlegt ist: h(TKoerPfl-1) * Ernaehriv * h(CPAP-1). Im TISS-Summenmodell gibt es diesen Term so nicht. Dort ist lediglich eine ähnliche Teilfunktion abgebildet, die auch einen negativen Funktionswert ausweist, jedoch mit -26 Minuten lange nicht so extrem ausgeprägt ist (vgl. Tabelle 88): h(TKoerPfl-1) * h(19-Bilanz) * Ernaehriv * h(CPAP-1).

4.2.11 Vergleich der Earth-Analysen nach Kreuzvalidierung

In keinem Modell ergibt sich aus den Pflegeleistungen ein eindeutiges Erklärungsmodell für die Aufwandszeit. Je mehr Interaktionen zwischen den einzelnen Prädiktoren zugelassen werden, desto besser wird das Modell hinsichtlich der Stichprobe. Die höchste Vorhersagekraft im Rahmen der Stichprobe hat das Pflegetagmodell mit neun Interaktionen und TISS-Einzelparametern (*RSq* = 0.54, *GRSq* = 0.25). Die Schätzer für Früh- und Nachtdienst sind deutlich niedriger als die Schätzer für den gesamten Pflegetag und den Spätdienst, wobei der Nachtdienst die mit Abstand schlechtesten Schätzparameter bietet.

Alle Modelle verbessern sich durch das Zulassen von Interaktionen zwischen den Prädiktoren. Die Splittung der Prädiktoren in weitere miteinander agierende Teilfunktionen hilft, Pflegetage der Stichprobe zu erklären. Die Anzahl der Residuen in allen Modellen ist erheblich.

Im Vergleich zwischen den Modellen mit TISS-Summenparameter und TISS-Einzelparametern fällt auf, dass die Varianzaufklärung im Summenmodell immer höher liegt, wenn keine oder nur eine Interaktion zugelassen wird, während die großen Interaktionsmodelle mit neun Interaktionen mit TISS-Einzelparametern zu einer besseren Variansaufklärung führen.

In der Visualisierung in Abbildung 98 und Abbildung 99 ist gut zu erkennen, welches Modell mit der jeweiligen Anzahl an Basisfunktionen (vertikale Linien) jeweils aufgrund der besten Kreuzvalidierung (höchster Punkt der Vertikalachse, *GRSq*) ausgewählt wird. Beispielhaft sind die TISS-Summenmodelle als additive Modelle und als Modelle mit neun Interaktionen mit Pflegetag und Schichten dargestellt.

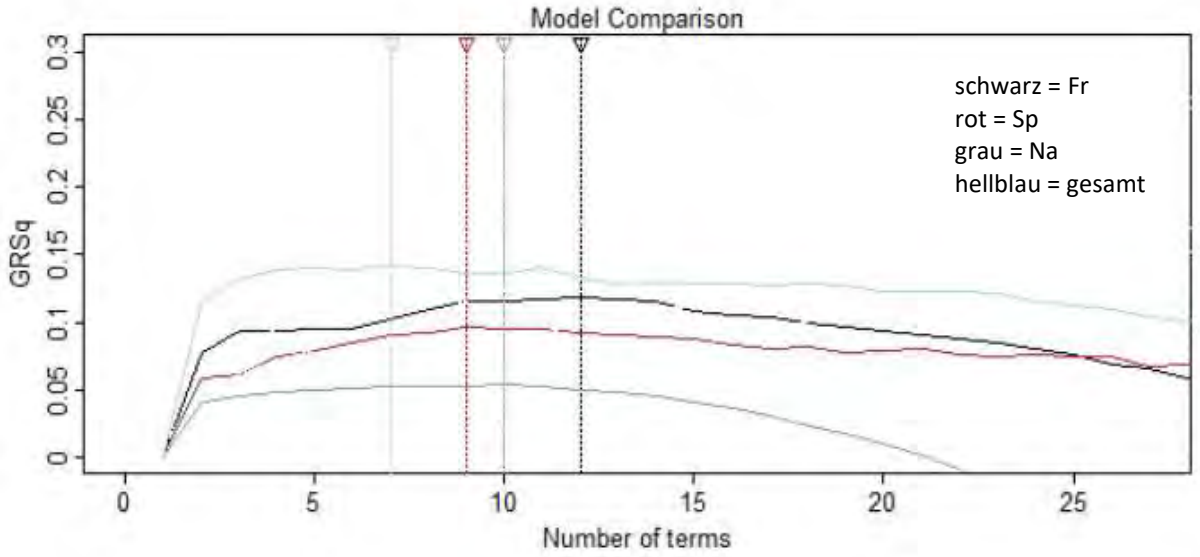

Abbildung 98 Modellvergleich additiv

Es ist gut erkennbar, dass die Kurve des gesamten Pflegetages sich jeweils kumulativ aus den einzelnen Schichtkurven ergibt.

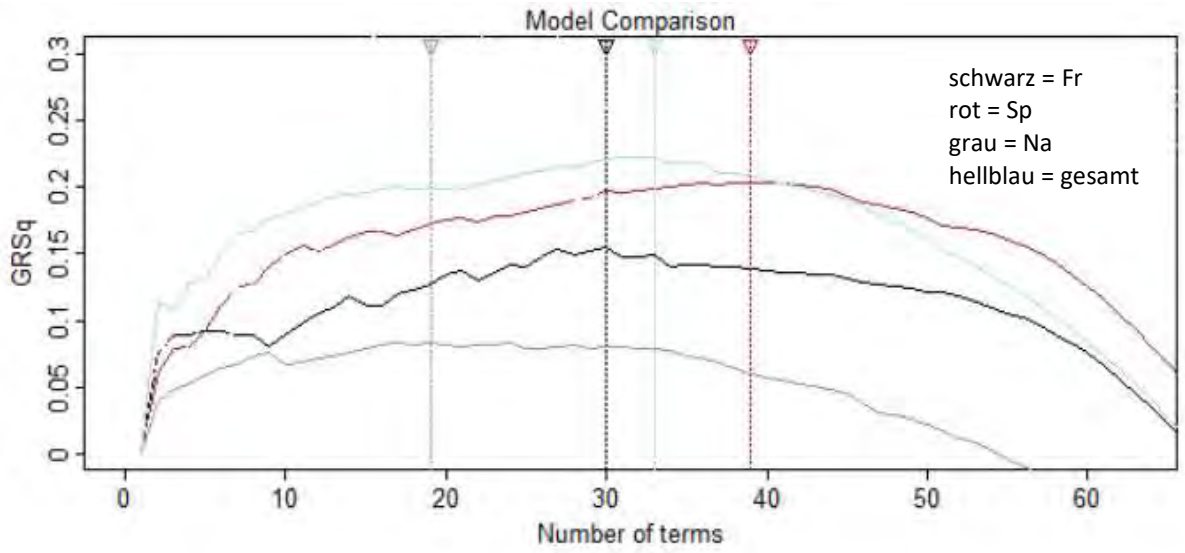

Abbildung 99 Modellvergleich bei neun Interaktionen

4.2.12 Ergebnisse der Mehrebenenanalyse mit NLMER

Es gibt insgesamt 95 Fälle in den 480 Pflegetagen. Den Fällen sind zwischen einem und 36 Pflegetage zugeordnet (Abbildung 100).

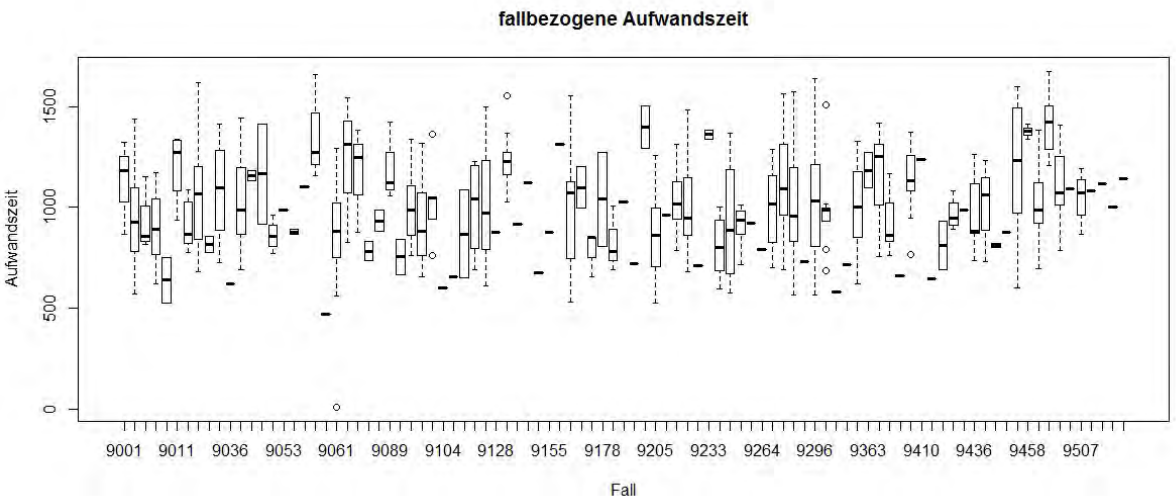

Abbildung 100 Minutenwerte mit Fallbezug

In der Boxplotübersicht lässt sich auf den ersten Blick keine homogene Zuordnung von Aufwandszeiten zu Fällen erkennen. Vielmehr scheint die Aufwandszeit der einzelnen Pflegetage in den Fällen eher eine zufällige Streuungsbreite in zu haben. Die Abbildung verdeutlicht, dass die Clusterung nach Fällen alleine keine einheitliche Klassenbildung ermöglicht. Es wird auch ersichtlich, dass die Pflegetage sehr

uneinheitlich auf die Fälle verteilt sind. 31 Fälle sind mit nur einem Pflegetag in der Stichprobe enthalten. Diese einzelnen Tage repräsentieren damit einen Fall, hier entspricht die Residualvarianz der Klasse des Individuums (Fallvarianz = Pflegetagvarianz). Die Heterogenität der Stichprobe zeigt Tabelle 93:

Fälle	Pflegetag pro Fall	Summe Pflegetage
31	1	31
16	2	32
8	3	24
8	4	32
5	5	25
2	6	12
6	7	42
2	8	16
3	9	27
3	11	33
2	12	24
2	13	26
1	15	15
1	16	16
1	20	20
1	22	22
1	23	23
1	24	24
1	36	36
95	**237**	**480**

Tabelle 93 Übersicht über die Zuordnung von Pflegetagen zu Fällen

Die Intraklassenkorrelation (*ICC*) schätzt den Zusammenhang zwischen Fallebene und Pflegetagebene auf 17 Prozent (*ICC* = .176 bzw. .166; R-Packages ICC bzw. LME4). Die Schätzer für die Mehrebenenanalyse werden in NLMER zunächst mit der Maximum-Likelihood (*ML*) ausgeführt, um die Modellgüte im Verlauf der Modellanpassung vergleichen zu können. Die Schätzung mittels Restricted-Maximum-Likelihood (*REML*) beinhaltet in ihrer Funktion nur die Varianzkomponenten, während *ML* auch die festen Regressionsparameter enthält und damit die Verbesserung der Modellannahmen über die Log-Likelihood überprüft werden kann. Veränderte Log-Likelihood, Bayesian Information criterion (*BIC*) und Akaike`s Information criterion (*AIC*) messen die Modellgüte anhand der „Nähe“ des Modells zu den empirischen Daten und berücksichtigen dabei die Anzahl eingegangener Parameter, wobei *BIC* und *AIC* einen Bezug der Modelle zueinander setzen: Je niedriger beide Werte werden, desto besser ist die Modellanpassung. (Field et al. 2014 // 2012, 263, 881; Langer 2009, S. 103)

Es wird zunächst das Nullmodell geschätzt. Es enthält außer dem Aufwandswert Min keine weitere Variable. Die geschätzte Konstante entspricht mit 1022 Minuten dem Mittelwert der Pflegetage (*N* = 480) mit einem Standardfehler von 11 Minuten und einem Standardfehler der Residuen von 240 Minuten.

Im nächsten Schritt wird die Fallebene hinzugefügt. Die Konstante wird in nlme um die Fälle (Variable F_N) variiert. Die geschätzte Konstante hat im Fall-Modell ohne weiteren Prädiktor eine Aufwandszeit von 1005 Minuten mit einem Standardfehler von 16 Minuten und sinkt damit gegenüber dem Nullmodell deutlich ab. Die Standardabweichung der Konstante beträgt 101; die der Residuen 220. Das Ergebnis der Modell-Variation ist im Chi²-Test mit 23.18 signifikant (bei $\alpha < .01$ und df change 1, χ^2 kritischer Wert = 6.63).

Neben dem *ICC* von 17 Prozent ist dies ein zweiter Hinweis darauf, dass es einen Effekt bei der Aufwandszeit durch die Fallebene gibt. Allerdings ist der Zusammenhang nicht sehr ausgeprägt. Der Bayesianische Schätzer und Akaike`s Inormationskriterium verbessern sich durch die Hinzunahme des Falleffektes auf der Level-2 Ebene nur geringfügig.

In einem nächsten Schritt kommen nun weitere fallbezogene Variablen hinzu, die unter Berücksichtigung der Level-2 Ebene aufklärende Effekte erwarten lassen, z. B. das Alter des Patienten, Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation, schwerwiegende Diagnosen wie Sepsis oder Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS). Sie werden als „fixed effects“ der Modellformel so hinzugefügt, dass die Konstante variiert.

Keine der fallbezogenen Variablen führt zu einer deutlich verbesserten Varianzaufklärung. Likelihood-Ratio und p-Wert bleiben in fast allen Berechnungen mit ICD-10-Diagnosen unter Signifikanzniveau. Gegenüber dem Intercept-only-Modell ist das rein fallbezogene Modell mit den beiden Variablen Entlassart und ICD SIRS am besten genestet.

Die Modellgüte verbessert sich deutlich, sobald pflegetagbezogene Variablen mit in das Modell genommen werden. Dies zeigt sich in den Modellgütemessungen mittels AIC und BIC, die sich mit den pflegetagbezogenen Variablen ECMO, SAPS, TISS und Perfusor deutlich reduzieren, in der Liklihood Ratio, die zunimmt und auch im Signifikanzniveau (Tabelle 94). Tatsächlich ist das Modell mit der höchsten Liklihood Ratio eines, welches keine der fallbezogenen Variablen ausweist.

Modell	Modell	LL Vergleichsnummer (Test Modell)	Df	AIC	BIC	logLik	Likelihood Ratio Modell-Tests 1 vs 2 / 2 vs 3 / 3 vs 4 / 4 vs 5 / 5 vs 6 / 6 vs 7	p-value
Intercept-only	0	0	2	6625,826	6634,174	-3310,913		
Random-intercept	1	1	3	6604,644	6617,165	-3299,322	23,182385	<,0001
randominterceptAlter	2	1vs2	4	6606,432	6623,127	-3299,216	0,211598	0,6455
randominterceptSIRS	2	1vs2	4	6603,237	6619,932	-3297,619	3,406638	0,0649
randominterceptEntlassart	2	1vs2	4	6602,574	6619,269	-3297,287	4,069766	0,0437
randominterceptEntlassartSIRS	3	2vs3	5	6601,054	6621,923	-3295,527	4,183128	0,0408
randominterceptEntlassartSIRS**ECMO**	4	3vs4	6	6594,085	6619,127	-3291,042	8,96955	0,0027
randominterceptEntlassartSIRS**ECMOSAPS**	5	4vs5	7	6578,936	6608,153	-3282,468	17,1482	<,0001
randominterceptEntlassartSIRS**ECMOSAPSPerfusor**	6	5vs6	8	6547,879	6581,269	-3265,939	33,0575	<,0001
randomintercept**ECMOPerfusorSAPS**	7	1vs7	6	6546,501	6571,544	-3267,251	64,14252	<,0001
randomintercept**ECMOPerfusorSAPSTISS**	8	1vs8	7	6547,937	6572,98	-3267,969	62,70652	<,0001
Random-intercept	1	1	3	6604,644	6617,165	-3299,322	23,182385	<,0001
randominterceptECMO	2	1vs2	4	6596,261	6612,956	-3294,13	10,383	0,0013
randominterceptECMOPerfusor	3	2vs3	5	6552,023	6572,892	-3271,012	46,237	<,0001
randominterceptECMOPerfusorSumTISS	4	3vs4	6	6547,937	6572,98	-3267,969	6,086	0,0136
randominterceptECMOPerfusorSumTISSStomUro	5	4vs5	7	6542,629	6571,846	-3264,315	7,308	0,0069

Tabelle 94 Modellvarianten und Modellgüte im 2-Ebenenmodell ohne Slopes

Werden die Berechnungen statt mit *ML* mit *REML* durchgeführt, führt dies zu keiner wesentlichen Veränderung der Ergebnisse. Im Vergleich zeigt Tabelle 95 Ergebnisse des Modells 3 mit Entlassart und ICDSIRS unter den beiden unterschiedlichen Likelihood-Berechnungen:

Linear mixed-effects model fit by maximum likelihood	Linear mixed-effects model fit by REML
AIC BIC logLik 6601.054 6621.923 -3295.527	AIC BIC logLik 6577.962 6598.8 -3283.981
Random effects: Formula: ~1 | F_N (Intercept) Residual StdDev: 94.48552 219.7379	Random effects: Formula: ~1 | F_N (Intercept) Residual StdDev: 99.53956 219.5543
Fixed effects: Min ~ 1 + Entlassart + ICDSIRS Value Std.Error DF t-value p-value (Intercept) 1035.4813 36.07551 385 28.703166 0.0000 Entlassart -26.0129 12.65100 92 -2.056193 0.0426 ICDSIRS 59.4788 31.73593 92 1.874177 0.0641	Fixed effects: Min ~ 1 + Entlassart + ICDSIRS Value Std.Error DF t-value p-value (Intercept) 1034.8231 36.81290 385 28.110336 0.0000 Entlassart -26.2483 12.95229 92 -2.026537 0.0456 ICDSIRS 60.6376 32.46755 92 1.867638 0.0650
Correlation: (Intr) Entlss Entlassart -0.786 ICDSIRS -0.429 -0.006	Correlation: (Intr) Entlss Entlassart -0.787 ICDSIRS -0.425 -0.008
Standardized Within-Group Residuals:	Standardized Within-Group Residuals:
Min Q1 Med Q3 Max -2.53082745 -0.69930385 -0.05042598 0.63454215 2.83758416	Min Q1 Med Q3 Max -2.54738154 -0.68717050 -0.04913783 0.63187335 2.83738749
Number of Observations: 480	Number of Observations: 480
Number of Groups: 95	Number of Groups: 95

Tabelle 95 Vergleich der Ergebnisse bei Maximum Liklihood und Restricted Maximum Liklihood

In der Mehrebenenanalyse ist die weitergehende Prüfung von Abhängigkeiten durch die Fallebene auf die Pflegetagebene dann sinnvoll, wenn diese einen sichtbaren Einfluss auf die Pflegetagebene ausübt. In einem nächsten Schritt wäre dann nicht nur die Frage interessant, welche übergeordnete Fall-Variablen Einfluss auf die Pflegetage nehmen, sondern auch wie die fallbezogenen Abhängigkeiten Einfluss auf den Aufwandswert an sich nehmen und ob spezifische Individualaspekte, z. B. die Perfusoranzahl o.ä. in der Folge sich nicht mehr abhängig darstellen, sondern veränderte Steigungswinkel (slopes) annehmen. Hierfür kann dem Algorhytmus erlaubt werden, die slopes ebenfalls in Abhängigkeit zur Fallebene zu variieren.

Wenn es Variablen gibt, bei denen sich die slopes signifikant unterscheiden, kann es darüber hinaus sinnvoll sein, Cross-level-Effekte zwischen den einzelnen Variablen zu identifizieren, indem Variablen als Produkt in dass Modell einfließen, das heißt „Cross-level Interaktionen führen dazu, dass die aufgrund der Residualvarianz von u_{1j} existierende Unterschiedlichkeit der slopes zumindest teilweise durch die Ebene 2 Prädiktor erklärt ist.“ (Windzio, S. 25)

In der vorliegenden Stichprobe wurde geprüft, ob eine spezifische Diagnose Einfluss auf den Minutenwert bei steigender Anzahl Perfusoren hat und ob das Alter des Patienten Einfluss auf die Organanfälligkeit (SIRS) bei Durchführung der ECMO hat (Tabelle 96).

```
> adcrosslevel1<-lme(Min~1+Perfusor+SumTISS+CPAP+OPSECMO:ICDSIRS, data=da
ta.set3, method="ML", random=~Alter|F_N)
> summary(adcrosslevel1)
Linear mixed-effects model fit by maximum likelihood
 Data: data.set3
      AIC      BIC   logLik
  6555.04 6592.604 -3268.52

Random effects:
 Formula: ~Alter | F_N
 Structure: General positive-definite, Log-Cholesky parametrization
            StdDev       Corr
(Intercept) 8.813702e-05 (Intr)
Alter       9.921923e-01 -0.656
Residual    2.118972e+02

Fixed effects: Min ~ 1 + Perfusor + SumTISS + CPAP + OPSECMO:ICDSIRS
                   Value Std.Error  DF   t-value p-value
(Intercept)     783.4124  37.69852 381 20.780989  0.0000
Perfusor         24.9327   5.29825 381  4.705845  0.0000
SumTISS           3.5512   1.44536 381  2.456977  0.0145
CPAP             -5.4799   7.58062 381 -0.722884  0.4702
OPSECMO:ICDSIRS  78.4995  40.70097 381  1.928688  0.0545
 Correlation:
                (Intr) Perfsr SmTISS CPAP
Perfusor        -0.626
SumTISS         -0.227 -0.507
CPAP            -0.467  0.103  0.122
OPSECMO:ICDSIRS -0.019 -0.044 -0.075  0.045

Standardized Within-Group Residuals:
        Min          Q1         Med          Q3         Max
-2.45006306 -0.69219489 -0.03899377  0.60111745  2.97625960

Number of Observations: 480
Number of Groups: 95
```

Tabelle 96 Mehrebenenanalyse mit randomslope und cross-level Effekt

Keine der erhobenen Fallvariablen konnte in den Mehrebenenanalysen zufriedenstellen erklären, wie es zu der Unterschiedsbildung im Minutenwert kommt. Cross-Level Interaktionen reduzierten den Erklärungsgehalt der Modelle eher, als ihn zu erhöhen.

4.2.13 Ergebnisse der Mehrebenenanalyse mit HML7

Die folgenden Ergebnisse sind mit HML7[5], einem weiteren Programm zur Mehrebenenanalyse (Raudenbush und Bryk 2012) durchgeführt. Hier werden die Datensätze in ein html-Programmformat eingebracht. Das Programm reduziert den Datensatz in der Analyse gegenüber dem R-Programm NLMER geringfügig. Einbezogen werden 476 Pflegetage in 93 Fällen. Die Ergebnisse sind auch mit dem leicht reduzierten Datensatz denen aus dem R-Package sehr ähnlich. So liegt der Minutenwert der Konstante im Intercept-only-Modell bei 1005 Minuten, bei einem etwas höheren Standardfehler von

[5] HLM for windows © 1996 – 2013 HLM Software, Version 7.01

19 Minuten, einer Standardabweichung von 128.4 und einer log Likelihood von -3289.6 (gegenüber -3310.9 in der NLMER-Funktion, vgl. Tabelle 94 und Tabelle 97).

The value of the log-likelihood function at iteration 6 = -3.289587E+003

Final estimation of fixed effects:

Fixed Effect	Coefficient	Standard error	*t*-ratio	Approx. *d.f.*	*p*-value
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	1004.858823	19.099736	52.611	92	<0.001

Tabelle 97 HLM7 Intercept-only Modell

Auf der Level-2-Ebene sind in den verschiedenen Modell-Varianten mit fallbezogenen Variablen wie bereits in der NLMER-Funktion keine signifikanten Effekte darstellbar. So können z. B. keine Zusammenhänge zwischen der Pflegeaufwandszeit und den Nebendiagnosen endzündlich-infektiöser ICDs hergestellt werden, die zu deutlich erhöhten Hygienemaßnahmen und einer intensiven Infusionstherapie führen (Tabelle 98).

Fixed Effect	Coefficient	Standard error	*t*-ratio	Approx. *d.f.*	*p*-value
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	997.435560	18.400711	54.206	89	<0.001
ICDSEP, γ_{01}	46.807079	48.414437	0.967	89	0.336
ICDSIRS, γ_{02}	46.633267	48.963405	0.952	89	0.343
ICDPNEUM, γ_{03}	17.171928	40.836945	0.420	89	0.675

Tabelle 98 HLM7 2`te-Ebene Modell mit Sepsis, SIRS und Pneumonie-Diagnose

4.2.13.1 Mixed Model

$$MIN_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}*ICDSIRS_j + \gamma_{02}*ENTLASSA_j$$
$$+ \gamma_{10}*SUMTISS_{ij}$$
$$+ \gamma_{20}*SUMSAPS_{ij}$$
$$+ \gamma_{30}*OPSECMO_{ij}$$
$$+ \gamma_{40}*PERFUSOR_{ij}$$
$$+ r_{ij}$$

Formel 11 Mehrebenenanalyse mit Fall- und Pflegetagvariablen in HLM7

Formel 11 zeigt eine Funktion mit den fallbezogenen Variablen Entlassart und ICD SIRS zusammen mit in der Regression signifikanten pflegetagbezogenen Variblen im gemischten Modell, welches Interaktionen bzw. cross-level Effekte zwischen den Ebenen zulässt, um die Annahme zu prüfen, ob beides zusammen interagiert.

Fixed Effect	Coefficient	Standard error	*t*-ratio	Approx. *d.f.*	*p*-value
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	1017.431696	12.217272	83.278	469	<0.001
ICDSIRS, γ_{01}	48.529080	23.177753	2.094	469	0.037
ENTLASSA, γ_{02}	-23.618890	9.033354	-2.615	469	0.009
For SUMTISS slope, β_1					
INTRCPT2, γ_{10}	2.843482	2.213967	1.284	469	0.200
For SUMSAPS slope, β_2					
INTRCPT2, γ_{20}	2.435444	1.802876	1.351	469	0.177
For OPSECMO slope, β_3					
INTRCPT2, γ_{30}	102.896601	65.828563	1.563	469	0.119
For PERFUSOR slope, β_4					
INTRCPT2, γ_{40}	20.342262	7.821233	2.601	469	0.010

Tabelle 99 Auszug aus den HLM7 Mixed Modell Ergebnissen

Auch in dieser Mehrebenenanalyse zeigt sich jedoch keine verbesserte Reaktion in der Aufwandszeiterklärung durch die Hinzunahme der Variablen auf Fallebene (Tabelle 99). Ein Effekt zur Varianzaufklärung wird in beiden Softwarepaketen (NMLER und HLM7) durch die Fallebene in der Mehrebenenanalyse nicht erreicht.

5 Diskussion

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Fragestellung, ob sich aus der vorhandenen Leistungsdokumentation, bestehend aus erlösrelevanten Leistungen, Strukturdaten, patientenzustandsbezogenen Daten, Zu- und Ableitungen und Pflegeleistungen, eine Logik hinsichtlich einer Klassifizierung von Pflegezeitaufwand ableiten lässt.

Die dargestellten Ergebnisse zeigen jedoch, dass die Leistungen den Pflegezeitaufwand in der Stichprobe nur unvollkommen wiederspiegeln. Eine Entwicklung von zeitbezogenen Aufwandsklassen über die Leistungspakete oder spezifische Prädiktorenpakete innerhalb der Stichprobe konnte nicht erfolgen. Die gemessene Aufwandszeit ließ sich bei keiner der funktionalen Analysemethoden zufriedenstellend über die dokumentierten Pflegeleistungen, erlösrelevanten Scores und Strukturmerkmale erklären. Pflegeleistungen im Akutkrankenhaus sind hochkomplex und speziell im Bereich der Intensivversorgung technisch, medizinisch und interdisziplinär mit vielen anderen Berufsgruppen verwoben. Sie umfassen offensichtlich noch andere Parameter, als die in dieser Stichprobe erhobenen pflegetag- und fallbezogenen Variablen.

Die Hypothese, dass sich pflegezeiterklärende Regelmäßigkeiten aus den ökonomischen und aus den pflegerischen Datensätzen ergeben, muss verworfen werden. Mehrere in dieser Arbeit voneinander unabhängig angewendete Analysemethoden konnten keine Leistungsklassen erzeugen, auch wenn wiederholt ähnliche Prädiktoren von einer gewissen Bedeutung aufgedeckt wurden.

5.1 Nutzen verschiedener Analyseverfahren für die Auswertung von Pflegeleistungen

Lineare parametrische Verfahren, wie z. B. die hier verwendete multiple Regression, benötigen in den Meßvorgaben wesentlich höhere Skalenniveaus, als nichtparametrische Verfahren. Dafür haben sie in der Regel eine größere Teststärke. Außerdem unterscheiden sich die beiden methodischen Strömungen dadurch, dass die Interpretationsfähigkeit parametrischer Tests in der Regel an die Normalverteilung der Daten gekoppelt ist, während nichtparametrische Tests keine Verteilungsannahmen voraussetzen.

Die vorliegenden Daten haben sowohl im Skalenniveau, als auch in der Verteilung sehr unterschiedliche Ausprägungen. Zum Beispiel ist die abhängige Variable Zeit metrisch, jedoch nicht normalverteilt. Viele Prädiktoren befinden sich auf nominalem oder ordinalem Skalenniveau und sind ebenfalls nicht normalverteilt. Ihre Analysen haben ein hohes Gefahrenpotential, fehlerhaft interpretiert zu werden, sowohl in Richtung eines falsch angenommenen Zusammenhangs zwischen Pflegeleistungen und Zeitaufwand (α-Fehler), als auch in Richtung eines Verwerfens eines Zusammenhangs zwischen Prädiktoren und Zielgröße (β-Fehler).

Schon deswegen ist ein Vergleich der Ergebnisse aus verschiedenen Regressions-Methoden sinnvoll. Jede Methode hat sowohl in den zugrunde liegenden Algorhythmen, als auch in der Ergebnisdarstellung ihre Vor- und Nachteile, die bereits im Kapitel 3 beschrieben wurden, und kann damit andersgeartete Schwächen des Datenpools in unterschiedlicher Weise ausgleichen. Die abschnittsweise Extraktion von Variablenanteilen in den Regressionsbäumen und die abschnittsweise Variablenverknüpfung in den Earthmodellen decken Leistungsanteile auf, die in der linearen Regression verborgen bleiben.

In den Earthmodellen, die in dieser Arbeit mit unterschiedlichem Interaktionsniveau präsentiert werden, ist sehr anschaulich dargestellt, wie die Modellbreite und –tiefe in Abhängigkeit zur Autorisation von Interaktionen zwischen den Variablen zunimmt bzw. abnimmt. Während die additiven Modelle den linearen Regressionsmodellen sehr ähnlich sind und nur wenige bedeutsame Terme extrahieren, sind die großen Interaktionsmodelle im Ergebnis eher mit den nicht kreuzvalidierten Regressionsbäumen vergleichbar und bilden viele verschiedene komplexe Terme ab.

Die so dargestellten Zeitaufwände sind dann nicht unbedingt repräsentativ für viele Pflegetage, sondern nur für ganz bestimmte Einzelne, was sich in den Validierungsprozessen bemerkbar macht, die sowohl die Regressionsbäume in der Kreuzvalidierung, als auch die Earthmodelle im Pruningprozess jeweils deutlich zurück schneiden.

Während die Erkenntnisse aus den linearen Analysen der univariaten und der multiplen Regression sowie der additiven Earth-Analyse eher übergreifende Schlüsse auf wenige wichtige Variablen zulassen, die in allen Berechnungen immer wieder auftreten, birgt die Berechnung der Regressionsbäume und interaktiven Earth-Modelle vor allem eine Information darüber, welche der vielen verschiedenen weiteren Variablen zusätzlich in den einzelnen Pflegetagen aufgrund ihrer Interaktion miteinander verflochten sind und welche Konstellationen im Einzelnen für Zeitaufwand gesorgt haben. Abbildung 101 versucht darzustellen, wie die verwendeten Analysemethoden in etwa einander zuzuordnen sind.

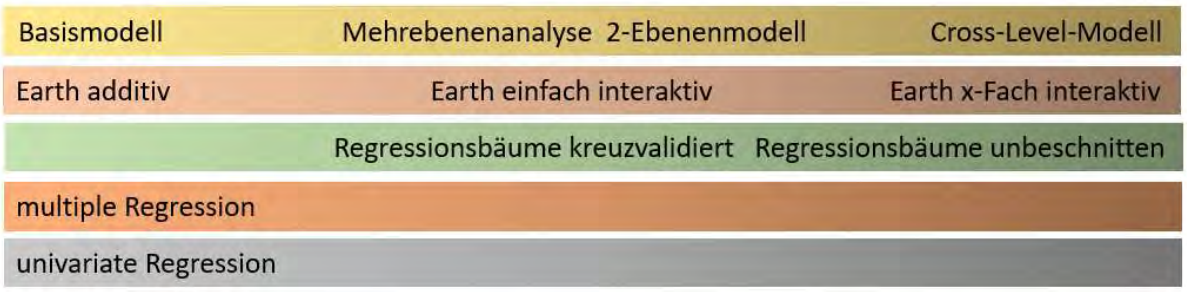

Abbildung 101 Vergleich der Analysemethoden, eigene Darstellung

Etwas abgesetzt von den anderen Methoden ist zunächst die Mehrebenenanalyse zu betrachten, die den Blick mit der Fallebene auf eine weitere Dimension wirft, die in den anderen Methoden nicht berechnet werden kann. In diesem Forschungsdesign hat die Mehrebenenanalyse keine zusätzliche Erkenntnis bringen können, allerdings hat sie die Ergebnisse aus den vorangegangenen Analysen in Bezug auf die Prädiktoren von Bedeutung in gewissem Maße ebenfalls bestätigen können.

Ähnlichkeiten in den Ergebnissen der verschiedenen Verfahren vertiefen die Annahme, dass sich in den Analysemethoden wiederholenden Ereignisse überzufällig sind und die immer wieder extrahierten Prädiktoren tatsächlich eine Abhängigkeit zwischen der Aufwandszeit und diesen Variablen wiederspiegeln (die auch über diese Stichprobe hinaus wieder zu finden sein könnte). Diese Auffälligkeiten in den Ergebnissen werden in den folgenden Kapiteln aufgezeigt und verglichen.

5.2 Vergleich der Schätzer für die Konstante und die wichtigsten Prädiktoren je Pflegetag

Alle Analysemethoden weisen für einzelne Variablen, Variablensets oder für Anteile von Variablen Funktionen aus, die Aufwandszeiten unter Berücksichtigung der eingeschlossenen Variablen bzw. Teilbereiche der Variablen schätzen. Da die Methoden unterschiedliche Arten haben, die Berechnung zu vollziehen, ist ein Vergleich der einzelnen Ergebnisse der Schätzer mit Vorsicht zu betrachten, hinsichtlich wesentlicher, immer wiederkehrender Variablen aber trotzdem interessant.

Aufgrund der ratioskalierten, abhängigen Variable Zeit können alle Analysemethoden mit klassischen Mittelwertbildungen und Varianzanalysen arbeiten, auch wenn unabhängige Variablen lediglich nominal oder ordinal skaliert sind. Hierdurch werden die Ergebnisse zumindest in den den Methoden zugrundeliegenden Algorithmen vergleichbar.

Durch die bestehenden Unterschiede werden die Teilfunktionen jedoch verschieden ausgewiesen. Die linearen Regressionen weisen die Konstante und den Schätzer der jeweiligen Funktion einzeln aus und berechnen diesen separat. Das Verhältnis der einzelne Variable und ihrer linearen Komponente zur abhängigen Variable wird mit weiteren Prädiktoren (mit Ausnahme der univariaten Regression) in einen gemeinsamen Bezug gesetzt, der sich aus den einzelnen Funktionen und ihrer Wertigkeit in der Gesamtfunktion ergibt. Da es sich hierbei um mehrere Ebenen handelt, ist dies grafisch nicht gut abbildbar. Abbildung 102 soll dies am Beispiel der zwei Prädiktoren Perfusor und TISS-Punkte zur Aufwandszeit veranschaulichen, die in Abschnitte aufgeteilt dargestellt werden.

