



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“

DISKUSSIONSBEITRÄGE AUS DEM INSTITUT FÜR WIRTSCHAFT UND VERKEHR

NR. 1/2016

CHRISTINA HERMANN

DIE KOMBINIERTE TOUREN- UND PERSONALEINSATZPLANUNG VON PFLEGEDIENSTEN

TEIL 2: ERGEBNISSE

**HERAUSGEBER: DIE PROFESSOREN DES
INSTITUTS FÜR WIRTSCHAFT UND VERKEHR
ISSN 1433-626X**

In den Diskussionsbeiträgen aus dem Institut für Wirtschaft und Verkehr der TU Dresden erscheinen in zeitlich loser Folge verkehrswirtschaftliche Arbeiten von allgemeinem Interesse. Die Diskussionsbeiträge enthalten Vorträge, Auszüge aus Diplomarbeiten, interessante Seminararbeiten, verkehrswirtschaftliche Thesenpapiere, Übersichtsarbeiten, ebenso wie Beiträge, die zur Veröffentlichung in referierten Zeitschriften vorgesehen sind. Allen Beiträgen gemeinsam ist wissenschaftliche Fundierung und wissenschaftlicher Anspruch, jedoch je nach Zweck des jeweiligen Beitrages in unterschiedlichem Maße. Die in diesem Diskussionsbeitrag vertretenen Standpunkte liegen ausschließlich in der Verantwortung der Autoren und decken sich nicht zwingend mit denen der Herausgeber.

Als Herausgeber fungieren die Professoren des Instituts für Wirtschaft und Verkehr der TU Dresden.

SEIT 2000 SIND FOLGENDE DISKUSSIONSBEITRÄGE ERSCHIENEN:

- 1/2000 Röhl, Klaus-Heiner: Die Eignung der sächsischen Agglomerationsräume als Innovations- und Wachstumspole für die wirtschaftliche Entwicklung des Landes**
- 2/2000 Röhl, Klaus-Heiner: Der Aufbau der ostdeutschen Infrastruktur und sein Beitrag zur wirtschaftlichen Entwicklung in Sachsen**
- 3/2000 Kummer, Sebastian; Mating, Anette; Käsbauer, Markus; Einbock, Marcus: Franchising bei Verkehrsbetrieben**
- 4/2000 Westphal, Jan R.: Komplexitätsmanagement in der Produktionslogistik**
- 5/2000 Röhl, Klaus-Heiner: Saxony's Capital Dresden – on the Way to become Eastern Germany's first "Innovative Milieu"?**
- 6/2000 Schramm, Hans-Joachim: Electronic Commerce im Lebensmitteleinzelhandel - Auswertung einer Konsumentenbefragung im Großraum Dresden**
- 1/2001 Schramm, Hans-Joachim; Veith, Elisabeth: Schwerlasttransport auf deutschen Straßen, Ergebnisse einer Befragung deutscher Schwerlasttransportunternehmen**
- 2/2001 Schramm, Hans-Joachim; Eberl, Katharina: Privatisierung und Going Public von staatlichen Eisenbahnunternehmen - Versuch eines adaptiven Vergleichs zwischen Japan und Deutschland**
- 1/2002 Kummer, Sebastian; Schmidt, Silvia: Methodik der Generierung und Anwendung wertorientierter Performance-Kennzahlen zur Beurteilung der Entwicklung des Unternehmenswertes von Flughafenunternehmen**
- 2/2002 Wieland, Bernhard: Economic and Ecological Sustainability - The Identity of Opposites?**
- 1/2003 Freyer, Walter; Groß, Sven: Tourismus und Verkehr - Die Wechselwirkungen von mobilitätsrelevanten Ansprüchen von touristisch Reisenden und Angeboten (touristischer) Transportunternehmen**

Die kombinierte Touren- und Personaleinsatzplanung von Pflegediensten Teil 2: Ergebnisse

Dipl.-Verk.wirtsch. Christina Hermann

Professur für Verkehrsbetriebslehre und Logistik

Institut für Wirtschaft und Verkehr

Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“

Technische Universität Dresden

1 Einführung

Der demografische Wandel und die damit einhergehende Alterung der Gesellschaft führt zu einer wachsenden Nachfrage nach Gesundheitsdienstleistungen. Dabei rückt vor allem die Versorgung von pflegebedürftigen Menschen immer stärker in den Fokus der Öffentlichkeit. In Deutschland besteht dazu bereits ein umfangreiches Angebot an stationären, teilstationären und ambulanten Pflegeeinrichtungen, welche die Betreuung der von Pflegebedürftigkeit betroffenen Personen übernehmen können. Dabei wird die, vom Gesetzgeber beabsichtigte, häusliche Versorgung (vgl. SGB XI (2013), § 3) bereits von einem Großteil der pflegenden Angehörigen praktiziert. Da diese Pflege jedoch häufig mit einer hohen physischen und psychischen Belastung verbunden ist, werden ambulante oder häusliche Pflegedienste zur Unterstützung der Betreuung beauftragt. Um deren Arbeit möglichst effizient und effektiv zu planen, können Softwarelösungen, die auf Personaleinsatz- und Tourenplanungsmodellen basieren, verwendet werden. Eben jene Modelle sind auch Gegenstand dieser zweiteiligen Schriftenreihe.

Dabei behandelt der erste Teil der Reihe (Hermann 2014) die pflegerischen Grundlagen, die Literatur und ein Modell der kombinierten Touren- und Personaleinsatzplanung. Neben den Eckdaten zur deutschen Pflegebranche, wird ein umfangreicher Literaturüberblick der bis zum Jahr 2013 erschienenen Literatur zur Touren- und Personaleinsatzplanung in der häuslichen Pflege gegeben. Aus diesen Veröffentlichungen wird ein Modell herausgegriffen und für die Anwendung im General Algebraic Modeling System (GAMS) modifiziert.

Dieser zweite Teil der Schriftenreihe betrachtet nun einen fiktiven Pflegedienst in Dresden, auf dessen Basis das Modell hinsichtlich seiner Implementier- und Erweiterbarkeit untersucht wird.

