

2000 - Wahl Sabine, Gärtner Johannes & Janke Michael: Basisfolgen und Übergroße Gruppen zur Konstruktion von Schichtplänen - In Innovatives Arbeitszeitmanagement Knauth P. & Zülch G. Karlsruhe. Shaker Verlag.

Basisfolgen und Übergroße Gruppen zur Konstruktion von Schichtplänen

Basisfolgen und Übergroße Gruppen zur Konstruktion von Schichtplänen

Sabine Wahl, Johannes Gärtner, Michael Janke

Schlüsselwörter: Betriebszeit, Gruppenbildung, Wochenarbeitszeit

1. Einleitung

Bei der computerunterstützten Entwicklung von Schichtplänen kann zwischen (a) Generierungsverfahren, bei denen viele mögliche Schichtpläne generiert und der Beste bzw. die Besten ausgewählt werden, und (b) konstruktiven Verfahren unterschieden werden. Bei letzteren werden Lösungen im Zuge des Planungsprozesses durch Anwendung bestimmter Planungstechniken zielgerichtet entwickelt und große Klassen möglicher Pläne schrittweise ausgeschieden.

In dieser Arbeit stellen wir zwei konstruktive Verfahren vor, mit deren Hilfe große Klassen möglicher Pläne effizient untersucht werden können. Basisfolgen erlauben eine einfache Prüfung von Planklassen unter ergonomischen Gesichtspunkten. Dadurch wird die Zahl der interessanten Lösungen rasch eingeschränkt. Mit Übergroßen Gruppen können Betriebszeiten abseits von 2, 3, 4 und 5 Gruppen (Standardbetriebszeiten) abgedeckt, sowie unterschiedliche Arbeitszeitwünsche der Beschäftigten und unterschiedliche Besetzungstärken gut modelliert werden.

2. Lösungsraum für Schichtplanungsprobleme

Schichtpläne müssen vielen Anforderungen gerecht werden. Die gute Verbindung von Zielen des Betriebes (Kosten, Organisation und betriebliche Abläufe), mit den Wünschen der Beteiligten und der ergonomischen (menschengerechten) Gestaltung der Arbeitszeit - unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen - steht im Vordergrund. Abbildung 1 gibt einen kleinen Auszug möglicher Anforde-

rungen. Bereits bei einfachen Problemstellungen explodiert der Lösungsraum gewaltig. Im allgemeinen ist er nicht mehr berechenbar.¹

