

Der Nutzen von Optimierungsverfahren in Softwaretools zur Gestaltung ergonomischer Schichtpläne

Ruth SIGLÄR, Anna ARLINGHAUS, Johannes GÄRTNER¹

XIMES GmbH, Vienna, Austria

Abstract

Bei der Gestaltung der Arbeitszeit treffen unterschiedliche Interessen von Unternehmen und Beschäftigten aufeinander. Neben betrieblich vorgegebenen Zielen (z.B. Bedarf, geringe Kosten) und Recht ist daher die Ausgestaltung eines Schichtmodells, das ergonomische Erkenntnisse berücksichtigt und auf eine ausgewogene Verteilung von sozial nutzbarer Zeit achtet, besonders wichtig. Dieser Beitrag beschreibt am Beispiel des Softwaretools „Schichtplanassistent“, wie neuartige Optimierungsverfahren in einer Schichtplansoftware eingesetzt werden können, um die Freizeit am Wochenende sowie die gleichmäßige Verteilung von freien Wochenenden und weitere ergonomische Kriterien in Schichtplänen bestmöglich zu berücksichtigen. So wird rasch transparent, welche Anforderungen hinsichtlich Arbeit- und Freizeitverteilung unter welchen Einschränkungen (z.B. bedingen lange Freizeitblöcke in der Regel auch lange Arbeitsblöcke) möglich sind. In der Diskussion zwischen Arbeitgeber:innen und Arbeitnehmer:innen kann dies die Entscheidungsfindung für einen Schicht- bzw. Rahmenplan deutlich erleichtern und die ergonomische Gestaltung von Arbeitszeit unterstützen.

Key Words: Arbeitszeitgestaltung, Schichtarbeit, Nachtarbeit, Work-Life-Balance, Software

Ausgangslage bei der Gestaltung von Arbeitszeitmodellen

Die Arbeitszeitberatung und -gestaltung ist ein Spannungsfeld zwischen den unterschiedlichen und manchmal gegensätzlichen Bedürfnissen der Beteiligten. Aus Sicht der Betriebe soll der Einsatz des Personals gut zu dem betrieblichen Bedarf passen, die Arbeitszeit muss sich im Einklang mit den rechtlichen Rahmenbedingungen befinden und möglichst geringe Kosten verursachen. Die Beschäftigten äußern gleichzeitig den Wunsch nach einer guten Vereinbarkeit von Arbeitszeit mit ihren privaten Belangen. Darüber hinaus müssen auch ergonomische Kriterien für die Schichtarbeitsgestaltung berücksichtigt werden (vgl. Beermann 2005), um gesundheitli-

¹ Berater:innen, Ximes GmbH Wien/Österreich: siglaer@ximes.com; arlinghaus@ximes.com; gaertner@ximes.com

che Risiken aus der Arbeitszeit zu minimieren. Ein gutes Arbeitszeitmodell sollte die Bedürfnisse auf diesen Dimensionen berücksichtigen, wobei die Gewichtung dieser Bedürfnisse oft ein Aushandlungsprozess zwischen den betrieblichen Stakeholdern ist.

Der Ablauf einer Arbeitszeitberatung ist prototypisch z.B. bei Arlinghaus/Lott (2018) beschrieben und beinhaltet folgende Schritte:

1. Personalbedarf bestimmen: Wie viele Personen werden wann und mit welcher Qualifikation benötigt?
2. Dienste/Schichten modellieren: Beginn- und Endzeiten, Gestaltung von Diensten inkl. Reservebedarf
3. Dienstplan/Schichtplan entwickeln: Abfolge der Schichten, Ausrollieren
4. Umsetzung mit laufender Steuerung und Optimierung

Aus der langjährigen Beratungspraxis ist die Erfahrung, dass eine Neu- oder Umgestaltung von Arbeitszeit immer ein Veränderungsprozess ist, der mit einem entsprechenden Change-Management begleitet werden sollte. Aus unserer Sicht ist dabei auch und insbesondere die Beteiligung aller Stakeholder für die Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Lösungen sehr wichtig.

Doch wie kommt man zu guten Lösungen, wenn eine Vielzahl unterschiedlicher gesetzlicher (z.B. Ruhezeiten), ergonomischer (z.B. maximale Anzahl von Nachtschichten in Folge) und individueller (z.B. möglichst viele freie Wochenenden) Parameter einfließen soll?