Die Arbeit ist nun wie folgt aufgebaut: Im Kapitel 2 werden die zugrunde liegenden Daten vorgestellt, anhand derer die Funktionsweise und die Leistungsfähigkeit des Modells demonstriert werden soll. Sie basieren auf einem fiktiven Pflegedienst in Dresden. Mit diesen Instanzen wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Die dabei ermittelten Ergebnisse werden im Kapitel 3 analysiert und interpretiert. Diese Untersuchungen sollen auf mögliche Verbesserungspotenziale hinsichtlich des Mo-

1 Einführung

dells, aber auch bezüglich möglicher praktischer Implikationen hinweisen. Das Kapitel 4 fasst noch einmal die gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse zusammen und liefert einen Ausblick auf mögliche weitere Forschungsfelder.

2 Datengrundlage

Als Ausgangsbasis dienen 20 fiktive Patienten mit Wohnsitz im Dresdner Stadtteil Johannstadt-Süd¹. Die Anzahl der Aufgaben und Mitarbeiter variiert. Letztgenannte können lediglich die Werte 10, 20 und 30 Mitarbeiter annehmen. Die Aufgabenanzahl wird in Zehnerschritten zwischen 30 und 100 verändert. Die Bandbreite der Aufgaben reicht dabei von der Grundpflege über hauswirtschaftliche Leistungen bis hin zu medizinischen Aufgaben der häuslichen Krankenpflege. Die Tabelle 1 verdeutlicht in Kurzform den Datenrahmen der Testinstanzen.

Für die Ermittlung der Aufgabendauer d_{ij} wurden Preislisten von 22 Pflegediensten abgerufen, welche sich in einem Umkreis von bis zu zwei Kilometern Entfernung zur Johannstadt verteilen (vdek 2012). Auf der Basis eines Betriebskostensatzes von 32,50 Euro, welcher der Autorin auf Anfrage mitgeteilt wurde, konnte die Dauer der einzelnen Leistungen der Grundpflege und der hauswirtschaftlichen Versorgung ermittelt werden. Für die medizinischen Aufgaben konnten solche Werte jedoch nicht bestimmt werden, da die Preise je nach Krankenkasse variieren und nur teilweise öffentlich zugänglich sind. Daher wurde die Dauer dieser Aufgaben zunächst durch die Verfasserin abgeschätzt. Eine Anfrage bei einem Pflegedienst ergab, dass die verwendeten Schätzwerte sich in realen Größenordnungen bewegen.

Für die verschiedenen Aufgaben werden unterschiedliche Zeitfenster (hb_{jj} , sb_{jj} , se_{jj} und he_{jj}) gewählt, die realen Anforderungen genügen².

Die Reisezeiten $trtime_{jmi}$ zwischen den einzelnen Patientenwohnorten wurden mit Daten von Google Earth ermittelt. Es wird davon ausgegangen, dass wie in der Praxis üblich, jeder Pflegekraft ein PKW zur Verfügung steht, weshalb die Reisezeiten sich auch auf die Fahrt mit diesem Fahrzeugtyp beziehen. Anzumerken ist, dass die Reisezeiten zwischen den Patienten symmetrisch sind und dass Aufgaben, die derselben Person zugeordnet sind und aufeinander folgen, in der Reisezeitmatrix den

¹Der Stadtteil Johannstadt-Süd dient als Ausgangsbasis für die weiteren Analysen, da dieser den höchsten Altenquotienten mit 91 % und das höchste Durchschnittsalter mit 54,5 Jahren von Dresden aufweist (Stand 2014, Landeshauptstadt Dresden Kommunale Statistikstelle 2016, S. 33f.) Es kann daher davon ausgegangen werden, dass der Bedarf nach einer effizienten Planung für Pflegedienste in diesem Stadtbezirk hoch ist.

²In GAMS werden die Zeitfenster in Minuten angegeben. Dabei entspricht 0 Uhr 0 min, 1 Uhr 60 min usw.

Tabelle 1: Kurzform der Daten des Fallbeispiels

Patienten			
20 Patienten zzgl. des Depots		$P = \{D, P1 \dots P20\}$	
Mitarbeiter, deren Qualifikationen und weiche Arbeitszeitfenster			
	10 Mitarbeiter	20 Mitarbeiter	30 Mitarbeiter
Mitarbeiter $N =$	$\{M1 \dots M10\}$	$\{M1 \dots M20\}$	$\{M1 \dots M30\}$
Altenpflegekräfte ($Q1$):	10	20	30
Krankenpflegekräfte ($Q2$):	10	20	30
hauswirtschaftliche Kenntnisse ($Q3$):	10	20	30
Demenz-Kenntnisse ($Q4$):	10	20	30
Kenntnisse Wachkomapatienten ($Q5$):	6	10	15
Fremdsprachen-Kenntnisse:	7	15	23
Arbeitsbeginn zwischen 6 und 13 Uhr:	10	16	24
Arbeitsbeginn ab 16 Uhr:	0	4	6
Arbeitsende zwischen 13 und 16 Uhr:	8	8	12
Arbeitsende zwischen 17 und 23 Uhr:	2	12	18
Aufgaben und deren Anforderungen			
100 Aufgaben zzgl. einer fiktiven Aufgabe am Depot		$J = \{J0, J1 \dots J100\}$	
Altenpflegekraft ($Q1$):	45 Aufgaben		
Krankenpflegekraft ($Q2$):	34 Aufgaben		
hauswirtschaftliche Kenntnisse ($Q3$):	18 Aufgaben		
Demenz-Kenntnisse ($Q4$):	12 Aufgaben		
Kenntnisse Wachkomapatienten ($Q5$):	9 Aufgaben		
Fremdsprachen-Kenntnisse:	40 Aufgaben		

Eintrag Null erhalten. Dies gewährleistet im Modell eine korrekte Berechnung der Anfangszeitpunkte für aufeinander folgende Aufgaben.

Die Kenntnisse und Fähigkeiten der Mitarbeiter $qualin_{qi}$ gliedern sich in die harten Qualifikationen $Q1$ bis $Q5$ sowie in die weiche Qualifikation „Fremdsprachenkenntnisse“ mit dem Strafkostenwert sc_{ij} bei Verletzung dieser (vgl. Tabelle 1).

