



Nicoelnino Dreamstime.com

# Wie die optimale Dienstplanung gelingt

**Gregor Lindner<sup>a,b</sup>, Emanuel Plüss<sup>a</sup>, Michael Haidinger<sup>a</sup>, Svenja Ravioli<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Klinik für Allgemeine Innere und Notfallmedizin, Bürgerspital Solothurn, Solothurn, Schweiz

<sup>b</sup> Universitäres Notfallzentrum, Inselspital, Universitätsspital Bern, Bern, Schweiz

Die Dienstplanung ist für Spitäler eine Herausforderung: gesetzliche Rahmenbedingungen, Wünsche der Mitarbeitenden und der zunehmende ökonomische Druck erschweren die Planung. Zudem gilt es, Engpässe und Überkapazitäten zu vermeiden. Im Folgenden stellen wir ein Modell zur Dienstplanoptimierung am Beispiel einer interdisziplinären Notfallstation und unsere Erfahrungen damit vor.

Die Dienstplanung ist ein zentraler Teil der administrativen Tätigkeiten in einer Klinik. Häufig gestaltet sie sich aufgrund unterschiedlicher Faktoren herausfordernd. Je nach Abteilungs- bzw. Teamgrösse wird das Planen komplexer: Gesetzliche Rahmenbedingungen, Anforderungen durch Gesamtarbeitsverträge, Mitarbeiterbedürfnisse und nicht zuletzt individuelle Anforderungen des betreffenden Bereichs sind ein-

flussnehmende Faktoren, welchen Rechnung getragen werden muss.

## Optimale Planung ist essenziell

In Zeiten sich verknappender Ressourcen, zunehmend auch durch Personalmangel im Bereich Pflege und Ärzteschaft, ist eine optimale Einsatzplanung essen-

			00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	
2019	Montag	Patientenaufkommen	Mittelwert	8,0	6,7	5,0	4,3	3,6	3,3	3,3	4,0	5,0
			Stabw	3,5	2,8	3,1	2,3	2,0	2,0	2,3	2,6	2,6
	Patienteneintritte	Mittelwert	1,7	1,3	1,3	0,8	1,0	0,9	1,5	1,6	3,0	3,0
		Stabw	1,3	1,1	1,2	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,7	
	Dienstag	Patientenaufkommen	Mittelwert	7,8	6,8	4,8	4,0	3,5	3,5	3,6	3,8	4,6
			Stabw	3,1	2,8	2,4	2,1	2,3	2,1	2,1	2,3	2,1
	Patienteneintritte	Mittelwert	1,9	1,0	1,0	0,8	1,1	1,0	1,3	1,6	2,0	
		Stabw	1,3	0,9	1,2	0,8	1,0	1,0	1,2	1,2	1,6	
	Mittwoch	Patientenaufkommen	Mittelwert	6,4	5,5	4,2	3,7	3,0	2,7	2,4	2,9	3,7
			Stabw	3,4	3,0	2,3	2,1	1,8	1,8	1,6	1,5	1,8
	Patienteneintritte	Mittelwert	1,3	1,1	1,1	0,7	0,6	0,6	1,3	1,4	2,3	
		Stabw	1,3	1,1	1,1	0,8	0,8	0,9	1,3	1,3	1,5	
	Donnerstag	Patientenaufkommen	Mittelwert	7,5	6,4	5,2	4,0	3,4	3,6	3,3	3,5	4,2
			Stabw	2,9	2,8	2,5	2,1	1,9	1,9	2,0	1,5	2,1
	Patienteneintritte	Mittelwert	1,8	1,4	0,8	0,7	1,1	0,7	1,4	1,5	2,8	
		Stabw	1,2	1,2	0,7	0,8	1,1	0,8	1,1	1,2	1,6	
	Freitag	Patientenaufkommen	Mittelwert	7,6	6,6	5,1	4,0	3,3	3,0	3,1	3,6	3,8
			Stabw	3,2	2,8	2,2	1,9	1,9	1,8	1,8	1,9	1,8
	Patienteneintritte	Mittelwert	1,9	1,3	1,1	0,7	0,8	0,7	1,2	1,3	1,9	
		Stabw	1,2	1,4	1,1	0,7	0,9	0,8	1,0	0,9	1,4	
	Samstag	Patientenaufkommen	Mittelwert	8,8	7,8	6,1	4,8	4,0	3,5	3,3	3,4	4,3
			Stabw	3,2	3,0	3,3	2,5	2,6	2,4	2,1	1,9	2,1
	Patienteneintritte	Mittelwert	1,9	1,3	1,2	1,1	0,7	0,9	1,4	1,5	2,4	
		Stabw	1,2	1,5	1,1	1,1	0,8	1,0	1,2	1,2	1,9	
	Sonntag	Patientenaufkommen	Mittelwert	6,9	6,5	5,4	5,0	4,8	4,6	4,4	4,6	4,9
			Stabw	3,5	3,3	2,8	3,2	3,3	2,7	2,5	2,9	2,9
	Patienteneintritte	Mittelwert	2,3	1,9	1,4	1,4	1,6	1,2	1,6	1,5	1,7	
		Stabw	1,5	1,1	1,4	1,3	1,5	1,0	1,2	1,2	1,5	