Integration von Planung und Entscheidung

Die Anzahl der Gestaltungsmöglichkeiten bei der Schichtplanung ist schon bei sehr einfachen Planungsproblemen sehr hoch. Zusätzlich sind die Anforderungen bezüglich der Verteilung von Arbeit und Freizeit nicht immer völlig klar, bzw. die Wirkung von ebendiesen Anforderungen auf die damit erzielbaren Lösungen nicht gänzlich absehbar, z.B.

- Welche Möglichkeiten ergeben sich bei unterschiedlichen Schichtlängen?
- Wie verändern sich die Pläne bei unterschiedlichen Betriebszeiten? Wie wirken sich andere Arbeitszeiten aus?
- Was passiert, wenn die Besetzungstärken leicht verändert werden?
- Wie wirkt sich die Anzahl der beschäftigten Personen und ihre Strukturierung in Teams auf die Planung aus?

Durch die Berücksichtigung dieser und anderer Fragen wird eine vollständige Analyse aller möglichen Lösungen unmöglich. Ihre Berechnung und Bewertung würde viel Zeit in Anspruch nehmen.

Wenn diese Gestaltungsmöglichkeiten jedoch erhalten bleiben sollen, ist es notwendig, schrittweise die Konsequenzen einzelner Optionen auszuloten und vorläufige Festlegungen zu treffen. Dabei werden Planskizzen entwickelt, die schrittweise verfeinert werden. Führt einer der Schritte in eine Sackgasse, geht man einen Schritt zurück und versucht durch Veränderungen der Anforderungen andere Lösungen möglich zu machen. Die Suche nach Lösungen ist auf die besten Möglichkeiten unter den gegebenen zeitlichen Rahmenbedingungen ausgerichtet.

Bewährt hat sich dabei die Arbeit in Projektgruppen. Durch die Anwesenheit wichtiger Entscheidungsträger (z.B. Personalabteilung, Produktionsleitung, Betriebsrat, Meister:innen) stehen die erforderlichen Informationen unmittelbar zur Verfügung. Das erleichtert die Bewertung von Plänen, aber auch die Festlegung und Abänderung von Anforderungen, um Lösungen zu finden, die von Arbeitgeber:innen und Arbeitnehmer:innen mitgetragen werden können.

Um effizient in diesen Projektgruppen arbeiten zu können, ist eine sehr flexible Software erforderlich, die die schnelle Entwicklung von Planskizzen und ihre Verfeinerung unterstützt, und zusätzliche viele Möglichkeiten bezüglich der Veränderung von Anforderungen mit sich bringt.

Unterstützung durch Software zur Schichtplangestaltung

Die Software SCHICHTPLANASSISTENT (SPA) ist ein Tool zur Entwicklung von Schicht- oder Dienstplänen basierend auf verschiedenen Anforderungen hinsichtlich Ergonomie, rechtlichen Vorgaben und Kosten. Die Pläne können rasch erstellt, bewertet und verglichen werden, um der Projektgruppe eine gute und objektive Übersicht über die unterschiedlichen Kennzahlen der verschiedenen Alternativen zur Verfügung zu stellen, und so eine fundierte Entscheidung zu ermöglichen. Seit den 90er Jahren wurde das Tool in einer Vielzahl von Beratungsprojekten eingesetzt und entlang von Anforderungen weiterentwickelt.

Da Arbeitszeit und Freizeit eng miteinander verwoben sind und gerade in der Schicht gesundheitlich und sozial belastende Arbeitszeiten entstehen können, ist es besonders wichtig, Möglichkeiten zur Verbesserung von zum Beispiel Wochenendfreizeit auszuloten und Vor- bzw. Nachteile herauszuarbeiten und zu bewerten. In der Version 8.0 des Schichtplanassistenten wird mit der Erweiterung des sogenannten First-Class-Schedulers ein Optimierungsverfahren zur Verfügung gestellt, das auf Knopfdruck unter Eingabe von Rahmenbedingungen Lösungsräume für Schichtpläne durchsucht und die passenden anzeigt. Dieses wird im Folgenden näher erläutert.