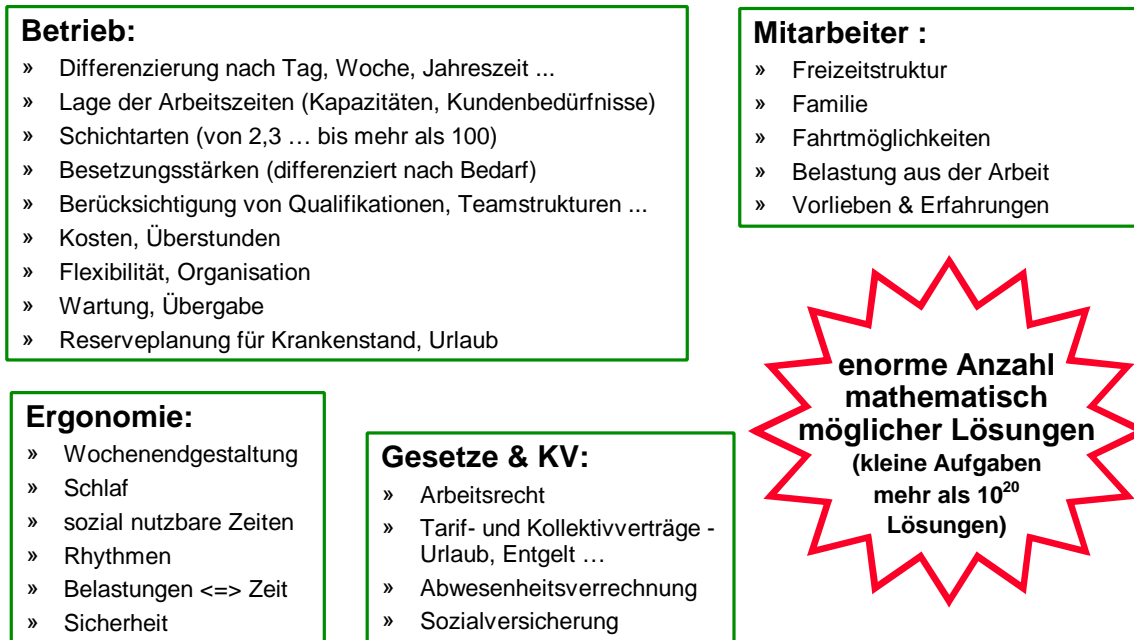


Abb.1: Beispiele für Anforderungen an die Schichtplangestaltung

Bei der Entwicklung von Schichtplänen ist es erforderlich, laufend Planskizzen zu beurteilen und zu entscheiden,

- welche Variante weiterentwickelt werden soll;
- ob es sich lohnt, noch länger an der Optimierung einer Anforderung zu arbeiten.

Beurteilungen von Planskizzen haben immer vorläufigen Charakter und dürfen daher nur mit geringem Aufwand verbunden sein. Zusätzlich ist in Anbetracht der Fülle möglicher Lösungen die Beurteilung jeder einzelnen Planskizze vom Umfang her nicht möglich. Wenn die Plangestaltung zum Abschluß kommt und die Auswahl aus den vorliegenden Planalternativen erfolgt, kann und muß sorgfältiger und mit entsprechendem Aufwand geprüft werden.

¹ In der Informatik wird die Komplexitätsklasse dieses Problems als NP-vollständig bezeichnet.
XXX

Der Beurteilungsaufwand kann drastisch gesenkt werden, indem statt Einzelplänen ganze Gruppen von verwandten Plänen oder Planansätzen möglichst früh im Planungsprozeß beurteilt werden. Die Bildung solcher Planbündel wird durch gemeinsame Eigenschaften ermöglicht.

Beispiel 1: Bei einem vollkontinuierlichen Betrieb, 8h-Schichten und 4 Schichtgruppen von der Größe der Besetzungstärke beträgt die Wochenarbeitszeit 42 h. Für die entsprechende Gruppe von Plänen spielt die Eigenschaft "42 h Wochenarbeitszeit" keine Rolle, da sie bei allen gleich ist. Gleichzeitig ist die "maximal erreichbare Anzahl freier Wochenenden" (1 aus 4) vorgegeben.

Viele Eigenschaften lassen sich so für große Gruppen von Schichtplänen auch ohne Detailausarbeitung erkennen (z.B. daß alle Pläne für das obige Beispiel zu 42 h Wochenarbeitszeit führen). Je früher in der Planung überprüft werden kann, ob bestimmte Eigenschaften vorliegen und akzeptabel bzw. wünschenswert sind, desto besser.

Durch eine frühe Konzentration auf Schlüsselfragen können nicht geeignete Planbündel ausgeschieden werden. Falls z.B. die Wochenendsituation deutlich verbessert werden soll, müssen Pläne mit 4 Gruppen nicht weiter untersucht werden. Damit wird überflüssige Verfeinerungsarbeit eingespart.

In der Praxis ist es möglich, die Zahl potentieller Kandidaten auf vernünftigem Niveau zu halten. Falls sehr viele Ansätze sichtbar werden, steigen die Anforderungen aufgrund des erkennbaren Gestaltungsspielraumes praktisch von selbst und führen zum vorläufigen Ausscheiden von Varianten. Falls sich keine möglichen Planansätze mehr finden, kommt es zu einer Aufweichung der Anforderungen.

3. Basisfolgen

Basisfolgen sind kurze Planelemente, z.B. **FFSSNN** – – – –, wobei „F“ für Früh- schicht, „S“ für Spätschicht, „N“ für Nachtschicht und „–“ für einen freien Tag steht. Durch Wiederholung der Basisfolge kann, wie in Abb. 2 gezeigt, ein voll- ständiger Plan entwickelt werden.