Das Arbeitszeitfenster des Pflegedienstes beginnt um 6 Uhr und endet um 23 Uhr (hartes Zeitfenster; hbn_i, hen_i). Die weichen Zeitfenster (sbn_i, sen_i) können der Tabelle 1 entnommen werden. Die minimale Arbeitszeit beträgt für alle Mitarbeiter 0 Stunden ($mintime_i$), damit auch Touren mit wenigen Aufgaben gebildet werden können. Beschränkt wird die Arbeitszeit durch eine Höchstdauer von 8 Stunden

2 Datengrundlage

($max\ time_i$).

Getestet werden nun 24 Szenarios, welche aus 10 bis 30 Pflegekräften und 30 bis 100 Aufgaben bestehen. Die Anzahl der Patienten in Höhe von 20 wurde für alle 24 Szenarien konstant gehalten. Die Tabelle 2 zeigt dies noch einmal und beinhaltet außerdem die Zuordnung der Aufgaben zu den Patienten.

Tabelle 2: Zuordnung der Aufgaben zu 20 Patienten

Mitarbeiter je Szenario								
10 Mitarbeiter: 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22								
20 Mitarbeiter: 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23								
30 Mitarbeiter: 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24								
Aufgaben je Szenario								
30 Aufgaben: 1, 2, 3								
40 Aufgaben: 4, 5, 6								
50 Aufgaben: 7, 8, 9								
60 Aufgaben: 10, 11, 12								
70 Aufgaben: 13, 14, 15								
80 Aufgaben: 16, 17, 18								
90 Aufgaben: 19, 20, 21								
100 Aufgaben: 22, 23, 24								
Aufgabenzuordnung je Patient und Szenario								
	1-24	4-24	7-24	10-24	13-24	16-24	19-24	22-24
P1	J1, J6			J58, J59		J73		
P2	J2, J5					J75	J83, J86	
P3	J3, J8			J53, J56			J90	
P4	J4, J7			J55	J70			
P5	J10, J18		J49				J84, J85	J93, J94
P6	J15	J31, J36			J69			
P7	J17	J32	J41			J72		J91
P8	J21	J33, J38	J43					
P9	J20	J34, J37					J87	
P10	J22			J51, J57	J61, J66			
P11	J23	J35	J50			J79		J92
P12	J16	J39		J52	J62, J65	J77		
P13	J12		J42		J63, J68			J99, J100
P14	J30		J44		J64, J67			
P15	J9, J25			J54			J88, J89	J97, J98
P16	J11, J14			J60		J80		
P17	J19, J26		J45				J81, J82	
P18	J24	J40	J46			J78		
P19	J13, J27		J47			J71, J74		
P20	J28, J29		J48			J76		J95, J96

Nachdem nun allen Mengen und Parametern Werte zugewiesen wurden, kann die Optimierung des Modells erfolgen. Die Ergebnisse enthält das folgende Kapitel.

3 Sensitivitätsanalyse

Zunächst sollen im folgenden Teilkapitel die einzelnen Szenarien erläutert werden (vgl. Kapitel 3.1), bevor dann im Teilkapitel 3.2 die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse vorgestellt werden.

3.1 Vorgehensweise

3.1.1 Variation der Mengen

Den Ausgangspunkt für diese Berechnungen stellen die im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Daten dar. Getestet werden 24 Szenarien mit verschiedenen Mitarbeiter- und Aufgabenkombinationen (vgl. Tabelle 2). Dazu werden die Mengen N (Mitarbeiter) und J (Aufgaben) systematisch angepasst, wohingegen die Menge der Patienten P , die Menge der Qualifikationen Q sowie alle Parameter unverändert bleiben.

Es soll damit untersucht werden, wie sich eine steigende Anzahl an Aufgaben je Mitarbeiter u. a. auf die Lösungsgüte und die Laufzeit der Modelle auswirkt.

3.1.2 Variation der Qualifikationen

Im nächsten Schritt werden nun für alle 24 Szenarien die Qualifikationen der Mitarbeiter und Anforderungen der Aufgaben verändert (Parameter $qualin_{qi}$ und $qualij_{qj}$). Dies geschieht über 3 Varianten, die auf jedes Szenario angewandt werden, sodass insgesamt 72 Testinstanzen entstehen.

Variante 1 sieht den Fall vor, dass die Mitarbeiter Generalisten sind und somit jede Pflegekraft nahezu jede Aufgabe übernehmen kann. Die Anforderungen an die Aufgaben sind hoch, d. h. im Durchschnitt müssen die Pflegekräfte über mindestens 2 Qualifikationen verfügen, um die Aufgabe ausführen zu können.

Variante 2 bildet einen Fall mit spezialisierten Mitarbeitern ab. Die Einsatzmöglichkeiten der Pflegekräfte sind damit im Vergleich zur Variante 1 deutlich eingeschränkter. Die Anforderungen an die Aufgaben sind gering, d. h. an eine einzelne Aufgabe werden höchstens 2 Anforderungen gestellt.

3 Sensitivitätsanalyse

Variante 3 stellt den Fall mit spezialisierten Mitarbeitern und einer Vielzahl an Anforderungen an die Aufgaben dar. Mit den begrenzten Einsatzmöglichkeiten des Personals soll der Extremfall mit vielfältigen Anforderungen an die Aufgaben abgebildet werden.

Exemplarisch werden in der Tabelle 3 Generalisten und Spezialisten für 10 Mitarbeiter gegenübergestellt.

Tabelle 3: Generalisten vs. Spezialisten bei 10 Mitarbeitern

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Generalisten (Variante 1) - Parameter $qualin_{qi}$										
Q1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q5	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0
Spezialisten (Varianten 2 und 3) - Parameter $qualin_{qi}$										
Q1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Q2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Q3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Q4	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
Q5	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0

Die Verteilung der Qualifikationen bei 20 und 30 Mitarbeitern ähnelt der in Tabelle 3 dargestellten Situation mit 10 Pflegekräften. Die Menge der Mitarbeiter und die Menge der Aufgaben ändern sich im Rahmen der 24 verschiedenen Szenarien. Alle anderen Parameter bleiben unverändert.