Transparente Planung

Der Planungsansatz, der verfolgt wird, ist eine Kombination von interaktiver Planung unterstützt durch ein automatisches Generierungstool. In jedem Schritt ist nachvollziehbar, welche Lösungen möglich sind. Rasch wird ersichtlich gemacht, welche Anforderungen bzw. Einschränkungen verändert werden müssen, um z.B. die Anzahl der freien Wochenenden regelmäßig über den Planzyklus zu verteilen.

Der First-Class-Scheduler – ein Optimierungstool

Aufgrund der Vielfalt an möglichen Modellen steht mit dem Optimierungstool First-Class-Scheduler ein Werkzeug zur Verfügung das auf Knopfdruck Pläne gestaltet. In der Version 8.0 des Schichtplanassistenten können Suchstrategien angewandt werden. Diese Suchstrategien fokussieren u.a. auf die ergonomisch besonders wichtige Wochenendfreizeit. So ist es möglich, in

kurzester Zeit Pläne zu finden, die zum Beispiel die Anzahl an freien Wochenenden maximieren oder die auf eine gute Verteilung der freien Wochenenden über die Wochen des Planzyklus achten.

Auch wird rasch ersichtlich, welche Anforderungen nicht gleichzeitig erfüllt werden können. So kann es sein, dass eine Abwägung zwischen längeren Arbeitsblöcken und dafür einer Maximierung der Wochenendfreizeit oder kürzeren Arbeitsblöcken, die in Summe zu weniger freien Wochenenden führen, getroffen werden muss.

Wenden wir uns zuerst den Erkenntnissen der Arbeitswissenschaft zu, bevor wir deren Umsetzung anhand eines Beispiels diskutieren.

Anforderungen bezüglich arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse an Schichtmodelle

Die Arbeitszeitgestaltung bestimmt, in welchem Umfang, zu welcher Tageszeit und mit welcher Verteilung die Beschäftigten der Arbeitsbelastung ausgesetzt sind. Aus der Arbeitszeitforschung ist bekannt, dass lange tägliche und wöchentliche Arbeitszeiten die Risiken für Arbeitsunfälle und Fehlhandlungen, Schlafmangel, gesundheitliche Beeinträchtigungen und Schwierigkeiten bei der Teilhabe am Sozialleben bzw. der Work-Life-Balance erhöhen können. Besonders Schichtarbeit mit Nachtarbeit stört zudem den biologisch vorgegebenen 24-Stunden-Rhythmus des Menschen, da die Arbeit zu Zeiten stattfindet, zu denen der Körper auf Ruhe und Schlaf eingestellt ist. Gleichzeitig muss zu Zeiten geschlafen werden, zu denen der Körper auf Aktivität ausgerichtet ist. Gesundheitliche Beeinträchtigungen wie Schlafstörungen, Magen-Darm-Probleme oder vermehrte kardiovaskuläre Erkrankungen sind daher bei Schichtarbeitenden häufiger anzutreffen als bei Personen in reiner Tagarbeit. Eine Übersicht über die Wirkung von Schichtarbeit findet sich z.B. bei Moreno et al. (2019) oder Arlinghaus/Lott (2018).

Darüber hinaus findet die soziale Teilhabe, also Aktivitäten mit der Familie, Freunden oder Vereinen, vornehmlich an Abenden und Wochenenden statt. Diese gesellschaftliche Norm einer „Abend- und Wochenendgesellschaft“ führt dazu, dass die Stunden an Abenden und Wochenenden als sozial besonders wertvoll eingeschätzt werden (vgl. Wedderburn 1981). Dies ist auch bei Schichtarbeitenden der Fall, da das soziale Umfeld in der Regel keine Schichtarbeit ausübt und in dem Abend- und Wochenendrhythmus weiterläuft. Arbeit zu diesen Zeiten gilt daher als besonders sozial beeinträchtigend (Arlinghaus et al. 2019). Eine schlechte Work-Life-Balance kann wiederum mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen zusammenhängen. So ist ein Ungleichgewicht zwischen Arbeit und Privatleben häufig mit Stress, Burn-out und Depression verbunden (Allen et al. 2000). Ist die Work-Life-Balance dauerhaft gestört, kann dies die psychische Gesundheit nachhaltig schädigen (Schiemann 2006) und ist zudem mit ungesundem Verhalten wie z. B. erhöhtem Alkoholkonsum verbunden (Frone/Russell/Cooper 1998).