	1 Mo	1 Di	1 Mi	1 Do	1 Fr	1 Sa	1 So	2 Mo	2 Di	2 Mi	2 Do	2 Fr	2 Sa	2 So	3 Mo	3 Di	3 Mi	3 Do	3 Fr	3 Sa	3 So	4 Mo	4 Di	4 Mi	4 Do	4 Fr	4 Sa
A	F	F	S	S	N	N					F	F	S	S	N	N					F	F	S	S	N	N	
B	S	S	N	N					F	F	S	S	N	N					F	F	S	S	N	N			
C	N	N					F	F	S	S	N	N				F	F	S	S	N	N					F	F
D				F	F	S	S	N	N					F	F	S	S	N	N					F	F	S	S
E			F	F	S	S	N	N					F	F	S	S	N	N					F	F	S	S	N

	MA	def. WAZ	Netto WAZ	+/- h	Brutto WAZ	+/- h	Gesamte Einsätze	F	S	N
A	1	38,50	33,600	- 49,00	38,400	- 1,00	42	14	14	14
B	1	38,50	33,600	- 49,00	38,400	- 1,00	42	14	14	14
C	1	38,50	33,600	- 49,00	38,400	- 1,00	42	14	14	14
D	1	38,50	33,600	- 49,00	38,400	- 1,00	42	14	14	14
E	1	38,50	33,600	- 49,00	38,400	- 1,00	42	14	14	14

Effekt von 100% Zeitzuschlag am Sonntag

Abb.2: Entwicklung eines Schichtplans mit der Basisfolge **FFSSNN** – – – –

Eigenschaften von Basisfolgen

- + Basisfolgen sind leicht zu konstruieren (1).
- + Zentraler Vorteil der Basisfolgen ist, daß eine Fülle relevanter Planeigenschaften sehr einfach zu bestimmen sind (z.B. Verteilung von Arbeitszeit und Freizeit, Ruhezeiten, Länge der Nachtschichtblöcke, Anzahl der freien Wochenenden). Sie erleichtern daher die Planbeurteilung hinsichtlich rechtlicher und ergonomischer Kriterien (siehe unten).
- + Basisfolgen erlauben sehr kurze Beschreibungen von Schichtplänen. Bei der Basisfolge **FFSSNN** – – – – genügt es zu wissen, daß die Gruppen A, B, C, D

und E jeweils um 2 Tage versetzt beginnen. Mit dieser Information ist ausreichend beschrieben, wie der Plan zu vervollständigen ist.

- + Basisfolgen führen meist zu sehr übersichtlichen Plänen.
- + Die Verteilung der Schichten und freien Tage auf die Gruppen ist völlig gleichmäßig.
- Basisfolgen behandeln alle Wochentage gleich und erlauben keine gesonderte Rücksichtnahme auf die Wochenendsituation. Die Wochenendeinsätze können aber in einem zweiten Schritt mittels Direkter Gestaltung nachjustiert werden.
- + Nicht alle Pläne können mit Basisfolgen entwickelt werden. Diese Einschränkung wirkt sich aber erst bei Komplexen Plänen aus, bei denen z.B. Reservekonzepte eingebaut oder Qualifikationen berücksichtigt werden müssen.

Planbeurteilung mit Basisfolgen

Basisfolgen erlauben unmittelbar bzw. durch einfache Rechnungen die Überprüfung der meisten rechtlichen und ergonomischen Kriterien, z.B.:

- Anzahl der Nachtschichten in Folge
- Länge der Arbeitsblöcke
- Länge der Freizeitblöcke
- tägliche Ruhezeiten
- Zykluslänge
- freie Tage im Zyklus
- Anzahl der Arbeits- und Freizeitblöcke im Zyklus
- Anzahl der freien Wochenenden im Zyklus: Dazu wird bestimmt, wieviel jeder Freizeitblock in der Basisfolge zur Wochenendfreizeit beiträgt, und die Summe über diese Beiträge gebildet.

$$\text{Anzahl freier Wochenenden} = \sum_{\substack{\text{über alle Freizeitlöcke} \\ \text{in der Basisfolge}}} (\text{Länge des Freizeitblocks} - 1)$$

In der Basisfolge **FFSSNN** – – – – gibt es 1 Freizeitblock, der 4 Tage dauert. Daher hat jede Schichtgruppe $4 - 1 = 3$ freie Wochenenden in 10 Wochen.

Durch diese Planungstechnik läßt sich die Anzahl zu untersuchender möglicher Lösungen schnell einschränken, z.B. auf Basisfolgen, die nicht mehr als 2 Nachtschichten in Folge enthalten oder auf Basisfolgen, bei denen nach Nachtschichten mindestens 3 Tage frei sind. Damit können einerseits Betroffene ihre Präferenzen einfach formulieren und andererseits Lösungen sehr schnell und unter ihrer Beteiligung beurteilt werden.