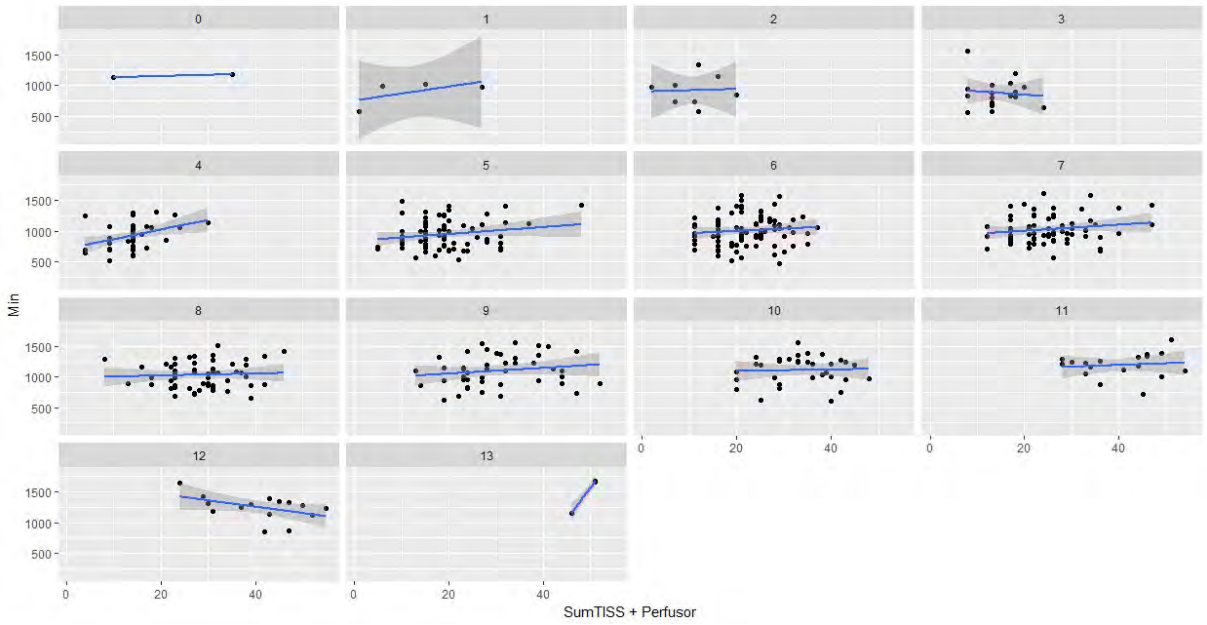

Abbildung 102 Aufwandszeit bei verschiedener Perfusorenanzahl und TISS-Punkten

Im Regressionsbaum sind ausgewiesene Zeiten immer im Verhältnis aller übergeordneten Variablen zu sehen, die jeweils bis zur ausgewiesenen Verästelung führen. Das Ende eines Astes wird in RPART durch ein Sternchen dargestellt, die in Zeilen dargestellten Bäume zeigen durch nach rechts verschobene Absätze ihre hierarchische Ordnung im Gesamtgefüge des Baumes an. Es wird für jede Teilfunktion nur die Gesamtzeit des Schätzers angezeigt, welcher sich aus dem Zusammenspiel aller bis dahin ausgewählten Variablenschätzer und der Konstante als Summe der bis dahin berechneten Zeitaufwände präsentiert. Eine Differenzierung zwischen Konstante und Schätzer ist somit lediglich im Verhältnis von „Nullmodell“, also vom Mittelwert der Stichprobe zu dem jeweiligen hierarchischen Ort im Baum zu sehen und beinhaltet neben der einzelnen hier ausgewiesenen Variable alle Variablenanteile, die oberhalb der Verästelung im Baum als varianzanalytische Trennmarker ausgewählt wurden und vorhanden sind (Abbildung 103).

```
  1) root 480 27546340.0 1021.8750
    2) Perfusor< 8.5 367 18758860.0  983.7221
      4) TISSIntICU< 2.5 243 11164170.0  945.7284
        8) SumSAPS< 32.5 129  5578537.0  906.5814
         16) Absaug< 3.5 59  2437422.0  832.6102 *
         17) Absaug>=3.5 70  2546181.0  968.9286
           34) RASS< -0.5 42  1092394.0  914.7381*
           35) RASS>=-0.5 28  1145443.0 1050.2140*
```

Abbildung 103 RPART Regressionsbaum-Abschnitt für den Pflegetag mit TISS-Einzelvariablen

Im Beispielausschnitt ist zu sehen, dass die Konstante dem Mittelwert für den Pflegetag von 1022 Minuten entspricht. Ein Pflegetag mit weniger als neun Perfusoren, weniger als drei Interventionen

auf der Intensivstation, weniger als 33 SAPS-Punkten, jedoch mehr als dreimal Absaugen pro Tag und einer Sedierung in der RASS von mehr als null Punkten entspricht einem Minutenwert von 1050. Da dieser Astabschnitt ein Sternchen anzeigt, gibt es keine tiefere Verzweigung mehr.

Earth weist zwar die einzelnen Teilfunktionen ähnlich der linearen multiplen Regression mit Konstante und Schätzer aus, allerdings können diese Schätzer aufgrund der Möglichkeit des Variablensplittings in passende Scharnierfunktionen einerseits und der Interaktionsmöglichkeit mehrerer Variablen andererseits durchaus inhaltlich Variablenanteile unterschiedlichster Ausprägung, Art und Anzahl beinhalten, wie im Ergebnisteil dieser Arbeit dargestellt wurde. Welchen Anteil ein einzelner Funktionsabschnitt an dem sich ergebenden Schätzer in der Teilfunktion hat, ist schwer differenzierbar, zumal sich die großen Interaktionsmodelle zur Varianzaufklärung auf wenige empirische Werteausprägungen bzw. Pflegetage stützen.

Es gibt wenige Variablen, welche sich relativ stabil in allen Analysemethoden und über alle Schichtmodelle hinweg wiederfinden. Die wichtigsten, immer wiederkehrenden sind der Perfusor (Tabelle 100), die OPSECMO (Tabelle 101) und die TISS-Punktsumme (Tabelle 102) in den TISS-Summenmodellen.[6]

Diese Variablen werden sowohl einzeln, als auch in den Baum- und Earth-Modellen in Verbindung miteinander immer wieder in unterschiedlichen Teilfunktionen dargestellt und sind offenbar wichtige Triggerpunkte für die Aufwandszeit.

Pflegetagbezogen liegt der Schätzer für den Perfusor in der multiplen Regression z. B. bei 25 Minuten mit einer Konstante von 760 Minuten. RPART splittet die Perfusoren genau zwischen acht und neun Perfusoren als primären Trennparameter im Baum auf. Dieser Knotenpunkt bleibt auch nach Kreuzvalidierung bestehen und führt bei weniger als neun Perfusoren zu einem Minutenwert von 984 Minuten. Multipliziert man die 25 Minuten in der multiplen Regression mit acht Perfusoren, entsteht (ohne Berücksichtigung der weiteren signifikant ausgewiesenen Variablen) ein Aufwandswert von 960 Minuten, der dem Splitwert des RPART-Regressionsbaums am Knotenpunkt nahe kommt.

Der Ast mit mehr als acht Perfusoren weist mit 1145 Minuten einen deutlich höheren Minutenwert aus. Allerdings stehen die Perfusorsplits als solche nicht solitär, sondern sind mit einer Vielzahl von weiteren Verzweigungen verknüpft. Der kürzeste Ast in dem Baum weist die Variable mit weniger als

[6] Die beschriebenen Äste in RPART sind nach Kreuzvalidierung fast alle weggeschnitten. Verbleibende Knotenpunkte sind lediglich der Perfusor mit Split zwischen acht und neun, die TISS-Punktsumme mit Split zwischen zwölf und dreizehn und die CPAP-Beatmung mit Split zwischen ein und zwei Beatmungen pro Pflegetag. Zum Vergleich der bedeutenden Variablen werden sie hier trotzdem berücksichtigt.

neun Perfusoren zusammen mit weniger als dreizehn TISS-Punkten und mit einem Minutenwert von 924 Minuten aus.

Earth weist im additiven Modell den Perfusor ebenfalls mit 25 Minuten Aufwandswert aus, allerdings ist die Konstante hier mit 945 Minuten wesentlich höher geschätzt. In der Funktion sind ebenfalls die TISS-Punktsumme und die OPSECMO enthalten und als weitere relevante Variable die Lagerung mit zwei unterschiedlichen hinge-Funktionen. Im Modell mit einer autorisierten Interaktion liegt die Konstante mit 888 Minuten etwas niedriger, die Perfusor-Teilfunktion h(Perfusor-3) wird hingegen mit 39 Minuten bewertet.

Der Perfusor wird in allen pflegetagbezogenen Earthmodellen ausschließlich mit der hinge-Funktion ab drei Perfusoren ausgewiesen, wobei das Modell mit bis zu neun Interaktionen genau diese hinge-Funktion in 26 der 33 Terme ausweist und zwar sowohl mit hohen positiven, als auch mit größeren negativen Aufwandswerten.

Methode	univariate Regr.	multiple Regr.	RPART	EARTH add	EARTH 1. Interaktion	EARTH 9. Interaktionen
Perfusoren *(TISS-Summenmodell)* Schätzer für den Aufwandswert in Minuten	792+34	760+25	**ausgewiesen im gesamten Baum als primärer Split** zwischen 8 und 9 Perfusoren, z.B.: 1. (Perfusor<9)+(SumTISS<13)* 924 2. (Perfusor<9)+(SumTISS zwischen 13 und 32)+ (keine Endosk.)+ (keine OPSECMO)+ (Lagerung>8)* 901	h(Perfusor-3) 945+25	h(Perfusor-3) 888+39	**in 26 der 33 Terme ausgewiesen als** h(Perfusor-3), z.B.: 1. OPSIntub* h(Perfusor-3) 915+65 2. h(Perfusor-3*h(ZVK-1) *h(RASS-(-3)) 915+(-16)

Tabelle 100 Schätzer für den Aufwandswert der Variable Perfusor in den verschiedenen Analysen

Die Variable OPSECMO unterscheidet sich durch ihr nominales Skalenniveau von den anderen beiden Variablen. Ihr Vorhandensein wird in allen Analysemethoden mit einem hohen Schätzer für den Aufwandswert abgebildet. In der multiplen Regression liegt der Schätzer bei 103 Minuten.

Im Regressionsbaum kommt die ECMO in zwei Ästen vor, einmal mit Perfusor und TISS-Punkten und Endoskopie bei einem Schätzer von 1083 Minuten, welcher dem additiven Earth-Schätzer mit 1070 Minuten nahe kommt und einmal mit fünf weiteren Leistungs-Variablen, bei denen auffällig ist, dass sie bis auf den Perfusor und die Schichtbesetzung aus dem Leistungsbereich Pflege stammen und der Schätzer sehr hoch ist.

In der additiven Earthfunktion liegt der Aufwandswert der ECMO bei 125 Minuten, in der Earthanalyse mit einer autorisierten Interaktion zusammen mit dem arteriellen Katheter sogar bei 166 Minuten. Die gleiche Teilfunktion findet sich auch bei neun autorisierten Interaktionen wieder, hier ist der Schätzer mit 192 Minuten noch einmal höher. Allerdings gibt es eine weitere Teilfunktion, wieder mit beiden Variablen und zusätzlich der VAC, die zu einem negativen Minutenwert von -194 Minuten führt.

Die ECMO Prozedur ist aufgrund ihrer hochaufwändigen technischen Verfahren aus dem Erlössystem der DRG ausgekoppelt und wird durch ein krankenhausindividuelles Zusatzentgelt gesondert finanziert. Dieses ist seit Einführung 2005 kontinuierlich weiter differenziert worden, entsprechend der Entwicklung der unterschiedlichen Lungenorganersatzverfahren. In der vorliegenden Stichprobe zeigt sich, dass das ECMO-Verfahren auch im Pflegezeitaufwand zu einem deutlich erhöhten Leistungsaufwand führt.

Methode	univariate Regr.	multiple Regr.	RPART	EARTH add	EARTH 1. Interaktion	EARTH 9. Interaktionen
ECMO *(TISSSummenmodell)* **Schätzer für den Aufwandswert in Minuten**	999+140	760+103	1.(Perfusor<9)+(SumTISS zwischen 13 und 32)+(Endoskopie)+ (ECMO) 1083 2.(Perfusor>8)+(CPAP<2)+ (Lagerung<10)+ (Drainagekontr.<12)+ (VK>17)+(ECMO) 1254	945+125	(ECMO)* (art.Katheter) 888+166	1.(ECMO)*(art.Katheter) 915+192 2.(ECMO)*(art.Kath.)* (VAC) 915+(-194)

Tabelle 101 Schätzer für den Aufwandswert der Variable ECMO in den verschiedenen Analysen

Bei den TISS-Punktsummen liegen die Schätzer der Aufwandswerte in den Analysen deutlich niedriger, er verfügt über eine wesentlich größere Spannweite der Punkte.

In der multiplen Regression wird der TISS-Punkt mit einem Schätzer von drei Minuten berechnet. RPART weist in verschiedenen Verzweigungen die TISS-Punktsummen mit einer Reihe von weiteren Variablen und höchst unterschiedlichen Ergebnissen aus. Alle sind mit dem Primärsplit weniger als neun Perfusoren (Perfusor<9) gepaart. Insgesamt gibt es sechs endständige (terminal leafs) Verzweigungen mit folgenden Entscheidungswegen:

1. (Perfusor<9)+(**SumTISS<13**) 924
2. (Perfusor<9)+(**SumTISS zwischen13und22**)+(Endosk.) 1060
3. (Perfusor<9)+(**SumTISS zwischen 15 und 32**)+(keine Endoskopie)+(keine ECMO)+ (Lagerung<9)+(Absaug<5)+ keine Ernährsond) 871
4. (Perfusor<9)+(**SumTISS15**)+(keine Endoskopie)+(keine ECMO)+(Lagerung<9)+(Absaug<5)+ (keine Ernährsonde) 1171
5. (Perfusor<9)+(**SumTISS zwischen 23 und 32**)+ (Endosk.) 1327
6. (Perfusor<9)+(**SumTISS>32**) 1233

Insgesamt stimmt die Tendenz des Aufwands-Schätzers, dass bei steigender TISS-Punktsumme auch der Minutenwert zunimmt. Es gibt allerdings einen Ausreißer, der mit einer relativ niedrigen TISS-Punktsumme von 15 Punkten einen hohen Aufwandswert generiert, obwohl keine der weiteren Splitpunkte diesen Wert erklären (4.). Auch ist deutlich zu sehen, dass die Punktsumme nicht linear zur

Aufwandszeit steigt. So generieren die letzten beiden dargestellten Zweige mit 23 bis 32 TISS-Punkten und über 32 TISS-Punkten beide hohe Aufwandsschätzer, der niedrigere TISS-Punktsummenwert hat jedoch den höheren Schätzer mit dem einzigen weiteren Unterschied, dass hier eine Endoskopie vorliegt.

In Earth wird im additiven Modell lediglich eine hinge-Funktion mit hohen TISS-Punktsummen ausgewiesen (h(SumTISS-31)). Bei einer Konstante von 945 Minuten liegt der Schätzer für diese Teilfunktion bei 16 Minuten. In dem Modell mit einer autorisierten Interaktion wird die TISS-Punktsumme nicht ausgewiesen und im großen Interaktionsmodell mit neun möglichen Interaktionen ist sie mit drei verschiedenen Teilfunktionen, davon zwei hinge-Funktionen, ausgewiesen. Die hinge-Funktion der TISS-Punktsumme ab 26 Punkten ohne weitere Variable weist einen ähnlichen Schätzer auf wie im additiven Modell während die anderen beiden Teilfunktionen sehr niedrige Schätzer haben. In Zusammenhang mit der Lagerung und bis zu 14 TISS-Punkten wird der Schätzer sogar leicht negativ.

Methode	univariate Regr.	multiple Regr.	RPART	EARTH add	EARTH 1. Interaktion	EARTH 9. Interaktionen
SumTISS *(TISS-Summenmodell)* **Schätzer für den Aufwandswert in Minuten**	0879+8	0760+3	1.(Perfusor<9)+(SumTISS<13) 924 2.(Perfusor<9)+(SumTISS zwischen 15 und 32)+(keine Endoskopie)+(keine ECMO)+ (Lagerung<9)+(Absaug<5)+ (keine Ernährsond) 871 3.(Perfusor<9)+(SumTISS15) +(keine Endoskopie)+(keine ECMO)+ (Lagerung<9)+(Absaug<5)+ (keine Ernährsond) 1171 4.(Perfusor<9)+(SumTISS>32) 1233 5.(Perfusor<9)+(SumTISS zwischen 23 und 32)+ (Endosk.) 1327 6.(Perfusor<9)+(SumTISS zwischen 13 und 22)+(Endosk.) 1060	h(SumTISS-31) 945+16	nicht ausgewiesen	1.h(SumTISS-26) 915+11 2.h(14-SumTISS)*h(14-Lagerung) 915+(-01) 3.SumTISS*h(56-SumSAPS)* h(Perfusor-3)*VAC 915+ 00,1

Tabelle 102 Schätzer für die Aufwandszeit durch die TISS-Punktsumme

5.3 Schichtbezogene Unterschiede

Bei den meisten Prädiktoren ist eine Aussage, zu welchen Zeitpunkten des 24-Stunden Messungszeitraums die Leistungen erbracht wurden anhand der Datenerhebung nicht mehr nachvollziehbar, da die Leistungen unabhängig von der Zeitaufnahme erhoben wurden.

Die Schichtbesetzung wurde in Bezug zur Aufwandszeit pro Schicht erhoben, alle anderen Variablen liegen nicht schichtbezogen, sondern nur pflegetagbezogen vor. Daher ist interessant, dass sich die Ergebnisse des Schätzers für den Minutenwert und auch die Auswahl signifikanter Prädiktoren in den funktionalen Analysen verändern, wenn die Prädiktoren in Bezug zu den einzelnen Schichtzeiten gesetzt werden.

Eine Bezugnahme der Prädiktoren auf die einzelnen Schichtzeiten kann Informationen geben, welche Leistungen im direkten Zusammenhang zu einzelnen Schichten stehen, weil sie überwiegend in diesen spezifischen Schichten erbracht wurden.

Bestimmte Leistungen erfolgen elektiv nur in den werktäglichen Rahmendienstzeiten zwischen 08:00 und 16:00 Uhr, andere sind über den kompletten Zeitraum eines Pflegetages verteilt. Die Verteilung ist abhängig davon, ob die Leistung elektiv oder notfallmäßig erbracht wird, ob ihr die Beteiligung anderer Berufsgruppen oder technischer Geräte zugrunde liegt, ob sie periodisch wiederholt werden muss oder kontinuierlich erbracht wird und wie häufig sie wiederholt wird.

Die Abhängigkeit zu den Schichtzeiten ist z. B. an der OPS Dialyse gut zu erkennen. Sie ist im Frühdienst in der linearen Regression univariat und multipel signifikant, im unbeschnittenen Regressionsbaum ist sie ebenfalls im Frühdienst als Splitpunkt vorhanden und auch die Earthmodelle weisen die OPS Dialyse als Teilfunktion ohne Scharnierfunktion als Einzelparameter additiv und interaktiv in allen Modellen im Frühdienst mit einer relevanten Zunahme der Aufwandszeit aus:

- Univariate Regression 41 Minuten
- Multiple Regression 29 Minuten
- Regressionsbaum (RPART) (Dialyse > 0) 332 Minuten (im Baum gegenüber 317 übergeordnet)
- Regressionsplines (Earth add.) 40 Minuten
- Regressionsplines (Earth 1 Inter.) 39 Minuten
- Regressionsplines (Earth 2 Inter.) 48 Minuten
- Regressionsplines (Earth 9 Inter.) 3 Minuten h(SumTISS-9)*OPSDial*h(CPAP-1) + insgesamt 3 Teilfunktionen im Modell mit 28 Teilfunktionen)

Es handelt sich um eine täglich oder zweitäglich geplante elektive Leistung des Nierenersatzverfahrens, welche regelhaft in der personalstärksten Schicht im Frühdienst erbracht wird. In den anderen Schichtformen und im Pflegetagmodell spielt die Dialyse nur eine untergeordnet Rolle.

Im Spätdienst fällt auf, dass in allen Analysemodellen die Bilanz ausgewiesen wird. Die Bilanz ist ein wesentlicher Monitoringparameter zum Erkennen von stoffwechselphysiologischen Entgleisungen und möglichen operations- und/oder wundinduzierten Blutungs- oder Leckagequellen. Sie enthält die Flüssigkeitszufuhr parenteral und enteral als Infusion, Blut, Getränk, Ernährungslösung und die Flüssigkeitsausfuhr über Blase, Magen und sämtliche Drainagen. Ausfuhr-Flüssigkeiten sind neben dem Urin auch Blut, Sekrete, Lymphe, (flüssiger) Stuhl und Liquor. Die Bilanzierung hat somit in nahezu allen Krankheitsbildern zentrale Funktion, gleich ob sie zur Kontrolle der Nierenfunktion, der Stoffwechselfunktion (z. B. bei Sepsis) oder einer möglichen Nahtinsuffizienz notwendig ist. Die

Ausweisung der Aufwandszeiten ist jedoch in den einzelnen Analysemethoden durchaus sehr unterschiedlich, sie wird in Earth sogar negativ in vielen Teilfunktionen. Die Bilanz ist zudem eine kontinuierliche Leistung, weswegen es zunächst erstaunt, dass sie insbesondere im Spätdienst Relevanz besitzt:

- Univariate Regression 2 Minuten
- Multiple Regression 2 Minuten
- Regressionsbaum (RPART) (> 8) 310 Minuten (im Baum gegenüber 286 übergeordnet)
- Regressionsbaum (RPART) (> 14) 341 Minuten (im Baum gegenüber 286 übergeordnet)
- Regressionsplines (Earth add.) -4 Minuten h(22-Bilanz)
- Regressionsplines (Earth add.) -21 Minuten h(Bilanz-22)
- Regressionsplines (Earth 1 Inter.) -6 Minuten h(22-Bilanz)
- Regressionsplines (Earth 1 Inter.) -26 Minuten h(Bilanz-22)
- Regressionsplines (Earth 1 Inter.) 5 Minuten h(1-MS)*h(22-Bilanz)
- Regressionsplines (Earth 2 Inter.) 4 Minuten h(1-MS)*h(22-Bilanz)
- Regressionsplines (Earth 2 Inter.) -7 Minuten h(22-Bilanz)
- Regressionsplines (Earth 2 Inter.) 13 Minuten OPSZVD*h(3-TKoerPfl)*h(Bilanz-17)
  + drei weitere Teilfunktionen mit Bilanz
- Regressionsplines (Earth 9 Inter.) -4 Minuten h(22-Bilanz)
  + insgesamt in zehn Teilfunktionen im Modell mit 25 Teilfunktionen)

Insgesamt ist die Zu- oder Abnahme des Zeitaufwands durch die Variable Bilanz im Verhältnis zu anderen signifikanten Variablen nur mit einem geringen Zeitwert gekennzeichnet. Trotzdem führt sie zu einer Unterschiedsbildung. Möglicherweise wird eine statistisch sichtbare Differenzierung der Aufwandsleistung durch die Vielfältigkeit der Hintergründe zur Durchführung der Bilanz vermischt, so dass zwar ihre generelle pflegetagbezogene Bedeutsamkeit sichtbar wird, nicht jedoch die Spezifikation, wofür sie im jeweiligen Pflegetag gerade Relevanz besitzt.

Es handelt sich offenbar um einen wichtigen Monitoringparameter, der sowohl kontinuierlich, als auch in bestimmten Situationen akut eine Bedeutung hat. Dass die Bilanz insbesondere im Spätdienst dargestellt wird, kann auch organisatorisch strukturell bedingt sein. Die auf verschiedene Bilanzinhalte einflussnehmenden Interventionen (Operation, Dialyse, Therapieentscheidungen) finden überwiegend im Frühdienst statt. Die Einstellung des Flüssigkeitsregimes im Spätdienst ist eine notwendige Folge und vor der Nachtdienstphase mit Reaktionsmöglichkeit ein besonders sensibler Zeitraum, um Entgleisungen entgegen zu wirken.

Der Erklärungsgehalt der Modelle nimmt von Frühdienst zum Nachtdienst ab, die Anzahl bedeutsamer Variablen im Nachtdienst sind gegenüber dem Tagdienst reduziert. Dies hat mit den beschriebenen Strukturen der Leistungserbringung zu tun. Die Funktionen, die im Nachtdienst notwendig werden, sind gegenüber dem Tagdienst reduziert. Es werden keine aufwandssteigernden elektiven Eingriffe, Untersuchungen oder geplante Diagnostik durchgeführt. Es handelt sich letztlich um zwei Leistungskategorien:

1. Zum einen Funktionen, die grundlegende pflegerische Leistungen beinhalten, die über den gesamten Pflegetag relevant sind und kontinuierlich erbracht werden müssen, wie z. B. das (nicht abgebildete) Monitoring, die OPSECMO, die Bilanz und die Variable Perfusor als Pendant für die medikamentöse Therapie bzw. die Infusionstherapie.

   Der Perfusor bleibt in der univariaten und multiplen Regression als einzige Variable im Nachtdienst hochsignifikant und wird auch in den beiden anderen Methoden immer wieder als Splitpunkt oder in Teilfunktionen im Nachtdienst dargestellt:

   - Univariate Regression 15 Minuten
   - Multiple Regression 16 Minuten
   - Regressionsbaum (RPART) (> 8 Perfusoren) 480 Minuten (gegenüber 417 übergeordnet)
   - Regressionsbaum (RPART) (< 9) 398 Minuten (gegenüber 417 übergeordnet)
   - Regressionsplines (Earth add.) 12 Minuten h(Perfusor-3)
   - Regressionsplines (Earth 1 Inter.) 25 Minuten h(Perfusor-3)
   - Regressionsplines (Earth 1 Inter.) -7 Minuten h(Perfusor-3)*(h(4-Wundver)
   - Regressionsplines (Earth 2 Inter.) 23 Minuten h(Perfusor-3)*h(1-ZVK)
   - Regressionsplines (Earth 2 Inter.) 12 Minuten OPSOP*h(Perfusor-3)*h(2-Wundver) + drei weitere Teilfunktionen mit Perfusor
   - Regressionsplines (Earth 9 Inter.) 11 Minuten h(Perfusor-3)

   Auch die OPSECMO als kontinuierliche Organersatzleistung ist eine im Nachtdienst relevante Variable, da sie eine kontinuierliche technische Prüfung erfordert und parallel einen extrem hohen Monitoringaufwand für die Pflegekraft verursacht. Sie steht damit im Gegensatz zur Organersatzleistung Dialyse, die elektiv nur über Tag, ggf. sogar nur alle zwei Tage zur Organerhaltung der Nierenfunktion erbracht werden muss.

   Daneben werden im Spät- und Nachtdienst in RPART und in den Earthmodellen viele Pflegeleistungen in verschiedenen Teilfunktionen dargestellt, z. B. Lagerung, Drainagekontrolle, Absaugen, Bilanzierung und Wundversorgung. Diese Leistungen sind im Frühdienst kaum vorhanden.

Originäre Pflegeleistungen werden in der Stichprobe offensichtlich zugunsten der übergeordneten Interventionen aus dem Frühdienst heraus in Zeiträume verschoben, die weniger fremdbestimmt sind und deren Zeitkorridore durch die Pflegenden selbst besser geplant und Planungsschritte umgesetzt werden können.

2. Zum anderen gibt es Funktionen, die nicht geplant sind und aufgrund von Akutsituationen, z. B. der Verschlechterung des Patientenzustandes Leistungen bedingen. In der univariaten und multiplen Regression werden im Nachtdienst die drei Prozeduren Reanimation, Intubation und Gabe von Erythrozytenkonzentraten (Blutverlust) signifikant. Dies sind Leistungen, die bei lebensbedrohlichen Zuständen unmittelbar durchgeführt werden müssen und nicht aufgeschoben werden können. Auch das TISS-Einzelitem Intervention auf der Intensivstation ist signifikant. Im Regressionsbaum wird als TISS-Einzelparameter im Nachtdienst zusätzlich die Intervention außerhalb der Intensivstation ausgewiesen.

Dass Akutleistungen im Nachtdienst relevant sind, ist neben der Tatsache, dass viele elektive Leistungen im Funktionsdienstbereich wegfallen, auch dadurch bedingt, dass der Nachtdienstzeitraum dreieinhalb Stunden länger dauert, als die beiden Tagdienste und somit eine Zustandsveränderung des Patienten über den längeren Zeitraum hinweg schlicht wahrscheinlicher ist.

5.4 Fallebene in der Stichprobe

Mögliche Merkmale, die in einer Mehrebenenanalyse zu Unterschiedsbildung führen könnten und in der Regel bei der Mehrebenenanalyse ausgewertet werden, sind Merkmale der Kontextebene. Dies wäre z. B. bei Daten aus verschiedenen Intensivstationen oder mehreren Krankenhäusern der Fall. Durch die Begrenzung der Stichprobe auf eine einzige Station sind diese Merkmale nicht darstellbar. Die Mehrebenenanalyse soll in dieser Stichprobe Einflüsse identifizieren, die durch den Patientenbezug (Fallebene) hervorgerufen werden.

Die Ergebnisse zeigen eine Unterschiedsbildung auf Fallebene beim Pflegetagmodell gegenüber dem Nullmodell mittels Log Likelihood von immerhin 23.18, die bei einer Differenz der Freiheitsgrade von 1 signifikant ist (Signifikanz bei einem Wert > 6.63, wenn p <.01). Die Fallebene wird in der vorliegenden Stichprobe durch die Zusammengehörigkeit der Pflegetage zu einer Person repräsentiert. Diese Pflegetage haben als weitere fallbezogene Variablen auf Fallebene die gleiche DRG, identische ICD-Diagnosen, das Alter, die Verweildauer sowie die Entlassart.

Im Resultat sind die DRGs nicht signifikant, ebenso sind 46 der 47 Diagnosen nicht signifikant. Auch die Verweildauer und das Alter führen zu keiner Unterschiedsbildung auf Fallebene. Lediglich die Diagnose SIRS (P =0,06) ist leicht signifikant sowie die Entlassart (p = 0.4). Ein bereits beschriebenes Problem bei

der Analyse auf Fallabhängigkeit ist, die in der Stichprobe extreme Unterschiedlichkeit der Pflegetaghäufigkeit je Fall. Auch wenn die Mehrebenenanalyse unterschiedliche Mengengerüste in den Kontexten berücksichtigen kann, führt die Problematik des „Ein-Pflegetag-Falles“ und der weiteren Fälle mit nur sehr wenigen Pflegetagen zu Verzerrungen in der Fallebenenbetrachtung: „Wir müssen berücksichtigen, dass Reliabilität eines geschätzten Parameters umso geringer ist, je weniger Beobachtungen innerhalb eines Kontextes vorliegen. (…) In der Literatur wird dies als „Schrumpfung zum Mittelwert“ bezeichnet (shrinkage estimators). Anders ausgedrückt: mit abnehmender Reliabilität verlässt man sich bei der Vorhersage eines spezifischen Schulmittelwerts i zunehmend stärker auf den Gesamtmittelwert über alle Kontexte (= Mittelwert der Mittelwerte) und weniger auf die OLS-Schätzung innerhalb des Kontexts.“ (Windzio, S. 17)

```
> adrandominterceptEntlSirsPerf<-lm
e(Min~1+Entlassart+ICDSIRS+Perfusor
, data=data.set4, method="ML", rand
om=~1|F_N)
> summary(adrandominterceptEntlSirs
Perf)
Linear mixed-effects model fit by m
aximum likelihood
 Data: data.set4
       AIC      BIC    logLik
  6127.213 6151.855 -3057.607

Random effects:
 Formula: ~1 | F_N
        (Intercept) Residual
StdDev:    69.33673  211.686

Fixed effects: Min ~ 1 + Entlassart
+ ICDSIRS + Perfusor
               Value Std.Error  DF
t-value p-value
(Intercept) 862.1121  44.22178 384
19.495192  0.0000
Entlassart  -26.0516  11.02901  61
-2.362098  0.0214
ICDSIRS     -14.0389  29.54478  61
-0.475173  0.6364
Perfusor     34.4078   4.85265 384
7.090513  0.0000
 Correlation:
           (Intr) Entlss ICDSIR
Entlassart -0.566
ICDSIRS    -0.229  0.011
Perfusor   -0.662 -0.005 -0.201

Standardized Within-Group Residuals
:
        Min          Q1         Med
Q3         Max
-2.40137980 -0.70178994 -0.02849589
0.60246276  2.89580784

Number of Observations: 449
Number of Groups: 64
```

```
> adrandominterceptEntlSirsPerf<-lm
e(Min~1+Entlassart+ICDSIRS+Perfusor
, data=data.set3, method="ML", rand
om=~1|F_N)
> summary(adrandominterceptEntlSirs
Perf)
Linear mixed-effects model fit by m
aximum likelihood
 Data: data.set3
       AIC      BIC    logLik
  6553.446 6578.489 -3270.723

Random effects:
 Formula: ~1 | F_N
        (Intercept) Residual
StdDev:    71.86003 211.9555

Fixed effects: Min ~ 1 + Entlassart
+ ICDSIRS + Perfusor
               Value Std.Error  DF
t-value p-value
(Intercept) 838.2955  41.83695 384
20.037206  0.0000
Entlassart  -25.7422  10.93180  92
-2.354799  0.0207
ICDSIRS      12.7922  28.09297  92
0.455354  0.6499
Perfusor     33.3375   4.57469 384
7.287377  0.0000
 Correlation:
           (Intr) Entlss ICDSIR
Entlassart -0.585
ICDSIRS    -0.200  0.009
Perfusor   -0.655 -0.010 -0.204

Standardized Within-Group Residuals
:
        Min          Q1         Med
Q3         Max
-2.40599044 -0.69326464 -0.04098981
0.61567699  2.88263446

Number of Observations: 480
Number of Groups: 95
```

Tabelle 103 Vergleich in der Mehrebenenanalyse mit und ohne Eintagesfälle

Ein Datensatz, der um die Ein-Pflegetag-Fälle reduziert wurde (*N* = 449, F_*N* = 64) bildet in der Stichprobe jedoch ähnliche Modelle wie mit diesen Ein-Pflegetag-Fällen aus (Tabelle 103).

Es ist anzunehmen, dass die Studie mit einem Schwerpunkt auf die Mehrebenenanalyse einen anderen Aufbau erfordert hätte, der die Vergleichbarkeit auf Fallebene in den Fokus der Untersuchung rückt und die „Klassen“ der Kontextebene im Studienaufbau von vornherein mit einer Mindestanzahl an Pflegetagen zur besseren Vergleichbarkeit vorgesehen hätte. Da die Mehrebenenanalyse jedoch nicht als die zentrale Analysemethode dieser Studie geplant war, blieb ein entsprechender Aufbau unberücksichtigt. Die Aussagen in Bezug auf den Fallkontext können deshalb nur als stark eingeschränkt bezeichnet werden.

Die Konstante und die „fixed effects“ der pflegetagbezogenen relevanten Variablen besitzen in der Mehrebenenanalyse bezogen auf Konstante, Standardfehler und Signifikanzniveau sehr große Nähe zum multiplen Regressionsmodell, ähnlich dem additiven Modell in Earth (Tabelle 104).

```
Fixed effects: Min ~ 1 + Perfusor + OPSECMO + SumTISS + VAC + StomUro
               Value Std.Error  DF   t-value p-value
(Intercept) 759.5951  32.14728 381 23.628599  0.0000
Perfusor     26.1117   5.22728 381  4.995284  0.0000
OPSECMO      90.6566  33.71848 381  2.688631  0.0075
SumTISS       3.2048   1.41345 381  2.267364  0.0239
VAC          53.7302  30.81453 381  1.743665  0.0820
StomUro     202.3628  70.36665  93  2.875834  0.0050
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  762.014     30.683  24.835  < 2e-16 ***
Perfusor      25.585      5.056   5.061 5.99e-07 ***
OPSECMO       96.528     27.628   3.494 0.000521 ***
SumTISS        3.330      1.363   2.442 0.014965 *
VAC           61.401     28.838   2.129 0.033754 *
StomUro      201.529     64.757   3.112 0.001970 **
```

Tabelle 104 Vergleich von Mehrebenenanalyse und multipler Regression bei den steten Effekten

5.5 Abbildung des TISS als erlösrelevantes pflegeaufwandserklärendes System

Die zehn TISS-10-Core Variablen fließen als Punktsummen mit Gewichtungen zwischen drei und acht Punkten in den täglichen TISS-10-Core ein, wobei jeweils vier Variablen vier und fünf Punkte aufweisen, eine Variable drei Punkte und eine Variable acht Punkte. Auf diese Weise können Variablen, die nicht so häufig vorkommen, trotzdem mehr Punkte generieren, als andere Variablen. Am deutlichsten wird dies beim Pulmonaliskatheter. Obwohl er in der Stichprobe nur an 89 Pflegetagen vorgekommen ist, hat er mehr Punkte generiert, als die Variable „Gabe hochdosierter Katecholamine“, die an 152 Pflegetagen vorkam oder die Variable „Flüssigkeitsersatz in hohen Mengen“ und die Variable „Behandlung einer metabolischen Azidose“, welche beide jeweils mit vier Punkten bewertet sind und an 147 Pflegetagen eingestuft wurden (Abbildung 104).