Arbeit an Abenden und Wochenenden sollte daher entweder vermieden oder minimiert werden. Ist dies nicht möglich, so sollten in jeder Woche zumindest zwei bis drei freie Abende zur Verfügung stehen, z.B. im Rahmen eines kurz rotierten Schichtplans, bei dem immer nur zwei bis drei gleiche Schichten in Folge gearbeitet werden. Auch die Wochenendfreizeit ist sozial von großer Bedeutung, insbesondere für Aktivitäten mit der Familie. Es gilt daher bei der

Schichtplanung zu beachten, dass nicht zu viele Wochenenden in Folge gearbeitet wird, sondern die Wochenendfreizeit möglichst gleichmäßig über den Schichtzyklus hinweg verteilt wird.

Bei der Gestaltung von Schicht- und Nachtarbeit ist es in Deutschland sogar gesetzlich vorgeschrieben, dass arbeitswissenschaftliche Empfehlungen berücksichtigt werden müssen (§ 6 ArbZG). Diese enthalten im Hinblick auf Schichtarbeit unter anderem folgende Gestaltungshinweise (Beermann 2005; Langhoff/Satzer 2017; Rothe/Beermann/Wöhrmann 2017):

- Vermeidung von Arbeitszeiten mit durchschnittlich über 40 Wochenstunden
- Anpassung der Arbeitszeitlänge an die Belastung, z. B. bei belastenden Tätigkeiten keine Arbeitszeiten über acht Stunden pro Tag
- so wenig Nachtarbeit wie möglich, dabei maximal zwei bis drei Nachtschichten in Folge
- nach einem Nachtschichtblock ausreichend Zeit für Erholung und Re-Synchronisation planen - empfohlen werden mindestens 48 Stunden frei, stellenweise auch pro Nachtschichtblock von über zwei Tagen in Folge ein freier Tag zusätzlich (d. h. bei drei Nachtschichten anschließend drei freie Tage)
- Vorwärtsrotation der Schichten, d. h. Wechsel von Früh- zu Spät- zu Nachtschicht
- kurz rotierte Schichtpläne, d. h. max. drei gleiche Schichtarten hintereinander
- ergonomische Pausengestaltung, ggf. Möglichkeiten zum „Napping“ in der Nacht
- Wochenendarbeit möglichst vermeiden
- zusammenhängende Freizeit am Wochenende planen
- Frühschicht nicht vor sechs Uhr starten – ein früherer Beginn wirkt aufgrund der frühen Aufstehzeit wie eine Nachtschicht
- den Beschäftigten Gestaltungsspielräume eröffnen
- möglichst planbare und vorhersehbare Arbeitszeiten, kurzfristige Änderungen vermeiden
- individuelle begleitende Maßnahmen für die Schichtarbeitenden, wie etwa die Bereitstellung einer gesunden warmen Mahlzeit während der Nachtschicht und Schulungen zum Thema Schlaf und Ernährung bei Schichtarbeit

Die wichtigsten ergonomischen Anforderungen, die im First-Class-Scheduler abgebildet werden können

Werfen wir nun einen Blick auf arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, die im First-Class-Scheduler berücksichtigt werden können.

Vermeidung des Wechsels „Nacht frei Früh“ oder „Nacht frei Spät“

Jeder Sequenz von Nachtschichten soll eine arbeitsfreie Zeit von wenigstens 48 Stunden folgen. Erstens muss berücksichtigt werden, dass sich Arbeitnehmer:innen nach einer Nachtschichtsequenz (wenn danach nicht wieder Nachtschichten folgen) auf die kommende Schichtlage einstellen müssen. Dazu benötigen sie mehr Zeit als bei anderen Formen des Schichtlagenwechsels,

insbesondere weil sie von Tag- auf Nachtschlaf umstellen müssen. Zweitens wären so die Wechsel „Nacht – frei – Früh“ ausgeschlossen, die unbedingt vermieden werden müssen, weil dadurch praktisch ein ganzer Schlafzyklus wegfällt.