4. Übergroße Gruppen

Planstrukturen bezeichnen die Art der Gruppenbildung und unterscheiden sich vor allem in der Anzahl und in der Größe der Schichtgruppen, mit denen geplant wird. Sie spielen eine grundlegende Rolle für die Gestaltung von Schichtplänen. Einfache Planstrukturen sind:

- Klassische Gruppen, für die wenige große Gruppen gebildet werden, die nicht kombiniert werden und (nach Plan) immer vollständig anwesend sind, d.h., 1 ganze Gruppe deckt 1 Schicht ab.
- Gruppenkombination, für die viele kleine Gruppen gebildet und so kombiniert werden, daß die Schichten jeweils mit der erforderlichen Besetzungstärke abgedeckt sind.
- Übergroße Gruppen, für die "zu große" Gruppen gebildet werden, wobei immer einem Teil der Gruppe freigegeben wird. Die Gruppengröße übertrifft somit die Besetzungstärke.

Die gewählte Gruppen- bzw. Planstruktur hat einen wesentlichen Einfluß auf mögliche Betriebszeiten und Wochenarbeitszeiten der Mitarbeiter. Mit der Planstruktur Klassischen Gruppen, die immer gemeinsam arbeiten oder gemeinsam

frei haben, lassen sich nur Standardbetriebszeiten und –wochenarbeitszeiten erzielen, da folgende Formel gilt:

$$\text{Sollwochenarbeitszeit} = \frac{\text{Betriebszeit}}{\text{Zahl der Gruppen}}$$

Beispiel 2: Mit 40 h Sollwochenarbeitszeit sind bei 1, 2, 3 Klassischen Gruppen nur 40 h, 80 h, 120 h Betriebszeit möglich. Mit 2 Klassischen Gruppen sind bei 50 h, 60 h, 70 h Betriebszeit nur 25 h, 30 h, 35 h Sollwochenarbeitszeit möglich.

Übergroße Gruppen zielen auf eine bessere Übereinstimmung von angestrebten Arbeitszeiten zu Arbeitszeiten nach Plan. Ähnlich wie bei der Verwendung vieler kleiner Gruppen in der Planstruktur Gruppenkombination (z.B. 9 Gruppen zur Abdeckung von jeweils 2 Arbeitsplätzen) können mit Übergroßen Gruppen zusätzliche Arbeitszeit-Betriebszeit-Kombinationen erzielt werden. Im Gegensatz zu Gruppenkombinationen arbeiten aber Übergroße Gruppen nicht mit vielen kleinen Gruppen, die kombiniert werden, sondern mit wenigen großen Gruppen, deren Mitglieder immer gemeinsam Dienst haben. Allerdings werden für die einzelnen Mitarbeitern dieser Gruppen regelmäßig zusätzliche freie Schichten eingeplant. Ausgehend von klassischen Lösungen für 2, 3, 4 und 5 Gruppen lassen sich mit dieser Planungstechnik sehr einfache Pläne erzeugen. Die Beteiligung von Betroffenen bei der Auswahl der Grundlösungen und der Verteilung der freien Schichten ist auch praktisch möglich. Als zusätzliche Vorteile Übergroßer Gruppen sind folgende Möglichkeiten hervorzuheben:

- Qualifikationsengpässe können bei der Planung leichter berücksichtigt werden.
- Unterschiedliche Besetzungstärken können (in gewissem Umfang) abgefangen werden, z.B. könnten am Samstag mehr Mitarbeiter pro Gruppe frei bekommen als von Montag bis Freitag.
- Unterschiedliche Arbeitszeiten können einfach realisiert werden, z.B. erhalten Teilzeitmitarbeiter öfter freie Tage.
- Die Planung von Abwesenheitsreserven wird erleichtert.

Beispiel 3: Ein Wechselschichtplan sieht 8h-Frühschichten von Mo–Fr mit je 3 Personen Besetzung und 8h-Spätschichten von Mo–Fr mit je 2 Personen Besetzung vor. Am Samstag arbeiten noch 2 Personen in der Frühshift. Die Sollwochenarbeitszeit beträgt 36 h. Abb. 2 zeigt einen Plan mit 2 Übergroßen Gruppen zu je 3 Personen und eine mögliche Verteilung der freien Tage über den Zyklus.