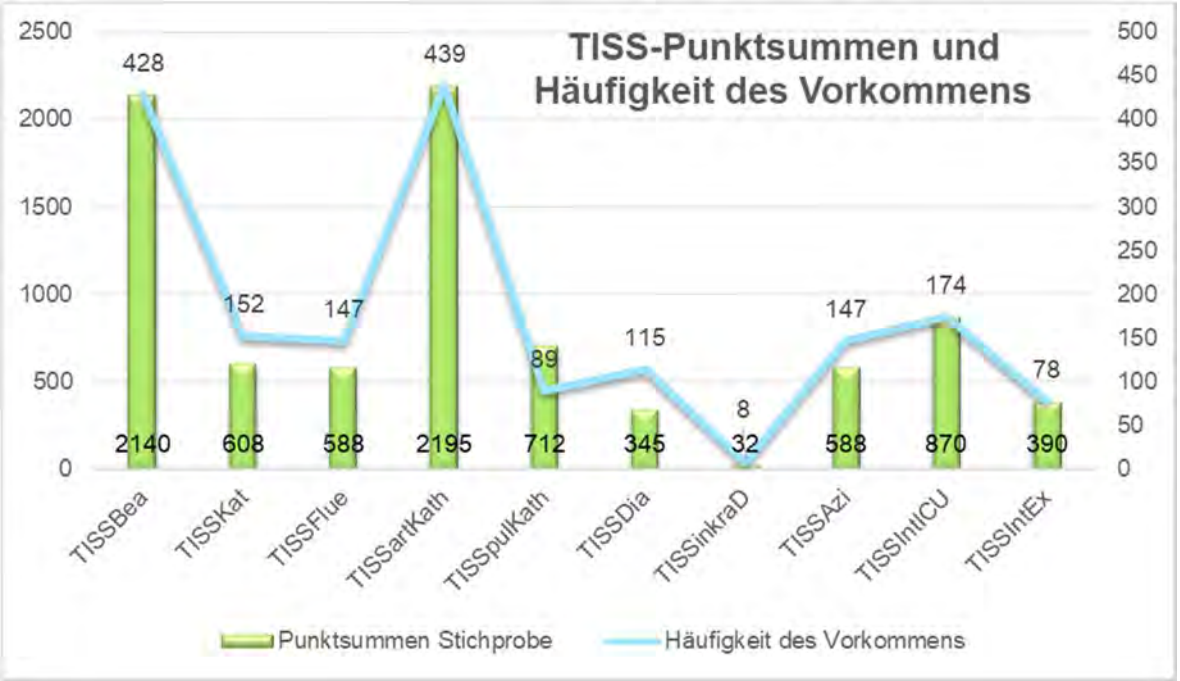

Abbildung 104 Vergleich von TISS-Punkten der Einzelvariablen und Häufigkeit ihres Vorkommens

Da im TISS-28 die Punkte eine Aussage über den „workload“ einer Pflegekraft machen, sollten die Punktsummen des TISS-10-Core als Exzerpt aus dem TISS-28 ebenfalls Anteilen von Aufwandszeiten entsprechen, bzw. einen prozentualen Anteil aus dem „workload“ der 28 Items darstellen:

„The score has proven to be a reliable indicator of the use of nursing manpower in the care of patients. It was assumed that 40 to 50 TISS points per day correspond to the work of three nurses, or to that of one nurse per 8-hr shift.“ (Reis Miranda et al. 1996, S. 65)

Die Variablen des TISS-10-Core wurden für die Intensivkomplexpauschale auf 35 Prozent der ursprünglichen Variablenanzahl reduziert (10 von 28), ohne den derart neu gebildeten Score hinsichtlich der üblichen Gütekriterien zu evaluieren. Bezogen auf das Punkteverhältnis entspricht diese Reduktion einem prozentualen Anteil von 53 Prozent (47/88). Im Gegensatz zum Original gibt es innerhalb des TISS-10-Core auch keine Differenzierungsmöglichkeiten in einzelnen Items mehr.

„Der Core-10-TISS umfasst die 10 aufwändigsten Parameter des TISS-28 Kataloges: siehe unten.“ (Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) 2005, S. 1) Interessanterweise formuliert das DIMDI, dass es die „aufwändigsten“ Parameter des TISS-28 Kataloges ausgewählt hat, ohne dies zu irgendeiner Zeit nach Erstellung 2005 zu erläutern, zu definieren oder irgendwie weiter zu begründen. Diese getroffene Auswahl der „aufwändigsten“ Parameter kann auch nicht durch die zugrunde liegenden Punktsummen je Variable erklärt werden. Die ausgewählten Parameter entsprechen nicht ausschließlich denjenigen mit den höchsten Punktzahlen von Variablen im TISS-28.

In der Stichprobe liegt die durchschnittliche Punktzahl der TISS-10-Core-Punkte bei knapp 18 Punkten pro Pflegetag (17.64), *SD* = 8.9. Einen Bezug oder gar ein Verhältnis zum Original-Score herzustellen wäre rein spekulativ.

Bezogen auf die Organsystematik des TISS-28 fällt auf, dass insbesondere jene Variablen für den TISS-10-Core ausgewählt wurden, die aus dem Organsystem Herz-Kreislauf stammen. Insgesamt stammen vier der zehn Variablen aus dieser Kategorie. Aus den weiteren organbezogenen Kategorien stammt dann jeweils nur noch eine Variable (Lunge, Niere, ZNS, Metabolismus) und die zwei letzten ausgewählten Variablen sind die interventionellen Parameter, die in der Regel berufsgruppenübergreifende Aufwände abbilden.

Keine einzige Variable stammt aus dem Bereich der Basisfunktionalitäten. Warum dieser Bereich, der gemäß der Namensgebung „Basisfunktionalitäten“ tatsächlich grundlegende Kerntätigkeiten der patientenbezogenen Intensivpflege wiederspiegelt, ausgeklammert wurde, ist durch das InEK nicht beschrieben. Möglicherweise sollte der TISS-10-Core nicht den „üblichen Pflegeaufwand“ auf der Intensivstation beschreiben, sondern zusätzlichen oder besonderen Leistungsaufwand.

5.5.1 TISS-10-Core Vergleich von Summenscore und Einzelparametern

Der TISS-10-Core fließt, wie bereits mehrfach beschrieben, als Summenparameter in die DRG ein. Möglicherweise haben jedoch die Einzelvariablen des TISS-10-Core abgesehen von den unterschiedlichen Punkthöhen je Item einen unterschiedlichen Einfluss auf die Aufwandszeit und werden z. B. unterschiedlich häufig relevant. Deswegen wurde in allen funktionalen Analysen jeweils auch geprüft, ob sich durch einen Austausch der TISS-10-Core Punktsumme mit den TISS-10-Core Einzelvariablen wesentliche Merkmale im Resultat verändern, und ob dieser Austausch auch andere Variablen beeinflusst.

Die Hinzunahme der TISS-10-Core Einzelvariablen in die Analysen wirkt sich in den Methoden unterschiedlich aus. Univariat weisen acht von zehn Items eine pflegetagbezogene Signifikanz auf, wobei einige Items, wie TISS-hochdosierte Katecholamine, TISS-metabolische Azidose und TISS-Intervention auf der Intensivstation stark und über alle Schichten hinweg signifikant sind, während andere Einzelvariablen, z. B. die TISS-Dialyse nur leicht signifikant sind.

Pflegetagbezogen und in allen Schichten bleiben die TISS-intrakranielle Druckmessung und die TISS-Intervention außerhalb der Intensivstation weitestgehend ohne Signifikanz (Ausnahme: Earth mit mehreren Interaktionen).

Der Summenwert des TISS hat in den linearen Funktions-Analysen einen kumulativen Effekt (Tabelle 105). Dies wird in der univariaten Regression an dem hohen Signifikanzniveau deutlich (SumTISS =

1,58^{e-11}). Dieser Effekt zerfällt, wenn die Items einzeln in die Analyse aufgenommen werden. Die Stärke der einzelnen Variablen im Verhältnis zu den anderen einfließenden Variablen nimmt entsprechend ab. In den Analysemethoden wirkt sich dies durch die zugrundeliegenden Funktionsannahmen unterschiedlich aus.

funktionelles Verfahren	Pflegetag	Frühdienst	Spätdienst	Nachtdienst
Signifikantes Vorkommen der TISS-Punktsumme: vorhanden = signifikant, 0 = nicht signifikant				
multiple Regression	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden	0
RPART	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden
MARS additiv	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden	0
MARS 1 Interaktion	0	Vorhanden	Vorhanden	0
MARS 2 Interaktionen	0	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden
MARS 9 Interaktionen	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden

Tabelle 105 Bedeutung der TISS-Punktsumme in den verschiedenen Analysemethoden

Die TISS-Punktsumme wird in der multiplen Regression im Pflegetag, im Frühdienst und im Spätdienst signifikant, nicht jedoch im Nachtdienst. Möglicherweise spielt hier die extrem hohe Punktzahl von acht Punkten des TISS-Pulmonaliskatheters für die TISS-10-Core Summe eine große Rolle sowie die Intervention innerhalb der Intensivstation. In den Earthmodellen, insbesondere in allen additiven Modellen sind die Ergebnisse der TISS-Punktsummendarstellung identisch. Es wird die TISS-Punktsumme im Pflegetag, im Früh- und Spätdienst dargestellt, nicht jedoch im Nachtdienst.

In den Regressionsbäumen ist dies anders. Hier sind die TISS-Summenscores im Pflegetag und in allen Schichten in verschiedenen Knotenpunkten als Trennpunkte abgebildet. Methodisch sind sich die linearen Regressionen und das additive Earthmodell durchaus sehr ähnlich. Insofern ist das Ergebnis nachvollziehbar. Die hinge-Funktionen ermöglichen den Earthmodellen allerdings zusätzliche Teilfunktionen einer Variablen zu nutzen, was in der linearen Regression nicht möglich ist.

Der Regressionsbaum ist in seiner Erstellung anders aufgebaut. Er bezieht sich letztlich immer auf den Punkt innerhalb der Baummatrix, der gerade durchlaufen wird, auch wenn hier alle Variablen immer wieder einbezogen werden können. Dadurch sind punktuell andere Lösungen der Varianzaufklärung denkbar, was auch die Unterschiede in der Variablenauswahl im TISS-Einzelmodell erklären könnte.

Die Variable Beatmung ist einmal in den TISS-Einzelparametern als Punktwert und einmal in Zusammenhang mit der Komplexpauschale als Minutenwert pro Tag ausgewiesen. Als Minutenwert pro Tag beschreiben die Beatmungsminuten den Sachverhalt der Beatmung wesentlich genauer als die TISS-Einzelvariable Beatmung mit jeweils fünf Punkten pro Pflegetag.

Die Beatmungsminuten sind univariat im Pflegetag (p = 2.38^{e-5}) sowie in Früh- (p = 9.1^{e-3}) und Spätdienst (p = 2.29^{e-5}) hoch signifikant, werden jedoch in der multiplen Regression trotzdem nicht signifikant. Die TISS-Einzelvariable TISS-Bea (Beatmung) verhält sich in den linearen Regressionen ganz ähnlich. Sie ist ebenfalls signifikant im Pflegetag (p = 3.09^{e-3}), im Früh- (p = .0168) und im Spätdienst (p = 2.52^{e-5}).

In den Regressionsbäumen mit TISS-10-Core Punktsumme wird die Beatmung in Minuten zwar als einflussnehmende Variable aufgelistet, spielt jedoch bei der Auswahl für den Baum in RPART bereits vor der Kreuzvalidierung keine Rolle, weil andere Variablen die größere Varianz im jeweiligen Abschnitt repräsentieren. Interessanterweise wird die Beatmung in den Analysen von RPART mit TISS-10-Core Einzelparametern dagegen sogar zweimal als Knotenpunkt ausgewählt, einmal im Pflegetag bei 457 Minuten und einmal im Nachtdienst bei 510 Minuten. Der Einzelparameter TISS-10-Core Beatmung wird hingegen nicht gezogen.

In Earth werden die Beatmungsminuten als minutengenauer Wert ebenfalls häufiger als erklärende Variable in die Teilterme einbezogen, als die Einzelvariable Beatmung. In den TISS-Punktsummenmodellen kommt die Beatmung als Variable oder Teilfunktion oder Teil-hinge-Funktion in acht der zwölf Analysen vor. Die TISS-Einzelvariable Beatmung kommt hingegen nur viermal in den zwölf Modellen mit Einzelvariablen vor. Diese enthalten in vier Modellen auch die Beatmungsvariable aus der Komplexpauschale, allerdings in keinem Fall in ein und demselben Modell.

Die TISS-Einzelvariable Infusion multipler Katecholamine ist weder in der multiplen linearen Regression signifikant, noch wird sie im Regressionsbaum als Knotenpunkt dargestellt. In den Earth-Analysen ist sie im Spätdienst ab einer Interaktion in allen Interaktionsmodellen vorhanden sowie im Nachtdienst bei zweifacher Interaktion, im pflegetagbezogenen Modell und im Frühdienst hingegen nicht.

Wie deskriptiv beschrieben, wurden die identischen Variablen arterieller Katheter und peripherer arterieller Katheter sowie Pulmonaliskatheter und PiCCO an unterschiedlichen Dokumentationsorten parallel sehr verschieden dokumentiert und beide in die Stichprobe aufgenommen. Deswegen soll hier ein kurzer Vergleich der sich aus den Unterschieden ergebenden Differenzen in den Analysen durchgeführt werden.

In der univariaten Regression wird der arterielle Katheter als TISS-Variable leicht signifikant im Bereich des Pflegetags, sowie im Früh- und Spätdienst (Pflegetag p = 0.07, Fr p = 0.05, Sp p = 0.06). In der multiplen Regression ist die Variable nicht mehr signifikant. Wie bereits beschrieben ist der arterielle Katheter aus der Pflegedokumentation in keiner der univariaten und multiplen linearen Regressionsmodelle signifikant. In den Regressionsbäumen in RPART wird sowohl die TISS-Variable arterieller Katheter, als auch der arterielle Katheter als Zuleitung in keinem der Modelle dargestellt, sie wird auch nicht als einflussnehmende Variable ausgewiesen.

In Earth ist der arterielle Katheter aus der Pflegedokumentation und aus dem TISS-10-Core in verschiedenen Modellen sowohl pflegetagbezogen, als auch schichtbezogen vorhanden, allerdings niemals im additiven Modell. Der arterielle Katheter aus der Pflegedokumentation wird dabei häufiger als Teilfunktion in den Termen abgebildet als die TISS-10-Core Einzelvariable.

Pflegetagbezogen ist der arterielle Katheter tatsächlich in allen Modellen mit wenigstens einer Interaktion vorhanden und zwar sowohl bei der Analyse mit TISS-10-Core Punktsumme, als auch bei der Analyse mit Einzelvariablen. Insgesamt wird die Einzelvariable TISS-arterieller Katheter nur im Spätdienstmodell mit einer Interaktion Bestandteil des Modells. Hier ist interessant, dass sowohl die Variable aus dem TISS, als auch die Variable als Zuleitung beide in das Modell gesetzt werden und zwar parallel in einer Teilfunktion mit sechsmaligem Absaugen. Während die TISS-Einzelvariable mit der hinge-Funktion h(6-Absaug) dargestellt wird, ist die Variable arterieller Katheter als Zuleitung mit der hinge-Funktion h(Absaug-6) in einer Teilfunktion abgebildet.

Beim PiCCO/Pulmonalis-Katheter weichen weniger Pflegetage voneinander ab. In der univariaten Regression ist der PiCCO-Katheter sowohl pflegetagbezogen, als auch im Früh- und Spätdienst signifikant, in der multiplen Regression wird er in keinem der Modelle relevant. Der TISS-10 Pulmonaliskatheter verhält sich in beiden linearen Regressionen in allen Modellen identisch zum PiCCO, auch wenn 24 Pflegetage der Variable im Gegensatz zum PiCCO als „nicht vorhanden“ nicht eingestuft wurden.

In RPART tritt der PiCCO-Katheter als einflussnehmende Variable vor Kreuzvalidierung im Modell mit TISS-Punktsumme im Frühdienstmodell auf. Im Modell mit TISS-10-Core Einzelvariablen wird der TISS-10 Pulmonaliskatheter und der PiCCO im Frühdienstmodell an unterschiedlichen Stellen des Regressionsbaums ausgewiesen. Während das Vorhandensein des TISS-Pulmonaliskatheters mit vier Punkten bewertet ist, läuft die Zuleitung PiCCO einfach als vorhanden oder nicht ein.

Im pflegetagbezogenen Earthmodell wird der PiCCO-Katheter im Modell mit einer autorisierten Interaktion in Kombination mit der Magensonde dargestellt, der TISS-10 Pulmonaliskatheter wird im pflegetagbezogenen Modell nicht abgebildet. In den Schichtmodellen wird der PiCCO-Katheter in Earth

jeweils im Spätdienst bei zwei Interaktionen und im großen Interaktionsmodell mit neun Interaktionen im Nachtdienst ausgewiesen und zwar im Gegensatz zum Regressionsbaum und zum univariaten Regressionsmodell. Der TISS-10 Pulmonaliskatheter wird in Earth nur bei zwei autorisierten Interaktionen im Spätdienst abgebildet, in welchem auch der PiCCO abgebildet ist.

In Earth wird die TISS-Dialyse in Zusammenhang mit „hinge-Funktionen“ der Variablen Perfusor, Drainagen und RASS mehrfach in Termen mit unterschiedlichem Ergebnis im Aufwandswert abgebildet:

- TISSDia * h(Perfusor-5) * h(1-Drain) 97.50
- TISSDia * h(5-Perfusor) * h(1-Drain) 44.16
- TISSDia * h(Perfusor-6) * h(1-Drain) - 88.01
- TISSDia * h(1-Drain) * h(RASS- -3) 21.87

funktionelles Verfahren	Pflegetag	Frühdienst	Spätdienst	Nachtdienst
TISS Einzelparameter (0 = keine signifikante TISS-Einzelvariable im Ergebnis)				
multiple Regression	Int ICU	pul Kat.	pul Kat Int ICU	Dia
RPART	Int ICU	pul Kat Flue Azi	Dia Int ICU	Int Ex
MARS additiv	0	Flue	Bea	Dia
MARS 1 Interaktion	0	Int ICU	art. Kat. Katech. Int ICU Dia	intrakran Druck Bea Dia
MARS 2 Interaktionen	0	Int ICU Flue Dia Azi pul. Kat.	Int ICU Dia Katech. pul Kat.	 Bea Dia art. Kat. pul. Kat.
MARS 9 Interaktionen	Int ICU Dia	Int ICU Flue Dia Azi	Azi Katech. Int ICU pul Kat. Dia art. Kat.	Azi Bea pul Kat. intrakran. Druck art. Kat.

Tabelle 106 Bedeutung der TISS-Einzelparameter

Mit der TISS-Dialyse wird eine TISS-Einzelvariable gezogen, die im Verhältnis zu vielen weiteren TISS-Variablen ein niedrigeres Signifikanzniveau in der linearen Regression hat. Trotzdem wird sie nicht nur als hinge-Funktion mit Teilabschnitten der Variablen in das Modell gewählt, was die Annahme stärken

würde, dass für einen bestimmten Bereich innerhalb der Stichprobe eine besonders auffällige Varianz vorliegt, sondern sie fließt als Gesamtvariable in diesen Term ein.

Die drei in allen Analysen vorkommenden TISS-Einzelvariablen sind die TISS-Intervention auf der Intensivstation, der TISS-Pulmonaliskatheter und die TISS-Dialyse (Tabelle 106). Sie verteilen sich in ihrer Darstellung auf die verschiedenen Schichtmodelle.

Schätzer TISS-Summenmodell gegenüber TISS-Einzelparametern		
Earth	GRS	RSq
Pflegetag		
additiv	↑	↑
1 Interaktion	↑	↑
2 Interaktionen	→	↑
9 Interaktionen	↓	↓
Frühdienst		
additiv	↑	↑
1 Interaktion	↓	→
2 Interaktionen	↑	↑
9 Interaktionen	↓	↓
Spätdienst		
additiv	↑	↑
1 Interaktion	↓	↓
2 Interaktionen	↓	↓
9 Interaktionen	↓	↓
Nachtdienst		
additiv	↑	↑
1 Interaktion	↑	↑
2 Interaktionen	↑	↓
9 Interaktionen	↓	↓

Abbildung 105 Varianzerklärung im Vergleich TISS-Summenmodell zu TISS-Einzelparametern

Die TISS-Intervention auf der ICU spielt dabei auffälligerweise im Pflegetag sowie im Früh- und Spätdienst eine große Rolle. Der Pulmonaliskatheter ist eher in den beiden Tagschichten Früh- und Spätdienst relevant und die Dialyse im Spät- und insbesondere im Nachtdienst. Letztlich werden alle

zehn TISS-Einzelparameter in mindestens einer der funktionellen Analysemethoden (in Earth) in die Funktionsterme eingebracht, selbst die intrakranielle Druckmessung.

Wie im Ergebnisteil beschrieben, sind die Schätzer der Modelle mit TISS-Summenparametern im additiven Modell in allen Schichten besser, während die TISS-Einzelmodelle in den großen Interaktionsmodellen überlegen sind, in welchen sie in passende Teilstücke fraktioniert werden können (Abbildung 105).

5.5.2 Vergleichsparameter TISS-28

Neben der Analyse des vorhandenen TISS-10-Core ist auch ein Blick auf diejenigen Variablen notwendig, die im DRG-System in Deutschland aus dem Original des TISS-28 herausgenommen wurden. Sie sind Bestandteil des validierten Ursprungssystems und bilden teilweise höhere Punktwerte bei Vorhandensein, als die im TISS-10-Core eingeschlossenen Variablen.

Bei den weggelassenen Variablen handelt es sich um folgende vital unterstützende Maßnahmen oder Pflegehandlungen, die im TISS-10-Core nicht abgebildet werden:

- Standard-Monitoring (5 Punkte)
- Ausfuhr (entspricht der Bilanz, Anm. des A.) (2 Punkte)
- Diurese (3 Punkte)
- Ernährung (enteral und parenteral, 2/3 Punkte)
- ZVK (2 Punkte)
- Drainagen (2/3 Punkte)
- Reanimation (3 Punkte)
- Verbandwechsel (1/2 Punkte)
- Medikation (2/3 Punkte)
- Labor (1 Punkt)
- Künstliche Luftwege (1 Punkt)
- Atemtherapie (1 Punkt)

Soweit möglich wurde ein Großteil dieser weggelassenen Variablen in der Stichprobe mit Blick auf ihre mögliche Relevanz aus der Pflegedokumentation wieder mit aufgenommen. Sie werden hier entsprechend der organbezogenen Auflistung der Items im TISS-28 aufgeführt.

5.5.2.1 Basisfunktionen des TISS-28

Die Variablen aus der Gruppierung der Basisfunktionalitäten wurden im TISS-10-Core komplett weggelassen. Nicht reproduzierbar in der Stichprobe ist die Variable „Standard-Monitoring“, welche mit fünf Punkten im TISS-28 hoch bewertet wird. Alle Patienten der Intensivstation erhalten ein

engmaschiges Monitoring mit stündlicher Dokumentation der dann aktuell abgelesenen Messwerte. Dieser Zeitaufwand ist in die Aufwandsmessung bei allen 480 Pflegetagen eingeschlossen, ohne eine Entsprechung in der Dokumentation zu haben, welche eine Differenzierung der Monitoringdichte je Pflegetag erlauben würde, da alle Patienten standardisiert 24 dokumentierte Messwerte haben.

Die Laborbestimmung wird im TISS-28 mit einem Punkt bewertet. Im TISS-10 Core ist sie nicht vorhanden, allerdings würde sie erlöstechnisch auch eine Redundanz darstellen, da Laborparameter durch den SAPS II ausführlich instrumentalisiert und mit Punktsummen versehen sind.

Die SAPS-Punktsumme besteht aus vierzehn Variablen, die je nach Ausprägung zwischen drei und sechs Punktwerte enthalten können. Sechs dieser Variablen entsprechen Laborparametern (Harnstoff, Leukozyten, Kalium, Natrium, Bicarbonat, Bilirubin). Von diesen Laborparametern werden pflegetagbezogen nur sehr wenige, in einzelnen Modellen, signifikant, wie in Tabelle 107 dargestellt:

Signifikanz	univariat	multipel	Baum	Earth add	Earth 1 Inter	Earth 9 Inter
Harnstoff	0	0	0	0	0	0
Leukos	0	1	0	0	1	1
Kalium	0	0	0	0	0	1
Natrium	0	0	0	0	0	0
Bicarboat	1	0	0	0	1	1
Bilirubin	0	0	0	0	0	1

1 = signifikant, 0 = kein Einfluss

Tabelle 107 Signifikanz der SAPS-II Labor-Einzelparameter in den pflegetagbezogenen Modellen

Die ebenfalls nicht abgebildete Variable Medikation kann in der Stichprobe über die stellvertretende Variable Perfusor als eine Form der Medikationsgabe berücksichtigt werden, auch wenn die Variable Medikation im TISS-28 in jeder Applikationsform angewendet wird (i.v., i.m., subcutan, MS, oral). Da es sich bei den Pflegetagen der Stichprobe überwiegend um Beatmungstage handelt, ist die vorherrschende Applikationsform intravenös und hiermit wird der Perfusor als Teilmenge der Medikation interpretierbar.

Die Variable Perfusor hat – auch im Verhältnis zum TISS-10-Core - einen hohen Einfluss in der Stichprobe (in der univariaten Regression liegt die Einflussnahme der zehn aufsummierten TISS-Items bei neun Prozent gegenüber elf Prozent Einflussnahme der Variable Perfusor).

Das Bestimmtheitsmaß als Parameter für die Güte eines Regressionsmodelles erklärt in der multiplen Regression auf Pflegetagebene im besten Modell gerade einmal 17 Prozent der Aufwandszeit. Dieses Regressionsmodell enthält die Variablen Perfusor, ECMO-Therapie (OPSECMO), Vakuumtherapie (VAC), TISS-Punkte (SumTISS) und Urostoma (StomUro). Alle diese Variablen sind auch in der

univariaten Regression signifikant (jedoch auf unterschiedlichem Signifikanzniveau und mit sehr unterschiedlichen Vorhersagekoeffizenten).

Wie bereits beschrieben, besteht zwischen dem Perfusor und den TISS-Punktsummen ein positiver Zusammenhang, die Korrelation liegt bei r = .55. Ein Blick auf die zehn Einzelleistungen, die zur TISS-Summe führen, kann diesen Zusammenhang nicht direkt aus den Variablen an sich erklären. Einzig die Variable „Infusion multipler Katecholamine“ als weitere Medikamentengabe ist eine Leistung, die sich bei steigender Anzahl kausal auf die Menge der Perfusoren niederschlagen kann. Weitere Variablen, z. B. die metabolische Azidose, können sich ebenfalls auf die Perfusorenzahl auswirken, wenn man davon ausgeht, dass die Behandlung medikamentös geschieht, dies ist jedoch nicht zwingend. Der Zusammenhang erschließt sich tatsächlich eher über die zunehmende Behandlungsintensität im Sinne einer steigenden vitalen Bedrohung des Patienten, der mehr Aufwandszeit benötigt in welcher mehr medikamentöse Therapie (über Perfusor) und mehr Leistungen abgebildet sind, von denen einige in der TISS-Gesamtpunktzahl wiedergegeben werden.

Der Perfusor nimmt nicht nur in den klassischen Regressionsverfahren eine zentrale Bedeutung ein. Er ist auch in den Regressionsbäumen sowohl in RPART als auch in CTREE das zentrale erste Splitkriterium in der pflegetagbezogenen Analyse (alle Baumanalysen weisen hohe Fehlertherme auf und brechen in der Kreuzvalidierung früh ab). Beide Verfahren splitten die Aufwandszeit nach Kreuzvalidierung mit dem Perfusor im primären Split im Bereich von acht bzw. achteinhalb Perfusoren auf. Dieser Primärsplit spaltet die Stichprobe in der Aufwandszeit mit einer Unterscheidung der beiden Gruppen im Median von unter bzw. über 1000 Minuten pro Pflegetag. Das Bestimmtheitsmaß liegt hier niedriger als in den klassischen linearen Regressionen bei r^2 = .14. Insgesamt scheint der Perfusor eine der wenigen belastbaren Variablen für einen Split der Aufwandszeit in der Stichprobe darzustellen.

Auch in der schichtbezogenen Analyse weisen die beiden Methoden für die Regressionsbäume im Nachtdienst den Perfusor als nach Kreuzvalidierung verbleibende Variable aus. In CTREE wird auch im Spätdienst der Perfusor als Splitvariable gezogen, während in RPART die TISS-Punkte nach dem Zurückschneiden verbleiben und im Frühdienst beide Methoden zwei primäre Splits mit TISS-Punkten und der OPS-ECMO darstellen.

Die Earth-Analyse wählt je nach Vorgabe der autorisierten Interaktionen sehr unterschiedliche Parameter für die Modellvarianten aus. Dies hängt damit zusammen, dass durch die Möglichkeit der Verzahnung innerhalb einer Variablen und in Interaktion mit den anderen Variablen viele kleinere „passende“ Funktionen entstehen, die zu einem Modell zusammenwachsen. Wie in allen anderen funktionalen Analysemethoden, ist die Variable „Perfusor“ auch in den pflegetagbezogenen Earthmodellen in allen Modellen zentral vorhanden.

Die Basisfunktion behält nach Kreuzvalidierung die Funktion „ab drei Perfusoren“ (h Perfusor-3) in allen Earthmodellen bei. Sie ist im additiven Modell neben den Variablen TISS-Punkte, OPSECMO, Lagerung und SAPS-Punkte vorhanden (r^2 = .18). Im Earthmodell mit autorisierter Interaktion (r^2 = .20) sowohl als alleinige hinge-Funktion, als auch in Interaktion mit den SAPS-Punkten und in den Modellen mit steigender Interaktion in einer Vielzahl von Kombinationen, als hinge Funktion mit oder ohne andere Variablen z. B. mit RASS, Lagerung, Bülaudrainagen, Bilanz. (Bestimmheitsmaße bei zwei Interaktionen r^2 = .34, bei neun Interaktionen r^2 = .46).

Diese Interaktionsdichte und das wiederholte Vorhandensein des Perfusors in den Teilfunktionen der Earthmodelle zeigen, dass auch in den Earthmodellen der Perfusor in Bezug zu der Aufwandszeit eine zentrale Bedeutung hat.

Im TISS-28 gehört der Verbandwechsel zu den Basisfunktionen und wird mit einem bzw. zwei Punkten bewertet. In der vorliegenden Untersuchung sind zur Wundversorgung zwei Variablen aufgenommen worden, die kodierte OPS-Prozedur (OPSWund) im Leistungspaket „erlösrelevante Leistungen“ und die pflegerische Versorgung einer Wunde mit Häufigkeit pro Tag im Leistungspaket „Pflegeleistungen“.

Beides ist nicht miteinander in einen direkten Zusammenhang zu stellen, da die OPS Wundversorgung im Arztkontext stattfindet und sowohl innerhalb der ICU, als auch außerhalb, z. B. im OP stattfinden kann. Tatsächlich korreliert die pflegerische Wundversorgung wenig mit der OPS-Wundversorgung (r = 0.12) und auch mit den beiden TISS-10 Core Einzel-Parametern Intervention auf der ICU (r = .07) und Intervention außerhalb der ICU (r = .005) besteht keine Korrelation. In der OPS-Wundversorgung besteht ein leichter Zusammenhang mit der Intervention außerhalb der ICU (r = .27), was im Zusammenhang mit komplexen Wundversorgungen im OP durchaus Sinn ergibt.

Im Kontext mit der Variable Verbandwechsel aus dem TISS-28 stellt die Variable Wundversorgung aus dem pflegerischen Leistungskontext die vergleichbare Variable dar. Sie ist in der deutschen Übersetzung mit den Erläuterungen der DIVI beschrieben als „Routine (auch Dekubituspflege) oder als häufig (mind. 3-mal tgl.) und/oder ausgedehnte Wundpflege“. (Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) 2000, S. 2)

So beschrieben entspricht sie der durch die Pflegenden selbst verantworteten Kontrolle und Versorgung von Wunden, während in komplexeren Situationen, z. B. bei offenem Bauch eine ärztliche Intervention erfolgt, die dann als OPS kodiert wird. Die Häufigkeiten der Durchführung in dieser Stichprobe sind unterschiedlich: Während eine OPS-Wundversorgung 61 mal kodiert wurde, ist die pflegerische Wundversorgung im Erhebungszeitraum 967-mal dokumentiert worden. Sie wurde in der univariaten Regression lediglich im Spätdient signifikant, in der multiplen Regression ist sie in keinem der Modelle enthalten.

Im Regressionsbaum mit RPART kommt die Wundversorgung vor der Kreuzvalidierung im schichtbezogenen Modell als Splitkriterium zweimal vor, im Frühdienst ebenfalls, im Spätdienst wird sie fünfmal als wichtige Variable identifiziert, wobei per Definition als einflussnehmende Variablen sowohl die ausgewählten (primary), als auch die stellvertretenden (surrogate) Variablen gezählt werden: „An overall measure of variable importance is the sum oft he goodness of split measures for each split for which it was the primary variable, plus goodness * (adjusted agreement) for all splits in which it was the surrogate.“ (Therneau und Atkinson 2017, S. 12) Nach der Kreuzvalidierung bleibt die Wundversorgung in keinem Modell erhalten.

In den Earthmodellen kommt die Wundversorgung pflegetagbezogen erst ab einer Interaktion von mindestens zwei Variablen vor. Es werden hinge-Funktionen in Zusammenhang mit der Bülau-Drainage ab sieben Wundversorgungen pro Pflegetag angezeigt sowie ab vier Wundversorgungen in Zusammenhang mit hinge-Funktionen von Perfusor und RASS.

Im Frühdienstmodell ist die Wundversorgung bereits im additiven Modell abgebildet, wieder mit der hinge-Funktion ab sieben Versorgungen, ebenso in allen weiteren Interaktionsmodellen. Im Spät- und Nachtdienst ist die Wundversorgung hingegen erst wieder ab einer Interaktion von zwei Variablen vorhanden, im Nachtdienst wird sie auch in allen weiteren Interaktionsmodellen relevant.

Dass die im TISS-28 vorhandene Variable „Drainagen“ auch in der Stichprobe Einfluss auf die Aufwandszeit nehmen könnte, lassen einzelne Ergebnisse der Analysen vermuten. Die Variable Drainage ist als solche in der Untersuchung nicht vorhanden, da das TISS-28 alle Drainagen als eine Variable zusammenfasst und ohne gesonderte Auflistung mit drei Punkten bewertet (auch die Spül-Saug-Drainage/Bülaudrainage, nicht jedoch die Magensonde).

Die vorliegende Analyse enthält im Gegensatz hierzu sowohl die Ableitungen (VAC, Bülau, SFK, DK, div. Stomata), als auch die Zuleitungen einzeln (ZVK, art. Kath, PiCCO, Shaldon, MS). Unter dem Begriff „Drainagen“ sind ausschließlich die klassischen beiden Wunddrainagen Robinson-, und Redondrainage zusammengefasst.

Bei den Ableitungen sind Urostoma und VAC in der pflegetagbezogenen univariaten Regression signifikant, die VAC bleibt dies auch im Spätdienst und das Urostoma im Nachtdienst. Innerhalb der 480 Pflegetage (PT) sind beide Parameter nicht sehr häufig vorgekommen (VAC 44 PT, Urostoma 12 PT). Bülaudrainage und Gastrostoma sind darüber hinaus in der univariaten Regression im Frühdienst signifikant. In der multiplen Regression bleiben Urostoma und VAC im Modell signifikant. Die beiden Bestimmtheitsmaße der signifikanten Ableitungen Vakuumtherapie (r^2 = .008) und Urostoma (r^2 = .006) haben jedoch nur einen geringen zusätzlichen Aussagewert im Regressionsmodell. Schichtbezogen bleibt die VAC im Spätdienstmodell und das Urostoma im Nachtdienstmodell erhalten.

VAC, Bülau und auch die weitere Variable Drainagen werden in RPART als einflussnehmende Variablen pflegetagbezogen abgebildet, fallen allerdings nach Kreuzvalidierung alle weg. Pflegetagbezogen und schichtbezogen kommen alle drei Variablen in unterschiedlichen Teilfunktionen in den Earthmodellen ab zwei zugelassenen Interaktionen vor.