Maximal 3 oder 4 Nachtschichten hintereinander

Eine Nachtschichtsequenz sollte nicht mehr als drei Nachtschichten umfassen. In Ausnahmefällen, z.B. wenn dadurch günstigere Lagen der Freischichten erzielt werden, können auch mehr als drei Nachtschichten hintereinander zugelassen werden. Ein regelmäßiges Einplanen von mehr als drei Nachtschichten hintereinander soll aber nicht gestattet werden. Auch bei diskontinuierlichen Schichtplänen, bei denen früher fast ausnahmslos der wöchentliche Schichtwechsel vorgesehen war und somit immer fünf bis sechs Nachtschichten hintereinander geleistet werden mussten, sind heute durch die Verkürzung der Wochenarbeitszeit günstigere Varianten möglich. In Abhängigkeit von der familiären Situation der Mitarbeitenden einer Schichtgruppe müssen auch andere Schichtlagen in die Überlegung eingeschlossen werden. Ist die Mehrzahl der Partner:innen der Schichtarbeitenden berufstätig oder haben sie schulpflichtige Kinder, dann müssen vom familiären Aspekt her die sonst meist am positivsten beurteilten Spätschichten fast wie Nachtschichten gewertet werden. In diesem Fall gilt: Aus Spät- und Nachtschichten gebildete Sequenzen sollten nicht mehr als vier und nur in Ausnahmefällen fünf Schichten umfassen (also z.B. SSSNN oder SSNNN). Bei jüngeren Schichtarbeitenden, speziell solchen, die Kleinkinder haben, ist auch die Frühschicht oft belastend: zum einen wegen des frühen Aufstehens und zum anderen, weil sie sich wegen der familiären Anforderungen nicht so zeitig, wie es eigentlich für eine ausreichende Schlafdauer notwendig wäre, schlafen legen können – dies ist oft besonders belastend. In solchen Fällen gilt: Aus Früh- und Nachtschichten gebildete Sequenzen sollten nicht mehr als fünf und nur in Ausnahmefällen sechs Schichten umfassen (also z.B. FFFNNN oder FFNNNN).

Freie Tage

Wünschenswert sind mindestens zwei zusammenhängende freie Tage. Liegen freie Tage nach Nachtschichten, so ist der erste freie Tag als Schlaftag (die Schicht endet in der Früh und in der Regel wird man einige Stunden schlafen müssen) zu werten.

Arbeitsfreie Tage sollen so oft wie möglich am Wochenende liegen

Die Freischichtblöcke sollen möglichst oft mindestens einen Tag des Wochenendes einschließen. Die Freizeitgewohnheiten wandeln sich. Heute beginnt das Wochenende praktisch bereits am Freitagmittag. Der Sonntag hat eine große Bedeutung für die Familie, während der Samstag den höchsten Freizeitwert aufweist.

Auswirkung der Planung auf die Wochenendfreizeit anhand eines Beispiels

Wenden wir uns nun einem Beispiel aus einem Industriebetrieb zu, in dem eine Anlage vollkontinuierlich betrieben wird und schauen wir schrittweise in die Unterstützung der Lösungsfindung hinein.

Gegeben sind drei Schichten mit folgenden Zeiten:

- Frühschicht von sechs Uhr bis vierzehn Uhr
- Spätschicht von vierzehn Uhr bis zweiundzwanzig Uhr
- Nachtschicht von zweiundzwanzig Uhr bis sechs Uhr

Alle Schichten beinhalten 30 Minuten bezahlter Pause. In jeder Schicht werden von Montag bis Sonntag drei Personen benötigt (Ausfälle sind bereits mitkalkuliert). Für die Arbeit an alternativen Schichtmodellen wurde eine Arbeitsgruppe bestehend aus Leitung, Personalabteilung, Meister:innen, Betriebsrat sowie zwei Vertreter:innen der Beschäftigten gebildet. Diese Personengruppe sollten nun alternative Möglichkeiten, die den Fokus auf die Freizeit am Wochenende legen, suchen und bewerten.

Beschreibung des Istmodells

In dem Betrieb war ein Schichtmodell mit einer festen Abfolge von zwei Früh-, zwei Spät- und zwei Nachtschichten gefolgt von zwei freien Tagen (FFSSNN--) im Einsatz (Abbildung 1).