3.1.3 Variation der Arbeitszeit

Im letzten Schritt werden nun die 24 Szenarien (vgl. Kapitel 3.1.1) bezüglich der maximalen Arbeitszeit (Parameter $maxtime_i$) variiert. Während bisher eine maximale Arbeitszeit von 8 Stunden angenommen wurde, werden jetzt die folgenden drei Varianten simuliert:

- Variante 1: maximale Arbeitszeit beträgt 6 Stunden ($maxtime_i = 360$ [min])
- Variante 2: maximale Arbeitszeit beträgt 4 Stunden ($maxtime_i = 240$ [min])
- Variante 3: maximale Arbeitszeit beträgt 2 Stunden ($maxtime_i = 120$ [min])

Auch hier entstehen 72 Testinstanzen.

Die Menge der Mitarbeiter und die Menge der Aufgaben ändern sich im Rahmen der 24 verschiedenen Szenarien. Alle anderen Mengen und Parameter bleiben unverändert.

Nachdem nun die verschiedenen Szenarien und deren Varianten beschrieben wurden, zeigt das folgende Kapitel die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse.

3.2 Ergebnisse

Die Sensitivitätsanalyse wurde an einem Laptop mit Intel Core i5-Prozessor (2,6 GHz) und 8 GB RAM durchgeführt. Verwendet wurde dazu die Modellierungsumgebung GAMS mit dem Solver ILOG CPLEX. Für alle Tests wurde eine maximale Modelllaufzeit von 3600 Sekunden je Teilmodell zugrunde gelegt, da längere Berechnungszeiten in der Praxis keine Akzeptanz finden.

In den Abbildungen dieses Kapitels wird die folgende Notation verwendet (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Verwendete Notation

Notation	Bedeutung
Me	Variation der Mengen
AZ-V1	Variation der Arbeitszeit - Variante 1
AZ-V2	Variation der Arbeitszeit - Variante 2
AZ-V3	Variation der Arbeitszeit - Variante 3
Qu-V1	Variation der Qualifikationen - Variante 1
Qu-V2	Variation der Qualifikationen - Variante 2
Qu-V3	Variation der Qualifikationen - Variante 3

Zunächst wird die Lösungsgüte betrachtet (vgl. Abbildung 1).

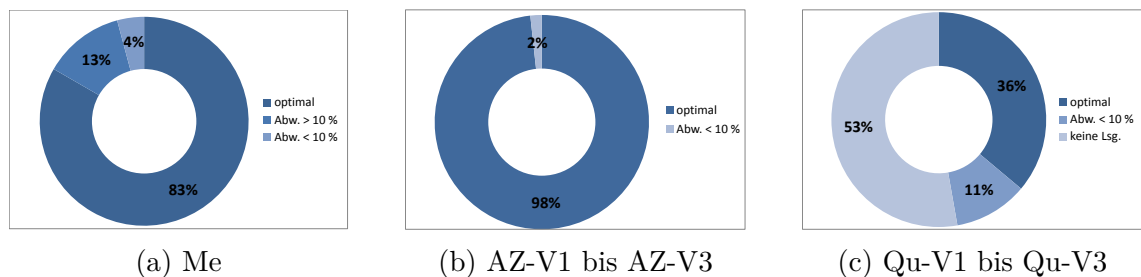


Abbildung 1: Lösungsgüte

Dabei zeigen die Abbildungen 1a und 1b, dass innerhalb der vorgegebenen Laufzeit der Großteil oder alle Szenarien optimal oder mit weniger als 10 % Abweichung

3 Sensitivitätsanalyse

vom optimalen Ergebnis gelöst werden. Vermutlich resultieren diese Ergebnisse aus den stark restriktiv wirkenden Zeitfenstern für die Aufgaben und die Arbeitszeiten. Im Gegensatz dazu können bei den Variationen der Qualifikationen weniger als die Hälfte der Instanzen derart gelöst werden (vgl. Abbildung 1c). Dieses Ergebnis überrascht insofern, da hier von einem ähnlich restriktiven Einfluss auf die Modelllaufzeit ausgegangen werden könnte. Allerdings scheinen die Variationen Qu-V1 bis Qu-V3 zu einer starken Einschränkung des Lösungsraumes zu führen, sodass in der vorgegebenen Laufzeit größtenteils keine Ergebnisse gefunden werden können.

Erwartungsgemäß steigen die Laufzeiten mit zunehmender Aufgabenanzahl, wie die Abbildung 2 zeigt. Der Grund hierfür liegt in der Anzahl an Aufgaben pro Mitarbeiter, welche mit steigender Nummer der Szenarien auch zunimmt³. Dies wiederum wirkt sich auf die Komplexität des in GAMS hinterlegten Branch & Bound-Verfahrens und damit auf den erzeugten Lösungsbaum aus. Die Überprüfung sämtlicher Verzweigungen erhöht somit die Laufzeit des Modells.