Abbildung 1: Beispiel für Konsultationszahlen eines Jahres spezifiziert für den Wochentag und unterteilt in neu ankommende sowie Gesamtzahl an Patientinnen und Patienten, welche sich im Notfallzentrum in Behandlung befanden.

ziell. Gerade in der Notfallmedizin ist es unerlässlich, Personalknappheit und dadurch entstehende Engpässe in der Versorgung der Patientinnen und Patienten zu vermeiden. Andererseits sollen ungenutzte Vorhalteleistungen und damit verbundene Leerläufe

**Gerade in der Notfallmedizin ist es unerlässlich, Personalknappheit zu vermeiden.**

Video-Anleitung  
Eine detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitung sehen Sie via QR-Code auf Youtube.



für das Personal möglichst gering gehalten werden. Konsultationszahlen können abhängig von Tageszeit und Wochentag, aber auch saisonal stark schwanken, was die optimale Planung der Schichten zusätzlich erschwert. Ein objektives Modell zur Errechnung der idealen Schichtstärke abhängig von Tageszeit und Wochentag anstelle eines starren Dienstplans wäre wünschenswert, steht aber in der heutigen

Realität der Dienstplanung an schweizerischen Notfallzentren nicht zur Verfügung. Im Folgenden zeigen wir die Vorteile eines solchen Systems zur der optimierten Dienstplanung mit dem kostenlosen Add-In «Solver» für Microsoft Excel am Beispiel eines interdisziplinären Notfallzentrums. Eine Schritt-für-Schritt-Anleitung ist zudem online auf Youtube verfügbar (<https://t.ly/sdfz>).

**Bessere Voraussage durch bessere Daten**

Die Grundlage des Modells bilden möglichst umfassende und detaillierte historische Daten zu Konsultationszahlen der entsprechenden Klinik: Konkret werden

**Die Grundlage des Modells bilden umfassende und detaillierte historische Daten.**

Mittelwert, Standardabweichung und Maximum des Patientenaufkommens pro Wochentag benötigt. Zudem sollte eine Unterscheidung zwischen im Zeitraum neu angekommenen und sich während des Zeitraums bereits in Behandlung befindlichen Patientinnen und Patienten erfolgen. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel einer solchen Datengrundlage anhand des interdisziplinären Notfallzentrums des Bürgerspitals in Solothurn. Vorab individuell zu definieren ist, für welches Auslastungsniveau die Berechnung erfolgen soll: Im konkreten Beispiel wird der Mittelwert plus eine Standardabweichung, entsprechend der 84. Perzentile des Patientenaufkommens, angewandt, um eine Reservekapazität zur Vermeidung von Flaschenhälsen, Wahrung der Patientensicherheit und Zumutbarkeit für die Mitarbeitenden zu gewährleisten. Median und Maximalwert sind als Richtwerte für das Patientenaufkom-

ED Shift plan optimisation											
<b>Objective</b>											
Working hours (minimum)											79
<b>Decision variables</b>											
Number of doctors			07:00	08:00	09:00	10:00					
			2	2	3	3					
<b>Constraints</b>											
Minimum number of doctors present	≥										2
Maximum number of new patients/hour/doctor	≤	3	0.68344067	0.46830628	0.49223932	0.42157209					
Maximum number of patients/doctor in parallel	≤	5	0.32510336	0.29321141	0.33108418	0.24384123					
<b>Consultation numbers</b>											
Monday	Total patients	Mean	07:00	08:00	09:00	10:00					
		STD	3.9	4.5	6.5	9.2					
New arrivals	Mean	84th percentile	6.2	6.8	9.1	12.3					
		STD	1.6	2.8	4.1	4.9					
84th percentile	STD	84th percentile	2.9	4.3	6.1	7.1					
		STD	1.3	1.5	2.0	2.2					

Abbildung 2: Darstellung von Zielwert, Entscheidungsvariablen sowie Nebenbedingungen inklusive Konsultationen in Microsoft Excel.