Abbildung 1: Übersicht des Ausgangsschichtplans, F = Frühschicht, S = Spätschicht, N = Nachtschicht, WAZ = Wochenarbeitszeit

	Plan 1 - 8 Wochen							WAZ
	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	
Woche 1	F	F	S	S	N	N		45,00
Woche 2		F	F	S	S	N	N	45,00
Woche 3			F	F	S	S	N	37,50
Woche 4	N			F	F	S	S	37,50
Woche 5	N	N			F	F	S	37,50
Woche 6	S	N	N			F	F	37,50
Woche 7	S	S	N	N			F	37,50
Woche 8	F	S	S	N	N			37,50

Quelle: Screenshot SPA First-Class-Scheduler

Zwölf Personen waren in vier fixe Teams eingeteilt, sodass je ein Team in der Früh-, ein Team in der Spät-, ein Team in der Nachtschicht arbeitete und ein Team frei hatte. Jede Person hatte eine Sollwochenarbeitszeit von 38 Stunden definiert, kam aber im obigen Schichtmodell im Schnitt auf 42 Stunden durchschnittliche Wochenarbeitszeit.

Dieses Modell hatte bezogen auf ergonomische Kriterien eine sehr gute Bewertung. Schauen wir dafür auf das sogenannte Rota Resümee im SPA (Abbildung 2), das in einer Wochendarstellung folgende Punkte bewertet:

- Länge der Nachtschichtblöcke
- Länge der Spätschichtblöcke
- Kombinationen aus Spät- und Nachtschichten
- Länge der Arbeitsblöcke (max. 6 Tage)
- Länge von Arbeitsblöcke, die nur einzelne freie Tage dazwischen vorsehen
- Unerwünschte Schichtfolgen (das wären zB Rückwärtsrotationen oder Folgen mit nur einzelnen freien Tagen)
- Freie Abende in der Woche
- Ruhezeit nach Nachtschichtfolgen (in 12-Stunden)

Abbildung 2: Ergonomische Bewertung des Ausgangsschichtplans mit dem SPA Rota Resümee`

Gruppe A Kriterium	Beurteilung			Ereignis in Woche							
				1	2	3	4	5	6	7	8
Länge der Nachtschichtblöcke			OK								
Länge der Spätschichtblöcke			OK								
Länge der Spät- und Nachtschichtblöcke			OK								
Länge der Arbeitsblöcke			OK								
Länge der Arbeitsblöcke mit nur 1 Tag frei dazwischen			OK								
Unerwünschte Schichtfolgen			OK								
Freie Abende pro Woche		8		3	3	4	4	4	4	3	3
Ruhezeit nach Nachtschichtfolgen (in 12-Stunden)		7									
Wochenüberblick		15	6								
Samstag und Sonntag frei (I)			13%								
Samstag und Sonntag frei (II)			0%								

Quelle: Screenshot SPA First-Class-Scheduler

Die freien Abende in der Woche mit drei oder vier Tagen von Montag bis Sonntag sowie die Tatsache, dass von den beiden freien Tagen der erste Tag jeweils der Ausschlaftag war, wurden als bedenklich (gelb) eingestuft. Ausschlaftag bedeutet, dass die Nachtschicht an diesem Tag endet.

Der Grund, über ein alternatives Schichtmodell nachzudenken, lag vor allem in der Wochenendfreizeit. Die letzten beiden Zeilen in obiger Grafik geben einerseits die Lage der Wochenendfreizeit andererseits die Menge in Form von Prozent wieder. Die Unterscheidung zwischen „Samstag und Sonntag frei (I)“ und „Samstag und Sonntag frei (II)“ liegt darin, dass ein Wochenende, in dem der Samstag der Ausschlaftag nach der Nacht ist, in der Prüfung (II) nicht als frei gerechnet wird. Das Planmuster kommt auf 13% freie Wochenenden und sofort ersichtlich ist, dass das eine freie Wochenende in 8 Wochen am Samstag einen Ausschlaftag hat, da die „strenge“ Prüfung (II) einen Wert von Null Prozent ergibt. Somit enthielt der Ausgangsplan kein komplett freies Wochenende.

Entwicklung alternativer Modelle

Die Basisdaten zu Schichten, Besetzungstärken sowie Personen mit Sollwochenarbeitszeiten und deren Aufteilung in Teams waren die Eingangsgrößen für die Planung.

In der Arbeitsgruppe wurden die Rahmenbedingungen hinsichtlich der Anzahl von Arbeitstagen, die hintereinander gearbeitet werden sollen, sowie die Anzahl der freien Tage, aber auch Angaben, wie viele Früh-, Spät- bzw. Nachtschichten direkt aufeinander folgen sollen, definiert. Für eine erste Berechnung wurden die in Abbildung 3 dargestellten Parameter hinterlegt.