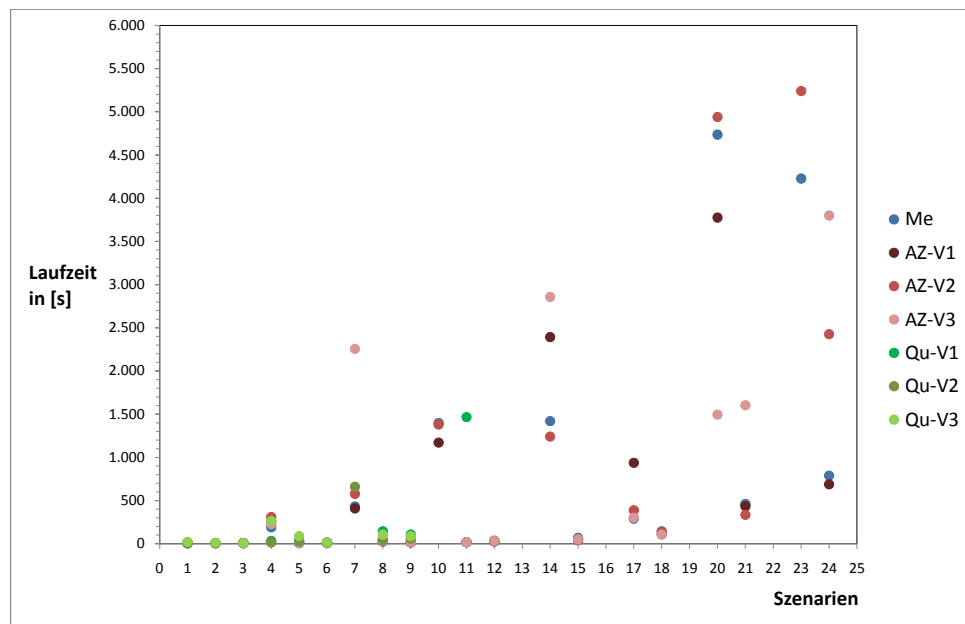


Abbildung 2: Gesamtlaufzeit

Einen weiteren interessanten Untersuchungsaspekt bildet das Verhältnis der erzeugten Touren zu den möglichen Touren. Dieses ist in der Abbildung 3 dargestellt und verdeutlicht den Anteil der tatsächlich eingesetzten Mitarbeiter am zur Verfügung stehenden Personal. Ersichtlich ist, dass in den meisten Fällen alle Mitarbeiter eingesetzt werden. Lediglich bei den Szenarien 1 bis 9 (einschließlich deren Varianten)

³In diesem Diagramm sind lediglich die Szenarien dargestellt, deren Ergebnis optimal ist. Dies gilt ebenso für alle folgenden Abbildungen.

3 Sensitivitätsanalyse

wird weniger Personal eingesetzt als zur Verfügung steht, da hier auf eine relativ hohe Mitarbeiterzahl eine vergleichsweise geringe Aufgabenanzahl kommt und damit nicht alle Pflegekräfte zwingend benötigt werden.

3 Sensitivitätsanalyse

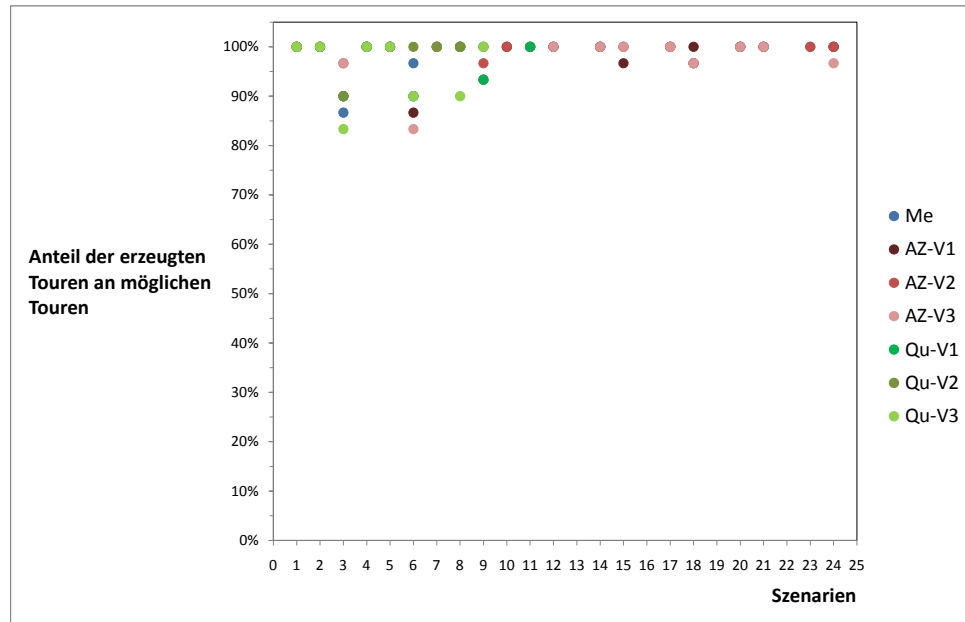


Abbildung 3: Verhältnis der erzeugten Touren zu den möglichen Touren

Das Modell bildet außerdem weiche Zeitfenster (bzgl. Arbeitszeit, Aufgaben) und Qualifikationen ab. Im Folgenden sollen zunächst die weichen Arbeitszeitfenster⁴ betrachtet werden (vgl. Abbildung 4).

Ersichtlich ist, dass in keinem der Szenarien alle weichen Arbeitszeitfenster und damit die Präferenzen aller Mitarbeiter eingehalten werden. Lediglich bis einschließlich des Szenarios 6 (und dessen Varianten) erhalten knapp 12 % der Pflegekräfte ihr Wunschzeitfenster. Danach sinkt die Zahl der berücksichtigten Zeitfenster immer weiter. Ab Szenario 10 (einschließlich dessen Varianten) wird bei weniger als 5 % der Mitarbeiter die Präferenz bezüglich der Arbeitszeit eingehalten. Dies entspricht etwa einem Mitarbeiter je betrachtetem Szenario. Selbst die Anpassung der maximalen Arbeitszeiten in den Varianten AZ-V1 bis AZ-V3 verändert diese Ergebnisse nicht. Vermutet wird, dass mit steigender Aufgabenzahl pro Mitarbeiter die Gesamtdauer der zu erbringenden Tätigkeiten die Länge des gewünschten Arbeitszeitfensters einer Pflegekraft übersteigt. Dies führt dazu, dass nur noch bei einigen wenigen Personen die Präferenzen erfüllt werden können.

Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich für die weichen Aufgabenzeitfenster⁵ (vgl. Abbildung 5).

Mit steigender Szenarionummer sinkt tendenziell die Einhaltung der weichen Aufga-

⁴Die weichen Arbeitszeitfenster geben den gewünschten Arbeitsbeginn und das gewünschte Arbeitsende eines Mitarbeiters an.

⁵Die weichen Aufgabenzeitfenster bilden die Präferenzen bezüglich des Zeitraums der Leistungserbringung ab.