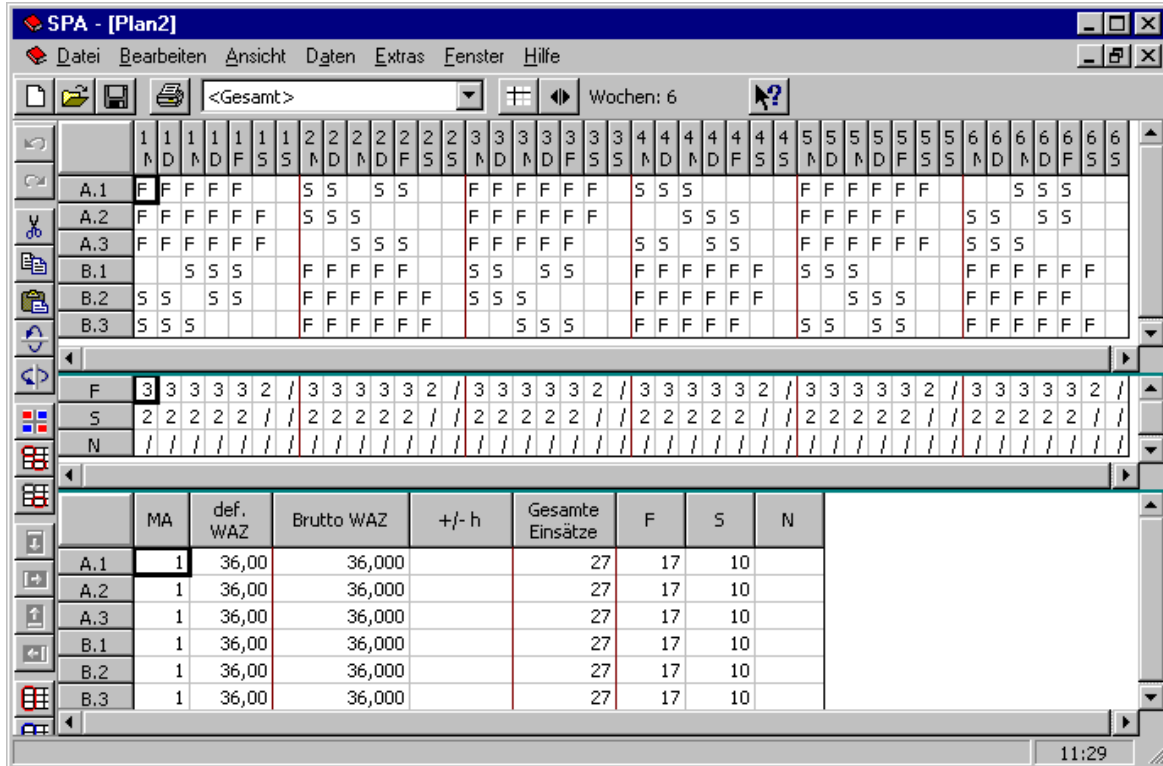


Abb.2: Plan mit 2 Übergroßen Gruppen zu je 3 Mitarbeitern

5. Ergebnisse und Diskussion

Basisfolgen und Übergroße Gruppen sind zwei einfache konstruktive Planungstechniken mit denen große Klassen von Schichtplanungsproblemen gut bearbeitet werden können. Mit dem System Schichtplanassistent 3.1 (SPA 3.1) wird die Anwendung dieser Planungstechniken unterstützt und erheblich vereinfacht und damit auch für komplexe Aufgabenstellungen anwendbar gemacht.

6. Literatur

- (1) Gärtner, J.; et.al.: Handbuch Schichtpläne Planungstechnik, Entwicklung, Ergonomie, Umfeld, 1. Auflage. Zürich: vdf-Verlag, 1998.

Autoren:

DI Sabine Wahl, ARBEITSZEITLABOR Management Consulting & Research GmbH, Schwedenplatz 2/26, A-1010 Wien, wahl@arbeitszeitlabor.com, Tel: +43 1 535 79 20 – 14

DI Dr. Johannes Gärtner, Technische Universität Wien, Abteilung für CSCW, Argentinierstraße 8, A-1040 Wien, johannes.gaertner@tuwien.ac.at, Tel: +43 1 58801 – 18714

Dipl. Ing. Michael Janke, XXX ARBEITSZEITLABOR GbR, Unterstraße 51, D – 44892 Bochum, arbeitszeitlabor@t-online.de, Tel: +49 234 287 80 05