Zu beachten ist, dass die Vakuumtherapie (VAC) erst seit Ende der 90`ger Jahre verbreitet angewendet wird bzw. zu dieser Zeit die ersten Studien zur Therapieform entstanden (Dissemond 2008, S. 642). Da das TISS-28 bereits im Zeitraum davor entwickelt wurde, war die VAC-Drainage im Variablenset „Drainagen“ sicher als aufwandserhöhende Drainage noch nicht enthalten. Die in der vorliegenden Analyse aggregierten Zu- und Ableitungen sind signifikant und haben ein Bestimmtheitsmaß von 0.095.

5.5.2.2 Niere

Die Variable Bilanz wird zwar weder in der Einzelregression noch in der multiplen Regression auf Pflegetagebene signifikant, ist jedoch in der schichtbezogenen Analyse in beiden Regressionsverfahren im Spät- und im Nachtdienst signifikant.

Im pflegetagbezogenen Regressionsbaum mit RPART ist die Bilanz als einflussnehmende Variable vor der Kreuzvalidierung vorhanden, ebenso in allen drei schichtbezogenen Regressionsbäumen, jedoch nach Kreuzvalidierung nicht mehr. Im pflegetagbezogenen Earthmodell ist die Bilanz erst bei mehr als zwei Interaktionen relevant, in den Schichtmodellen bereits früher, hier fällt vor allem die Parallele zur linearen Regression auf, mit der Relevanz der Variable im Spät- und Nachtdienstmodell bereits auf additiver Ebene.

Die im TISS-28 aufgeführte Diurese stellt eine medikamentöse Therapieform zur Anregung der Niere dar. Da wie bereits zuvor beschrieben, die Medikamente nicht einzeln in der Analyse aufgeführt wurden, ist auch keine vergleichbare Variable in die Analyse eingeflossen. An dieser Stelle wird deutlich, dass auch der TISS-28 nicht in jeder Hinsicht konsistent ist. Diuretika werden in Abhängigkeit ihrer Dosis in zwei Kategorien mit Punkten bewertet.

Der Shaldon-Katheter, der im TISS-28 nicht extra aufgeführt wird, ist als weitere Zuleitung in der univariaten Regression signifikant, in der multiplen Regression jedoch nicht. Interessant ist, dass die Dialyse, als gemeinsamer TISS-28 und TISS-10-Core Parameter im Gegensatz hierzu pflegetagbezogen nicht signifikant wird, sondern lediglich im Frühdienst. Beide Variablen korrelieren positiv miteinander (co*r* = .53), was durchaus zu erwarten ist, weil beide Variablen mit dem Behandlungsspektrum der Niere als Organsystem verbunden sind.

5.5.2.3 Herz-Kreislauf

Als Zuleitungen werden der periphere arterielle Katheter, (Arterie, 5 Punkte), der Pulmonaliskatheter (8 Punkte) und der zentrale Venenkatheter (ZVK, 2 Punkte) im TISS-28 jeweils einzeln bewertet, weitere Zugänge jedoch nicht.

Während die bereits beschriebenen Variablen TISS-arterieller Katheter und TISS-Pulmonaliskatheter in den TISS-10-Core übernommen wurden, wurde der ZVK weggelassen. Der ZVK ist in jedem Fall die häufigste zuleitende Katheterart auf der Intensivstation. Diese ermöglicht unabhängig von der Grunderkrankung, Nebendiagnosen oder Eingriffen, das grundlegend notwendige Medikamentenregime und sichert die Gabe von Infusionen besser ab, als dies einfache, nicht zentralvenöse Verweilkanülen tun würden. Der ZVK entspricht einem intensivmedizinischen Standard, ähnlich dem der Harnableitung mittels DK oder SFK. Aus diesem Grunde gibt es lediglich 20 Pflegetage ohne ZVK (Abbildung 106). Möglicherweise ist die Zuordnung des ZVK zum Organsystem Herz-Kreislauf auch dem Alter des TISS-28 geschuldet. In der heutigen Intensivmedizin ist der ZVK somit eher dem Bereich der Basisfunktionalitäten zuzuordnen.

Der ZVK ist in der Stichprobe weder univariat, noch in der multiplen Regression in irgendeinem Modell signifikant, auch wenn deskriptiv durchaus eine Steigerung der Aufwandszeitdifferenz zwischen den zwanzig Pflegetagen ohne ZVK und denen mit einem oder zwei ZVK sichtbar wird.

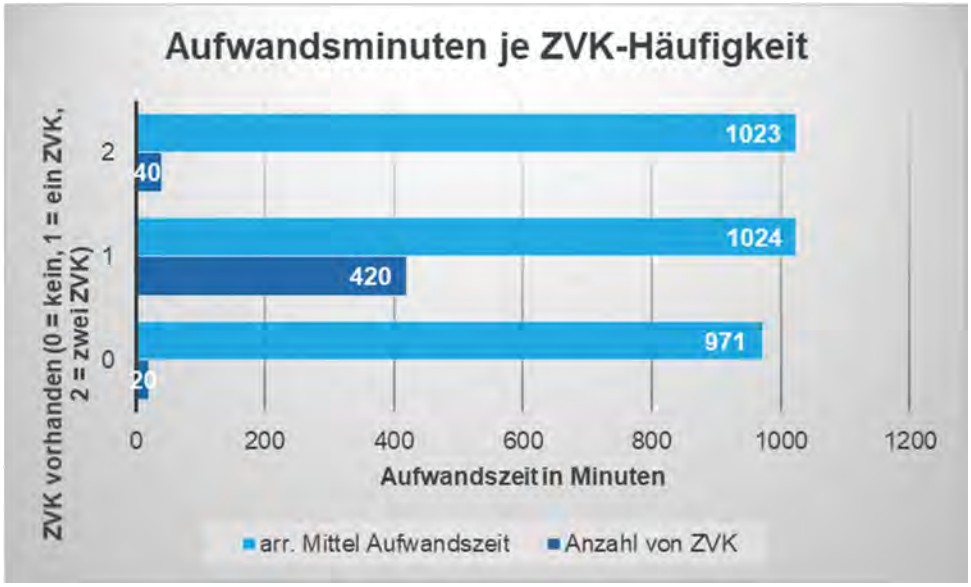

Abbildung 106 Vergleich der Aufwandszeit je vorhandenem ZVK

In den kreuzvalidierten Regressionsbäumen wird der ZVK ebenfalls nicht dargestellt. Er wird im pflegetagbezogenen ungekürzten Regressionsbaum in zwei Knotenpunkten ausgewiesen und wird somit auch unter den einflussnehmenden Variablen angezeigt. Da er jedoch nie an erster Stelle für die höchste Verbesserung der Varianzerklärung steht, hat er keinen relevanten Einfluss in den

Regressionsbäumen, wie dies bei anderen Variablen der Fall ist, die immer wieder gezogen werden. In Earth kommt der ZVK pflegetagbezogen und schichtbezogen in den Modellen ab zwei Interaktionen vor.

Die Reanimation wird im TISS-28 mit drei Punkten bewertet. Sie ist als OPS-Prozedur im Analysedatensatz vorhanden. Die Reanimation stellt auch auf der Intensivstation ein akutes Notfallgeschehen dar und ist in diesem Sinne keine planbare, sondern eine möglichst zu vermeidende Maßnahme. Sie ist sechsmal im Erhebungszeitraum kodiert worden und in Bezug zur Aufwandszeit im Nachtdienst in der univariatien Regression leicht signifikant. Die Mittelwertsdifferenz zwischen den Pflegetagen mit und ohne Reanimation liegt bei 112 Minuten. In der multiplen Regression erlangt sie keine Signifikanz mehr. In den Regressionsbäumen wird die OPS Reanimation lediglich im Nachtdienst als einflussnehmende Variable in RPART ausgewiesen, ist jedoch nach Kreuzvalidierung nicht mehr relevant. In Earth wird die OPS Reanimation ebenfalls nur im Nachtdienstmodell dargestellt, hier kommt sie in allen Interaktions-Modellen aufwandssteigernd vor.

5.5.2.4 Metabolismus

Eine weitere aus dem Original TISS-28 nicht übernommene Variable in den TISS-10 Core ist die Ernährung. Im Original wird sowohl die intravenöse, als auch die orale Ernährung über Sonde mit drei bzw. zwei Punkten bewertet. In der Stichprobe wurden die intravenöse Ernährung und die Gabe von Sondennahrung als nominale Parameter dokumentiert (Variablennamen „Ernaehriv“ und „ErnaehrSond“). Die intravenöse Ernährung ist an fast allen erhobenen Pflegetagen vorhanden. Lediglich an sieben Tagen liegt keine intravenöse Ernährung vor. Bezogen auf die Aufwandszeit liegen die Durchschnitte bei den sieben Pflegetagen ohne intravenöse Ernährung deutlich niedriger, als bei den Pflegetagen mit intravenöser Ernährung. Möglicherweise handelt es sich um Patienten, die kurz vor der Verlegung auf die Normalstationen sind. Im deskriptiven Vergleich ist zu sehen, dass keiner dieser sieben Pflegetage eine Vollbeatmung aufweist.

Bei der enteralen Ernährung mittels Sonde (ErnaehrSond) ist dies anders. 65 Prozent der Pflegetage haben eine dokumentierte Sondennahrung, 35 Prozent nicht. Die Aufwandszeit bei Pflegetagen ohne Sondennahrung ist im Mittel um 13 Minuten höher, als diejenige mit Sondennahrung. Ein Zusammenhang zu weiteren Variablen ist nicht augenscheinlich. Die Korrelation zwischen der Ernährung über Sonde und der intravenösen Ernährung (r = .06) ist gering.

Beide Variablen werden in den univariaten und multiplen Regressionen mit den Aufwandszeiten nicht signifikant. In den Regressionsbäumen kommt die Ernährung über Sonde bei RPART im nicht beschnittenen Regressionsbaum als einflussnehmende Variable vor, wird aber in der Kreuzvalidierung herausgekürzt. In den Earthmodellen findet die Variable erst nach einer Interaktion von mehr als zwei

Variablen Eingang. Im „offenen“ Interaktionsmodell mit autorisierten neun Interaktionen ist sie in einer Funktion zusammen mit SAPS-Punkten, Perfusor, Bülau-Drainage und RASS-Punkten abgebildet (Aufwandszunahme + 0.148 Min).

5.5.2.5 Lunge

Während die Beatmung im TISS-10-Core belassen wurde, sind die beiden Variablen „Künstliche Luftwege“ und „Atemtherapie“ herausgenommen worden.

Unter künstliche Luftwege werden im TISS-28 der Endotrachealtubus und das Tracheostoma verstanden. Währen der Tubus nicht in die vorliegende Stichprobe als Variable aufgenommen wurde, ist das Trachestoma als Variable vorhanden. Beide zusammen werden mit einem Aufwandspunkt beim Vorhandensein pro Pflegetag bewertet. Das Trachestoma kam in 30 Prozent aller Fälle vor. Trotzdem wurde es in keiner der Analysemethoden aufwandsrelevant.

Die Atemtherapie wird laut den Erläuterungen als Physiotherapie, endotracheales Absaugen oder Vernebelung verstanden und darf dann mit einem Punkt im TISS-28 bewertet werden. Da die Physiotherapie keine Pflegeleistung ist, wurde sie nicht in die Zeitanalyse aufgenommen. Das Absaugen ist hingegen Bestandteil der Variablen innerhalb der Analyse. Es wird in der linearen Regression nicht signifikant, wird aber in allen Regressionsbäumen von RPART als Knotenpunkt vor Kreuzvalidierung dargestellt und auch in den Earthmodellen mit mehreren Interaktionen ist es im Pflegetag, im Früh- und Spätdienst in den Modellen als hinge-Funktion mit verschiedenen Scharnierpunkten vorhanden.

5.6 Bewertung der erhobenen Variablen und ihrer Einflussnahme auf die Aufwandszeit

In der Stichprobe haben die abgebildeten Variablen des TISS-28 sehr unterschiedlichen Einfluss auf die Aufwandszeit. Grundsätzlich ist die Vergleichbarkeit der gesammelten Daten gegenüber einem vollständig vorhandenen und routinemäßig genutzten Scoringinstrument aufgrund vieler Faktoren mit Vorsicht zu betrachten (keine Punktwertung, keine Dokumentationsverpflichtung, keine Summenbildung, keine vollständige Abbildung, etc.). Trotzdem ist das Wiederkehren einiger Variablen in den funktionsanalytischen Verfahren interessant.

Bewertet man ein signifikantes Vorkommen in mindestens zwei verschiedenen Verfahren als starken Indikator für eine Einflussnahme der Variable auf die Aufwandszeit (multiple Regression, Regressionsbaum und Earth additiv, mit einem oder zwei Interaktionen - ausgenommen die hohen Earthinteraktionsmodelle, da dort praktisch alle Variablen vorkommen), haben immerhin vier der zehn überprüfbaren Variablen einen starken Einfluss, drei weitere Variablen kommen zumindest in einer der drei Analysemethoden vor (Tabelle 108).

TISS-28 Variablen und Vergleichbare in der Stichprobe				
Variable	nicht abgebildet	kein Einfluss	wenig Einfluss	starker Einfluss
Standard Monitoring	1			
Labor (SAPS)			1	
Medikation (Perfusor)				1
Verbandwechsel (Wundversorgung)				1
Drainagen (Bülau, VAC, Stomata, Drain)				1
künstliche Luftwege (Tracheostoma)		1		
Atemtherapie (Absaugen)			1	
ZVK		1		
Ausfuhr				1
Diurese	1			
Ernährung i.v.		1		
Ernährung enteral			1	

Tabelle 108 Einflussnahme von TISS-28 Variablen bzw. Vergleichbare in der Stichprobe

Miranda et.al. beschreiben in ihrer Multicenterstudie zur Validierung des TISS-28, dass ein TISS-Punkt zehn Minuten entspricht: „The value found in our study was 46.35 TISS ponts. One TISS point therefore represents about 10 of the total 480 mins in each nursing shift. This information is useful for planning the allocation of nursing manpower for the various patients in the ICU, and for direct accounting procedures regarding the cost of providing nursing care to patients or groups of patients." (Reis Miranda et al. 1996, S. 72)

Hochgerechnet auf den gesamten Pflegetag bzw. auf drei Achtstundenschichten entspricht nach Miranda ein TISS-Punkt (bei durchschnittlich 46.35 TISS-Gesamtpunkten) 30 Minuten pro Pflegetag. 18 TISS-Punkte aus dem TISS-10-Core würden damit 540 Minuten pro Pflegetag oder knapp 38 Prozent der Aufwandszeit entsprechen.

In der pflegetagbezogenen univariaten Regression hat die TISS-10-Core Punktsumme eine Anpassungsgüte von knapp neun Prozent, das bedeutet, sie erklärt lediglich neun Prozent der Aufwandszeit. Der Schätzer für einen TISS-Punkt liegt bei acht Minuten, was dem Resultat der Forschergruppe um Reis Miranda relativ nahe kommt. In der pflegetagbezogenen multiplen Regression liegt der Schätzer für die TISS-Punktsumme nur bei 2.8 Minuten pro TISS-Punkt und damit deutlich niedriger. Die Anpassungsgüte dieses Modells liegt bei 16 Prozent, wovon die TISS-Punktsumme nur einen kleinen Anteil ausmacht. In den schichtbezogenen Modellen reduziert sich der Schätzer für die

TISS-Punkte ein weiteres Mal, im Nachtdienst wird er sogar negativ (Frühdienst = 2.17 Min, Spätdienst = 1.69 Min, Nachtdienst = -2.19 Min).

Im Regressionsbaum wird die TISS-Punktsumme analytisch gesplittet und in Bezug zu weiteren unterschiedsbildenden Variablen gesetzt. Im pflegetagbezogenen Regressionsbaum kommt sie immerhin in vier Knotenpunkten vor. Hier muss immer die Abhängigkeit der Variable von ihrer Lage im Baum betrachtet werden. Ausgehend von einem Mittelwert von 1022 Minuten pro Pflegetag, führt bspw. eine TISS-Punktsumme unter 13 mit einer gleichzeitigen Anzahl von weniger als neun Perfusoren zu einem Minutenwert von 924 Minuten pro Pflegetag. Bleibt die Anzahl der Perfusoren kleiner neun, führt eine TISS-Punktsumme von mehr als 32 Punkten hingegen zu einem Minutenwert von 1233 Minuten. Das bedeutet, im Zusammenspiel mit dem Perfusor (Anzahl < 9) unterscheidet sich der Minutenwert pro Pflegetag bei einem Punktsummenunterschied von 19 TISS-Punkten um 309 Minuten. Allerdings ist auch diese Differenz nicht linear. Innerhalb der Spannweite gibt es weitere Differenzierungen, die sowohl niedrigere, als auch höhere Minutenwerte für die TISS-Punktsumme an bestimmten Knotenpunkten aufweisen. Der Erklärungsgehalt dieses Modells liegt ebenfalls niedrig, bei knapp 14 Prozent.

Das additive pflegetagbezogene Earth-Modell schätzt die Teilfunktion der TISS-Punkte ab 31 Punkten mit 15 Minuten pro Punkt ein. Das große Interaktionsmodell mit neun Interaktionen enthält ebenfalls die TISS-Punkte, hier mit einer Scharnierfunktion bei 26 Tiss-Punkten und einem Schätzer von elf Minuten. In einer weiteren Teilfunktion dieses Modells gibt es eine Scharnierfunktion $\leq$ 14 TISS-Punkte, die im Zusammenspiel mit einer Scharnierfunktion $\leq$ 14 Lagerungen gegenüber der Konstante von 915 Minuten eine Reduktion um knapp einer Minute ausweist. Die Varianzaufklärung im additiven Modell liegt mit 18 Prozent ähnlich wie die der multiplen Regression. Die Aufklärung im Modell mit neun autorisierten Interaktionen liegt immerhin bei 46 Prozent, wobei die TISS-Punktsumme mit ihrem zweimaligen Vorkommen in einem Modell mit insgesamt 33 Teilfunktionen keine übermäßige Rolle spielt. Anders gesagt ist das Modell, ähnlich wie die anderen großen Earth-Modelle, so sehr untergliedert, dass es keine konkreten, zuverlässig wiederholbaren Interpretationen in Bezug auf die Aufwandszeit und die erhobenen Variablen zulässt.

5.7 Vergütung der pflegetagbezogenen Aufwandszeit in der Intensivpflege

Die bislang diskutierten Ergebnisse zeigen auf, dass weder mit den vorhandenen erlösrelevanten Assessments wie TISS-10-Core, Beatmungsstunden, Prozeduren oder Diagnosen noch mit einzelnen Pflegeleistungen wie Monitoring, Körperpflege, Lagerung, Wundversorgung u.ä., die Aufwandszeit innerhalb der vorliegenden Studie zufriedenstellend erklärt werden kann. Die Modelle kommen in der Regel über einen Erklärungsansatz von 15 bis 20 Prozent der Aufwandszeit nicht hinaus, mit Ausnahme

der großen Interaktionsmodelle von Earth, die jedoch so diversifiziert sind, dass sie keine Grundlage für ein Gesamtmodell bieten. Wenn die zur Erlösberechnung verwendeten Dokumentationsdaten die Leistungszeit zu weniger als einem Fünftel der Gesamtzeit erklären, werden die im deutschen DRG-System entstehenden Finanzierungslücken deutlich.

Das Weglassen der TISS-28 Basisvariablen Labor, Medikation, Verbandwechsel, Drainagen und vermutlich auch das hier nicht überprüfbare Standardmonitoring in dem zu Erlöszwecken im DRG-System abgebildeten TISS-10-Core ist für die Varianzaufklärung des Pflegeaufwands sicher ein großer Fehler. Alle in der Stichprobe zusätzlich erhobenen Basisvariablen haben eine Bedeutung für den Zeitaufwand in der Stichprobe, auch wenn die Varianzaufklärung trotz dieser zusätzlichen Variablen insgesamt relativ niedrig bleibt. Der TISS-28 würde vermutlich den patientenbezogenen Pflegezeitaufwand optimierter abbilden können. Die erhobenen Punkt- und Zeitwerte weisen darauf hin, dass der in den Instrumentenentwicklungen des TISS-28 beschriebene Leistungsumfang von 43 Prozent der pflegerischen Aufwandszeit auch in der gegebenen Stichprobe zutreffen könnte.

Die Faktoren innerhalb der G-DRG, die zu einer Zuordnung von Erlösen für die Pflegenden auf der Intensivstation führen, sind damit aktuell nicht über pflegerische Leistungsinhalte abgebildet, sondern höchstens pauschal über die Gesamtkostenbetrachtung der DRG innerhalb der Intensivstation.

Dies wird auch dadurch ersichtlich, dass die meisten Pflegetage bzw. Fälle dieser Stichprobe in eine Beatmungs-DRG fallen, bei welcher sich die Leistungen der Intensivstation auf den Aufwand der Beatmung in Minuten und/oder die Punktsummen aus TISS und SAPS zusammensetzen. Letztlich kumuliert die Punktsumme jedoch weniger über die Anzahl der vergebenen TISS-Punkte pro Tag, sondern mehr über die Länge des Aufenthalts auf der Intensivstation insgesamt und hier insbesondere über den SAPS II Score. Die vorliegende Betrachtung zeigt sehr anschaulich, dass der überwiegende Anteil der Punktsummen pro Pflegetag in der Intensivkomplexpauschale nicht aus dem TISS-10-Core kommt, sondern aus dem SAPS II. Das Verhältnis kann grob gerechnet als ⅓ zu ⅔ betrachtet werden (vgl. Abb. 12).

Insofern verwundert nicht, dass die Pflegedokumentation ein Werkzeug ist, welches Pflegekräfte häufig vernachlässigen, da sie ihre Leistungen in den Assessments nur unvollständig abgebildet sehen. Ihre erbrachten Leistungen sind mit den erhobenen Daten tatsächlich nur rudimentär abgebildet.

Die Nullhypothese kann nur bedingt verworfen werden. Wenige Variablen sind in allen Analyseverfahren immer wieder hartnäckig vorhanden und haben damit fallübergreifenden Aufwands-Charakter. Eindeutige Zeitslots oder gar homogene Fallgruppen lassen sich dennoch nicht aus diesen Variablen ableiten, da offensichtlich wesentliche Elemente des täglichen Pflegehandelns

nicht als Leistungen adäquat abgebildet werden und sowohl Einzelleistungen (Variablen), als auch ganze Leistungsbereiche (Beratung, Information, Kommunikation, etc.) fehlen.

5.8 Fehlende Pflegeleistungen in der Dokumentation und in der Erlöserbringung

Die Leistungen, die weder in der Intensivkomplexpauschale, noch in den von Pflegenden zusätzlich dokumentierten Einzelleistungen dargestellt werden, sind vielfältig.

Der Mangel der meisten entwickelten Leistungserfassungssysteme liegt darin, dass sie in der Regel nur die rein handlungsorientierten patientenbezogenen Aufwände abbilden und damit außer Acht lassen, dass

- nicht rein handlungsorientierte, sondern wertende, planende, koordinierende, beratende, dokumentierende und anleitende Tätigkeiten und Funktionen einen Anteil an den patientenbezogenen Aufgaben ausmachen
- übergeordneten Aufgaben organisatorischer, struktureller oder informatorischer Art Zeitaufwand verursachen und die Stationsorganisation eine primäre Aufgabe der Pflegeteams ist.

Reis Miranda teilt diese Aufgaben in fünf weitere Kategorien ein:

1. patient care activities not in TISS-28
2. indirect patient care
3. organizational activities
4. personal activities
5. other (vgl. Reis Miranda et al. 1996, S. 64-65)

Die Pflegedokumentation in der vorliegenden Stichprobe enthält keine Pflegeprozessplanung. Dies entspricht einem Dokumentations- und vermutlich auch Prozessmangel, der deutschlandübergreifend im internationalen Vergleich auffällt. So zeigt der Faktencheck Pflegepersonal im Krankenhaus in seiner Vergleichsarbeit auf, dass in Deutschland die Pflegekräfte im Vergleich zu Frankreich, Großbritannien, den Niederlanden und Österreich die geringste Rate an Pflegediagnostik betreiben (Pflegebedarf abklären, Pflegeprobleme benennen, Maßnahmen planen und evaluieren), jedoch die höchste Dokumentationsrate im nachgängigen Pflegebericht haben. (Kostera und Böcken 2017, vgl. Tabelle 2, S. 21)

Für einen effektiveren Personaleinsatz wurden im Pflegebereich Überlappungszeiten gekürzt, obwohl in diesen Zeitraum neben der Schichtübergabe häufig auch die Dokumentationszeiten fallen, in Anschluss an die handlungsorientierten patientenbezogenen Zeiten.

Der Dokumentationsanteil an der Pflegeaufwandszeit bildet sich in keinem der geprüften Leistungserfassungsysteme, geschweige denn im Erlössystem ab. Dabei ist die Notwendigkeit einer umfassenden pflegerischen Dokumentation in komplexen Fallsituationen unter verdichteter Arbeitstaktung zunehmend existentiell.

„Interessant ist, dass der erhöhte Dokumentationsaufwand im Krankenhausalltag oft mit weniger Zeit für die Arbeit am Patienten in Verbindung gebracht wird und daher gefährdet ist aufgeschoben zu werden, obwohl der positive Effekt auf die berichtete Versorgungsqualität – bei realem (Mehr)aufwand – gezeigt werden konnte [24].“ (Zander et al. 2014, S. 731)

Die Pflegeprozessplanung wird als wertlos empfunden, weil sie keinen materiellen Wert erlöst. Aber nicht nur die sinnvolle Planung des Pflegeprozesses, auch die Kontinuität der Pflegebehandlung leidet unter einer fehlenden Dokumentation. Darüber hinaus können bei der Informationsdichte im Krankenhausalltag heute nicht mehr alle Informationen mündlich zuverlässig an die folgenden Schichtdienste weitergegeben werden.

Bereits 2003 und damit vor der Einführung der DRG in Deutschland machte laut einer Studie der DKI „der Gesamtaufwand für pflegefremde/patientenferne Tätigkeiten (…) gut 28 % der Arbeitszeit von Krankenschwestern und -pflegern aus.“ (Offermanns und Bergmann 2010, S. 105)

Das erlösbasierende DRG-System hat in seiner Kostenträgerrechnung den Overhead als medizinische und nicht medizinische Infrastruktur abgebildet. Dieses Sammelbecken, in welchem Sach- und Personalmittel im Querschnitt zusammenlaufen, beinhaltet z. B. den Verwaltungsbereich, den Sozialdienst, die Physiotherapie, die Medizintechnik oder auch die Küche. So beschreibt das InEK die Intensivkostenkalkulation in seinem Extremkostenbericht von 2016 wie folgt:

„Die Kosten für das Personal sowie die Gemeinkosten des medizinischen Bedarfs und der Arzneimittel sind den Fällen mittels gewichteter Intensivstunden zuzuordnen. Ausgenommen davon sind die Infrastrukturkosten, die über ungewichtete Intensivstunden zugeordnet werden, da diese sich durch die Schwere eines Behandlungsfalles nicht ändern.“ (InEK GmbH 2016, S. 31)

Die Pflege ist in der Infrastruktur nicht enthalten, sondern ausschließlich in der jeweiligen Kostenstelle als Pflege- oder mediz./technischer Dienst (Funktionsdienst) gebucht und erlöst somit für sich auch nur diese ausschließlich patientenbezogenen Pflegeleistungen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die zunehmenden Belastungen durch die immer kürzer werdenden Behandlungszyklen mit ihrem gestiegenen organisatorischen Aufwand an Termin-, Hygiene-, Kommunikations- und Interaktionsleistungen für die Pflegekräfte nirgendwo abgebildet sind. Sie werden schlicht nicht erfasst, geschweige denn vergütet.

Hinzu kommt in deutschen Akutkrankenhäusern, die seit Einführung der DRG übliche Delegation ärztlicher Leistungen, auf den Stationen insbesondere Infusionsmanagement, Blutentnahmen, EKG-Schreibung, Legen von Venenverweilkathetern, intravenöse Applikationen von Medikamenten, Katheter- und im Intensivbereich Beatmungsmanagement und Handling der zunehmend technologisierten Organersatzverfahreen wie z. B. die ECMO-Therapie (vgl. Kostera und Böcken 2017, S. 25 - 26) wobei konstatiert werden muss, dass ein Teil der Leistungen auch vor dem DRG-System Bestandteil der ärztlich delegierten Aufgaben in den Akutkrankenhäusern war.

Im Rahmen der DRG-Entwicklung und der Teuerung des ärztlichen Dienstes ist es in den vergangenen fünfzehn Jahren zu einem Trend der Aufgabenneuverteilung zwischen den Berufsgruppen im Krankenhaus gekommen. Dabei sollte es zu einer Delegationskaskade kommen, bei welcher eine Entlastung des ärztlichen Dienstes durch Pflegende und medizinisches Fachpersonal stattfinden sollte und eine Entlastung der Pflegenden durch Service- und Hilfspersonal. Beides hat in Teilen stattgefunden, wobei die neu geschaffenen Stellenanteile für Servicepersonal in der Regel über Kürzungen im Pflegebudget realisiert wurden, während Dokumentationsassistenz und zusätzliches medizinisches Assistenzpersonal ebenfalls häufig über Pflegestellenkürzungen und nur selten über das ärztliche Budget in den Unternehmen realisiert wurden. Zudem hat die Verschiebung nicht flächendeckend stattgefunden, so dass die Entlastungen in der Regel nur partiell erfolgt sind:

„Obwohl rund ein Drittel der von Bräutigam et al. (2014) im Jahr 2012/2013 befragten Pflegekräfte angab, dass auf ihrer Station Assistenzdienste neu geschaffen (37%), neu organisiert (33%) oder ausgebaut (22%) wurden, fällt der Anteil an pflege- und patientenfernen Tätigkeiten im Pflegedienst immer noch recht hoch aus (…).“ (Kostera und Böcken 2017, S. 30)

Auch strukturelle Bedingungen spielen eine Rolle und so kann eine Entlastung der Pflegenden in den arbeitsdichten Zeiträumen nur sinnvoll sein, wenn sie nicht zu kommunikationsaufwändig ist, da der werktägliche Arbeitsalltag der Pflegekräfte und in der Folge des Patienten durch die Ablaufdichte weitgehend fremdbestimmt ist. Ansonsten kommt es trotz weiteren Personals nur zu einer Verschiebung von Pflege-Tätigkeiten in Handlungszeiträume der Pflegenden, die weniger fremdbestimmt sind und zu einem Weglassen vermeintlich weniger wichtiger Pflegetätigkeiten. Es ist nachgewiesen, dass Pflegende in deutschen Akutkrankenhäusern ihre Tätigkeiten gezielt rationieren:

„Pflegekräfte priorisieren bei Rationierungsentscheidungen; Tätigkeiten, die am ehesten vernachlässigt werden, stehen in Zusammenhang mit Zuwendung und psychosozialer Versorgung, wohingegen Tätigkeiten wie Schmerzmanagement und zeitgerechte Medikation weniger oft rationiert werden.“ (Zander et al. 2014, S. 1) Es gibt zunehmend Studien, die einen Zusammenhang zwischen der

pflegerischen Personalausstattung bzw. der Arbeitsbelastung und dem Überleben von Patienten im Krankenhaus sehen. (Lee et al. 2017, S.1; Aiken 2014)

Die fehlende Fähigkeit des DRG-Systems, die Pflegepersonalkosten substantiell und umfassend den anfallenden Leistungen zuzuordnen und somit in eine Vergütung zu bringen, liegt schlicht auch an der Tatsache, dass diese Leistungen im vorgegebenen Raster des InEK nicht vorgesehen sind. Eine Befragung von Pflegenden zu Pflegebedingungen auf der Intensivstation beschreibt, dass das Weglassen von Tätigkeiten ganz unterschiedliche Pflegetätigkeiten beinhaltet: „Hervorzuheben ist dabei, dass es sich nicht ausschließlich um rein pflegerische Maßnahmen oder psychoedukative Begleitung handelt, die hier benannt werden. Auch Probleme im Bereich des Weaningabbruches steigen in der Tendenz ebenso deutlich an wie als problematisch einzustufende mangelnde Schutzmaßnahmen (Händehygiene/Isolationsmaßnahmen). In der Interpretation muss daher davon ausgegangen werden, dass Kernbereiche der pflegerischen Versorgung nur unzureichend realisiert werden können, wenn eine höhergradige Betreuungsrelation eintritt.“ (Isfort 2017, S. 546)

Die Delegation pflegerisch-organisationaler Aufgaben ist komplex und nur bedingt an angelerntes Hilfs- und Servicepersonal möglich. Während umschriebene Leistungspakete aus dem ärztlichen Bereich sehr genau definiert und delegiert werden können, ist dies beim pflegerischen Spektrum nicht so leicht ersichtlich und in der Folge für weniger qualifiziertes Personal schwieriger zu trennen und eindeutiger durch die Pflegefachkraft aufzubereiten.

Im Bereich der Ernährung ist z. B. neben der Information, welcher Patient etwas essen und trinken darf, häufig auch die Kontrolle der Nahrungsmenge und das Wissen um die Kompetenz der eigenständigen Nahrungsaufnahme (zum Mund führen, kauen, Schluckakt) notwendig und im Bedarfsfall die patientenindividuell adaptierte, aktive Unterstützungsleistung zur Nahrungsaufnahme. Es sind Größe und Form der Nahrungsbestandteile relevant, die Flüssigkeit muss ggf. angedickt werden oder der Schluckakt an sich muss begleitet werden. Die Hilfeleistung bei der Nahrungsaufnahme geht über das bloße mundgerechte Zubereiten der Mahlzeit weit hinaus und erfordert eine pflegerische Expertise. (vgl. Heaven et al. 2013)

Diese von Pflegenden erbrachten Leistungsketten sind in der Regel nicht beschrieben oder als Einzelleistungen dokumentiert, während andere spezialisierte Leistungserbringer wie die Logopädie oder die Physiotherapie Einzelleistungen dezidiert aufbereiten.

Ein weiteres Dilemma fehlender pflegerischer Leistungsabbildung findet sich im gesamten Bereich der Patientenkommunikation. Am ehesten wird Patientenedukation in Form von Technikschulung, etwa Stoma-, Wund- oder Katheterversorgung, Erlernen von Eigeninjektionen oder Einhaltung von Diäten

beschrieben und dokumentiert. Tätigkeiten, die in der Regel ärztlicherseits angeordnet wurden oder Bestandteil des klinisch abzuarbeitenden Behandlungsstandards sind.

Selten werden Patientengespräche, in denen es um schlichte Kontaktaufnahme, Befindlichkeitserfragung, Tagesstrukturierung und menschliche Zuwendung geht, als solche beschrieben oder dokumentiert. Sie werden als Nebenprodukte von handlungsorientierten Pflegetätigkeiten wie Körperpflege oder Mobilisation angesehen. Zeitaufwände verursacht Pflegekommunikation vermeintlich nicht und findet auch keinen Wiederhall in Assessments, wie der Pflegepersonalregelung oder dem TISS.

In der Intensivmedizin ist Kommunikation mit dem Patienten sowie mit seinen Angehörigen ein zentrales Element der pflegerischen Leistung. Existentielle Situationen bedürfen einer vertrauensvollen Zusammenarbeit zwischen Patient, Pflegekräften und Angehörigen. Kommunikation hilft dem Patienten, sich in seiner lebensbedrohten Umwelt zurecht zu finden, die häufig von hoher Orientierungslosigkeit und/oder Delir geprägt ist. Es ist nachgewiesen, dass „ein Maßnahmebündel aus früher Mobilisation, reorientierender Kommunikation sowie Physio- und Ergotherapie nicht nur die Länge des Delirs, und die Intensivstations- und Krankenhausaufenthaltsdauer [verkürzen], sondern es erhöht auch die Rate der Patienten, die selbständig ohne fremde Unterstützung das Krankenhaus verlassen konnten.“ (Guenther et al. 2015, S. 57)

In den Krankengeschichten der vorliegenden Stichprobe finden sich wenige Dokumentationsbeispiele eines beziehungsorientierten Kommunikationsaufbaus, und doch muss davon ausgegangen werden, das auf der Station sehr viel Kommunikation zwischen Pflegenden, Patienten und Angehörigen stattfindet.