ED Shift plan optimisation			
<b>Objective</b>			
Working hours (minimum)			79
<b>Decision variables</b>			
Number of doctors		07:00	2
<b>Constraints</b>			
Minimum number of doctors present	≥		2
Maximum number of new patients/hour/doctor	≤	3 =D10/D30	0.4
Maximum number of patients/doctor in parallel	≤	5 0.32510336	0.2
<b>Consultation numbers</b>			
<b>Monday</b>			
Total patients	Mean		3.9
	STD		2.3
	84th percentile		6.2
New arrivals	Mean		1.6
	STD		1.3
	84th percentile		2.9

Abbildung 3: Definition einer Nebenbedingung.

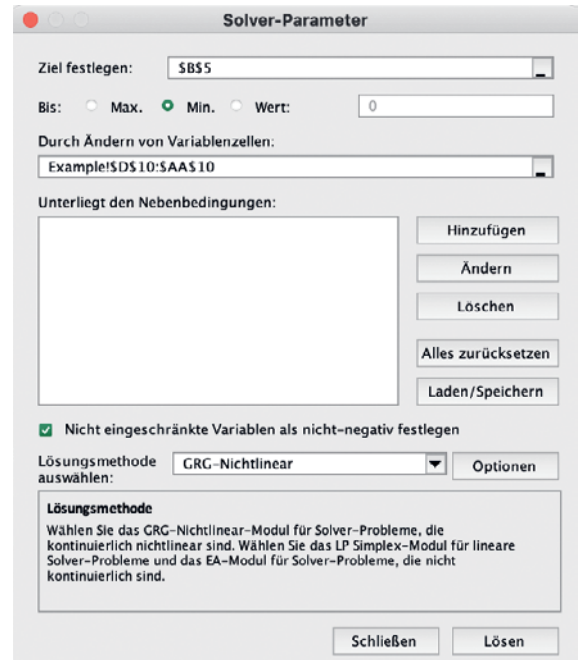


Abbildung 4: Auswahl des Zielwertes und der Entscheidungsvariablen im Solver Add-In.

men ungeeignet. Bei der Verwendung des Medians an 50% der Tage wird das Aufkommen höher sein, bei Verwendung des Maximalwerts droht ein ineffizienter Ressourceneinsatz.

### Terminologie und Set-up

Zur Erstellung des Modells werden im Vorfeld drei Klinik-spezifische Parameter definiert:

- Zielwert (Objective):** Ziel des Modells, hier «Minimum» oder «Maximum» der benötigten ärztlichen Arbeitsstunden pro Arbeitstag, um die definierten Nebenbedingungen (Constraints) zu erfüllen.
- Entscheidungsvariablen (Decision Variables):** Parameter mit Auswirkung auf den Zielwert. Im konkreten Beispiel ist das die Anzahl der benötigten Ärztinnen und Ärzte zu jeder Tageszeit. Der Zielwert stellt die Summe der Entscheidungsvariablen dar.
- Nebenbedingungen (Constraints):** Die Nebenbedingungen sind die zu erfüllenden Konditionen: Wie viele Ärztinnen oder Ärzte müssen zu einer gewissen Zeit mindestens oder immer anwesend sein. Wie viele Patientinnen oder Patienten pro Stunde maximal neu angenommen bzw. wie viele Patientinnen oder Patienten maximal parallel durch eine Ärztin oder einen Arzt betreut werden können.

Am Beispiel des interdisziplinären Notfallzentrums am Bürgerspital Solothurn wurden die Nebenbedingungen wie folgt definiert (Abbildung 2):

- Minimum zwei Ärztinnen und Ärzte müssen zu jedem Zeitpunkt vor Ort sein.
- Maximal drei Patientinnen und Patienten können pro Stunde durch einen Arzt oder eine Ärztin behandelt werden.
- Maximal fünf Patientinnen und Patienten können parallel durch einen Arzt oder eine Ärztin betreut werden.