3 Sensitivitätsanalyse

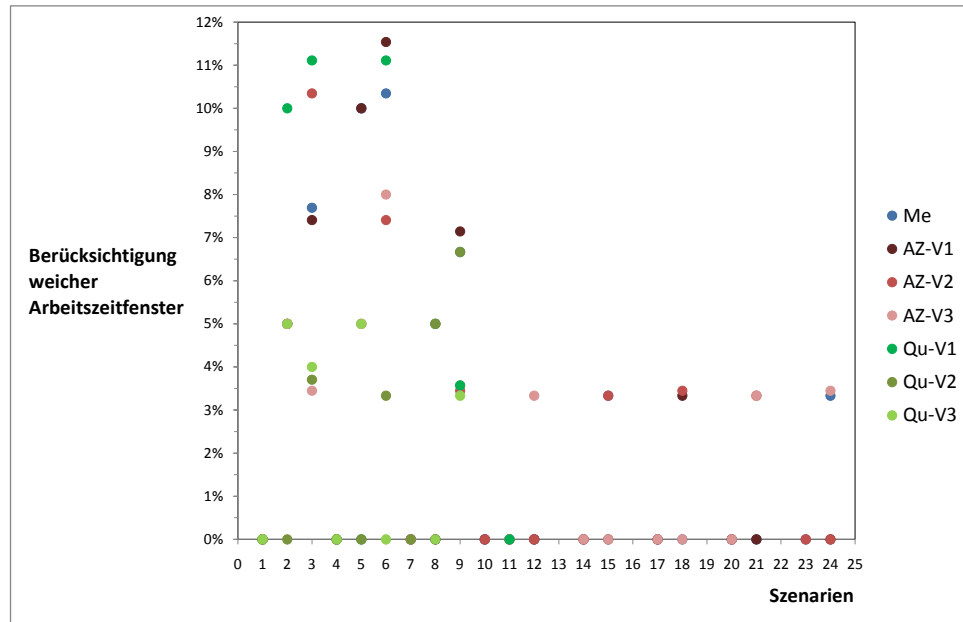


Abbildung 4: Berücksichtigung weicher Arbeitszeitfenster

benzeitfenster. Je mehr Aufgaben eine Pflegekraft in ihrer Arbeitszeit erfüllen muss, desto geringer ist auch die Möglichkeit auf individuelle Wünsche bezüglich der Zeit der Leistungserbringung einzugehen.

Schließlich wird noch die Berücksichtigung weicher Qualifikationen näher betrachtet (vgl. Abbildung 6). Deutlich erkennbar ist, dass die weichen Qualifikationen zu mindestens 70 %, jedoch nie vollkommen berücksichtigt werden. Vermutlich können aufgrund von Zeitfensterrestriktionen oder Beschränkungen der Arbeitszeiten nicht alle Aufgaben, die Sprachkenntnisse erfordern, von eben solchem Personal durchgeführt werden, da nicht alle Mitarbeiter über die entsprechenden Kenntnisse verfügen.

Die hier aufgezeigten Ergebnisse stellen nur eine Auswahl der möglichen Tests und Variationen des Modells dar. Sie bieten jedoch einen Ausgangspunkt für Berechnungen, welche sich praxisrelevanten Größenordnungen annähern. Gleichzeitig verdeutlichen sie den Bedarf nach Erweiterungen, welche das Modell realistischer gestalten.