Schon bei der Evaluation des TISS-28 hat die Forschergruppe um Reis Miranda das Fehlen der Bereiche Kommunikation, Organisation und Hygiene als relevante Leistungsgruppen der Intensivpflege identifiziert und mit dem Nursing Activity Score (NAS) im Jahr 2003 ein auf dem TISS-28 aufbauendes Instrument geschaffen, was zu einer deutlichen Erhöhung der Erklärung der Aufwandszeit in der Primärstudie führte: „A total of five new items and 14 subitems describing nursing activities in the intensive care unit (e.g., monitoring, care of relatives, administrative tasks) were added to the list of therapeutic interventions in Therapeutic Intervention Scoring System-28. Data from 2,041 patients (6,451 nursing days and 127,951 multimoment recordings) were analyzed. The new activities accounted for 60% of the average nursing time; the new scoring system (Nursing Activities Score) explained 81% of the nursing time (vs. 43% in Therapeutic Intervention Scoring System-28).“ (Miranda et al. 2003, S. 374)

Pflegekräfte verfügen inzwischen über eine riesige Bandbreite an Qualifikationen und Kompetenzen, die von einer einjährigen Pflegeassistenzausbildung bis hin zur Vollakademisierung mit Spezialisierungen in vielfältigsten Fachrichtungen reichen. Der in früheren Zeiten gültige Regelfall einer ein- oder dreijährigen Ausbildung als alleinige Grundlage des Qualifikationsprofils ist heute kaum mehr gültig. Insbesondere im Intensivbereich müssen Pflegende in einem hohen Maße zusätzlich und mehrfach qualifiziert sein, sonst erfüllt das Krankenhaus bestimmte Qualitätsnormen nicht, z. B. bei der Behandlung des Bauchaortenaneurysma:

„ (3) (…) 2 50% der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Pflegedienstes müssen eine Fachweiterbildung im Bereich Intensivpflege und Anästhesie gemäß der Empfehlung der Deutschen Krankenhausgesellschaft („DKG-Empfehlung zur Weiterbildung für Krankenpflegepersonen in der Intensivpflege“ vom 11. Mai 1998 oder „DKG-Empfehlung zur Weiterbildung von Gesundheits- und (Kinder-)Krankenpflegekräften für die pflegerischen Fachgebiete Intensivpflege, Funktionsdienste, Pflege in der Onkologie, Nephrologie und Psychiatrie“ vom 20. September 2011) oder einer gleichwertigen landesrechtlichen Regelung abgeschlossen haben.“ (Gemeinsamen Bundesausschusses über Maßnahmen zur Qualitätssicherung G-BA 2008, S. 4)

Damit wird ein weiteres Problem der Leistungsbeschreibung in der Pflege deutlich: Die Leistungserbringung ist im Spektrum der Akutpflege in der Maximalversorgung bereits dermaßen spezialisiert, dass sie nicht aufwandsgerecht klassifiziert werden kann. Pflegeexperten sind im Vergütungssystem (und auch im Tarifrecht) bisher nicht vorgesehen. Sie werden – wo vorhanden - im Pflegebereich durchgehend quersubventioniert. Die Situation stellt sich im internationalen Umfeld anders dar und könnte durch eine Übernahme des Konzeptes des Advanced Nursing Practitioners (ANP) für Deutschland entwickelt werden: „Die Ergebnisse der Care-Study M-V könnten somit eine Ausgangsbasis für die Entwicklung eines deutschen Konzeptes für die erweiterte Pflegepraxis nach dem Vorbild des ANP darstellen.“ (Dreier et al. 2015, S. 293)

Ein zusätzlicher, nicht vergüteter Qualitätsaspekt der Intensivpflege ist die Versorgung der normalstationären und ambulanten Bereiche mit akuter Notfallversorgung, z. B. im Falle einer Reanimation. Hierfür haben die medizinischen Fachgesellschaften Qualitätsstandards entwickelt oder aus internationalen Fachgruppen übernommen, die eine schnelle Versorgung im Bedarfsfall gewährleisten. Die Leistung an sich muss vorgehalten werden. In der Stichprobe waren die Beschäftigten mit den entsprechenden Diensten von der Aufwandserhebung ausgeschlossen worden, um Verzerrungen zu vermeiden. Das sogenannte MET-Team (medical emergency team) „betreut alle Bereiche auf dem Kliniksgelände (…). Es kommt grundsätzlich jedem Hilfeersuchen im medizinischen Notfall nach und ist für diese Aufgabe zusätzlich mit einem Fahrzeug ausgestattet, um alle Punkte des Klinikgeländes schnell zu erreichen. In den Versorgungsbereich des MET fallen also nicht nur die in

Behandlung befindlichen Patienten, sondern grundsätzlich alle Menschen, die sich auf dem Kliniksgelände Venusberg aufhalten (Bedienstete des UKB, Besucher, Studenten usw.).“ (Anästhesiologischen Klinik des Universitätsklinikum Bonn 2012)

Zusätzlich richten die Intensivstationen die jährlich stattfindenden Erste-Hilfe Pflichtfortbildungen (basic-life-support, bls) für die weiteren Beschäftigten des Klinikums aus. Dabei handelt es sich um Dienste, die nicht abrechnungsfähig sind, aber als Versorgungsstruktur entscheidend der Patientensicherheit und der Qualität der Behandlung dienen.

Insgesamt zeigt sich, dass das patientenbezogene pflegerische Tätigkeitsspektrum in den Patientenakten der Stichprobe nur völlig unzureichend dokumentiert ist und zwar unabhängig davon, ob Dokumentationen zu Erlöszwecken oder zur Qualitätssicherung und Fallbeschreibung erstellt wurden.

5.9 Modelleignung für die Abbildung von Pflegeaufwand auf der Intensivstation

Es wurde aufgezeigt, dass viele Pflegeleistungen in der Dokumentation der vorliegenden Stichprobe fehlen und deshalb weder pflegetagbezogen validiert noch erlöst werden konnten.

Aus den im Kapitel „Auswahl der Leistungsgruppen“ beschriebenen fünf Leistungsgruppen Erlösvariablen, Strukturvariablen, patientenzustandsbezogene Daten, Zu- und Ableitungen und Pflegeleistungen ist interessanterweise die Leistungsgruppe Zu- und Ableitungen diejenige mit den in den Analyseergebnissen meisten signifikanten Variablen:

- Perfusor
- Urostoma
- VAC
- Pulmonaliskatheter (TISS-Einzelparameter)
- arterieller Katheter (TISS-Einzelparameter)

Es wird deutlich, dass insbesondere technisch-medizinische Leistungen dokumentiert und in der Folge auch erlöst werden. Dies entspricht einer grundsätzlichen Methodik oder auch einem Mangel im Gesundheitswesen, der auch bei der Abbildung ärztlicher Leistungen immer wieder zu Kritik führt.

Der Umstand nicht dokumentierter und nicht anerkannter Leistungen, welche Pflegende im Rahmen ihrer Aufgaben im Akutkrankenhaus durchführen, kann nur überwunden werden, wenn ein Klassifikationsmodell die fehlenden Tätigkeiten in das Portfolio der Pflegetätigkeiten übernimmt und das umfassende Aufgabenspektrum erlöswirksam anerkannt wird.

Dabei geht es nicht um eine Pflegetheorie in klassischem Sinn, die sich mit den patienten- bzw. angehörigenbezogenen Interaktionen, Systemen und Entwicklungen beschäftigt und welche naturgemäß kontextunabhängig gültig sein muss, sondern um eine Tätigkeitsklassifikation der Pflege im Akutkrankenhaus und in diesem Sinne um ein Systemmodell des Pflegeaufwands im Akutkrankenhaus.

Bereits in den 90`ger Jahren wurde durch die Pflegepersonalregelung (PPR) auf der Normalstationen der Umsetzungsversuch einer systematischen Aufgabenklassifikation der Berufsgruppe Pflege versucht. Tatsächlich ist die PPR ein sehr gutes Beispiel für das Scheitern der Akzeptanz von umfassenden Kernaufgaben von Pflegenden im Krankenhaus. Die PPR-Einführung resultierte in pauschalen Aufwandsminutengrößen, die in der Folge zu einem deutlichen Stellenzuwachs führten.

Der sich abzeichnende Mehrbedarf führte sehr schnell dazu, dass das vom Gesetzgeber selbst definierte Instrument PPR wieder ausgesetzt und nicht mehr anerkannt wurde, bekanntermaßen mit der Einleitung eines über viele Jahre folgenden Stellenabbaus. (vgl. Wieteck 2015, F. 2)

Im internationalen Sprachraum gibt es einige umfassendere Systeme, die auch die nicht patientenbezogenen Faktoren berücksichtigen und eine Zuordnung von Pflegeaufwand zu Pflegeressourcen berechnen. Hier wurde das Problem, welches für die Übertragung von Patientenklassifikationssystemen auf die Leistungszeit der Pflegenden entsteht bereits erkannt: „Regarding bottom-up costing procedures, one important limitation of the workload scoring systems is that they do not cover all the nursing activities in the ICU.“ (Reis Miranda und Jegers 2012, S. 1109)

Zwei Systeme, die sowohl wissenschaftlich evaluiert, als auch in nennenswerter Größe in jeweiligen Stichproben überprüft wurden und flächendeckend Anwendung finden, sind der bereits angesprochene Nursing Activity Score (NAS) und das Klassifikationssystem RAFAELA™ aus Finnland.

(vgl. Fagerström und Vainikainen 2014; Frilund und Fagerström 2009; Rauhala und Fagerstrom 2004; Fagerström et al. 2000; Miranda et al. 2003; Padilha et al. 2008; Altafin et al. 2014)

RAFAELA™ besteht aus den beiden Anteilen OPCq (Oulu patient classification) und PAONCIL (professional assessment of optimal nursing care intensity level). Beide Bereiche werden über ein lineares Regressionsverfahren mit den täglich zur Verfügung stehenden Ressourcen, zusammengeführt. Der erste Teil deckt die patientenbezogenen Pflegetätigkeiten ab:

- Pflegeplanung und Umsetzung
- Atmung, Kreislauf, Krankheitssymptome
- Ernährung und Medikation

- Hygiene und Flüssigkeiten
- Mobilität, Schlaf und Gesundung
- Anleitung, Beratung, Information und emotionale Unterstützung

Der zweite Teil enthält die nicht patientenbezogenen Faktoren:

- Arbeitsorganisation
- Dienstplanung
- Personalausfall
- Besprechungswesen
- Schülerausbildung
- Arzt-Pflege-Kooperation
- Zusammenarbeit mit weiteren Berufsgruppen
- Zusammenarbeit mit anderen Bereichen
- Teamarbeit
- Eigene Arbeitskonstitution
- Stresslevel
- weitere Faktoren

In einer Studie 2014 wurden über die genannten Variablen hinaus weitere nicht patientenbezogene Faktoren noch einmal als besonders relevant differenziert. Hierzu gehört z. B. Ausfallkompensation, Arbeitsbedingungen, Telefongespräche, Arbeitsunterbrechungen, eigene Anspruchshaltung, u.ä. (Fagerström und Vainikainen 2014, S. 3-5)

Dies sind Faktoren, die auch im deutschen Krankenhausalltag Relevanz haben. Eine deutsche Adaption könnte sinnvoll sein; dafür wäre eine Übersetzung und in einem ersten Schritt eine Machbarkeitsstudie notwendig.

Auch eine Implementierung des NAS wäre denkbar, um sich der Vollständigkeit der vorhandenen Pflegeleistungen auf der Intensivstation im Akutkrankenhaus anzunähern. Der NAS erhebt mit seinen Variablen im Gegensatz zum TISS-28 die Durchschnittszeit, die eine Pflegekraft für die jeweilige Tätigkeit benötigt. (Reis Miranda und Jegers 2012, S. 1108)

Durch die heute vorhandenen elektronischen Erfassungssysteme ist eine Synopse aus den verschiedenen Elementen auch bei unterschiedlichen Voraussetzungen in den Akutkrankenhäusern möglich.

Eine wesentliche Frage, die bei der Entstehung eines solchen Modells Berücksichtigung finden muss, ist die Gewichtung der Einzelleistung je Schicht. Auch hier sind die im Ausland gefundenen Modelle einen wesentlichen Schritt weiter gegenüber den in Deutschland derzeit gelebten Einstufungen zur Leistungsintensität nach Punktsummen wie TISS-10-Core und SAPS II.

So wird in RAFAELA™ die patientenbezogene und mit Punkten bewertete Leistungszeit regelmäßig anhand einer weiteren Erhebung validiert, in welcher die Pflegekräfte über einen Zeitraum von vier bis sechs Wochen täglich angeben, ob die Relation zwischen der „nursing intensity“ und den „patient needs“ ausreichend war. (Fagerström und Vainikainen 2014, vgl. S. 2)

Der NAS enthält eine zeitliche Gewichtung für jede einzelne durchgeführte Variable, die in Abhängigkeit der Häufigkeit ihrer Durchführung stark variiert. So kann das Monitoring eine Gewichtung von 4.5, 12.1 oder 19.6 annehmen, je nachdem, ob es stündlich, halbstündlich oder viertelstündlich durchgeführt wurde. Auf diese Weise kann bei einem Patienten auch eine Gewichtung entstehen, die zu mehr als 100 Prozent Arbeitszeit je VK und Schicht führt. „Opposite to the therapeutic indexes (using a panel of experts), the weights of NAS represent the calculated percentage of nursing time (one period of 24 hrs) dedicated to the performance of activities listed. The sum of the individual items scored is the amount of time consumed with the executed activities (or nursing work time) during that particular patient/day.” (Miranda et al. 2003, S. 379)

Aus dem für die Intensivstation dokumentierten und überprüften Leistungskatalog und den beschriebenen, jedoch nicht dokumentierten, aber vorhandenen Leistungen könnte auch ein in Deutschland selbst entwickeltes Modell entstehen, dass die Aufwandszeit wesentlich besser charakterisieren würde und über welches sich die abgebildeten Leistungen, aber eben auch die vielen nicht abgebildeten Leistungen sinnvoll erfassen und strukturieren ließen. Sie basieren auf fünf Leistungssäulen, unter die jeweils beliebig viele Leistungen einsortierbar sind, für die in Abbildung 107 beispielhafte Leistungen aufgeführt werden.

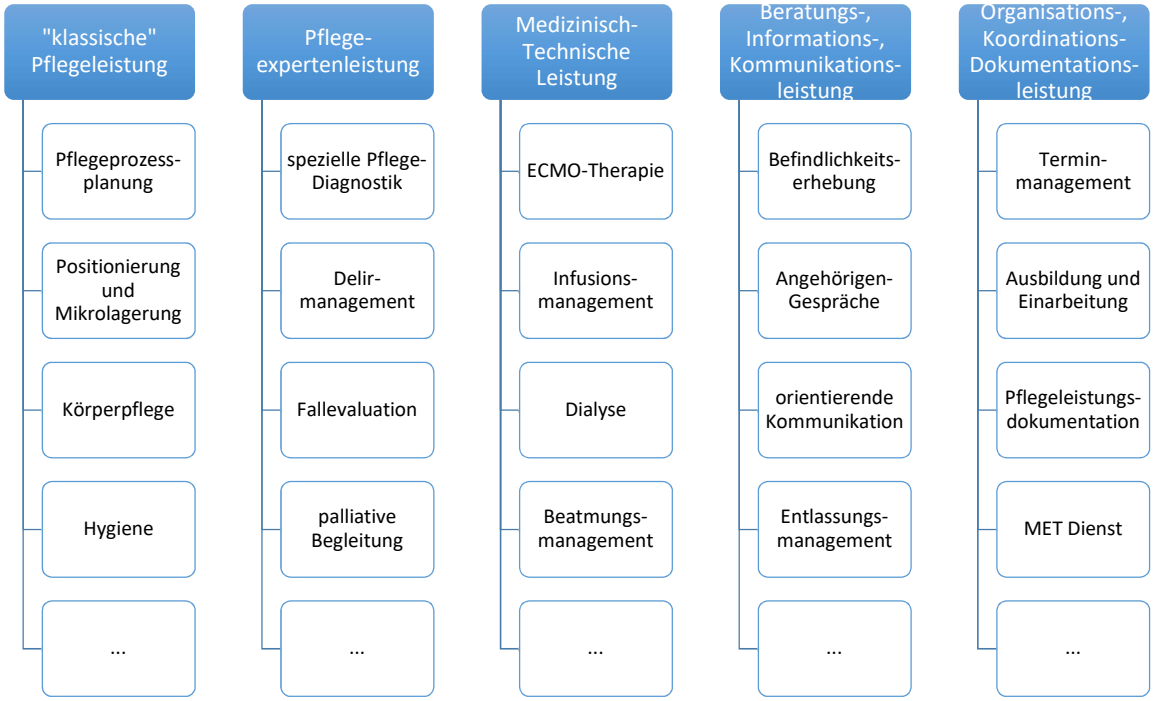

Abbildung 107 Modellentwurf Pflegeleistungskategorien

Die Frage, welche Gewichtung oder Zeitanteile der jeweiligen Leistung zuzuordnen sind, ist zu evaluieren. Eine Aufgabe, der sich bisher keines der vorhandenen und im deutschsprachigen Raum implementierten Systeme wie LEP oder InPuls gestellt hat.

Der in der Abbildung skizzierte Modellentwurf zeigt auf, dass die in den Analysen dieser Arbeit diskutierten erlösrelevanten und signifikanten Variablen Perfusor, ECMO, Dialyse, art./pul.Katheter, Intervention ICU, Beatmung, Azidose, VAC, Bilanz alle in den Bereich der medizinisch-technischen Kategorie fallen. Damit wird das vorhandene Dilemma der Erlössituation in der Pflege im Akutkrankenhaus in Deutschland ersichtlich. Erlöst wird, was einen deutlichen Sachmittelverbrauch produziert und in berufsgruppenübergreifenden Prozeduren, Diagnosen und Zusatzentgelten quantifizierbar ist.

Für ein Fünf-Säulen-Modell müssten Gesetzgeber, Kostenträgerseite, Unternehmensmanagement und auch die Pflegefachkräfte selbst sich von dem Gedanken eines nur die klassischen patientenbezogenen Pflegeaktivitäten repräsentierenden (Theorie)modells trennen und akzeptieren, dass der Pflegeberuf im Akutkrankenhaus viele überlappende Funktionen hat, die in Anteilen zwar durchaus von unterschiedlichen Berufsgruppen ausgeführt werden können, aber aufgrund der notwendigen Systemkonvergenz und Qualitätsstabilität nicht gesplittet werden dürfen, ohne zusätzliche Kosten zu verursachen und welche in den angesprochenen Systemen aus Finnland (RAFAELA™) und Belgien (NAS) in wesentlichen Anteilen als von Pflegenden durchzuführende Leistungen vorhanden sind.

Leider sind die zurzeit diskutierten „Lösungen“ in Deutschland für das immer offensichtlicher werdende Problem fehlender pflegerischer Ressourcen weder kreativ noch effektiv. Die Politik definiert eine Mindestbesetzung für bestimmte Bereiche und erhofft sich darüber eine Lösung der hochdifferenzierten Problemlage.

5.10 Aktuelle Lösungswege der Politik

Seit Jahren wird um die Frage gerungen, wieviel und welches Pflegepersonal im Krankenhaus notwendig sind. Akteure der Diskussion sind neben den Interessensvertretern der Pflege Kostenträger, Kassenvertreter, Management der Krankenhäuser und Gesetzgeber. Je nach Perspektive wird der Systemlandschaft ein Personalmangel bescheinigt oder auch nicht. (Augurzky et al. 2016; Braun et al. 2010; Zander et al. 2014)

Unstrittig sind in Deutschland die deutlich schlechtere Ausgangslage im Vergleich zu den europäischen Nachbarländern und der Trend zu einer immer schlechter werdenden Ausstattung mit qualifiziertem Personal. Pflegende in Deutschland haben es bis heute auf politischer Ebene nicht geschafft, die Notwendigkeit einer Professionalisierung mit einhergehender Akademisierung und den darauffolgenden Emanzipationsprozessen als Qualifikationsstandard durchzusetzen. Vielmehr hat Deutschland sich bei der Vereinheitlichung von EU-Recht gegenüber den anderen Ländern mit seiner Forderung auf einen Verbleib im Ausbildungsniveau auf Fachoberschulniveau (Realschulabschluss) im Gegensatz zur Qualifikation z. B. im Hebammenwesen durchsetzen können (Europäische Union 20.11.2013, vgl. Absatz 20). Es ist vielfach eher versucht worden, das System Krankenhaus über Aufgabendelegationen vermeintlich günstiger zu machen und nicht etwa, durch eine flächendeckende Akademisierung das Berufsbild der Pflegekräfte aufzuwerten. Ängsten vor einer Überteuerung des Systems auf Kostenträgerseite ist damit ein großes Gewicht gegeben worden. Auf politischer Ebene sind die dynamische Entwicklung einer notwendigen höheren Fachlichkeit und der Anforderungsanstieg innerhalb des Akutkrankenhauses auf vielen Ebenen nicht weiterverfolgt worden.

Immerhin forderte der Wissenschaftsrat der Bundesregierung bereits 2012: „In bestimmten Bereichen – wie z. B. der Patientenedukation und Beratung, der Versorgung mit vermehrt technischer Unterstützung und der Versorgungssteuerung – übernimmt pflegerisches, therapeutisches und geburtshelferisches Fachpersonal bereits heute Aufgaben hoher Komplexität; eine weitere Komplexitätssteigerung ist absehbar. Angesichts dieser Entwicklung hält es der Wissenschaftsrat für zunehmend wichtig, dass die mit besonders komplexen Aufgaben betrauten Angehörigen der Gesundheitsfachberufe ihr eigenes pflegerisches, therapeutisches oder geburtshelferisches Handeln auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnis reflektieren, die zur Verfügung stehenden

Versorgungsmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Evidenzbasierung kritisch prüfen und das eigene Handeln entsprechend anpassen können.“ (Wissenschaftsrat der Bundesrepublik Deutschland (WR) 2012, S. 8)

Mehrere Pflegeförderprogramme, einschließlich des durch Pflegewissenschaftler entwickelten Instrumentes PKMS, haben die zunehmend schwierige finanzielle Situation des Berufsfeldes der Pflege in den Krankenhäusern nicht lösen können. In Verbindung mit dem durch die gesetzlichen Vorgaben entstehenden enormen Bürokratieaufwand sind die Gelder

- nur teilweise abgerufen worden,
- nicht bei der Berufsgruppe der Pflegenden angekommen und
- im Gesamtvolumen ohne entscheidende Strahlkraft geblieben.

Häufig sind die nachgeordneten Hürden durch die Dokumentationspflicht und die Prüfungen durch den MDK so enorm, dass lieber auf die Erlöse verzichtet wird, als die Strukturen aufzubauen, um den Nachweis für die notwendigen Leistungen sicher erbringen zu können.

So wurde für das Pflegeförderprogramm der Nachweis eines Stellenaufbaus auf den Normalstationen gesetzlich in ein Verhältnis zwischen dem Stichtag 01.01.2016 und den darauffolgenden Jahresdurchschnitten gesetzt. Dieser Vergleich ist eine an sich bereits schwierige Konstellation, die bedeutet, dass die Anzahl Pflegekräfte in Vollzeitäquivalenten zum Stichtage 1. Januar, der bekanntermaßen mit dem Beginn vieler Arbeitsverträge gleichzusetzen ist, einem kompletten Jahresdurchschnittswert gegenübergestellt wird, der dementsprechend insgesamt niedriger ausfallen muss, als dieser erste und einzige Zeitpunkt. Hinzu kommt, dass der Gesetzestext ausschließlich dreijährig examiniertes Pflegepersonal als Stellenmehrung zulässt. (Bundesrepublik Deutschland 2017, § 4 (8))

In der inzwischen angespannten Stellenmarktsituation ist aber eine Entlastung des Pflegepersonals durch neues Pflegepersonal durchaus schwer zu realisieren. Medizinisches Fachpersonal zur Verstärkung der Teams dürfen nicht gezählt werden, ebenso lässt der Gesetzgeber leider außer Acht, dass international rekrutiertes, hochqualifiziertes Pflegepersonal zunächst eine Anerkennungsmaßnahme in Deutschland durchlaufen muss, die je nach Behörde durchaus ein Jahr in Anspruch nehmen kann. Für die Dauer dieser Anerkennung werden die Pflegefachkräfte lediglich als Krankenpflegeassistenzpersonal gezählt. Somit werden auch diese Bemühungen um eine Personalaufstockung im Kontext des Gesetzes nicht mitgezählt.

Auch wurden die Mittel für Förderprogramme in der Regel nicht zusätzlich zum vorhandenen Krankenhausbudget gewährt, sondern durch Umverteilung realisiert, so dass zunächst optimistisch klingende Programme keinen Mehrwert für die Krankenhäuser brachten: „Zur Stärkung der

unmittelbaren pflegerischen Patientenversorgung (Pflege am Bett) wird ein Pflegestellen-Förderprogramm eingerichtet. In den Jahren 2016 bis 2018 belaufen sich die Fördermittel auf insgesamt bis zu 660 Mio. Euro. Ab 2019 stehen dauerhaft 330 Mio. Euro pro Jahr zur Verfügung. Dadurch können voraussichtlich 6.350 neue Stellen geschaffen werden, die ausschließlich der Pflege am Bett zu Gute kommen." (Bundesministerium für Gesundheit und Frauen 2015, Abs. 2)

Gleichzeitig folgte jedoch im Rahmen dieser Änderung des Krankenhausstrukturgesetzes die Streichung des seit 2013 existierenden Versorgungszuschlages in Höhe von 0,8% der DRG Vergütung. Diese Streichung soll durch den Pflegezuschlag ausgeglichen werden: „Für Krankenhausaufnahmen ab dem 1. Januar 2017 erhalten allgemeine Krankenhäuser einen Pflegezuschlag, der den Versorgungszuschlag ersetzt (§ 8 Absatz 10 KHEntgG in der ab 2017 geltenden Fassung). Das bundesweite jährliche Volumen für den Pflegezuschlag wird gesetzlich auf 500 Mio. € festgelegt. Die Fördersumme des einzelnen allgemeinen Krankenhauses bestimmt sich nach seinem Pflegedienstpersonalkostenanteil an den Gesamtpflegedienstpersonalkosten nach dem Kostennachweis des Statistischen Bundesamtes (StBA)." (Rau 2015, S.1127)

Auch die Finanzierungsänderungen innerhalb des DRG-Systems, die seit einigen Jahren immer wieder vorgenommen werden und helfen sollen, die Unterfinanzierung des Pflegebereiches zu reduzieren, werden ausschließlich durch Umfinanzierung im System realisiert. Selbst diejenigen, die das DRG-System mit entwickelt und aufgebaut haben, bezweifeln positive Effekte für die Pflegenden aus den Änderungen im G-DRG-System 2018. In einer Stellungnahmen zu den Anpassungen durch Prof. Dr. Roeder heißt es unter anderem: „Maßgeblichen Einfluß sollen dabei die neuen Zusatzentgelte für die Abbildung von Pflegeleistungen haben (es handelt sich um den Einbezug der Pflegegrade in das DRG-System, Anm. der Autorin). (…) Dies sind weniger als ein Prozent der in den DRG-Vergütungen enthaltenen Erlös- bzw. Kostenanteile für die Stationspflege." (Fiori et al. 2018, S. 32) Und im Fazit stellen die Autoren heraus: „Mehr Geld wird der Pflege durch die neuen Zusatzentgelte mit großer Wahrscheinlichkeit nicht zur Verfügung stehen. (…) Die betriebswirtschaftlichen Anreize, mit möglichst wenig Personal möglichst viel Leistung zu erbringen, werden auch bei einer höheren Refinanzierung von Pflegekosten nicht beseitigt. (Fiori et al. 2018, S. 38) Die Übertragung der Pflegegrade aus dem Pflegekontext in den akutstationären Krankenhausbereich ist aus pflegewissenschaftlicher Sicht keinesfalls sachgerecht.

Die in dieser Arbeit beschriebenen Probleme der aufwandsgerechten Erlösgenerierung, die durch die insuffizienten Leistungserfassungssysteme ihren Ursprung haben, müssen gegen eine adäquate Leistungsbeschreibung und Refinanzierung ausgetauscht werden.

Die Strategie der Regierung zur Lösung der Pflegebelastung und zum Handlungsbedarf aus gesetzgeberischer Sicht befasst sich inzwischen mit der Formulierung von sogenannten Personaluntergrenzen in pflegesensitiven Bereichen. Hierzu hat sie 2017 ihre Schlussfolgerungen aus den Beratungen der Expertinnen- und Expertenkommission „Pflegepersonal im Krankenhaus“ veröffentlicht. (Bundesgesundheitsministerium Berlin, 07.03.2017)

In dem Papier werden drei Maßnahmen zur Verbesserung der Situation genannt: (ebd.)

1. Verbesserung der Abbildung des Pflegebedarfes durch laufende Maßnahmen

Gemeint ist hier die Weiterentwicklung des DRG-Systems, mit den beiden aus den Pflegegraden entwickelten Zusatzengelten, deren Kosten aus den bisherigen Fallkostenkalkulationen im Casemix aller DRG herausgerechnet werden. Hinzu kommen einige wenige DRG, die durch das Vorhandensein eines Pflegegrades entsprechend aufgewertet werden. Diese machen aber nur einen Bruchteil des Casemix eines Krankenhauses aus. Viele Häuser werden die entsprechenden DRG nicht im Portfolio ihres Hauses haben.

2. Überführung der Mittel des Pflegestellenförderprogramms in den Pflegezuschlag

Der Gesetzgeber lässt die abgerufenen Fördergelder aus den Jahren 2016 bis 2018 ab dem Jahr 2019 in das Gesamtbudget des Pflegezuschlags einfließen. Die Nachweispflicht für die Stellenmehrung fällt dann weg. Allerdings werden die abgerufenen Mittel insgesamt aus den oben genannten Gründen niedriger ausfallen.

3. Verbesserung der Abbildung des allgemeinen Pflegebedarfes durch die Festlegung von Personaluntergrenzen in pflegesensitiven Bereichen

Keine der Ansätze bietet Lösungen für die sich immer schärfer abzeichnende Versorgungslücke. Interessant ist, dass alle drei Ansätze kaum noch versuchen, Leistungsmerkmale des Pflegeberufes im Akutkrankenhaus auch nur ansatzweise zu erfassen und darzustellen. Vielmehr geht es um Budgetumverteilung von im System vorhandenen Geldern mit Hilfe von Kennzahlen, die nur Ist-Werte, z. B. Personalkosten der Krankenhäuser ausdrücken. Auch der Bezug auf die Pflegegrade, der eine Pflegekategorisierung nahelegen soll hat nur sehr wenig mit den Realitäten der Pflegeintensität, des Pflegebedarfs und des Patientenzustandes im Krankenhaus zu tun und stellt eine Pseudokategorisierung für die Pflegeintensität im Akutkrankenhaus dar. Als ein echtes Instrument zur Darstellung von Pflegeintensität im Akutkrankenhaus sind Pflegegrade nicht geeignet.

Die Vertragspartner auf Bundesebene werden gesetzlich beauftragt, „geeignete Personaluntergrenzen in pflegesensitiven Bereichen, unter Einbeziehung von Intensivstationen und der Besetzung im

Nachtdienst, verbindlich festzulegen. Die Vereinbarung der Vertragspartner auf Bundesebene ist bis zum 30. Juni 2018 mit Wirkung zum 1. Januar 2019 zu treffen.“ (Bundesgesundheitsministerium Berlin, 07.03.2017, ebd.)

Grundlage der Schlussfolgerungen sind erste Ergebnisse eines vom Hamburg Center of Health Economices erstellten Gutachtens über Personaluntergrenzen in „pflegeintensiven Abteilungen“. Der Innovationsfond des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) fördert mit 570.000 € ein Projekt des Hamburg Center of Health Economices mit dem Titel „PPE – Pflegeintensität und pflegesensitive Ergebnisindikatoren in deutschen Krankenhäusern“, welches aus sogenannten Routinedaten der Krankenhäuser und Krankenkasse den Zusammenhang zwischen der Pflegekraftverhältniszahl und der Qualität der Behandlung der Patienten – wie beispielsweise während des Krankenhausaufenthaltes zugezogene Wundinfektionen auswertet. (vgl. Schreyögg 2017)

Die Vertragspartner GKV und DKG verhandeln seit 2017 entsprechend des Auftrages um die Frage, wo die Grenzen der notwendigen Handlungsansätze für Personalmindestmengen zu ziehen sind. Um eine gemeinsame Verhandlungsgrundlage zu haben, gaben GKV und DKG der KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft ein Gutachten in Auftrag.

„Das Ziel der von der KPMG durchgeführten Studie besteht in der Auswertung von krankenhausbezogenen Informationen zur Darstellung der derzeitigen Personalbesetzung in sechs pflegesensitiven Bereichen. Hierzu zählen die Geriatrie, die Herzchirurgie, die Intensivmedizin, die Kardiologie, die Neurologie sowie die Unfallchirurgie.“ (Friedrich et al. 2018, S. 1)

Das Gutachten greift in seinem Urteil auf eine durchgeführte Befragung der Krankenhäuser zu Personalausstattung auf Basis von Ist-Werten von Dienstplänen aus 2016 zurück. Für die patientenbezogenen Daten wird der § 21 Datensatz 2016 sowie der Pflegelastkatalog des InEK, Version 0.99 (InEK GmbH 2018) herangezogen und für die Datenlage 2016 umgruppiert. (Friedrich et al. 2018, S. 13)

Damit greift auch dieser Ansatz in allen herangezogenen Datensätzen wieder nur auf bestehende Situationen und Ist-Daten zurück. Das Ziel eines leistungsgerechten Ansatzes soll hiermit nicht verfolgt werden. Es gibt inzwischen eine gesicherte Studienlage darüber, dass Pflegende Leistungen aufgrund des Zeitmangels während der Schicht rationieren. Dies sind insbesondere Patientengespräche, Beratung und Schulung sowie Pflegeplanung und Dokumentation (Ball et al. 2014; Ball et al. 2016)

Auf Grundlage der bestehenden Personalmengenansätze der Krankenhäuser hat der Gesetzgeber eine Untergrenze festgelegt, die die schlechtesten Personalbesetzungen innerhalb der genannten pflegesensitiven Bereiche wiederspiegelt und die ab 01.01.2019 nicht unterschritten werden darf:

„Hierfür wurde nach Abstimmung mit den Auftraggebern GKV-SV und DKG das untere 10 Prozent-Perzentil (Dezil) sowie das 25 Prozent-Perzentil (unteres Quartil) bestimmt und mittels einseitigem t-Test statistisch untersucht, ob die Personenverhältniszahlen an diesen Stellen signifikant kleiner sind als der Mittelwert der zugehörigen Stichprobe.“ (Friedrich et al. 2018, S. 2)

Da sich die Verhandlungspartner zum 30.06.2018 trotz des Gutachtens nicht auf gemeinsame Vorgaben in pflegesensitiven Bereichen einigen konnten, hat das Bundesgesundheitsministerium am 23. August 2018 in einem Referentenentwurf eine Ersatzvornahme für vier der sechs pflegesensitiven Bereiche im Akutkrankenhaus vorgegeben und dabei die Ergebnisse und Anhaltszahlen das Gutachtens nach dem Quartilsansatz berücksichtigt. (Bundesgesundheitsministerium 2018a, § 6)

Nach einer einmonatigen Rückmeldefrist der Selbstverwaltungspartner wurden die im Referentenentwurf festgelegten Untergrenzen und die Rahmenbedingungen im Gesetz nach oben korrigiert. Die Verordnung ist mit den hinterlegten Pflegepersonaluntergrenzen, wie in Tabelle 109 ausgewiesen, am 10.10.2018 im Bundesanzeiger veröffentlicht worden. (Bundesgesundheitsministerium 2018b, S. 1634 § 6)

Bereich	Tagschicht*	Nachtschicht*	Anteil Pflegehilfskräfte Tagschicht in %	Anteil Pflegehilfskräfte Nachtsschicht in %
Intensivmedizin	2,5	3,5	8%	8%
Int. ab 01.01.2021	2	3	8%	8%
Geriatrie	10	20	20%	40%
Unfallchirurgie	10	20	10%	15%
Kardiologie	12	24	10%	15%

**Es handelt sich bei den Zahlen um Verhältniszahlen. Gemeint ist die Anzahl an Patienten je einer Pflegekraft (z.B. 2,5 Patienten je einer Pflegekraft Intensivmedizin Tagschicht)*

Tabelle 109 Pflegepersonaluntergrenzen-Verordnung vom 05.10.2018

Fakt ist, dass der Gesetzgeber mit der Maßnahme weder eine sinnvolle Perspektive für die Aufwandskalkulation eines annähernd vollständigen und umfassenden Tätigkeitskatalog der Pflege im Krankenhaus bietet, noch eine Personalvorgabe berechnen kann, die sich - anders als bisher - nicht nur aus zu niedrig kalkulierten Ist-VK-Modellen zusammensetzt, sondern aus fundierten leistungsgenerierten und auf die einzelnen Bereiche, Strukturen und Patienten als Kostenträger rückführbaren Quellen speist.

Er folgt damit im Wesentlichen den Aufwandsberechnungen der Kostenträger, die mit der Lösung alle Möglichkeiten in der Hand behalten, die Personalkosten der Pflege – wenn überhaupt notwendig - entsprechend umzuverteilen.