Nun können die historischen Konsultationszahlen, wie oben beschrieben, ergänzt werden (Abbildung 2). Als nächstes muss zwischen den individuellen Konditionen (Nebenbedingungen) und der Anzahl benötigter Ärztinnen und Ärzte im Tagesverlauf (Entscheidungsvariablen) ein Bezug hergestellt werden. Die minimale Anzahl an Ärztinnen und Ärzten ist von Ta-

### Nach Ergänzung sämtlicher Parameter kann «Solver» zur Berechnung aktiviert werden.

geszeit und Patientenaufkommen unabhängig und bleibt unverändert. Hinsichtlich maximaler Anzahl neuer Patientinnen und Patienten pro Stunde, im Beispiel definiert als drei, kann die Anzahl der Ärztinnen und Ärzte durch die neu eingetroffenen Patientinnen und Patienten in jeder Stunde des Tages dividiert werden. Da der Wert von drei neuen Patientinnen und Patienten pro Ärztin und Arzt nicht überschritten werden darf, ist die Nebenbedingung als  $\frac{3}{0.33}$  zu definieren (Abbildung 3). Hinsichtlich der Nebenbedingung «maximal fünf Patientinnen und Patienten par-

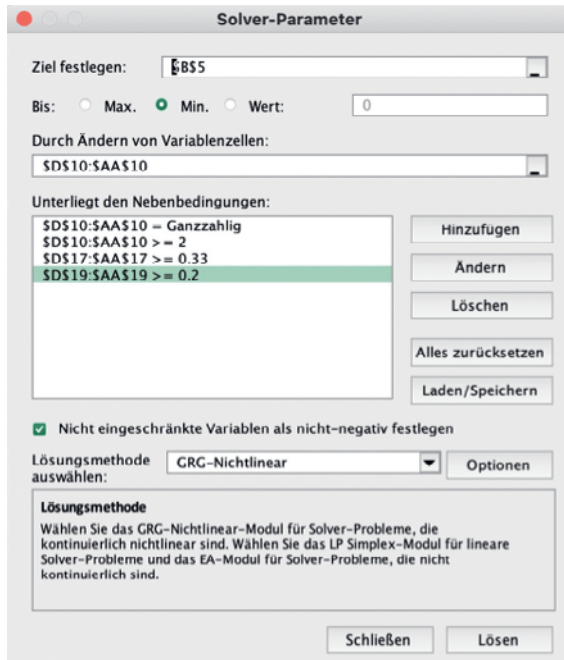


Abbildung 5: Eingabe der Nebenbedingungen im Solver Add-In.

allel pro Ärztin und Arzt» ist das Vorgehen analog mit dem Unterschied, dass die Entscheidungsvariable je Stunde des Tages durch die Zahl der sich in Behandlung befindender Patientinnen und Patienten zu dividieren ist. Im Beispiel ist die Nebenbedingung somit als  $\geq 0.2$  zu definieren (Abbildung 3).

### Konkrete Durchführung

Nach Ergänzung sämtlicher benötigter Parameter kann «Solver» unter dem Reiter «Daten» beim Punkt

«Analysetools» zur Berechnung aktiviert werden. Hier müssen nun Zielwert, also die minimalen ärztlichen Arbeitsstunden pro Tag, festgelegt und Entscheidungsvariablen, also Anzahl benötigter Ärztinnen und Ärzte zu jeder Tageszeit, angewählt werden (Abbildung 4). Als nächstes sind die definierten Nebenbedingungen wie in Abbildung 5 dargestellt anzuwählen.

Nach Auswahl von «Simplex-LP» für ein lineares Modell der Lösungsmethode kann durch Klick auf «Lösen» die Berechnung erfolgen. In den entsprechenden Feldern werden nun Zielwert und Entscheidungsvariablen, also die zu jeder Stunde des Tages benötigte Anzahl der Ärztinnen und Ärzte angegeben (Abbildung 6). Idealerweise wird das Modell für jeden Wochentag individuell errechnet, damit ein bedarfsgerechter Dienstplan erstellt werden kann.

### Vorteile und Limitationen des Modells

Zu den Vorteilen des vorgestellten Modells zählt die Individualisierbarkeit: Je nach Bedürfnissen der Klinik oder Abteilung und Anforderungen an den Schichtplan können die Nebenbedingungen mehr oder weniger umfangreich definiert werden. Einmal aufgesetzt

**Das Modell ist für alle Berufsgruppen anwendbar, wo Nachfrage-abhängige Schichtplanung notwendig ist.**

kann das Modell jederzeit benutzt werden, um zu überprüfen, ob die aktuelle Schichtplanung noch mit den Konsultationszahlen vereinbar ist oder ob Anpassungen empfehlenswert wären. Das Modell ist für alle

Download: Excel-Tabelle  
Laden Sie via QR-Code eine Beispieltabelle runter.  
Um alle Funktionen nutzen zu können, muss das Excel-Add-In Solver installiert sein.