3 Sensitivitätsanalyse

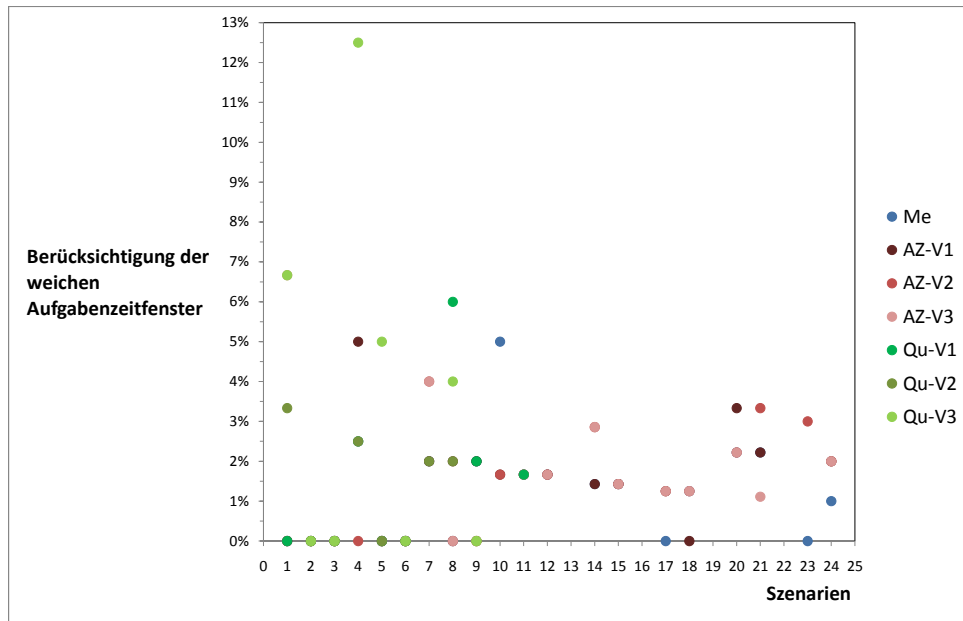


Abbildung 5: Berücksichtigung weicher Aufgabenzeitfenster

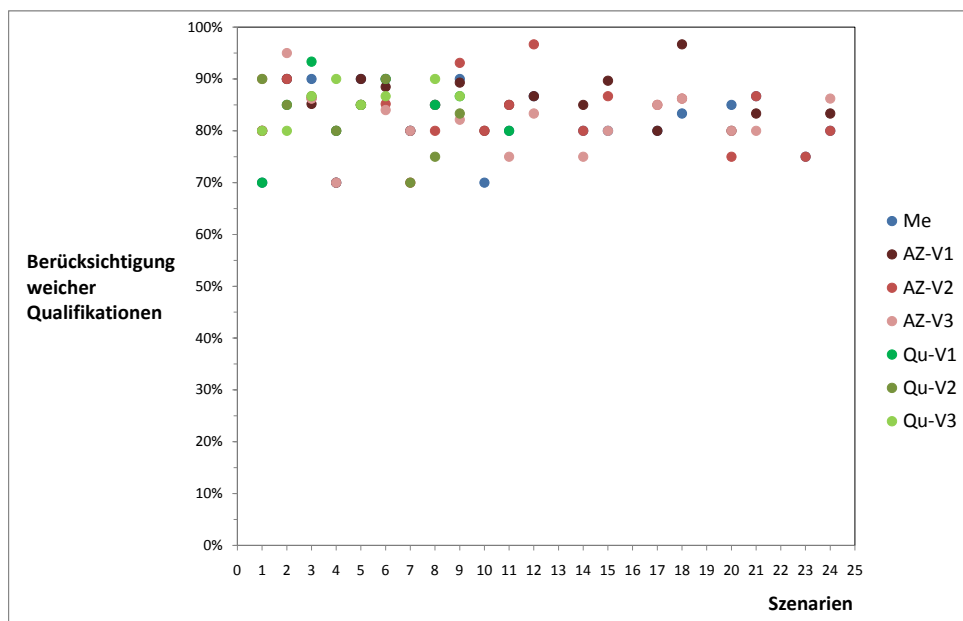


Abbildung 6: Berücksichtigung weicher Qualifikationen

4 Schlussbetrachtung

Die Pflege von Menschen ist nicht nur ein Forschungsbereich in den Gesundheitswissenschaften, sondern auch in der Verkehrswirtschaft. Im Rahmen dieser zweiteiligen Schriftenreihe wird ein Modell der Touren- und Personaleinsatzplanung für den Bereich der häuslichen Pflege untersucht. Dazu wurde in diesem Teil das Modell anhand verschiedener Instanzen innerhalb einer Sensitivitätsanalyse getestet.

Das bereits in Teil 1 dieser Schriftreihe vorgestellte Modell (Hermann 2014) bildet die Grundlage für die verschiedenen Testinstanzen (vgl. Kapitel 2). Jeder verwendeten Instanz liegen 20 Patienten zugrunde. Die Mitarbeiteranzahl variiert zwischen 10 und 30 Mitarbeitern, die Aufgabenanzahl zwischen 30 und 100 Aufgaben. Die Mitarbeiter verfügen insgesamt über eine weiche und fünf harte Qualifikationen; Arbeits- und Reisezeiten orientieren sich an praktischen Größenordnungen.

Auf der Basis dieses fiktiven Pflegedienstes wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt (vgl. Kapitel 3). Gezeigt werden konnte, dass bereits bei einer Modelllaufzeit von maximal zwei Stunden die Mehrheit der Instanzen optimal oder mit weniger als 10 % Abweichung vom optimalen Ergebnis gelöst wird. Dabei nimmt mit steigender Aufgabenzahl pro Mitarbeiter (d. h. aufsteigender Szenarionummer) die Laufzeit innerhalb der vorgegebenen zwei Stunden zu.

Für einen Großteil der Szenarien wird der zur Verfügung stehende Personalstamm ausgeschöpft. Zwar finden die Präferenzen dieser Mitarbeiter Eingang in die Planung, allerdings werden diese weichen Arbeitszeitfenster nur bei einem geringen Teil der Belegschaft eingehalten. Ein ähnliches Bild ergibt sich für die weichen Aufgabenzeitfenster. Lediglich die weichen Qualifikationen finden bei deutlich mehr als der Hälfte der getesteten Instanzen Berücksichtigung in der Planung.

Aufgrund dieser verschiedenen Tests kann das Modell als gut implementierbar eingeschätzt werden. Es bildet in seiner Modellstruktur zentrale Anforderungen der häuslichen Pflege ab und lässt dem Anwender auch ausreichend Gestaltungsmöglichkeiten für eigene Spezifikationen. Entscheidender Nachteil des Modells ist jedoch die, für die Praxis unzureichende, Einhaltung der weichen Qualifikationen und Zeitfenster. Hier liegt daher ein Ansatzpunkt für weitere Forschungen, da darüber die Strafkosten reduziert und die Mitarbeiterzufriedenheit erhöht werden kann. Ein An-

4 Schlussbetrachtung

satzpunkt ist dabei die Integration der Strafkosten in das Modell, wodurch die Minimierung dieser stärker vorangetrieben werden kann.

Für eine Anwendung in der Praxis sollte jedoch auch hinsichtlich der Erweiterbarkeit des Modells geforscht werden. So gibt es in Pflegediensten verschiedene Diensttypen, welche auch mit Hilfe des Modells abgebildet werden können. Weiterhin kann die Aufgabenmenge so erweitert werden, dass eine 24-Stunden-Versorgung sichergestellt werden kann. In ähnlicher Form können auch Pausen oder Weiterbildungen realisiert werden. In dieser Hinsicht kann zudem die Integration des Modells und möglicher Lösungsansätze in eine Softwareplattform untersucht werden.

Schlussendlich sollten auch Untersuchungen bezüglich des Einsatzes von Heuristiken und Metaheuristiken vorgenommen werden, damit insbesondere für umfangreichere Aufgaben- und Mitarbeitermengen, aber auch für Variationen der Patientenzahlen alternative Lösungsansätze zur Verfügung stehen.

Somit wird deutlich, dass das hier angewandte Modell eine gute Ausgangsbasis für weitere Forschungen im Bereich der kombinierten Touren- und Personaleinsatzplanung von Pflegediensten bildet, indem es viele praktische Anforderungen bereits integriert, aber dennoch Spielraum für Spezifikationen durch den Anwender lässt.

Literaturverzeichnis

Bertels, S., Fahle, T., Hokemeier, S., Klomp, H., Knauth, P., Rott, M. & Templin, M. (2003): *Partizipative Personaleinsatzplanung für den Ambulanten Pflegedienst*, Josef EUL Verlag, Lohmar/Köln.