6 Zusammenfassung

Arbeitszeitmessungen zum Abgleich von Pflegeaufwand und Pflegeleistungen gibt es kaum. Vorhandene Scoring-Systeme und Patientenklassifikationen sind in der Regel über Expertenmeinungen entstanden. Pflegeaufwand und Pflegeleistung auf der Intensivstation unterliegen einer Vielzahl von Einflussfaktoren, die Tätigkeitsinhalt und Arbeitsbedingungen der Pflegenden bestimmen. Hierzu gehören:

- Pflegefachlichkeit
- medizinisch-technische Therapieformen
- Gesetze und Vergütungsvorgaben
- vorgegebene Kosten- und Erlöskalkulation, teilweise mittels Scoringsystemen
- Management und Budgetverteilung im Krankenhaus
- Strukturen, z. B. baulicher, infrastruktureller und personeller Art
- Unternehmensphilosophie

Der Abgleich von Pflegeleistungsdokumentation und Pflegezeit in den parametrischen und nichtparametrischen Regressionsverfahren der linearen Regression, der Regressionsbäume, der Multiadaptive Regression Splines und der Mehrebenenanalyse kann in der Stichprobe nur einen geringen Zusammenhang zwischen den dokumentierten Leistungen und dem Zeitaufwand der Pflegefachkräfte nachweisen.

In den genannten Analysemethoden werden nur wenige Variablen und diese mit geringer methodenübergreifender Bedeutung aufgedeckt. Hierzu zählen die Variablen Perfusor, die OPSECMO (Lungenersatztherapie), die TISS-Punktsumme (Therapeutic Intervention Scoring System) bzw. die TISS-Einzelparameter arterieller Katheter und pulmonaler Katheter, die Dialyse, eine Azidose und die Intervention auf der Intensivstation.

In einzelnen Modellen zeigen sich darüber hinaus Variablen von *partieller* Bedeutung. Insbesondere aus dem pflegerischen Leistungspaket sind dies die Variablen Bilanz, Versorgung eines Urostomas, CPAP-Beatmung (continuous positive airway pressure), Drainagenversorgung, Wundkontrolle, Absaugen, Lagerung sowie aus dem zustandsbezogenen Leistungspaket die RASS (Richmond Agitation Sedation Scale) und aus dem erlösrelevanten Leistungspaket die Beatmung und der SAPS (Symplified Acute Physiology Score). Dies scheint ein Hinweis darauf zu sein, dass Einzelleistungen pflegerischer Tätigkeiten in unterschiedlichem Kontext und unterschiedlicher Konstellation nicht zu gleichen Aufwandszeiten führen und schlicht summiert werden können, sondern dass diese situativ,

konstellativ und kontextuell jeweils andere Zeitmuster ergeben und zeitlich und inhaltlich zu extrem variablen Leistungskomplexen verschmelzen.

In Abhängigkeit vom Schichtbezug ergeben sich divergierende Variablen-Zeit-Zusammenhänge. Die Bestimmtheitsmaße nehmen vom Früh- zum Nachtdienst hin deutlich ab; ebenso die Anzahl von Variablen, die eine Bedeutung in der jeweiligen Schicht haben.

Eine systematische und durch die vorhandenen Pflegeleistungen wiederholbare Zeit-/Leistungsrelation kann für die Intensivstation in keiner der verwendeten Regressionsverfahren nachgewiesen werden. Je nach Auswertungsinhalt oder Modell und Methode liegen die Schätzer für die Zusammenhänge mit Ausnahme der großen Interaktionsmodelle von MARS© zwischen acht und achtzehn Prozent Erklärungsgehalt. Ein Großteil der Pflegedokumentation, die Beatmungsminuten und der TISS-10-Core können keinen umfassenden Zusammenhang zwischen Pflegeaufwand und Pflegeleistung herstellen und eignen sich damit nicht als Instrument für die Ermittlung notwendiger Pflegeressourcen auf der Intensivstation. Technische Parameter wie das Lungenersatzverfahren ECMO und der Perfusoreinsatz bilden die stärksten messbaren Zusammenhänge ab. Ein erheblicher Anteil Aufwandszeit wird offensichtlich für nicht dargestellte, nicht dokumentierte oder nicht klassifizierte weitere Tätigkeiten aufgewendet.

Der überwiegende Zeitanteil, den Pflegende in der Stichprobe gemessen haben, lässt sich somit weder durch die verpflichtende erlösbringende Dokumentation, noch durch die im Rahmen des Pflegeprozesses dokumentierten Pflegetätigkeiten erklären, obwohl sich in der Dokumentation bestimmte Variablen sogar doppeln, z. B. Beatmungsminuten und Zu- und Ableitungen. Die im DRG-System vorhandene Fallabhängigkeit für die Aufwandsstärke (Case-Mix-Index) bildet sich pflegetagbezogen nicht ab, vielmehr sind die Aufwandszeiten auch fallbezogen inhomogen.

Analytisch funktionale lineare und nicht lineare Regressionen sind Methoden, die in Daten vorhandene Zusammenhänge finden und herausstellen können. Dafür müssen die den Daten innewohnenden Strukturen als theoretische Modelle vorab bekannt sein und können dann empirisch unter der Voraussetzung eines tatsächlich bestehenden Zusammenhanges belegt werden oder sie müssen verworfen werden.

In der vorliegenden Stichprobe ist der vorab angenommene Zusammenhang zwischen der Aufwandszeit und den dokumentierten pflege- und erlösrelevanten Variablen gering, da wesentliche Leistungen offensichtlich fehlen, z. B. Monitoring, technische Geräteüberwachung, Kommunikation, Dokumentationszeit oder die Disziplinen übergreifende Koordination von Behandlungsprozessen. Ein tragendes theoretisches Modell für die Pflegeleistungen auf Intensivstationen im Akutkrankenhaus, im

Sinne einer wiederhobaren Struktur in den Pflegetagen bestimmter Fälle, ist in den erlösrelevanten Datensätzen der DRG und den in der Stichprobe abgebildeten Pflegedokumentationen nicht sichtbar.

Es muss davon ausgegangen werden, dass selbst strukturierende Methoden, wie z. B. die multidimensionale Skalierung im vorliegenden Datenset aufgrund der mutmaßlich vielen fehlenden Variablen nur ein unvollständiges aufwanderklärendes Modell entwickeln könnten. (vgl. Brühl und Bergmann 2018)

Für die Entwicklung eines umfassenden Datenmodells bedarf es der Ergänzung von im deutschen DRG-System restriktiv vorgegebenen Leistungsparametern der Intensivpflege in mehreren Dimensionen, z. B. um nichtpatientenbezogene, organisatorische, pflegediagnostische und kommunikative Leistungen.

Unternehmen finden zunehmend kein Pflegepersonal unter den gegebenen Bedingungen für die hochkomplexen Aufgabenstellungen, insbesondere in Häusern der Maximalversorgung und der universitären Medizin. Eine gesetzlich vorgegebene Personalmindestmenge kann die notwendige Aufwandszeit nicht adäquat abbilden, da sie keine Relation von Aufwand zu Leistung ermittelt. Sie lindert partiell den vorhandenen Leidensdruck einiger Pflegebereiche. In der vorliegenden Stichprobe entspricht der patientenbezogene Zeitaufwand pro Pflegetag einem Verhältnis von 1:1.5 (VK:Patienten) und liegt damit genau zwischen der Vorgabe der DIVI für intensivmedizinische Überwachungs- und Behandlungspatienten von 1:2 und 1:1. (Jorch et al. 2010, S. 14) Diese Personalvorgabe liegt damit bereits weit über der aktuell von der Regierung vorgegebenen Mindestmengen im Intensivbereich. (Bundesgesundheitsministerium 2018b, § 6 (1))

Eine pauschale Personalvorgabe ist für den Berufsstand der Pflege im Akutkrankenhaus auch deswegen nicht zielführend, da sie zu Rationalisierungsmaßnahmen oder Ressourcenumverteilung an anderer Stelle führen kann; dort, wo gesetzlich nicht reguliert wird.

Mittel- und langfristig muss daher ein System entwickelt oder übernommen werden, welches die Pflegeleistungen vollständig erfasst und die Ressourcen leistungsorientiert verteilt. Dieses System kann entweder aus den wenigen international vorhandenen umfassenden Systemen wie Nursing Activity Score oder RAFAELA® übernommen und für Deutschland adaptiert werden oder völlig neu entwickelt werden. Die Etablierung einer validen pflegerischen Leistungserfassung, welche nicht ausschließlich kalkulationsorientiert ist, sondern den Pflegebedarf in den Blick nimmt, muss gesetzlich verankert werden, um den Pflegeberuf im Akutkrankenhaus wieder attraktiver zu gestalten und dem pflegerischen Auftrag auch aus Patientensicht gerecht zu werden.

7 Literaturverzeichnis

Aiken, Sloane etal. (2014): Nurse staffing and education and hospital mortality in nine European countries: a retrospective observational study. RN4Cast. www.thelancet.com, 2014. In: *thelancet* (Vol 383), S. 24.

Altafin, Juliana Aparecida Morini; Grion, Cintia Magalhães Carvalho; Tanita, Marcos Toshyiuki; Festti, Josiane; Cardoso, Lucienne Tibery Queiroz; Veiga, Caio Fabrício Fonseca et al. (2014): Nursing Activities Score and workload in the intensive care unit of a university hospital. In: *Revista Brasileira de terapia intensiva* 26 (3), S. 292–298.

Anästhesiologischen Klinik des Universitätsklinikum Bonn (2012): MET - Medical Emergency Team. Organisation und Zuständigkeiten des MET am UKB. Hg. v. Anästhesiologischen Klinik des Universitätsklinikum Bonn, Prof. C. Putensen. Internetseiten des UKB. Online verfügbar unter https://www.kai.uni-bonn.de/intensivmedizin/met-medical-emergency-team, zuletzt aktualisiert am 2012, zuletzt geprüft am 09.06.2018.

Association for Common European Nursing (Hg.) (2007): ACENDIO 2007. 6th European Conference of Acendio. Unter Mitarbeit von Nico Oud, Fintan Sheerin, Margareta Ehnfors, Walter Sermeus. ACENDIO 2007. Amsterdam, April 2007. Oud Consultancy. Amsterdam: Oud Consultancy & Conference Management, zuletzt geprüft am 18.10.2018.

Atkinson, Elizabeth; Therneau, Terry (2000): An Introduction to Recursive Partitioning Using the RPART Routines. Hg. v. Mayo Foundation.

Augurzky, Boris; Bünnings, Christian; Dördelmann, Sandra; Greiner, Wolfgang; Hein, Lorenz; Scholz, Stefan; Wübker, Ansgar (2016): Die Zukunft der Pflege im Krankenhaus. Forschungsprojekt im Auftrag der Techniker Krankenkasse. Essen, Essen: Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (Materialien / RWI, Heft 104).

Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Plinke, Wulff; Weiber, Rolf (2003): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 10., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer (Springer-Lehrbuch).

Ball, Jane E.; Griffiths, Peter; Rafferty, Anne Marie; Lindqvist, Rikard; Murrells, Trevor; Tishelman, Carol (2016): A cross-sectional study of 'care left undone' on nursing shifts in hospitals. In: *J ADV NURS* 72 (9), S. 2086–2097. DOI: 10.1111/jan.12976.

Ball, Jane E.; Murrells, Trevor; Rafferty, Anne Marie; Morrow, Elizabeth; Griffiths, Peter (2014): 'Care left undone' during nursing shifts: associations with workload and perceived quality of care. In: *BMJ quality & safety* 23 (2), S. 116–125. DOI: 10.1136/bmjqs-2012-001767.

Baumberger, D.; Bürgin, R.; Bartholomeyczik, S. (2014): Variabilität des Pflegeaufwands in SwissDRG-Fallgruppen. Variability in nursing workload within Swiss Diagnosis Related Groups. In: *Pflege* 27 (2), S. 105–115. DOI: 10.1024/1012-5302/a000350.

Baumberger, D.; Hunstein, D. (2009): The linkage of nursing assessment and nursing workload. In: *Studies in health technology and informatics* 146, S. 36–40.

Bender, Andreas; Deffner, Veronika (2014): R Einführungskurs. Internes Schulungs-Skript. Hg. v. Ludwig-Maximilians-Universität München. Institut für Statistik. München.

Bergmann, Johannes; Brühl, Albert (2017): Dimensionen der Pflegebedürftigkeit – Eine empirische Analyse mit Hilfe der Multidimensionalen Skalierung. In: *KlinischePflegeforschung* 3, S. 117–129. DOI: 10.6094/KlinPfleg.3.117.

Bierbrauer, Axel F. G.; Khan, Kareem; Becker, Heinrich F. (2008): Objektive, quantitative Messung des therapeutisch-pflegerischen Aufwandes für die Beatmungsbehandlung in der internistischen Intensivmedizin. In: *Intensivmed* 45 (3), S. 132–141. DOI: 10.1007/s00390-008-0859-1.

Bierbrauer, Axel von; Burchardt, Christian; Müller, Hans (1998): Die Aussagekraft des Hannover Intensiv Score (HIS) in der internistischen Intensivmedizin. In: *Med. Klin. (Munich)* 93 (9), S. 524–532. DOI: 10.1007/BF03042661.

Blaylock, A.; Cason, C. L. (1992): Discharge planning predicting patients' needs. In: *Journal of gerontological nursing* 18 (7), S. 5–10.

Blum, Karl; et.al. (2016): Krankenhausbarometer 2016. Hg. v. DKI. Online verfügbar unter http://www.dki.de/sites/default/files/publikationen/2016_12_19_kh_barometer_final.pdf, zuletzt geprüft am 04.02.2018.

Bofinger; Dörfeld; Bofinger, Werner; Dörfeldt, Dieter (2001): Personalbedarf im Krankenhaus. Arbeitshandbuch. Wiesbaden: Kommunal- und Schul-Verl.

Bortz, J.; Bortz, Jürgen (1999): Statistik // Statistik für Sozialwissenschaftler. Für Sozialwissenschaftler // Mit 247 Tabellen. 5., vollst. über // 5., vollst. überarb. und aktualisierte Aufl. Berlin: Springer (Springer-Lehrbuch).

Braun, Bernard; Klinke, Sebastian; Müller, Rolf (2010): Auswirkungen des DRG-Systems auf die Arbeitssituation im Pflegebereich von Akutkrankenhäusern. In: *Pflege & Gesellschaft* 15 (1), S. 5–18.

Brenck, F.; Hartmann, B.; Mogk, M.; Junger, A. (2008): Intensivmedizinische Scoringsysteme zur täglichen Anwendung. Übersicht, aktuelle Möglichkeiten und Anforderungen an Neuentwicklungen // Intensivmedizinische Scoringsysteme zur täglichen Anwendung. Ubersicht, aktuelle Möglichkeiten

und Anforderungen an Neuentwicklungen. In: *Der Anaesthesist* 57 (2), S. 189–195. DOI: 10.1007/s00101-007-1299-1.

Brosziewski, A.; Brügger, U. (2001): Zur Wissenschaftlichkeit von Messinstrumenten im Gesundheitswesen. Am Beispiel der Methode LEP (Leistungsentwicklung in der Pflege). In: *Pflege* 14 (1), S. 59–66. DOI: 10.1024/1012-5302.14.1.59.

Brühl, A. (2012): Pflegebedürftigkeit messen? Herausforderungen bei der Entwicklung pflegerischer Messinstrumente am Beispiel des Neuen Begutachtungsassessments (NBA). Wissenschaftlicher Bericht. Hg. v. Albert Brühl. Philosophisch-Theologische Hochschule Vallendar. Vallendar.

Brühl, Albert; Bergmann, Johannes (2018): Funktionale und strukturierende Methoden unter Verwendung von metrischen und diskreten Variablen. Poster. Hg. v. Lehrstuhl Statistik und standardisierte Methoden. Philosophisch-Theologische Hochschule Vallendar. Vallendar.

Brühl, Albert; Planer, Katarina (2013): PiSaar. Pflegebedarf imSaarland. Abschlussbericht. PTHV, Vallendar. Pflegewissenschaftliche Fakultät. Online verfügbar unter http://opus.bsz-bw.de/kidoks/suche_uebersicht.php?la=de, zuletzt geprüft am 16.10.2016.

Bundesgesundheitsministerium (Berlin, 07.03.2017): Schlussfolgerungen aus den Beratungen der Expertinnen- und Expertenkommission "Pflegepersonal im Krankenhaus". Online verfügbar unter https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/P/Pflegekommisision/170307_Abschlusspapier_Pflegekommission.pdf, zuletzt geprüft am 17.06.2018.

Bundesgesundheitsministerium (2018a): Referentenentwurf einer Verordnung zur Festlegung von Pflegepersonaluntergenzen in pflegesensitiven Krankenhausbereichen für das Jahr 2019. PpVGU, vom Bearbeitungsstand 23.08.2018.
Fundstelle: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/Gesetze_und_Verordnungen/GuV/P/PpUGV_RefE.pdf. Online verfügbar unter https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/Gesetze_und_Verordnungen/GuV/P/PpUGV_RefE.pdf, zuletzt geprüft am 15.10.2018.

Bundesgesundheitsministerium (2018b): Verordnung zur Festlegung von Personaluntergenzen in pflegesensitiven Bereichen in Krankenhäusern (Pflegepersonaluntergenzenverordnung - PpUVG), PpUVG, vom 05.10.2018.
Fundstelle: https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl118034.pdf%27%5D__1539593368643. In: Bundesgesetzblatt. Online verfügbar unter https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl118s1632.pdf%27%5D__1541096336229, zuletzt geprüft am 15.10.2018.

Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Österreich (2015): Bundeskabinett beschließt Krankenhausstrukturgesetz. Mitteilung. BMG. Online verfügbar unter https://www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/meldungen/2015/khsg-bundeskabinett.html.

Bundesrepublik Deutschland (20.12.1988 (BGBl. I S. 2477), in Kraft getreten am 01.01.1989, 01.01.1990 bzw. 01.01.1991): Sozialgesetzbuch V - Gesetzliche Krankenversicherung. SGB V, vom zuletzt geändert durch Gesetz vom 17.08.2017 (BGBl. I S. 3214) m.W.v. 01.01.2018. Fundstelle: https://dejure.org/gesetze/SGB_V. Online verfügbar unter https://dejure.org/gesetze/SGB_V, zuletzt geprüft am 13.01.2018.

Bundesrepublik Deutschland (26.05.1994 (BGBl. I S. 1014)): Sozialgesetzbuch 11 - Soziale Pflegeversicherung, vom zuletzt geändert durch Gesetz vom 18.07.2017 (BGBl. I S. 2757) m.W.v. 29.07.2017, Fassung 01.01.2018 aufgrund Gesetzes vom 23.12.2016 (BGBl. I S. 3234). Fundstelle: https://dejure.org/gesetze/SGB_XI. Online verfügbar unter https://dejure.org/gesetze/SGB_XI, zuletzt geprüft am 13.01.2018.

Bundesrepublik Deutschland (2017): Gesetz über die Entgelte für voll- und teilstationäre Krankenhausleistungen, Krankenhausentgeltgesetz - KHEntgG, vom 17.07.2017. Fundstelle: juris. In: Bundesgesetzblatt. Online verfügbar unter http://www.gesetze-im-internet.de/khentgg/BJNR142200002.html, zuletzt geprüft am 01.11.2018.

Cano, Stefan J.; Hobart, Jeremy C. (2011): The problem with health measurement. In: *Patient preference and adherence* 5, S. 279–290. DOI: 10.2147/PPA.S14399.

Chang, R. W.; Lee, B.; Jacobs, S. (1988): Audit of intensive care: a 30 month experience using the Apache II severity of disease classification system. Online verfügbar unter http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3221010.

Debergh, D. P.; Myny, D.; van Herzeele, I.; Maele, G.; Reis Miranda, D.; Colardyn, F.; van Maele, G. (2012): Measuring the nursing workload per shift in the ICU. In: *Intensive Care Medicine* 38 (9), S. 1438–1444. DOI: 10.1007/s00134-012-2648-3.

Dennis, Connie M. (2001): Dorothea Orem. Selbstpflege- und Selbstpflegedefizit-Theorie. 1. Aufl. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Huber (Verlag Hans Huber, Programmbereich Pflege).

Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (Hg.) (2008): Personalbedarfsplanung in der Intensivmedizin. Ein neues leistungsorientiertes Kalkulationsmodell. Supplement Nr. 4 | 2008. *ANÄSTHESIOLOGIE & INTENSIVMEDIZIN* 49.

Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) (2000): TISS-28 Score. Hinweise zur Dokumentation. Hg. v. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI). Internet. Online verfügbar unter https://www.divi.de/empfehlungen/publikationen/intensivmedizin/440, zuletzt geprüft am 15.03.2018.

Deutsche Kodierrichtlinien. Allgemeine und spezielle Kodierrichtlinien für die Verschlüsselung von Krankheiten und Prozeduren (2013). Version 2013. Köln: Dt. Ärzte-Verl.

Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) (jährliches Erscheinen): Startseite » Klassifikationen, Terminologien, Standards » OPS. Amtliche Klassifikation für Operationen und Prozeduren. Regelwerk gemäß SGB V. Hg. v. Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). Internet. Online verfügbar unter http://www.dimdi.de/static/de/klassi/ops/formate/index.htm, zuletzt geprüft am 23.07.2017.

Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) (2005): Dokumentationsvorgaben zur Erfassung der Intensivmedizinischen Komplexbehandlung. Hg. v. Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). online. Online verfügbar unter https://www.dimdi.de/static/.downloads/deutsch/ops-anleitung-intensivmedizin-8009.pdf, zuletzt geprüft am 28.10.2018.

Dickie, H.; Vedio, A.; Dundas, R.; Treacher, D. F.; Leach, R. M. (1998): Relationship between TISS and ICU cost. In: *Intensive Care Medicine* 24 (10), S. 1009–1017. DOI: 10.1007/s001340050709.

Dissemond, J. (2008): Vakuumtherapie chronischer Wunden in der Dermatologie. In: *Der Hautarzt; Zeitschrift fur Dermatologie, Venerologie, und verwandte Gebiete* 59 (8), S. 642–648. DOI: 10.1007/s00105-008-1565-4.

Dreier, Adina; Rogalski, Hagen; Homeyer, Sabine; Oppermann, Roman Frank; Hingst, Peter; Hoffmann, Wolfgang (2015): Erwartungen, Wünsche und Grenzen der künftigen Aufgabenteilung von Pflege und Medizin - Ergebnisse der Care-N Study M-V. In: *Pflege* 28 (5), S. 287–296. DOI: 10.1024/1012-5302/a000448.

Europäische Union (20.11.2013): RICHTLINIE 2013/55/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Änderung der Richtlinie 2005/36/EG über die Anerkennung von Berufsqualifikationen und der Verordnung (EU) Nr. 1024/2012 über die Verwaltungszusammenarbeit mit Hilfe des Binnenmarkt- Informationssystems, „IMI-Verordnung“. In: Amtsblatt der Europäischen Union. Online verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/ZAB/Richtlinien_der_EU/Aenderung_RL_2005_36EG_2013_11_20_RL_2013_55EU.pdf, zuletzt geprüft am 17.06.2018.

Fagerström, L.; Rainio, A. K.; Rauhala, A.; Nojonen, K. (2000): Professional assessment of optimal nursing care intensity level. A new method for resource allocation as an alternative to classical time studies. In: *Scandinavian journal of caring sciences* 14 (2), S. 97–104.

Fagerström, L.; Vainikainen, P. (2014): Nurses' Experiences of Nonpatient Factors That Affect Nursing Workload. A Study of the PAONCIL Instrument's Nonpatient Factors. In: *Nursing research and practice* 2014, S. 167674. DOI: 10.1155/2014/167674.

Fahrmeir, L.; Kneib, Thomas; Lang, Stefan (2009): Regression. Modelle, Methoden und Anwendungen. 2. Aufl. Berlin: Springer (Statistik und ihre Anwendungen).

Fehrle, M.; Michl, S.; Alte, D.; Götz, O.; Fleßa, S. (2013): Zeitmessstudien im Krankenhaus. In: *Gesundh ökon Qual manag* 18 (01), S. 23–30. DOI: 10.1055/s-0032-1325601.

Field, Andy; Miles, Jeremy; Field, Zoë; Field, Andy P. (2014 // 2012): Discovering statistics using R. Repr. London: SAGE Publ; Sage.

Fiori, Wolfgang Dr.; Holger, Bunzemeier Dr.; Babapirali, Judith; Roeder, Norbert Prof. Dr. (2018): Die Pflege im G-DRG-System 2018. Was kommt unterm Strich raus? In: *das Krankenhaus* (1), S. 32–38.

Fischer, Wolfram (2002): Diagnosis related groups (DRGs) und Pflege. Grundlagen, Codierungssysteme, Integrationsmöglichkeiten. 1. Aufl. Bern [u.a.]: Huber (Verlag Hans Huber Programmbereich Pflege).

Fortis, A.; Mathas, C.; Laskou, M.; Kolias, S.; Maguina, N. (2004): Therapeutic Intervention Scoring System-28 as a tool of post ICU outcome prognosis and prevention. In: *Minerva Anestesiol* 70 (1-2), S. 71–81.

Friedman, Jerome H. (1991): Invited Paper Multivariate Adaptive Regression Splines. In: *The Annals of Statistics* 19 (1), S. 1–141.

Friedrich, Stefan; Karwetzky, Christopher; Straub, Nils; Diserens, Phillippe Dr.; Penter, Volker Prof. Dr.; Beivers, Andreas Prof. Dr. (2018): Studie zur Pflegepersonalausstattung und "Pflegelast" in pflegesensitiven Bereichen in Krankenhäusern. Hg. v. KMPG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. Internet. Online verfügbar unter https://www.medconweb.de/blog/personal/kpmg-abschlussbericht-studie-zur-pflegepersonalausstattung-und-pflegelast-in-pflegesensitiven-bereichen-in-krankenhaeusern/, zuletzt geprüft am 14.10.2018.

Fries, B. E.; Schneider, D. P.; Foley, W. J.; Dowling, M. (1989): Case-mix classification of Medicare residents in skilled nursing facilities. Resource utilization groups (RUG-T18). In: *Medical care* 27 (9), S. 843–858.

Frilund, Marianne; Fagerström, Lisbeth (2009): Managing the optimal workload by the PAONCIL method--a challenge for nursing leadership in care of older people. In: *Journal of nursing management* 17 (4), S. 426–434. DOI: 10.1111/j.1365-2834.2009.01013.x.

Geiger, Jan Henning (2006): Scoresysteme in der Intensivmedizin. Das Therapeutic Intervention Score System (TISS 28) und Sequential Organ Failure Assessment (SOFA). Dissertation, Universität Duisburg-Essen. Medizinische Fakultät Universität Diusburg-Essen.

Gemeinsamen Bundesausschusses über Maßnahmen zur Qualitätssicherung G-BA (2008): Qualitätssicherungs-Richtlinie zum Bauchaortenaneurysma – QBAA-RL. QBAA-RL, vom 13.03.2008. Fundstelle: G-BA. Online verfügbar unter https://www.g-ba.de/informationen/richtlinien/65/, zuletzt geprüft am 15.10.2018.

Gerst, Detlef; Battmer, Dieter (2006): Vorlesungsunterlage Arbeitswissenschaft. Übung: Zeitermittlung. Hg. v. Leibniz Universität Hannover. Institut für Fabrikanlagen und Logistik. Garbsen. Online verfügbar unter www.ifa.uni-hannover.de, zuletzt geprüft am 18.02.2017.

Gesundheitsberichterstattung des Bundes (2018): Intensivmedizinische Versorgung in Krankenhäusern-Anzahl Krankenhäuser, Betten sowie Aufenthalte (Behandlungsfälle und Berechnungs-/Belegungstage). Gliederungsmerkmale: Jahre, Deutschland, Einrichtungsmerkmale (Einrichtungsart / Bettenzahl / Träger / Art der Zulassung)Rehabilitationseinrichtungen. Jahr: 2013, Region: Deutschland. Hg. v. Zweigstelle Bonn Statistisches Bundesamt. Bonn. Online verfügbar unter http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/WS0100/_XWD_FORMPROC?TARGET=&PAGE=_XWD_2&OPINDEX=1&HANDLER=_XWD_CUBE.SETPGS&DATACUBE=_XWD_30&D.000=3735, zuletzt aktualisiert am 05.02.2018, zuletzt geprüft am 24.06.2018.

Gordon, Marjory; Bartholomeyczik, Sabine (2005): Pflegediagnosen. Theoretische Grundlagen. [Nachdr.]. München: Urban und Fischer.

Guenther, U.; Koegl, F.; Theuerkauf, N.; Maylahn, J.; Andorfer, U.; Weykam, J. et al. (2015): Pflegeaufwandsindizes TISS-10, TISS-28 und NEMS. Erhöhter Arbeitsaufwand bei Agitation und Delir wird nicht erfasst. In: *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin. DOI:* 10.1007/s00063-015-0056-5.

Haasenritter, Jörg; Wieteck, Pia; Bartholomeyczik, Sabine (2012): Instrumente zur Abbildung des Pflegeaufwands in der DRG-Systematik. Literaturanalyse. In: *Pflegewissenschaft* (09), S. 669–687.

Hall, Eric S.; Poynton, Mollie R.; Narus, Scott P.; Thornton, Sidney N. (2008): Modeling the distribution of Nursing Effort using structured Labor and Delivery documentation. In: *Journal of biomedical informatics* 41 (6), S. 1001–1008. DOI: 10.1016/j.jbi.2008.04.005.

Heaven, Ben; Bamford, Claire; May, Carl; Moynihan, Paula (2013): Food work and feeding assistance on hospital wards. In: *Sociology of health & illness* 35 (4), S. 628–642. DOI: 10.1111/j.1467-9566.2012.01515.x.

Heimig, Frank (2013): DRG-System 2014. DKG. Deutscher Krankenhaustag 2013. Düsseldorf, 20.11.2013. Online verfügbar unter http://www.deutscher-krankenhaustag.de/images/pdf/2013/Heimig_13.pdf, zuletzt geprüft am 16.10.2016.

Heimig, Frank (2015): DRG-System 2016. DKG. Deutscher Krankenhaustag 2015. Düsseldorf, 16.11.2015. Online verfügbar unter http://www.deutscher-krankenhaustag.de/images/pdf/2015/01_Heimig_Krankenhaustag_2016.pdf, zuletzt geprüft am 16.10.2016.

Heimig, Frank (2017): DRG-System 2018. Deutscher Krankenhaustag. DKG. Deutsche Krankenhausgesellschaft. Düsseldorf, 13.11.2017, zuletzt geprüft am 15.01.2018.

Hornik, Kurt; Hatzinger, Reinhold; Nagel, Herbert (2011): R. Einführung durch angewandte Statistik. 1., Auflage. München: Pearson Studium ein Imprint der Pearson Education (Pearson Studium - Scientific Tools).

Hothorn, Torsten; Hornik, Kurt; Strobl, Carolin; Zeileis, Achim (2014): Package`party`. A Laboratory for Recursive Partytioning. http://party.R-forge.R-project.org (Version 1.0-13). Online verfügbar unter https://rdrr.io/cran/party/, zuletzt geprüft am 15.10.2018.

Hrsg.: Deutscher Pflegeverband (DPV) e.V. (2001): PFLEGEMODELL NACH OREM. Fachinformationen des Deutschen Pflegeverbands (DPV) e.V. Hg. v. Deutscher Pflegeverband. Internet. Online verfügbar unter http://www.dpv-online.de/pdf/agergeb/Orem.pdf, zuletzt geprüft am 24.06.2018.

Hrsg.: DKG, GKV, PKV (2007): Kalkulation von Fallkosten. Handbuch zur Anwendung in Krankenhäusern. Version 3.0. Düsseldorf: Dt. Krankenhaus-Verl.-Ges.

InEK GmbH, Siegburg (2013a): G-DRG Entgelt-Katalog. Hg. v. Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus GmbH. Online verfügbar unter http://www.g-drg.de/content/search?SearchText=G-DRG-System+2013, zuletzt geprüft am 08.02.2018.

InEK GmbH, Siegburg (2013b): G-DRG-Report-Browser. Hg. v. Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus GmbH. Siegburg. Online verfügbar unter http://download.g-drg.de/GDrgReportBrowser/2018/DrgBrowser2018.pdf, zuletzt aktualisiert am jährlich, zuletzt geprüft am 10.02.2018.

InEK GmbH, Siegburg (2016): Extremkostenbericht gem. § 17b Abs. 10 KHG für 2016. Systematische Prüfung statistisch ermittelter Kostenausreißer des Datenjahres 2014. Hg. v. Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus GmbH. Siegburg.

InEK GmbH, Siegburg (2018): Katalog zur Risikoadjustierung für Pflegeaufwand. (Pflegelast-Katalog) - Version 0.99. 0.99. Aufl. Hg. v. Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus GmbH. Siegburg. Online verfügbar unter https://www.g-drg.de, zuletzt geprüft am 15.10.2018.

International Council of Nurses (1980): Definition of Nursing 2. (short version). Unter Mitarbeit von Henderson, 1977, p.4 ((ANA, 1980, P.9),). ICN. Internetseite des ICN. Online verfügbar unter http://www.icn.ch/who-we-are/icn-definition-of-nursing/, zuletzt geprüft am 06.01.2018.

Isfort, M. (2017): Evaluation der Pflegebedingungen auf Intensivstationen. Ergebnisse einer Onlinebefragung von Intensivpflegenden. In: *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin* 112 (6), S. 543–549. DOI: 10.1007/s00063-017-0292-y.

Isfort, M.; Weidner, F.; Gehlen, D. (2012): Pflege-Thermometer 2012. Eine bundesweite Befragung von Leitungskräften zur Situation der Pflege und Patientenversorgung auf Intensivstationen im Krankenhaus. Hg. v. Deutsches Institut für angewandte Pflegeforschung e.V. (dip), Köln. Köln. Online verfügbar unter http://www.dip.de, zuletzt geprüft am 24.06.2018.

Isfort, M.; Weidner, F. et al. (2010): Pflege-Thermometer 2009. Eine bundesweite Befragung von Pflegekräften zur Situation der Pflege und Patientenversorgung im Krankenhaus. Hg. v. Deutsches Institut für Pflegeforschung (dip). Köln. Online verfügbar unter http://www.dip.de.

Isfort, Michael (2010): Pflegepersonalbemessung im Krankenhaus - oder zur Beharrlichkeit der Normativität. In: *Pflege & Gesellschaft* 15 (1), S. 20–33.

Isfort, Michael; Brühl, Albert (2007): Patientenklassifikationssysteme. Leistungsdaten im Blickfeld angewandter Forschung (Teil 1). In: *Pflege Zeitschrift* 60 (12), S. 671–675.

Janssens, U.; Graf, C.; Graf, J.; Hanrath, P. (2000): TISS 76 and TISS 28: Outcome discrimination and correlation with length of ICU/hospital stay in 303 consecutive patients of a medical intensive care unit. 20th International Symposium on Intensive Care and Emergency Medicine (Volume 4 Supplement 1, P 241).

Janssens A. et.al. (2000): Vergleich von APACHE II, SAPS und TISS im täglichen Einsatz bei Patienten einer kardiologischen Intensivstation. In: *Intensivmed* 37, S. 31–43.

Jorch, G.; Kluge, S.; König, F.; Markewitz, A.; Notz, K.; Parvu, V. et al. (2010): Empfehlungen zur Struktur und Ausstattung von Intensivstationen. - Kurzversion -. Hg. v. Deutsche Interdisziplinäre

Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI). Online verfügbar unter https://www.online-divi.de/default.asp?pagekey=leitlinien, zuletzt geprüft am 21.07.2018.

Junger, Axel; Brenck, Florian; Hartmann, Bernd; Klasen, Joachim; Quinzio, Lorenzo; Benson, Matthias et al. (2004): Automatic calculation of the nine equivalents of nursing manpower use score (NEMS) using a patient data management system. In: *Intensive Care Med* 30 (7), S. 1487–1490. DOI: 10.1007/s00134-004-2239-z.

Kalkulation von Behandlungskosten. Handbuch zur Anwendung in Krankenhäusern gem. 17b KHG, Version 4.0 (2016). 3. Auflage, revidierte Ausgabe. Düsseldorf: Deutsche Krankenhaus Verlagsgesellschaft.

Kalkulation von Fallkosten. Handbuch zur Anwendung in Krankenhäusern ; Version 2.0 (2002). Düsseldorf: Dt. Krankenhaus-Verl.-Ges.

Keene, A. R.; Cullen, D. J. (1983): Therapeutic Intervention Scoring System: update 1983. In: *Crit Care Med* 11 (1), S. 1–3.

Keith, R. A.; Granger, C. V.; Hamilton, B. B.; Sherwin, F. S. (1987): The functional independence measure. A new tool for rehabilitation. In: *Advances in clinical rehabilitation* 1, S. 6–18.

Knaus, W. A.; Zimmerman, J. E.; Wagner, D. P.; Draper, E. A.; Lawrence, D. E. (1981): APACHE-acute physiology and chronic health evaluation. A physiologically based classification system. In: *Crit Care Med* 9 (8), S. 591–597.