ED Shift plan optimisation								
<b>Objective</b>								
Working hours (minimum)						79		
<b>Decision variables</b>								
Number of doctors			07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00
			2	2	3	3	4	4
<b>Constraints</b>								
Minimum number of doctors present	$\geq$	2						
Maximum number of new patients/hour/doctor	$\leq$	0.33	0.68344067	0.46830628	0.492239316	0.421572093	0.581319217	0.695566484
Maximum number of patients/doctor in parallel	$\leq$	0.2	0.325103381	0.293211411	0.331084178	0.243841227	0.25410285	0.215947732
<b>Consultation numbers</b>								
Monday	Total patients	Mean	3.9	4.5	6.5	9.2	12.0	14.1
		STD	2.3	2.3	2.5	3.1	3.7	4.5
	New arrivals	84th percentile	6.2	6.8	9.1	12.3	15.7	18.5
		Mean	1.6	2.8	4.1	4.9	4.7	3.9
		STD	1.3	1.5	2.0	2.2	2.2	1.8
	84th percentile	2.9	4.3	6.1	7.1	6.9	5.8	

Abbildung 6: Ergebnis des Optimierungsmodells.

Berufsgruppen anwendbar, wo Nachfrage-abhängige Schichtplanung notwendig ist (Ärztenschaft, Pflege, Hotellerie, Raumpflege usw.).

Limitierend für das Modell ist wie immer die Datengrundlage: die verwendeten historischen Daten sollten möglichst repräsentativ für die aktuelle Situation sein, also nicht zu weit zurückliegen und keine ausserordentlichen Ereignisse in überrepräsentierter Stärke aufweisen. Ausserdem sollten sie über einen repräsentativen Zeitraum erhoben sein. Nach Errechnung des Bedarfs müssen auf Basis dessen die Schichten gemäss deren jeweiligen Längen definiert werden.

### Erfahrungen unseres Notfallzentrums

Das interdisziplinäre Notfallzentrum am Bürgerspital Solothurn setzt sich aus einer Notfallstation und einer ambulanten Notfallpraxis zusammen, welche im Jahr 2021 gemeinsam rund 42 000 Konsultationen gezählt haben. Die Notfallpraxis wird mit Unterstützung von Hausärztinnen und Hausärzten aus der Region und einer Ärztin oder einem Arzt aus unserem Team in einem Zweischichtsystem betrieben und ist daher von der individualisierten Planung ausgenommen.

An der interdisziplinären Notfallstation erfolgt die optimierte Dienstplanung bei den Ärztinnen und Ärzten nun seit gut sechs bis zwölf Monaten anhand des beschriebenen Modells. Durch die Umstellung auf

einen individualisierten wochentagbasierten Dienstplan konnte eine bedarfsgerechtere Ressourcenverteilung mit weniger Schichten bei gleichbleibender Arbeitsbelastung erreicht werden. Ergänzend wurde für Tage mit durchschnittlich weniger Konsultationszahlen ein Pikettdienst geschaffen, damit unerwartete Spitzen problemlos bewältigt werden können. Durch

### Letztlich wird ein ideales individualisiertes Abstimmen aller erforderlichen Parameter im Schichtbetrieb ermöglicht.

die kontinuierliche Erfassung der Konsultationszahlen kann die objektive Berechnung der notwendigen Schichtstärke zu jeder Zeit eines Wochentags beliebig oft neu erfolgen und die Dienstplanung dem Bedarf angepasst werden. Excel Solver ist somit ein kostengünstiges, ubiquitär verfügbares Werkzeug, womit der Bedarf objektiviert und vorhandene Flaschenhälse aufgezeigt werden. Letztlich wird ein ideales individualisiertes Abstimmen von Vorhalteleistung und Nachfrage mit maximaler Patientensicherheit, Vermeidung von Overcrowding und Stressreduktion bei Mitarbeitenden im Schichtbetrieb ermöglicht.

Aufgrund der positiven Ergebnisse im ärztlichen Dienstbetrieb werden am Bürgerspital Solothurn aktuell Berechnungen für den Schichtbetrieb des Notfallpflegepersonals durchgeführt, um auch hier etwaiges Optimierungspotenzial identifizieren zu können.

**Literatur**

Vollständige Literaturliste unter [www.saez.ch](http://www.saez.ch) oder via QR-Code.



Korrespondenz: [lindner.gregor\[at\]gmail.com](mailto:lindner.gregor[at]gmail.com)

Pour le cabinet médical et l'assistante médicale en formation

## Programme de formation pour les entreprises (cabinet médical)



- Axé sur le renforcement des capacités
- En allemand, français et italien
- Version imprimée et eBook

[shop.emh.ch](http://shop.emh.ch)