Hermann, C. (2014): Die kombinierte Touren- und Personaleinsatzplanung von Pflegediensten, Teil 1: Literatur und Modell, *Diskussionsbeiträge aus dem Institut für Wirtschaft und Verkehr*, Nr. 1/2014, TU Dresden.

Landeshauptstadt Dresden Kommunale Statistikstelle (2016): Statistische Mitteilungen: Stadttteilkatalog 2014, abgerufen am 02.05.2016, <http://www.dresden.de/de/leben/stadtportrait/statistik/publikationen/stadtteilkatalog.php>.

Sozialgesetzbuch (SGB) - Elftes Buch (XI) - Soziale Pflegeversicherung 1994 (letzte Änderung 15.07.2013).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg.) (2013): *Pflegestatistik 2011 - Pflege im Rahmen der Pflegeversicherung: Kreisvergleich*, abgerufen am 02.05.2016, <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Pflege/PflegeKreisvergleich.html>.

Verband der Ersatzkassen e. V. (vdek) (2012): *Pflegelotse*, abgerufen am 20.05.2016, http://pflugelotse.de/%28S%28g1414o11wqhu0mzdfhzynfes%29%29/presentation/pl_intro.aspx?krankenkasse=vdek.

- 2/2003 Stopka, Ulrike; Urban, Thomas: Implikationen neuer Vertriebs- und Distributionsformen auf das Customer Relationship Management und die Gestaltung von virtuellen Marktplätzen im BtoC-Bereich**
- 1/2004 Hoppe, Mirko; Schramm, Hans-Joachim: Use of Interorganisational Systems - An Empirical Analysis**
- 2/2004 Wieland, Bernhard; Seidel, Tina; Matthes, Andreas; Schlag, Bernhard: Transport Policy, Acceptance and the Media**
- 1/2005 Brunow, Stephan; Hirte, Georg: Age Structure and Regional Income Growth**
- 2/2005 Stopka, Ulrike; Urban, Thomas: Erklärungsmodell zur Beurteilung der betriebswirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit des Kundenbeziehungsmanagements sowie Untersuchung zur Usability von Online-Angeboten im elektronischen Retailbanking**
- 3/2005 Urban, Thomas: Medienökonomie**
- 4/2005 Urban, Thomas: eMerging-Media: Entwicklung der zukünftigen Kommunikations- und Medienlandschaft**
- 1/2006 Wieland, Bernhard: Special Interest Groups and 4th Best Transport Pricing**
- 2/2006 Ammoser, Hendrik; Hoppe, Mirko: Glossar Verkehrswesen und Verkehrswissenschaften**
- 1/2007 Wieland, Bernhard: Laudatio zur Verleihung der Ehrendoktorwürde an Herrn Prof. Dr. rer. pol. habil. Gerd Aberle**
- 2/2007 Müller, Sven; Kless, Sascha: Veränderung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe in Abhängigkeit der Streckenbelastung**
- 1/2008 Vetter, Thomas; Haase, Knut: Alternative Bedienformen im ÖPNV – Akzeptanzstudie im Landkreis Saalkreis**
- 2/2008 Haase, Knut; Hoppe, Mirko: Standortplanung unter Wettbewerb – Teil 1: Grundlagen**

- 3/2008 Haase, Knut; Hoppe, Mirko: Standortplanung unter Wettbewerb – Teil 2: Integration diskreter Wahlentscheidungen**
- 1/2009 Günthel, Dennis; Sturm, Lars; Gärtner, Christoph: Anwendung der Choice-Based-Conjoint-Analyse zur Prognose von Kaufentscheidungen im ÖPNV**
- 2/2009 Müller, Sven: A Spatial Choice Model Based on Random Utility**
- 1/2010 Lämmer, Stefan: Stabilitätsprobleme voll-verkehrsabhängiger Lichtsignalsteuerungen**
- 2/2010 Evangelinos, Christos; Stangl, Jacqueline: Das Preissetzungsverhalten von Fluggesellschaften auf Kurzstrecken mit Duopolcharakter**
- 3/2010 Evangelinos, Christos; Matthes, Andreas; Lösch, Stefanie; Hofmann, Maria: Parking Cash Out – Ein innovativer Ansatz zur betrieblichen Effizienzsteigerung und Verkehrslenkung**
- 1/2011 Evangelinos, Christos; Püschel, Ronny; Goldhahn Susan: Inverting the Regulatory Rules? Optimizing Airport Regulation to Account for Commercial Revenues**
- 2/2011 Evangelinos, Christos; Obermeyer, Andy; Püschel, Ronny: Preisdispersion und Wettbewerb im Luftverkehr – Ein theoretischer und empirischer Überblick**
- 1/2012 Geller, Kathleen; Evangelinos, Christos; Hesse, Claudia; Püschel, Ronny; Obermeyer, Andy: Potentiale und Wirkungen des EuroCombi in Deutschland**
- 2/2012 Deweiß, Sigrun; Klier, Michael: Verfahren zur Beschränkung von Schwerpunktmodulplätzen am Institut für Wirtschaft und Verkehr**
- 1/2013 Evangelinos, Christos: Infrastrukturpreise - Eine normativ-theoretische Analyse**
- 2/2013 Evangelinos, Christos: Interessengruppen und Preissetzung im Verkehr**

- 1/2014 Hermann, Christina: Die kombinierte Touren- und Personaleinsatzplanung von Pflegediensten – Teil 1: Literatur und Modell**
- 2/2014 Hirte, Georg; Stephan, Andreas: Regionale Beschäftigungswirkungen von öffentlichen Investitionen in Straßen- und Schieneninfrastruktur**
- 1/2015 Schönberger, Jörn: Vehicle Routing with Source Selection - Integrating Sourcing in Fleet Deployment**
- 2/2015 Schönberger, Jörn: Scheduling of Sport League Systems with Inter-League Constraints**
- 3/2015 Schönberger, Jörn: Hybrid Search and the Dial-A-Ride Problem with Transfer Scheduling Constraints**
- 1/2016 Hermann, Christina: Die kombinierte Touren- und Personaleinsatzplanung von Pflegediensten – Teil 2: Ergebnisse**