Kompendium Personalwirtschaft und Personalcontrolling (2014). 13. Aufl. Gütersloh: GOB.

Kostera, Thomas; Böcken, Jan (2017): Pflegepersonal im Krankenhaus. Mehr Pflegepersonal erhöht die Versorgungsqualität – Konkrete Vorgaben zum Stellenplan sind erforderlich. Hg. v. FaktenCheck Gesundheit. BertelsmannStiftung (Daten, Analysen, Perspektiven, 6). Online verfügbar unter https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/VV_SpotGes_Pflegepersonal-KH_dt_final.pdf, zuletzt geprüft am 04.02.2018.

Krollner, Björn; Krollner, Dirk (2018): ICD Code -Suche. Homepage zur ICD-10-GM-2018 Code Suche. Hg. v. Björn Krollner und Dirk Krollner. Kardiologische Praxis Hamburg. Hamburg. Online verfügbar unter http://www.icd-code.de/, zuletzt geprüft am 01.11.2018.

Lange, Kathrin; Nowak, Miriam; Zoller, Richard; Lauer, Wolfgang (2016): Perzeptuelle und kognitive Belastung: Faktoren auf der Intensivstation. Vortrag anlässlich der Stationsleitungsbesprechung am UKB. Hg. v. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte. in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Bonn. Bonn.

Langer, Wolfgang (2009): Mehrebenenanalyse. Eine Einführung für Forschung und Praxis. 2. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden (Studienskripten zur Soziologie). Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-91779-5.

Le Gall, Jean-Roger; Lemeshow, Stanley; Saulnier, Fabienne (1993): „A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North Amerikan mulficenter study.“. In: *JAMA* (270), S. 2957–2963.

Lee, Anna; Cheung, Yip Sing Leo; Joynt, Gavin Matthew; Leung, Czarina Chi Hung; Wong, Wai-Tat; Gomersall, Charles David (2017): Are high nurse workload/staffing ratios associated with decreased survival in critically ill patients? A cohort study. In: *Annals of intensive care* 7 (1), S. 46. DOI: 10.1186/s13613-017-0269-2.

Lee, B.; Jacobs, S.; Chang, R. W. (1987): One year's experience with the APACHE II severity of disease classification system in a general intensive care unit. Online verfügbar unter http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3115134.

Lee, L. L.; Yeung, K. L.; Lo WY; Lau, Y. S.; Tang, S. Y.; Chan, J. T. (2008): Evaluation of a simplified therapeutic intervention scoring system (TISS-28) and the modified early warning score (MEWS) in predicting physiological deterioration during inter-facility transport. In: *Resuscitation* 76 (1), S. 47–51.

Lehmkuhl, P. et.al (1989): A new scoring system for disease intensity in a surgical intensive care unit. In: *World Journal of Surgery* 13, S. 252–258.

MAHONEY, F. I.; BARTHEL, D. W. (1965): FUNCTIONAL EVALUATION. THE BARTHEL INDEX. In: *Maryland state medical journal* 14, S. 61–65.

Milborrow, Stephen (2014): Multivariate Adaptive Regression Spline Models. Package 'earth'. CRAN R Repository.

Milborrow, Stephen; Friedman, Jerome H. (2017 // 1991): Notes on the earth package // Multivariate Adaptive Regression Splines. Hg. v. R Foundation for Statistical Computing (1). Online verfügbar unter https://CRAN.R-project.org/package=earth, zuletzt aktualisiert am 13.12.2017.

Miranda; Nap, R.; Rijk, A. de; Schaufeli, W.; Iapichino, G. (2003): Nursing activities score. In: *Crit Care Med* 31 (2), S. 374–382. DOI: 10.1097/01.CCM.0000045567.78801.CC.

Moerer, Onnen; Plock, Enno; Mgbor, Uchenna; Schmid, Alexandra; Schneider, Heinz; Wischnewsky, Manfred Bernd; Burchardi, Hilmar (2007): A German national prevalence study on the cost of intensive care. An evaluation from 51 intensive care units. In: *Crit Care* 11 (3), R69. DOI: 10.1186/cc5952.

Moreno, R.; Miranda, D. R.; Matos, R.; Fevereiro, T. (2001): Mortality after discharge from intensive care: the impact of organ system failure and nursing workload use at discharge. In: *Intensive Care Medicine* 27 (6), S. 999–1004.

Moreno, R.; Morais, P. (1997): Validation of the simplified therapeutic intervention scoring system on an independent database*. In: *Intensive Care Med* 23 (6), S. 640–644. DOI: 10.1007/s001340050387.

Morris, J. C. (1997): Clinical dementia rating. A reliable and valid diagnostic and staging measure for dementia of the Alzheimer type. In: *International psychogeriatrics* 9 Suppl 1, 173-6; discussion 177-8.

Offermanns, Matthias; Bergmann, Karl Otto (2010): Neuordnung von Aufgaben des Pflegedienstes unter Beachtung weiterer Berufsgruppen. - Bericht des Deutschen Krankenhausinstituts (DKI). Hg. v. Deutsches Krankenhausinstitut (DKI). Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.dki.de/sites/default/files/publikationen/neuordnung_pflege_langfassung1.pdf, zuletzt geprüft am 03.06.2018.

Orem, Dorothea E. (1995): Nursing. Concepts of practice. 5. ed. St. Louis, Mo.: Mosby.

Padilha, K. G.; Sousa, R. M.C. de; Queijo, A. F.; Am Mendes; Miranda (2008): Nursing Activities Score in the intensive care unit: analysis of the related factors. In: *INTENSIVE CRIT CARE NURS* 24 (3), S. 197–204. Online verfügbar unter http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cin20&AN=2009958511&site=ehost-live.

Pfeiffer, Karl-Peter; Zeileis, Achim; Grubinger, Thomas (2017): evtree: EvolutionaryLearning of Globally Optimal Classificationand Regression Trees in R. Package evtree. Hg. v. Innsbruck Medical University.

Pflegedirektion Universitätsklinik Heidelberg (Hg.) (2012): Inpuls. Intensiv Pflege- und Leistungserfassungssystem. *Flyer im Rahmen einer Präsentation*. Uniklinikum Heidelberg.

Plücker, Wolfgang; Wolkinger, Franz (2008): Neue fallbezogene Zeitwerte. Praxisorientierte Personalbedarfsermittlung im Pflegedienst. In: *KMU-Gesundheitsmanagement* (11), S. 70–73.

Quasdorf, Tina (2010): Die Auswirkungen von DRGs als Entgeltsystem auf die Handlungsebene von Pflegenden im stationären Akutbereich - Eine Analyse empirischer Studien aus den USA. In: *Pflege & Gesellschaft* 15 (1), S. 34–47.

Radisch, Falk: Einführung in die Mehrebenenanalyse. AEPF/Universität Jena. In: Einführung in die Mehrebenenanalyse. HTML-Workshop AEFP/Uni Jena 12.09.2010. Unter Mitarbeit von Falk Radisch.

Raksakietisak, M.; Toomtong, P.; Vorakitpokatorn, P.; Sengleulur, A.; Sunjohndee, M. (2006): TISS 28 or SOFA: good predicting factors for admission in a surgical intensive care unit longer than 24 hours. In: *Journal of the Medical Association of Thailand* 89 (5), S. 648–656.

Rau, Ferdinand (2015): Das Krankenhausstrukturgesetz in der Gesamtschau. Mit der Zustimmung des Bundesrats am 27. November 2015 wurde der über eineinhalb Jahre dauernde Vorbereitungs- und Beratungsprozess für das Gesetz zur Reform der Strukturen der Krankenhausversorgung (Krankenhausstrukturgesetz – KHSG) abgeschlossen. Das Gesetz stärkt die qualitative Ausrichtung der stationären Versorgung und die Finanzierung der Betriebskosten nachhaltig. In: *das Krankenhaus* (12/2015), S. 1121–1139.

Raudenbush, Stephen W.; Bryk, Anthony S. (2012): Hierarchical linear models. Applications and data analysis methods. 2. ed., [Nachdr.]. Thousand Oaks: Sage (Advanced quantitative techniques in the social sciences, 1).

Rauhala, Auvo; Fagerstrom, Lisbeth (2004): Determining optimal nursing intensity. The RAFAELA method. In: *J ADV NURS* 45 (4), S. 351–359. DOI: 10.1046/j.1365-2648.2003.02918.x.

Reimers, S.; Siegling, C. (2009): Das TISS als Instrument zur Personalbemessung in der Intensivpflege. In: *intensiv* 17 (02), S. 80–89. DOI: 10.1055/s-0028-1109279.

Reis Miranda, D.; Jegers, M. (2012): Monitoring costs in the ICU. A search for a pertinent methodology. In: *Acta Anaesthesiol Scand* 56 (9), S. 1104–1113. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2012.02735.x.

Reis Miranda, D.; Moreno, G.; Iachipino, G. (1997): Nine equivalents of nursing manpower use score (NEMS). In: *Intensive Care Med* 23, S. 760–765.

Reis Miranda, D.; Rivera-Fernandez, R.; Nap, R.E. (2007): Critical care medicine in the hospital: lessons from the EURICUS-studies. In: *Med. Intensiva* 31 (4), S. 194–203.

Reis Miranda, D. R.; de Rijk, A.; Schaufeli, W. (1996): Simplified Therapeutic Intervention Scoring System: the TISS-28 items--results from a multicenter study. In: *Crit Care Med* 24 (1), S. 64–73.

Reis Miranda, Dinis; Sousa, Regina Márcia Cardoso de; Queijo, Alda Ferreira; Mendes, Ana Márcia; Padilha, Katia Grillo (2008): Nursing Activities Score in the intensive care unit: analysis of the related factors. // Nursing Activities Score in the intensive care unit. Analysis of the related factors (24). In: *Intensive & critical care nursing* (3), S. 197–204. Online verfügbar unter http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17976989.

Rost, Jürgen (2004): Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion: Verlag Hans Huber (Psychologie Lehrbuch).

Sawatzki, T.; Bauer, K.; Stufler, M.; Spies, C.; Schuster, M. (2009): Erlöszuordnung von Zusatzentgelten in der Intensivmedizin. In: *Anaesthesist* 58 (10), S. 1035–1040. DOI: 10.1007/s00101-009-1617-x.

Schlittgen, Rainer (2013): Regressionsanalysen mit R. München: De Gruyter (Lehr- und Handbücher der Statistik).

Schöning, Brigitte; Luithlen, Eberhard; Scheinert, Hanns Dierk (1995): Pflege-Personalregelung. Kommentar mit Anwendungsbeispielen für die Praxis. 2., überarb. Aufl. Stuttgart, Berlin, Köln: Kohlhammer (Krankenhausrecht).

Schreyögg, Jonas Prof. Dr. (2017): PPE – Pflegeintensität und pflegesensitive Ergebnisindikatoren in deutschen Krankenhäusern. gefördertes Projekt des Innovationsfonds des G-BA. Hamburg. Online verfügbar unter https://innovationsfonds.g-ba.de/projekte/versorgungsforschung/ppe-pflegeintensitaet-und-pflegesensitive-ergebnisindikatoren-in-deutschen-krankenhaeusern.155, zuletzt geprüft am 19.06.2018.

Simon, Michael (2015): Unterbesetzung und Personalmehrbedarf im Pflegedienst der allgemeinen Krankenhäuser. Eine Schätzung auf Grundlage verfügbarer Daten. Hochschule Hannover.

Singh, O.; Nasa, P.; Dang, R.; Juneja, D. (2012): Comparison of newer scoring systems with the conventional scoring systems in general intensive care population. ESICM Kongress, Barcelona. Online verfügbar unter http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22095102, zuletzt geprüft am 01.11.2018.

Springer Gabler Verlag (Hrsg.) (Hg.) (2009): Gabler Wirtschaftslexikon. Online verfügbar unter http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/54283/aufwendungen-v9.html.

Suistomaa, M.; Niskanen, M.; Kari, A.; Hynynen, M.; Takala, J. (2002): Customised prediction models based on APACHE II and SAPS II scores in patients with prolonged length of stay in the ICU. In: *Intensive Care Med* 28 (4), S. 479–485. DOI: 10.1007/s00134-002-1214-9.

Therneau, Terry M.; Atkinson, Elisabeth J. (2017): An Introduction to Recursive Partitioning Using RPART Routines. Hg. v. Mayo Foundation. Online verfügbar unter https://cran.r-project.org/web/packages/rpart/vignettes/longintro.pdf, zuletzt geprüft am 29.04.2017.

Therneau, Jerry und Atkinson, Elisabeth (1997): An Introduction to Recursive Partitioning Using the RPART Routines. Hg. v. Mayo Foundation.

Thiemes Intensivpflege und Anästhesie (2011). 2. Aufl. Stuttgart [u.a.]: Thieme.

Thiemichen, Stephanie (2009): Unverzerrtes rekursives Partitionieren: Ein empirischer Vergleich von CHAID und CTREE. Bachelor Thesis. LMU, München. Institut für Statistik. Online verfügbar unter https://epub.ub.uni-muenchen.de/11031/2/BA_Thiemichen.pdf, zuletzt geprüft am 01.11.2018.

Thomas, Dominik; Reifferscheid, Antonius; Pomori, Natalie; Wasem, Jürgen (2014): Instrumente zur Personalbemessung und Finanzierung in der Krankenhauspflege in Deutschland.

Diskussionspapier im Auftrag der Vereinten Dienstleistungsgewerkschaft (ver.di) . Hg. v. Institut für Betriebswirtschaft und Volkswirtschaft (IBES). Universität Duisburg-Essen. Essen (IBES Diskussionsbeitrag, 204).

Tibshirani, Robert; Friedman, Jerome (2009): The Elements of statistical Learning. Data Mining, Inference, and Prediction. Second Edition: Springer.

Tilquin, C.; Roussel, B.; Leonard, G.; Chevalier, S. (1988): "Plaisir". Un sistema de evaluación continua. In: *Revista de enfermeria (Barcelona, Spain)* 11 (119-120), S. 36–38.

Vincent, Jean-Louis (Hg.) (1999): Critical Care. Does SOFA and TISS scores correlate in long term ICU patients? 19th International Symposium on Intensive Care and Emergency Medicine. Brussels, Congress Center,, 16–19 March 1999 (P 256).

Viney, C.; Poxon, I.; Jordan, C.; Winter, B. (1997): Developments in management. Does the APACHE II scoring system equate with the Nottingham Patient Dependency System? Can these systems be used to determine nursing workload and skill mix? In: *NURS CRIT CARE* 2 (2), S. 59. Online verfügbar unter http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cin20&AN=1999028287&site=ehost-live.

Wagner, D. P.; Draper, E. A. (1984): Acute physiology and chronic health evaluation (APACHE II) and Medicare reimbursement. In: *Health Care Financ Rev* Suppl, S. 91–105.

Wieteck, Pia Dr. (2015): Pflegebedarfs- / Personalbemessung. Beitrag zur Enquetekommission "Pflege in Baden-Württemberg". Landtag Baden-Württemberg, 24.04.2015, zuletzt geprüft am 09.06.2018.

Windzio, Michael: Die Mehrebenenanalyse als Regressionsmodell für hierarchische Daten. Server der Universität Bremen. Online verfügbar unter www.migremus.uni-bremen.de/images/stories/pdf/tutoWorkshop.pdf, zuletzt geprüft am 24.06.2017.

Wissenschaftsrat der Bundesrepublik Deutschland (WR) (2012): Empfehlungen zu hochschulischen Qualifikationen für das Gesundheitswesen. Hg. v. Bundesrepublik Deutschland. Berlin (Drucksache 2411-12). Online verfügbar unter https://www.vdd.de/fileadmin/downloads/Neu2012/Empfehlung_Wissenschaftsrat_2411-12.pdf, zuletzt geprüft am 17.06.2018.

Zander, Britta; Dobler, L.; Bäumler, M.; Busse, R. (2014): Implizite Rationierung von Pflegeleistungen in deutschen Akutkrankenhäusern - Ergebnisse der internationalen Pflegestudie RN4Cast. In: *Gesundheitswesen* 76 (11), S. 727–734. DOI: 10.1055/s-0033-1364016.

8 Anlagen

Erläuterungen zum TISS-28 *(Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) 2000)*

BASIS		Punkte
Standard-Monitoring	- regelmäßige Vitalzeichenkontrolle, d.h. mind. alle 4 Std. Messung und Dokumentation von Herzfrequenz + RR) **UND** - tägliche Berechnung der Flüssigkeitsbilanz (auch ohne Katheter)	**5**
Labor	- biochemische Bestimmungen (auch K+, BZ) und/oder - Mikrobiologie (Blutkultur) am Tag der Abnahme	**1**
Medikation	- jedes Medikament incl. Studienmedikation; jede Dosierung; - jede Applikationsform (i.v., i.m., subcutan, Magenschlauch, oral) - z. B. Sedierung, Antibiotika, Heparin, Kalium, H_2-Blocker, Bicarbonat, ... - ***nicht:*** vasoaktiven Medikamente, Diuretika etc. (siehe andere TISS-Items)	ein Med. **2** 2 o. mehr **3**
Verbands-wechsel	- Verbandswechsel (auch Dekubituspflege) - ***Routine*** heißt 1-2 mal täglich - ***häufig*** heißt mind. 3 mal täglich und/oder ausgedehnte Wundpflege	Routine **1** häufig **2**
Drainagen	- Pflege aller Drainagen, auch Spül-Saug-Drainage (***nicht*** Magenschlauch)	**3**
LUNGE		
Beatmung	- jegliche Beatmungsform mit maschineller Unterstützung, mechanisch / assistiert, auch Spontanatmung mit PEEP	**5**
	- Atemunterstützung: Spontanatmung über Tubus ohne PEEP, O_2-Maske oder -Nasenschlauch	**2**
künstliche Luftwege	- Pflege der künstlichen Luftwege - Endotracheal-Tubus, Tracheostoma	**1**
Atemtherapie	Behandlung zur Verbesserung der Lungenfunktion: Physiotherapie (Atemgymnastik), endotracheales Absaugen, aktive länger-zeitige Vernebelung über Tubus o. Maske (z. B. Acetylzystein; aber ***nicht*** Dosieraerolsole)	**1**
HERZ-KREISLAUF		
Vasoaktive Medikamente	- Katecholamine: jedes Medikament, jede Dosis - z. B. Adrenalin, Noradrenalin, Doputamin, Dopamin, Dopexamin, Neosynephrin und Analoga (***nicht***: Nitro, ACE-Hemmer)	ein Med. **3** 2 o. mehr **4**
Flüssigkeits-therapie	- großer Volumenersatz i.v., mind. 6 Liter pro Tag (Gesamtmenge incl. Blutprodukten, aber ***nicht*** bei Hämodialyse) **ODER** - mind. 1 Liter Blutprodukte (EK=250 ml, GFP=200 ml, TK=100 ml aber ***nicht*** Humanalbumin)	**4**
Arterie	- peripherer arterieller Katheter	**5**
Pulmonaliskath.	- Pulmonaliskatheter; mit oder ohne Cardiac Output Messung	**8**
ZVK	- zental venöser Katheter	**2**
Reanimation	- kardiopulmonale Reanimation nach Herzstillstand (nicht einzelner präcordialer Faustschlag)	**3**
NIERE		
Dialyse	- Hämofiltration, Dialyse (diverse Techniken)	**3**
Ausfuhr	- quantitative Bestimmung der Urinmenge (mit oder ohne Katheter)	**2**
Diurese	- aktive medikamentös unterstützte Diurese (z. B. Furosemid > 1 mg / kg KG oder analoge Medikation)	**3**
ZNS		
ICP	- Messung des intracraniellen Druckes	**4**

METABOLISMUS		
Azidose / Alkalose	- Behandlung einer komplizierten metabolischen Azidose/Alkalose (pH ≤ 7,33 oder pH ≥ 7,49) ODER - mindestens 2 mval/kg KG BiKarbonat	**4**
Ernährung	- i.v. Alimentation mit Glucose UND Aminosäuren (ggf Fette)	**3**
enterale Ernährung	- mind 500 ml/Tag Sondenkost über Magenschlauch oder PEG (et sim.)	**2**
INTERVENTIONEN		
Interventionen auf der ICU*	- z. B. endotracheale Intubation, Einsetzen e. Schrittmachers, Cardioversion, Endoskopie, Notfall-OP auf ICU, Magenspülung, TEE, Bronchoskopie - keine Routine-Interventionen wie Röntgen der Lunge…	eine Interv. **3** 2 o. mehr **5**
Interventionen außerhalb ICU*	- besondere Interventionen außerhalb der Intensivstation - Operationen oder Diagnostik (z. B. CT)	**5**

Simplified Acute Physiology Score (SAPS) II

SAPS II

maßgeblich sind die schlechtesten Werte (höchste Punktzahl) in einem 24-Stunden-Zeitraum seit dem zur Intensiv-Aufnahme führenden Ereignis (Unfall, OP, Komplikation)

	Punkte bei abnormal niedrigen Werten				„normal"	Punkte bei abnormal hohen Werten				
Alter (Jahre)					<40	40-59 ***7***	60-69 ***12***	70-74 ***15***	75-79 ***16***	≥80 ***18***
Herzfrequenz (pro Min.)			<40 ***11***	40-69 ***2***	70-119	120-159 ***4***	≥160 ***7***			
Blutdruck (syst., mmHg)			<70 ***13***	70-99 ***5***	100-199	≥200 ***2***				
Temperatur (°C)					<39.0	≥39.0 ***3***				
nur bei Beatmung o. Pulmonalis-Katheder **PaO_2** (mmHg) / **FiO_2**		<100 ***11***	100-199 ***9***	≥200 ***6***	-					
Urinausscheidung (L/Tag)			<0.5 ***11***	0.5-0.99 ***4***	≥1,0					
Harnstoff (mg/dl) oder					<60	60-179	≥180			
Harnstoff-Stickstoff (mg/dl)					<28	28-83 ***6***	≥84 ***10***			
Leukozyten ($10^3/mm^3$)				<1.0 ***12***	1.0-19,9	≥20 ***3***				
Kalium (mmol/L)				<3 ***3***	3.0-4.9	≥5.0 ***3***				
Natrium (mmol/L)				<125 ***5***	125-144	≥145 ***1***				
Serum Bikarbonat (mEq/L)			<15 ***6***	15-19 ***3***	≥20					
Bilirubin (mg/dl)					<4.0	4.0-5.9 ***4***	≥6.0 ***9***			
Glasgow Coma Scale (vor Sedierung)	<6 ***26***	6-8 ***13***	9-10 ***7***	11-13 ***5***	14-15					
Vorerkrankungen					-	metastas. Karzinom ***9***		maligne hämatolog. Erkr. ***10***		AIDS ***17***
Zuweisung auf ICU					elektiv chirurgisch	medizinisch (ohne OP) ***6***		ungeplant chirurgisch ***8***		

Le Gall et al. „A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North Amerikan mulficenter study." JAMA (1993) 270: 2957-63

Behavioral Pain Scale (BPS)

Payen JF et al. Assessing pain in critically ill sedated patients by using a behavioral pain scale. Crit Care Med 2001; 29:2258-63. (modifiziert)

Item	Beschreibung	Punkte
Gesichtsausdruck	Entspannt	1
	Teilweise angespannt	2
	Stark angespannt	3
	Grimmassieren	4
Obere Extremität	Keine Bewegung	1
	Teilweise Bewegung	2
	Anziehen mit Bewegung der Finger	3
	Ständiges Anziehen	4
Adaptation an Beatmungsgerät	Toleration	1
	Seltenes Husten	2
	Kämpfen mit dem Beatmungsgerät	3
	Kontrollierte Beatmung nicht möglich	4

Richmond Agitation Sedation Scale (RASS)

Abstufung [Bearbeiten | Quelltext bearbeiten]

Wert	Bezeichnung	Erläuterung
+ 4	Streitlustig	Offenkundig aggressives und gewalttätiges Verhalten, unmittelbare Gefahr für das Personal
+ 3	Sehr agitiert	Zieht oder entfernt Schläuche oder Katheter, aggressiv
+ 2	Agitiert	Häufige ungezielte Bewegung, atmet gegen das Beatmungsgerät
+ 1	Unruhig	Ängstlich aber Bewegungen nicht aggressiv oder lebhaft
0	Aufmerksam und ruhig	
− 1	Schläfrig	Nicht ganz aufmerksam, aber erwacht (Augen öffnen/Blickkontakt) anhaltend bei Ansprache (> 10 Sekunden)
− 2	Leichte Sedierung	Erwacht kurz mit Blickkontakt bei Ansprache (< 10 Sekunden)
− 3	Mäßige Sedierung	Bewegung oder Augenöffnung bei Ansprache (aber ohne Blickkontakt)
− 4	Tiefe Sedierung	Keine Reaktion auf Ansprache, aber Bewegung oder Augenöffnung durch körperlichen Reiz
− 5	Nicht erweckbar	Keine Reaktion auf Ansprache oder körperlichen Reiz

Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Richmond_Agitation_Sedation_Scale, Zugriff 31.01.2017

Intensivmedizinische Komplexbehandlung (Basisprozedur)

8-98Sonstige multimodale Komplexbehandlung

8-980Intensivmedizinische Komplexbehandlung (Basisprozedur)

Exkl.:

Intensivüberwachung ohne akute Behandlung lebenswichtiger Organsysteme oder kurzfristige (< 24 Stunden) Intensivbehandlung

Kurzfristige (< 24 Stunden) Stabilisierung von Patienten nach operativen Eingriffen

Hinw.:

Mindestmerkmale:

Kontinuierliche, 24-stündige Überwachung und akute Behandlungsbereitschaft durch ein Team von Pflegepersonal und Ärzten, die in der Intensivmedizin erfahren sind und die aktuellen Probleme ihrer Patienten kennen

Behandlungsleitung durch einen Facharzt mit der Zusatzweiterbildung "Intensivmedizin"

Eine ständige ärztliche Anwesenheit auf der Intensivstation muss gewährleistet sein

Die Anzahl der Aufwandspunkte errechnet sich aus der Summe des täglichen SAPS II (ohne Glasgow Coma Scale) über die Verweildauer auf der Intensivstation (total SAPS II) plus der Summe von 10 täglich ermittelten aufwendigen Leistungen aus dem TISS-Katalog über die Verweildauer auf der Intensivstation

Die zu verwendenden Einzelvariablen des SAPS II und des TISS sind im Anhang zum OPS zu finden

Spezielle intensivmedizinische Prozeduren, wie Transfusion von Plasma und Plasmabestandteilen, Plasmapherese und Immunadsorption, Maßnahmen im Rahmen der Reanimation u.a. sind gesondert zu kodieren

Dieser Kode ist für Patienten, die bei stationärer Aufnahme das 14. Lebensjahr vollendet haben, anzugeben

8-980.01 bis 184 Aufwandspunkte

8-980.1185 bis 552 Aufwandspunkte

.10185 bis 368 Aufwandspunkte

.11369 bis 552 Aufwandspunkte

8-980.2553 bis 1104 Aufwandspunkte

.20553 bis 828 Aufwandspunkte

.21829 bis 1104 Aufwandspunkte

8-980.31105 bis 1656 Aufwandspunkte

.301105 bis 1380 Aufwandspunkte

.311381 bis 1656 Aufwandspunkte

8-980.41657 bis 2208 Aufwandspunkte

.401657 bis 1932 Aufwandspunkte

.411933 bis 2208 Aufwandspunkte

8-980.52209 bis 2760 Aufwandspunkte

.502209 bis 2484 Aufwandspunkte

.512485 bis 2760 Aufwandspunkte

8-980.62761 bis 3680 Aufwandspunkte

.602761 bis 3220 Aufwandspunkte

.613221 bis 3680 Aufwandspunkte

8-980.73681 bis 4600 Aufwandspunkte

8-980.84601 bis 5520 Aufwandspunkte

8-980.95521 bis 7360 Aufwandspunkte

8-980.a7361 bis 9200 Aufwandspunkte

8-980.b9201 bis 11040 Aufwandspunkte

8-980.c11041 bis 13800 Aufwandspunkte

8-980.d13801 bis 16560 Aufwandspunkte

8-980.e16561 bis 19320 Aufwandspunkte

8-980.f19321 und mehr Aufwandspunkte

(Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) jährliches Erscheinen)

Auflistung der erhobenen Einzelvariablen und Erläuterung der Kürzel

Kürzel	Kürzel erläutert
Num	Nummer der Stichprobe
Fr	Frühdienst
Sp	Spätdienst
Na	Nachtdienst
Min	Aufwand in Minuten
Bea	Beatmung in Minuten
CPAP	CPAP/Intervallbeatm.
TISSSAPS	Summe TISS und SAPS
SumTISS	Summe TISS
TISSBea	Apperative Beatmung
TISSKat	Katecholamine
TISSFlue	Flüssigkeitsersatz in hohen Mengen
TISSartKath	arterieller Katheter
TISSpulKath	pulmonaler Katheter
TISSDia	Dialyse
TISSinkraD	intrakranielle Druckmessung
TISSAzi	metabolische Azidose
TISSIntICU	Intervention auf der Intensivstation
TISSIntEx	Aktion außerhalb der Intensivstation
SumSAPS	Summe der täglichen SAPS-Punkte
SAPSA	SAPS-Item Alter
SAPSHF	SAPS-Item HF
SAPSSysRR	SAPS-Item systolischer Blutdruck
SAPSTemp	SAPS-Item Temperatur
SAPSPaO2	SAPS-Item periphere Sauerstoffsättigung
SAPSAus	SAPS-Item Ausfuhr
SAPSHarn	SAPS-Item Harnstoff
SAPSLeuko	SAPS-Item Leukozyten
SAPSKa	SAPS-Item Kalium
SAPSNa	SAPS-Item Natrium
SAPSBiCa	SAPS-Item Bicarbonat
SAPSBili	SAPS-Item Bilirubin
SAPSchronLeid	SAPS-Item chronisches Leiden
SAPSAufn	SAPS-Item Aufnahmestatus
DRG	DRG
DRGNam	DRG Textlicher Name
ICDVerbr	Verbrennung
ICDHämTeerVar	Meläna, Teerstuhl, Ö-varizenblutung, Hämaturie
ICDDiath	Hämorrhagische Diathesen
ICDBlut	Blutungen
ICDSep	Sepsis-Diagnosen
ICDSIRS	Systemisches inflammatorisches response Syndrom
ICDInf	Infektion durch Implantate od. Transplantate Herz/Gefäße
ICDKand	Kandidosen/andere Infektionen

ICDIso	Isolierung/MRE
ICDARDS	Acute Respiratory Distress Syndrome
ICDAneu	Aortadissektion, Aneurysma Aorta
ICDKlap	Kammertachykardie/Aorten-Klappenstenose/Mitralklappeninsuffizienz
ICDHI	Kreislaufkomplikationen/resp.Insuff./Kardiomyopathien/HI/KHK/Infarkt/Embolie
ICDPeriErg	Pericard Erguss
ICDRea	Herzstillst , glob. Herzversagen, Blutungsschock
ICDofSter	offenes Sternum
ICDPneu	Pneumonien
ICDNierver	akutes Nierenversagen, Transplantatversagen
ICDPeriton	Peritonitis/peritonealer Abszess/Ascitis
ICDPankrat	Pankreatitis, Transplantatabstoßung
ICDPneumoth	Pneumothorax, pulmonale Insuffizienz, Pleuraerguss
ICDIlius	Darmparalyse, Ilius
ICDDEK	Dekubitus
ICDUlc	Ulcus, Ulcus cruris, Nekrosen
ICDFist	Fistel
ICDPlatz	Platzbauch komplett
ICDDiab	Diabetes
ICDDysph	Dysphasie, Dysphagie und Aphasie, Dysarthrie, Anarthrie
ICDDelir	Delir, Orientierungsstrg, Demenz
ICDEpil	Gran-Mal/Epilepsie/Krampfanfälle
ICDPolitr	Politraumen/Frakturen/Rißverletzung der Leber/
ICDHirnbl	Schädel Hirn / subarach Blut, Hirnödem
ICDFibro	Fibrosen/Exostosen
ICDThromb	Thrombosen
ICDArtskler	Atherisklerose
ICDKomp	Kompartments
ICDGangr	Gangrän
ICDZirrh	Leberzhirrose, -Versagen, Cholangitis, Ascites
ICDHirninf	Hirninfarkt
ICDHemipl	Hemiparese/Hemiplegie
ICDPark	Parkinson
ICDNahtIns	OP-Verletzung, Naht-Insuffizienz
ICDKomplEndopr	Komplik Endoproth, Gefäßtranspl.
ICDblind	Blindheit
ICDAbhäng	Entzugssyndrom, Abhängigkeitssyndrom
ICDBMI	BMI, Adipositas, Anorexie
ICDWean	Weaning Protokoll
OPSRea	Reanimation
OPSDefi	Defibrillation
OPSMRE	Multiresitenter Erreger
OPSECMO	Extrakorporale Membranoxygenierung
OPSAngio	Angiographien
OPSHerzkath	Herzkatheter

OPSEndosk	Endoskopien
OPSCT	CTs + 3D Auswertung
OPSOP	Operationen
OPSDial	Dialyse, CVVH
OPSZVD	ZVK/ZVD Monitoring + an. Kath.
OPSBea	Masken-Beatmung
OPSTracheo	Tracheostomie
OPSPunkt	Punktionen
OPSWund	große Wundversorgung/Drainagen
OPSEK	EK/TK/andere
OPSMedi	spez Medi
OPSTEE	TEE
OPSSpül	Spülung
OPSIntub	Intubation
OBSChirKompl	Chirurgische Komplexbehandlung
OPSHypoth	Hypothermie
OPSLag	Lagerung
StomGastro	Gastrostoma
StomCololleo	Colo-/ Ileostoma
StomTracheo	Tracheostoma
StomUro	Urostoma
StuhlInkont	Stuhlinkontinenz
GkoerPfl	Ganzkörperpflege
TKoerPfl	Teilkörperpflege
Perfusor	Perfusorenanzahl
MS	Magensonde
artKath	arterieller Katheter
ZVK	ZVK
PiCCO	PiCCO
Shaldon	Shaldon
Buelau	Bülau
Drain	andere Drainagen (Redon, Robinson, easy flow)
VAC	VAC
RASS	RASS (Sedierungstiefe)
BPSchmerz	Schmerz 0 = nicht beurteilt, 3 bis 12 Einstufung
DKSFK	DK = 1 SFK = 2
Bilanz	Bilanz: Häufigkeit pro Tag (Bilanz stdl. Hier jedoch Differenzdoku zum Vortag)
Drainkont	Drainagekontrolle/leeren
Lagerung	Lagerung: Häufigkeit pro Tag
Wundver	Wundversorgung
Ernaehriv	Ernährung i.v. Ja = 1, nei*N* =0
ErnaehrSond	Ernährung Sonde Ja = 1, nei*N* =0
Absaug	Absaugen: Häufigkeit pro Tag
CPAP	CPAP Häufigkeit pro Tag
Entlassart	Entlassart: T = 1, reg be = 2, Verl KH = 3, Verl Reha = 4, Verl Hos = 5, offe*N* =6, E geg ä Rat = 7
VW	Verweildauer

Alter	Alter
Tumor	Bösartig = 1, ohne Tumor =0
Aufnart	Elektiv = 0, Notfall = 1

Interaktionen der Earth-Modelle

Summenscore	GCV	RSS	GRSq	RSq	Prädiktoren	Terme
Pflegetag						
Additiv	49453,32	22469219	0,141854	0,184312	5	7
1 Interaktion	48392,97	21940391	0,160254	0,203510	8	6
2 Interaktionen	47788,61	18110114	0,170741	0,342558	15	22
9 Interaktionen	44797,65	14857979	0,222642	0,460619	26	33
Frühdienst						
Additiv	8879,33	3829675	0,118517	0,204637	8	13
1 Interaktion	8778,31	3405110	0,128546	0,292812	13	20
2 Interaktionen	8616,49	2929894	0,144611	0,391507	19	31
9 Interaktionen	8435,05	2903806	0,162623	0,396925	18	28
Spätdienst						
Additiv	9680,04	4248750	0,101703	0,175151	7	11
1 Interaktion	9369,34	3900361	0,130534	0,218924	10	11
2 Interaktionen	8846,22	3313205	0,179080	0,356777	19	23
9 Interaktionen	9077,54	3320130	0,157613	0,355432	21	25
Nachtdienst						
Additiv	25337,58	11218267	0,054626	0,124342	8	10
1 Interaktion	24967,52	10369960	0,068433	0,190558	11	14
2 Interaktionen	23392,85	9074097	0,127186	0,291708	21	20
9 Interaktionen	24135,61	8514452	0,099473	0,335392	21	28

Einzelitems	GCV	RSS	GRSq	RSq	Prädiktoren	Terme
Pflegetag						
Additiv	5000,957	23161960	0,1322014	0,1591639	3	4
1 Interaktion	4902,134	22225282	0,1493497	0,1931676	6	6
2 Interaktionen	4784,196	19648691	0,1698153	0,2867042	13	15
9 Interaktionen	4268,404	12605332	0,2593187	0,5423955	25	42
Frühdienst						
Additiv	9.200,08	3994218	0,08667588	0,1704636	6	10
1 Interaktion	8.594,03	3411334	0,14684	0,2915194	13	18
2 Interaktionen	8.474,35	2706005	0,1587215	0,4380052	28	36
9 Interaktionen	8.186,75	2322326	0,1872722	0,5176894	29	45
Spätdienst						
Additiv	9.907,74	4301452	0,08057163	0,1649193	6	10
1 Interaktion	9.103,60	3572327	0,1551955	0,306471	15	19
2 Interaktionen	8.475,94	3063210	0,2134414	0,4053108	21	26
9 Interaktionen	7.993,87	2785882	0,2581767	0,459151	29	27
Nachtdienst						
Additiv	25536,61	11702203	0,0471997	0,08656733	4	5
1 Interaktion	25074,74	10531445	0,06443231	0,1779526	12	13
2 Interaktionen	23836,94	8822759	0,1106163	0,3113266	22	24
9 Interaktionen	23201,19	7791842	0,1343367	0,3917963	26	32

Bestimmtheitsmaße im Vergleich der Analysemethoden

Variable(nset)/Analysemethode	univariate Regres	multiple Regre	RPART	Earth RSq
Pflegetag				
SumTISS	0,089			
SAPS	0,030			
OPSECMO	0,045			
CPAP	0,018			
OPSaggr	0,046			
RASS	0,070			
Shaldon	0,013			
Perfusor	0,110			
VAC	0,008			
StomUro	0,006			
PiCCO	0,006			
Wean	0,025			
OPSECMO, Perfusor, VAC, SumTISS, StomUro		0,170		
1add: h, OPSECMO, hSumTISS, hSumSAPS, hPerfusor, hLagerung				0,184312
2inter: hPerfusor, OPSECMO*artKath, OPSIntub*hLagerung, hMS*hPerfusor				0,203510
3inter: h,*…				0,342558
10inter:h,*…				0,460619
rel error = 1-r², hier bestes Modell xerror=0,934			0,137	
Frühdienst				
Dialyse	0,028			
OPSHerzkath	0,010			
OPSEndos	0,005			
OPSECMO	0,039			
Bea	0,021			
SumTISS	0,081			
SAPS	0,011			
Wean	0,019			
CPAP	0,011			
StomGastro	0,018			
Bülau	0,012			
Perfusor	0,032			
RASS	0,031			
Shaldon	0,024			
PiCCO	0,013			
OPSECMO, SumtISS, OPSDial, OPSHerzkath		0,114		
1add: h, OPSECMO,hDrain,OPSDial,hTKoerpfl,hBea,hWund,OPSTEE,hTISS)				0,204637
2inter: h,*(SumTISS,Bilanz,OPSECMO,Drain,Wund,artKath, Tkoerpfl,OPSDial,GEVK,Ernähr				0,292812
3inter: h,*…				0,391507
10inter:h,*…				0,396925
rel error = 1-r², hier bestes Modell xerror=0,942			0,125	
Spätdienst				
OPSIntub	0,005			
OPSTEE	0,006			
OPSECMO	0,024			
SumTISS	0,059			
Wundver	0,008			
TkoerPfl	0,011			
Bilanz	0,007			
Wean	0,008			
Perfusor	0,072			
RASS	0,040			
VAC	0,009			
PiCCO	0,005			
SumTISS,OPSECMO,Perfusor,OPSTEE,TKoerPfl,Bilanz,VAC		0,131		
1add: h,Perfusor,Tkoerpfl,Bilanz,SumTISS, OPSTEE,OPSECMO				0,175151
2inter: h,*(…				0,218924
3inter: h,*…				0,356777
10inter:h,*…				0,355432
rel error = 1-r², hier bestes Modell xerror=0,989			0,049	
Nachtdienst				
OPSRea	0,004			
OPSIntub	0,004			
OPSEK	0,010			
OPSEndosk	0,008			
OPSECMO	0,045			
SumTISS	0,010			
SAPS	0,021			
Bilanz	0,010			
Wean	0,006			
CPAP	0,007			
DKSFK	0,007			
Perfusor	0,044			
RASS	0,019			
StomUro	0,018			
Perfusor, Bilanz, StomUro		0,077		
1add: h, SumSAPS, OPSEndosk, OPSDial,Tkoerpfl,Perfusor,RASS,Bilanz,CPAP				0,124342
2inter: h,*(…				0,190558
3inter:h,* …				0,291708
10inter:h,*…				0,335392
rel error = 1-r², hier bestes Modell xerror=0,964			0,045	

Signifikanz und Bestimmtheitsmaß in der univariaten Regression (Pflegetag)

unabhängige Variablen univariate Regression	nicht signifikant Min	signifikant Min	Bestimmtheitsmaß
Prozeduren / erlösrelevante Variablen			
OPSBea	0.633		-0.0016
OPSDial		0.0351 *	0.0071
OPSRea	0.199		0.0013
OPSTracheo	0.764		-0.0019
OPSIntub		0.0204 *	0.009
OPSHypoth	0.222		0.0010
OPSMRE	0.437		-0.0008
OPSSpuel	0.421		-0.0007
OPSLag		0.0448 *	0.0063
OPSChirKompl	0.365		-0.0003
OPSPunkt	0.637		-0.0016
OPSEK		0.0101 *	0.0100
OPSTEE	0.463		-0.00096
OPSZVD		0.025 *	0.0084
OPSMedi	0.647		-0.0016
OPSHerzkath	0.174		0.0017
OPSDefi	0.477		-0.0010
OPS Angio		0.0615 .	0.0052
OPS Endosk		0.0026 **	0.0167
OPS CT	0.334		-0.00013
OPS OP	0.28		0.00035
OPS Wund		0.0929 .	0.0038
OPSECMO		1.66^{e-6}***	0.04495
Bea		2.38^{e-5} ***	0.0346
SumTISS		1.58^{e-11} ***	0.08886
SumSAPS		7.23^{e-5} ***	0.0304
Pflegeparameter und Patientenscores			
Lagerung	0.858		-0.002025
Wundver	0.162		0.001997
TKoerPfl	0.446		-0.0008716
GkoerPfl	0.2727		0.0004296
Bilanz	0.1369		0.0025
Wean		3.27^{e-4}***	0.02464
CPAP		0.00327 **	0.01589
Drainkont	0.5032		-0.001152
Ernaehriv	0.3372		-0.00016
ErnaehrSond	0.581		-0.0014
RASS		3.94^{e-4} ***	0.0680
StuhlInkont	0.552		-0.0013
Zu- und Ableitungen			

StomTracheo	0.9959		-0.0020
StomGastro	0.2465		0.00072
StomColoIleo	0.3485		-0.00024
Absaug	0.907		-0.0020
Buelau	0.138		0.00275
Drain	0.784		-0.0019
MS	0.517		-0.00212
arthKath	0.5419		0.00565
ZVK	0.5666		-0.0014
DKSFK	0.4262		-0.00076
Perfusoren		1.69^{e-14}	0.1141
Shaldon		0.009**	0.0119
VAC		0.024*	0.0075
StomUro		0.0481*	0.0061
PiCCO		0.036*	0.0064
Aggregierte Leistungen			
OPS aggregiert		1.11^{e-6} ***	
SumSAPS		7.23^{e-5} ***	
SumTISS		1.58^{e-11} ***	0.08886
Pflegeleistungen aggregiert	0.304		0.0001253
Ein- Ausleitungen aggregiert		2.85^{e-12}***	
Strukturmerkmal			
GeVK	0.987		-0.0020
TISS Einzelitems			
TISSBea		3.09^{e-4} ***	0.0248
TISSKat		4.48^{e-06} ***	0.04112
TISSFlue		0.00105 **	0.0202
TISSartKath		0.0735 .	0.0046
TISSpulKath		5.84^{e-05} ***	0.03124
TISSDia		0.0658 .	0.00498
TISSinkraD	0.5568		-0.00137
TISSAzi		2.51^{e-05} ***	0.03449
TISSIntICU		1.31^{e-06} ***	0.0458
TISSIntEx	0.1869		0.00155

Assessment Name*	Kürzel	Typ**	Land	(primäre) Zielgruppe	(erste) Veröffentlichung	Studienumfang/ Stichprobengröße	Autor	statistische Methode	Erläuterungen zum Assessment	Studien-Ergebnis	Primärliteratur
Nine Equivalents of Nursing Manpower	NEMS	Ib	NL	Intensiv-Patienten	1997	64 Intensivstationen, 11 europäische Länder, retrospektive Studie, 2000 Fälle radom, crossvalidation 996 random	Reis Miranda et.al.	lineare Regression, Pearson-Korr., T-Test, ICC, Kappa	Exzerpt aus dem TISS-28, Datensample aus TISS-28 Studie verwendet		Reis Miranda (1997): Nine equivalents of nursing manpower use score (NEMS). Intensive Care Med (Intensive care medicine).
Nursing Acitivities Score	NAS	Ib	NL	Intensiv-Patienten	2003	99 Intensivstationen, 15 europäische Länder, 2041 Patienten, 6451 Pflegetage, 127,95 Multimomentaufnahmen	Reis Miranda et.al.	Multimomentaufnahme in Selbstaufschreibung (30 Zufallszeitpunkte in 24h), Auswertung tgl. Leistungsdokumentation (TISS-28 + 15 neue)	0 - 170 Punkte	erklärt 80,8 % der Aufwandszeit	Miranda; Nap, R.; Rijk, A. de; Schaufeli, W.; Iapichino (2003): Nursing activities score. Crit Care Med (Critical care medicine).
Acute Physiology And Chronic Health Evaluation I bis III	APACHE I-III	Ib	USA	Intensiv-Patienten	1991/ 1985	5790 Patientenfälle in 13 Krankenhäusern	Knaus, Wagner	Regression, T-Test, F-Test	12 physiologische Messvariablen		Knaus, W. A.; Zimmerman, J. E.; Wagner, D. P.; Draper, E. A.; Lawrence, D. E. (1981): APACHE-acute physiology and chronic health evaluation. Crit. Care Medicin.
Simplified Acute Physiology Score II	SAPS II	Ib	EU, USA	Intensiv-Patienten	1993	137 Stationen in 12 Ländern, 13152 Patienten	Le Gall	Versuchs- und Kontrollgruppe, Goodness-of-fit-tests	6 - 76 Punkte, Bezug zu den Krankheitskosten		Le Gall et al. (1993): „A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North Amerikan mulficenter study." JAMA (JAMA : the journal of the American Medical Association)
Barthel Index	BI	V	USA	Rehabilitation	1965	Montebello State Hospital, Deer's Head Hospital, and AND Western Maryland Hospital	Barthel, Mahoney	---	0 bis 100 Punktesystem	Beginn 1955, Längsschnitt; keine Stich-probengröße	Mahoney (1965): Funcional Evaluation. The Barthel Index. Maryland state medical journal.
Planification Informatisée des Soins Infirmiers Requis	PLAISIR	IIb	CA	Langzeit-Pflege	1983		Charles Tilquin (EROS)		wird international im französischsprachigen Raum eingesetzt (Kanada, Schweiz, Belgien)		Tilquin et al. (1988): "Plaisir". Un sistema de evaluación continua.Revista de enfermeria (Barcelona, Spain)
Rainio, Fagerström and Rauhala patient classification system	RAFAELA	Ib	FI	Akutkrankenhaus	2004	61 Stationen in 8 finnischen Krankenhäusern	Fagerström, L., Rauhala, A.	lineare Regression, ANOVA, T-Test, Korrelation	mehrere Scores ergänzen sich zusammen zum System		Fagerström (2000): Professional assessment of optimal nursing care intensity level. A new method for resource allocation as an alternative to classical time studies. Scandinavian journal of caring sciences.
Therapeutic Intervention Scoring System 76	TISS-76	IV	USA	Intensiv-Patienten	1974	7 Intensivstationen und fünf Normalstationen Massachusetts General Hospital	Cullen und Keene	lineare Regression, Korrelation, Standardfehler,	1 bis 4 Punkte pro Item		Cullen, Keene (1983): Therapeutic Intervention Scoring System: update 1983. Crit Care Med (Critical care medicine).
Therapeutic Intervention Scoring System 28	TISS-28	Ib	NL	Intensiv-Patienten	1993	22 Intensivstationen in den Niederlanden, 1820 Vergleichseinstufungen TISS-76 und TiSS-28	Reis Miranda et.al.	entwickelt aus 10.000 Einstufungen des TISS-76 mittels Regression und Kreuzvalidierung	Reduktion der Items von Cullen und Keene von1983	erklärt 43,3 % der Aufwandszeit	Reis Miranda, D. R.; de Rijk, A.; Schaufeli, W. (1996): Simplified Therapeutic Intervention Scoring System: the TISS-28 items--results from a multicenter study. Crit Care Med (Critical care medicine)
Ressource Utilization Group Classification System	RUG III	IIb	USA	Pflegeheim bewohner	1994	7658 Pflegeheimbewohner in 6 Staaten der USA	BE Fries, E. Cornelius	24 Stunden Zeitmessung	Für Kostenträger in den USA entwickelt	erklärt 55,5 % Aufwandszeit	Fries, B. E.; Schneider, D. P.; Foley, W. J.; Dowling, M. (1989): Case-mix classification of Medicare residents in skilled nursing facilities. Medical care.
Functional Independence Measure	FIM	Ib	USA	Rehabilitation	1987	1985 bis 1987'review über 36 Instrumente und Entwicklung des FIM	Granger	Korrelation, Signifikanzniveau	13 motorische, 5 sozio-kognitive Items, Punkte zw. 18 und 126 (beinhaltet Items des Barthel Index), als Selbstbefragungsbogen entwickelt		Keith, R. A.; Granger, C. V.; Hamilton, B. B.; Sherwin, F. S. (1997): The functional independence measure. Advances in clinical rehabilitation.
Leistungserfassung und Prozessdokumentation im Gesundheitswesen	LEP	IV	CH	Normal-Station-Pat.	1989	Entwicklung im Kantonsspital St. Gallen, Universitätsspital Zürich	Baumberger	---	hinterlegt Zeitwerte hinter Einzelmaßnahmen		Brügger, Brosziewski (2001): Zur Wissenschaftlichkeit von Messinstrumenten im Gesundheitswesen. Am Beispiel der Methode LEP (Leistungsentwicklung in der Pflege). Pflege.

Assessment Name*	Kürzel	Typ**	Land	(primäre) Zielgruppe	(Erst)-Veröffentlichung	Studienumfang/ Stichprobengröße	Autor	statistische Methode	Erläuterungen zum Assessment	Studien-Ergebnis	Primärliteratur
Pflegepersonal-regelung	PPR	IV	D	Normal-Station-Pat.	1993	k. Angaben	Expertengruppe nach § 19 KHG	---	Artikel 13 Gesundheitsstrukturgesetz vom 21. Dezember 1992		Schöning/Luithlrn/Scheinert (1995): Pflege-Personalregelung. Buch Kohlhammer Verlag.
Blaylock-Risk-Assessment-Screening-Score (BRASS)	BRASS	IIb	USA	ambulante Patienten	1992	206 Patienten, 60 Rater (Interraterreliabilität)	Anne Blaylock	Korrelation, Interraterreliabilität	0 bis 40 Punkte mit Schwellenwert 10	Inhaltsvalidität nachgewiesen (1999 Australien)	Blaylock, Cason (1992): Discharge planning predicting patients' needs. Journal of gerontological nursing
Clinical dementia rating system	CDR	Ib	USA	Demenzeinstufung	1993	'k. Angaben	J.C. Morris		bezieht sich ausschließlich auf die Diagnose Demenz, 5-Punkte Skala		Morris, J. C. (1997): Clinical dementia rating. A reliable and valid diagnostic and staging measure for dementia of the Alzheimer type. In: International psychogeriatrics 9 Suppl 1, 173-6; discussion 177-8.
Resident Assessment Instrument	RAI	IIa	USA	stationäre und ambulanten Altenpflege	1990	241 ambulante Patienten + 187 Pflegeheimbewohner (Erhebung der Assessments jeweils durch zwei "Rater")	Morris J.N. et al	gewichtetes Kappa	enthält das MDS (Minimum DataSet), Care Area Assessment (CAA) process and the RAI Utilization Guidelines	74 % Erklärungsgehalt	Morris J.N: et al. (1992): Designing the national resident assessment instrument for nursing homes. The Gerontologist.
ergebnis-orientiertes Pflegeassessment Acute Care	ePA-AC	IV	D	Normal-Station-Pat.	2006	6 Stationen in zwei Krankenhäusern, 1500 Patienten	Hunstein	Interraterreliabilität (Kappa) und Konstruktvalidität	Dr. Horst Schmidt Kliniken, Universitätsspital Zürich, 52 Items in 10 Kategorien		Baumberger, D.; Hunstein, D. (2009): The linkage of nursing assessment and nursing workload. In: Studies in health technology and informatics 146, S. 36-40.
Pflegediagnosen	NANDA		USA	alle Pflege-empfänger	1973	k. Angaben	Kristine Gebbie and Mary Ann Lavin	---	kein Leistungserfassungssystem sondern Taxonomie		Gordon, Marjory; Bartholomeyczik, Sabine (2001): Pflegediagnosen.Theoretisch Grundlagen. Urban & Fischer Verlag (24. August 2001).
Therapeutic Intervention Scoring System 10 Core	TISS-10 Core	---	D	Intensiv-Patienten	2004	k. Angaben	DIMDI	---	bis 43 Punkte		Dokumentationsvorgaben zur Erfassung der Intensivmedizinischen Komplexbehandlung 2005. https://www.dimdi.de/static/.downloads/deutsch/ops-anleitung-intensivmedizin-8009.pdf
INtensivPflege Und Leistungserfassungssystem	InPULS	V	D	Intensiv-Patienten	1997	k. Angaben	Faschingbauer, Eck	---	sechs Pflegekategorien		Pflegedirektion Universitätsklinik Heidelberg (Hg.) (2012): Inpuls. Intensiv Pflege- und Leistungserfassungssystem. Flyer im Rahmen einer Präsentation. World Journal of Surgery.
Hannover Intensiv Score	HISS	IV	D	Intensiv-Patienten	1989	215 chirurgische Intensivpatienten	Lehmkuhl	Vergleich mit Apache und TISS, Korrelation,			Lehmkuhl, P. et al. (1989): A new scoring system for disease intensity in a surgical intensive care unit

***Agency for Health Care Policy and Research (AHCPR)*

- Stufe Ia: Wenigstens eine Metaanalyse auf der Basis methodisch hochwertiger randomisierter, kontrollierter Studien
- Stufe Ib: wenigstens ein ausreichend großer, methodisch hochwertiger RCT
- Stufe IIa: wenigstens eine hochwertige Studie ohne Randomisierung
- Stufe IIb: wenigstens eine hochwertige Studie eines anderen Typs, quasi-experimenteller Studie
- Stufe III: mehr als eine methodisch hochwertige nichtexperimentelle Studie wie etwa Vergleichsstudien, Korrelationsstudien oder Fall-Kontroll-Studien
- Stufe IV: Meinungen und Überzeugungen von angesehenen Autoritäten (aus klinischer Erfahrung); Expertenkommissionen; beschreibende Studien
- Stufe V: Fallserie oder eine oder mehrere Expertenmeinungen

**Die aufgeführten Assessments stellen nur eine Auswahl möglicher Klassifikationsarten zur Bewertung von Pflegeaufwand, Patientenoutcome, Pflegebedürftigkeit, Patientenklassifikation, etc. dar. Die Informationen zu Stichprobengröße und Auswertungsverfahren beziehen sich auf die gefundene Primärliteratur. Viele der genannten Assessments wurden in den Jahren seit ihrem Entstehen kontinuierlich weiter bearbeitet und sind Bestandteil weiterer Forschungsarbeiten.*

(Reis Miranda et al. 1997; Miranda et al. 2003; Knaus et al. 1981; Le Gall et al. 1993; MAHONEY und BARTHEL 1965; Tilquin et al. 1988; Fagerström et al. 2000; Keene und Cullen 1983; Reis Miranda et al. 1996; Fries et al. 1989; Keith et al. 1987; Brosziewski und Brügger 2001; Schöning et al. 1995; Blaylock und Cason 1992; Morris 1997; Baumberger und Hunstein 2009; Gordon und Bartholomeyczik 2005; Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) 2005; Pflegedirektion Universitätsklinik Heidelberg 2012; Lehmkuhl 1989)

Vorlage Erhebungsbogen

Datum:	
F☐	
S☐	
N☐	
patientenbezogene Zeiten (Angaben in Stunden, Minuten)	
☐ ☐ ☐ Hinweis: Alle hier eingetragenen Zeiten werden aufsummiert	
<u>Bitte am Ende der Schicht bewerten:</u> Zeit-Messung konnte eingehalten werden ☐ Zeit-Messung konnte zu > 90 % eingehalten werden ☐ Zeit-Messung konnte nicht eingehalten werden ☐	

Genehmigung Personarat

universitäts klinikumbonn
Kaufmännische Direktion

2. Ausfertigung

Universitätsklinikum Bonn, Sigmund-Freud-Str. 25, 53105 Bonn

Personalrat der
nichtwissenschaftlich Beschäftigten
des Universitätsklinikums Bonn

53105 Bonn

Eingegangen
14. März 2013
ST 1/36-13
PERSONALRAT

Geschäftsbereich Personalwesen

Frau Dr. Stachel
Geschäftsbereichsleiterin

Bonn, 7. März 2013

Mira Lehnen
Projektmanagement

Tel.: 0228. 287-15015
Fax: 0228. 287-9015015
mira.lehnen@ukb.uni-bonn.de

Universitätsklinikum Bonn
Sigmund-Freud-Straße 25
53127 Bonn

Zeiterhebung zur Aufwandsmessung von Pflegeleistungen in der Intensivpflege im Rahmen einer Promotionsarbeit
Unsere Vorlage vom 05.12.2012
Ihr Schreiben vom 13.12.2012

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Rahmen der o. g. Vorlage habe ich Sie im Rahmen des § 2 in Verbindung mit § 65 LPVG NRW darüber informieren, dass im Rahmen der Promotionsarbeit von Frau Tuschy eine Zeiterhebung in der Intensivpflege erfolgen soll.

Die genaue Zielsetzung, Planung und Durchführung der Analyse in der anästhesiologischen Intensivstation konnten Sie der Vorlage entnehmen.

Mit Schreiben vom 13.12.2013 baten Sie um Stellungnahme des Datenschutzbeauftragten sowie um erneute Vorlage, was ich hiermit nachhole.
Ich bitte Sie daher, der Zeiterhebung gemäß § 72 Abs. 4 Nr. 17 LPVG NRW zuzustimmen.

Für Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Personalrat der
nichtwissenschaftlich Beschäftigten
des Universitätsklinikums Bonn

Zugestimmt
Bonn, 19. März 2013

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Kerstin Stachel

Durchschrift für Frau Silja Tuschy

Anlage:

- Stellungnahme des Datenschutzbeauftragten

Aufsichtsratsvorsitzender:
Dr. Wolfgang Riedel

Vorstand:
Prof. Dr. med. Dr. h.c. mult. Wolfgang Holzgreve, MBA (Vorsitzender und Ärztlicher Direktor)
Dr. Hans-Jürgen Hackenberg (Kaufmännischer Direktor)
Prof. Dr. Max P. Baur (Dekan der Med. Fakultät)
Prof. Dr. Andreas Hoeft (stellv. Ärztlicher Direktor)
Alexander Pröbstl (Pflegedirektor)

Anstalt öffentlichen Rechts
Gerichtsstand Bonn

Finanzamt Bonn Innenstadt
Steuernummer: 205-5783-1215
Ust-IdNr.: DE 811 917 555

Seite 1 von 1

Beatmungs-DRG

Beatmung	**371**
Beatmung > 1799 Stunden mit komplexer OR-Prozedur oder Polytrauma, mit hochkomplexem Eingriff oder intensivmedizinischer Komplexbehandlung > 3920 / 3680 Aufwandspunkte	11
Beatmung > 249 und < 500 Stunden mit hochkompl. Eingr. od. intensivmed. Komplexbeh. > 1764 / 1656 Punkte od. mit Eingr. bei angeb. Fehlb., Alter < 2 J. od. mit best. OR-Proz. und kompliz. Konstell., mit int. Komplexbeh. > 1764 / 1656 P. oder Alt. < 16 J.	12
Beatmung > 249 und < 500 Stunden mit komplexer OR-Proz., mit kompliz. Konstell. od. sehr kompl. Eingr. oder Alter < 16 Jahre, ohne Eingr. bei angebor. Fehlbildung od. Alter > 1 J. od. ohne komplexe OR-Proz., mit Tumorerkr. od. angeb. Fehlb., Alter < 3 J.	19
Beatmung > 249 und < 500 Stunden mit komplexer OR-Prozedur, ohne hochkomplexen oder sehr komplexen Eingriff, ohne intensivmedizinische Komplexbehandlung > 1656 Aufwandspunkte, ohne komplizierende Konstellation, Alter > 15 Jahre	7
Beatmung > 249 und < 500 Stunden ohne komplexe OR-Prozedur, ohne bestimmte OR-Prozedur, ohne komplizierende Konstellation, ohne intensivmed. Komplexbehandlung > 1176 / 1104 Aufwandspunkte, Alter > 5 J. mit kompl. Diagn. oder Proz. oder Alter < 16 J.	7
Beatmung > 249 und < 500 Stunden ohne komplexe OR-Prozedur, ohne bestimmte OR-Prozedur, ohne komplizierende Konstellation, ohne intensivmed. Komplexbehandlung > 1176 / 1104 Aufwandspunkte, ohne komplexe Diagnose, ohne komplexe Prozedur, Alter > 15 Jahre	3
Beatmung > 249 und < 500 Stunden ohne komplexe OR-Prozedur, ohne Tumorerkrankung oder angeb. Fehlbildung, Alter < 3 Jahre, mit bestimmter OR-Prozedur und komplizierender Konstellation, ohne intensivmed. Komplexbeh. > 1764 / 1656 Punkte, Alter > 15 J.	6
Beatmung > 499 und < 1000 Std. mit kompl. OR-Proz. od. Polytr. od. int. Komplexbeh. > 3430/3220 P., oh. kompliz. Konst., Alter > 15 J., od. oh. kompl. OR-Proz., oh. Polytr., m. kompl. Konst. od. int. Komplexbeh. 2352/2209 - 3430/3220 P. od. Alter < 16 J.	54
Beatmung > 499 und < 1000 Stunden mit komplexer OR-Prozedur oder Polytrauma oder intensivmedizinischer Komplexbehandlung > 3430 / 3220 Aufwandspunkte, ohne hochkomplexen Eingriff, Alter > 15 Jahre, mit sehr komplexem Eingriff oder kompliz. Konstellation	47
Beatmung > 499 und < 1000 Stunden ohne komplexe OR-Prozedur, ohne Polytrauma, ohne angeborene Fehlbildung oder Tumorerkrankung oder Alter > 2 Jahre, ohne kompliz. Konst., Alter > 15 Jahre, mit intensivmed. Komplexbeh. 1471 / 1381 bis 2352 / 2208 Punkte	1
Beatmung > 95 und < 250 Stunden mit hochkomplexem Eingriff oder intensivmed. Komplexbeh. > 1764 / 1656 Punkte oder > 1176 / 1104 Punkte mit komplexer OR-Prozedur oder mit kompliz. Konst., best. OR-Proz. und Alter < 16 J. oder bei Lymphom und Leukämie	4
Beatmung > 95 und < 250 Stunden mit komplexer OR-Prozedur, ohne hochkomplexen od. sehr komplexen Eingriff, ohne intensivmedizin. Komplexbeh. > 1176 / 1104 Punkte, ohne kompliz. Konstellation, ohne Eingriff bei angeborener Fehlbildung od. Alter > 1 Jahr	4
Beatmung > 95 und < 250 Stunden ohne hochkompl. Eingriff, oh. int. Komplexbeh. > 1176/1104 P., mit kompliz. Konst. od. sehr kompl. Eingr. od. bei angebor. Fehlb., Alt. < 2 J. od. oh. kompl. OR-Proz., m. int. Komplexbeh. > 1176/1104 P., m. kompliz. Konst.	7
Beatmung > 95 und < 250 Stunden ohne kompl. OR-Proz., mit intensivmed. Komplexbeh. 1176 / 1105 bis 1764 / 1656 P., auß. b. Leukämie und Lymphom, oh. kompliz. Konst. od. mit best. OR-Proz. und kompliz. Konst., oh. intensivmed. Komplexbeh. > 1176 / 1104 P.	14
Beatmung > 95 und < 250 Stunden ohne komplexe oder bestimmte OR-Prozedur, ohne intensivmedizin. Komplexbehandlung > 588 / 552 Punkte, ohne kompliz. Konstellation, Alter > 15 J., oder verstorben oder verlegt < 9 Tage, mit kompl. Diagnose oder Prozedur	12
Beatmung > 95 und < 250 Stunden ohne komplexe OR-Prozedur, ohne Eingriff bei angeborener Fehlbildung od. Alter > 1 Jahr, mit bestimmter OR-Proz. oder kompliz. Konst. oder intensivmed. Komplexbeh. 589 / 553 bis 1176 / 1104 Aufwandspunkte od. Alter < 16 J.	10
Beatmung > 999 und < 1800 Stunden mit komplexer OR-Prozedur oder Polytrauma, mit hochkomplexem oder dreizeitigem komplexen Eingriff oder intensivmedizinischer Komplexbehandlung > 3920 / 3680 Aufwandspunkte	24
Beatmung > 999 und < 1800 Stunden mit komplexer OR-Prozedur, ohne Polytrauma, ohne komplizierende Konstellation, Alter > 15 Jahre oder ohne komplexe OR-Prozedur oder Polytrauma, Alter > 15 Jahre, mit intensivmed. Komplexbehandlung > 2352 / 2208 Punkte	119
Beatmung > 999 Stunden und Transplantation von Leber, Lunge, Herz und Knochenmark oder Stammzelltransfusion	10

(InEK GmbH 2013a)

MRE-Formular Dokumentation UKB

(Medizincontrolling des Universitätsklinikums Bonn, Version 2018)

Blatt-Nr.

Patientenetikett

Dokumentationsbogen 2018

D001b

Komplexbehandlung: Besiedelung/Infektion mit multiresistenten Erregern nach OPS 8-987.-

Die lückenlose Dokumentation auf diesem Leistungsnachweis durch den ärztlichen und pflegerischen Dienst ist Voraussetzung für die Kodierung der Komplexbehandlung.

1. Mindestmerkmale zur Kodierung des OPS 8-987.-

Durch die Angabe des OPS 8-987.- im KAS wird durch den vidierenden Arzt der Fachabteilung bestätigt, dass die nachstehenden Mindestmerkmale im Fachabteilungsaufenthalt erfüllt wurden:

- Behandlung durch speziell eingewiesenes medizinisches Personal, in Zusammenarbeit mit dem Krankenhaushygieniker und/oder der/dem Krankenschwester/-pfleger für Krankenhaushygiene (Hygienefachkraft) unter Aufsicht des Krankenhaushygienikers unter Berücksichtigung aktueller Behandlungs- und Pflegestandards.
- Durchführung von speziellen Untersuchungen zur Feststellung der Trägerschaft von multiresistenten Erregern (ICD-10-GM-Kodes U80 - U82) bzw. der erfolgreichen Sanierung der Kolonisierung bzw. Infektion sowie zur Prävention einer Weiterverbreitung.
- Durchführung von strikter Isolierung (Einzel- oder Kohortenisolierung) mit eigenem Sanitärbereich oder Bettstuhl bei entsprechender hygienischer Indikation (Vermeidung von Kreuzinfektionen). Die Isolierung wurde aufrechterhalten, bis in drei negativen Abstrichen/Proben von Prädilektionsstellen der MRE nicht mehr nachweisbar war. Die Abstriche/Proben wurden nicht am gleichen Tag entnommen. Die jeweils aktuellen Richtlinien des Robert-Koch-Instituts wurden berücksichtigt.

Wichtiger Hinweis:
Die Kodierung des OPS 8-987.- darf nur bei den o.g. Mindestmerkmalen, sowie einem dokumentierten Mehraufwand von mind. 120 Minuten pro Tag erfolgen. Eine Kodierung bei V.a. Besiedelung oder Infektion mit MRE und anschließend negativem Befund darf nicht unter dem OPS 8-987.- erfolgen.

2. Tägliche Dokumentation des isolationsbedingten Mehraufwandes von mindestens 120 Minuten durch den ärztlichen und pflegerischen Dienst

Durch Arzt oder Pflegefachpersonal auszufüllen	Datum	Datum	Datum	Datum	Datum
2a. Durchgeführte Basismaßnahmen	Zeitaufwand	Zeitaufwand	Zeitaufwand	Zeitaufwand	Zeitaufwand
» Ein- und Ausschleusen » Dokumentation » Fußbodendesinfektion » Desinfektion patientennaher Flächen	pauschal: 100 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 100 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 100 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 100 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 100 Minuten pro Tag Hz.
2b. Sonstige Maßnahmen (mit Zeitvorgabe)	Zeitaufwand	Zeitaufwand	Zeitaufwand	Zeitaufwand	Zeitaufwand
Wechsel von Bettwäsche, Bekleidung » Vorgegebener Minutenwert: 15 Minuten » Nur einmal pro Tag berechenbar	pauschal: 15 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 15 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 15 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 15 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 15 Minuten pro Tag Hz.
Antiseptische Ganzkörperwäsche » Vorgegebener Minutenwert: 20 Minuten » Einmalige Berechnung pro Tag ausreichend	pauschal: 20 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 20 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 20 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 20 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 20 Minuten pro Tag Hz.
Lokale antiseptische Behandlung (Nase/Rachen) » Vorgegebener Minutenwert: 10 Minuten » Nur einmal pro Tag berechenbar	pauschal: 10 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 10 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 10 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 10 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 10 Minuten pro Tag Hz.
Antibiotikagabe » Vorgegebener Minutenwert: 15 Minuten » Nur einmal pro Tag berechenbar	pauschal: 15 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 15 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 15 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 15 Minuten pro Tag Hz.	pauschal: 15 Minuten pro Tag Hz.
Abstriche » Vorgegebener Minutenwert: 10 Minuten (1-3 Abstr.) » Falls mehr als 3 Abstriche oder mehrmals pro Tag 1-3 Abstr. erforderl. sind, mehrfach berechenbar	10 Minuten (1-3 Abstriche) Hz. 20 Minuten (> 3 Abstriche) Hz.	10 Minuten (1-3 Abstriche) Hz. 20 Minuten (> 3 Abstriche) Hz.	10 Minuten (1-3 Abstriche) Hz. 20 Minuten (> 3 Abstriche) Hz.	10 Minuten (1-3 Abstriche) Hz. 20 Minuten (> 3 Abstriche) Hz.	10 Minuten (1-3 Abstriche) Hz. 20 Minuten (> 3 Abstriche) Hz.
2c. Sonstige Maßnahmen (ohne Zeitvorgabe)	Zeitaufwand	Zeitaufwand	Zeitaufwand	Zeitaufwand	Zeitaufwand
Zeitaufwand durch Maßnahmen, die noch nicht unter Punkt 2a oder 2b genannt wurden: z.B. » Behandlung oder Pflege besiedelter Wunden » Patienten- und Angehörigengespräche zum Umgang mit multiresistenten Erregern » Mehraufwand durch diagnostische oder therapeutische Maßnahmen im Patientenzimmer » Mehraufwand durch diagnostische oder therapeutische Maßnahmen in Funktionsbereichen (inkl. Bettwechsel, Desinfektion, etc.)	Minuten Hz. Konkrete Maßnahmen:	Minuten Hz. Konkrete Maßnahmen:	Minuten Hz. Konkrete Maßnahmen:	Minuten Hz. Konkrete Maßnahmen:	Minuten Hz. Konkrete Maßnahmen:
	Gesamtsumme	Gesamtsumme	Gesamtsumme	Gesamtsumme	Gesamtsumme
	Minuten Hz.	Minuten Hz.	Minuten Hz.	Minuten Hz.	Minuten Hz.

3. Bestätigung des Mehraufwands aus den Feldern 2a + 2b + 2c durch Handzeichen:

Versicherung selbständiger Arbeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit

„Pflegeaufwand und Pflegeleistungen auf der Intensivstation“

selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ich versichere, dass die vorliegende Arbeit bisher nicht veröffentlicht wurde und nicht bereits einmal an einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht wurde. Die eingereichte schriftliche Fassung entspricht der auf dem elektronischen Speichermedium (CD-ROM).

Königswinter, _____

Silja Tuschy