Abbildung 3: Einstellungen zur Optimierung des alternativen Schichtmodells mit minimalen und maximalen Anforderungen an Arbeitstage und freie Tage.

Arbeits- und Freizeitblöcke				
	Schichttyp	Bezeichnung	Normal	
			Minimale Blocklänge	Maximale Blocklänge
▶	Arbeit	Arbeitstage	3	6
	Frei	Freie Tage	2	4
	F	Früh	2	6
	S	Spät	2	5
	N	Nacht	2	4

Quelle: Screenshot SPA First-Class-Scheduler

Wie in Abbildung 3 dargestellt ist, wurde für die Optimierung die Anzahl an Arbeitstagen am Stück („minimale Blocklänge“) auf drei gesetzt, die maximale Blocklänge sollte, wie in diesem Betrieb bereits gewohnt, nicht mehr als sechs Tage umfassen. Zu vermeiden waren einzelne freie Tage, weshalb als Minimum für „Freie Tage“ zwei Tage gesetzt wurden. Die Nachtschichten mit maximal vier sowie die Spätschichten mit maximal fünf Tagen am Stück wurden für die Grundeinstellungen des Optimierungstools „First-Class-Scheduler“ übernommen.

Die Arbeitsgruppe konnte zwischen nachstehenden Suchstrategien wählen:

- Normale Suche
- Freie Wochenenden maximieren
- Wochenendverteilung optimieren
- Ausnahmen zu Arbeits- und Freizeitblöcken erlauben

Da sich die zentrale Gestaltungsfrage um die Maximierung der Wochenendfreizeit drehte, wurde diese Strategie gewählt. Das bestehende Schichtmodell wurde ausgeklammert.

Rasch war ersichtlich, dass es keine Lösungen unter diesen Anforderungen gab. Bei der Suche nach Alternativen konnten verschiedene Wege eingeschlagen werden. Der erste bestand darin, die Eingangsgrößen (Schichten, Besetzungstärken und Personen in Teams) gleich zu lassen und an den Stellschrauben zu Arbeitstagen wie Freizeit zu drehen. Durch die Erhöhung der maximalen Anzahl an Arbeitstagen auf sieben, wurden von der Software 24 verschiedene mögliche Pläne erzeugt-. Acht davon optimierten die Wochenendfreizeit so, dass am Samstag

kein Ausschlaftag lag. Abbildung 4 zeigt einen Screenshot der Ergebnisausgabe des First-Class-Schedulers. Das entsprechende Fenster ist dreigeteilt. Die Haupttabelle auf der linken Seite entspricht dem berechneten Lösungsraum. Jeweils eine Zeile entspricht einem möglichen Schichtplan, der den definierten Anforderungen entspricht. Auf der rechten Seite oben können unerwünschte Schichtfolgen „abgewählt“ werden. Der Lösungsraum verringert sich dann entsprechend. Unten rechts sind die möglichen Verteilungen der Wochenenden angezeigt: In diesem Beispiel enthielten acht der 24 möglichen Pläne ein freies Wochenende, von dem bekannt ist, dass der Samstag sicher kein Ausschlaftag sein wird, daher die Markierung mit (II), gefolgt von drei nicht freien Wochenenden (-). Sechzehn der möglichen Pläne enthielten drei Arbeitswochenenden gefolgt von einem arbeitsfreien Wochenende, wobei durch die Markierung (I) ersichtlich ist, dass der Samstag ein Ausschlaftag sein wird.

Abbildung 4: Optimierung von Schichtplänen im SPA First-Class-Scheduler – Auswahl von Schichtfolgen und freien Wochenenden

First Class Scheduler - Ergebnis																																			
Ü...	Freie Wochenenden		Woche 1							Woche 2							Woche 3							Woche 4											
	Sa/So (I)	Sa/So (II)	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So					
>	1		F	F	F	F	F	N	N				S	S	S	S	S	N	N	N															
>	1		F	F	F	S	S	S	N	N			F	F	F	F	N	N					S	S	S	S	N	N	N						
>	1	1	F	F	F	N	N					S	S	S	S	N	N	N				F	F	S	S	S	N	N		F	F	F			
>	1		F	F	F	N	N					S	S	S	S	N	N	N				F	F	S	S	S	N	N		F	F				
>	1		F	F	F	S	S	N	N				F	F	F	F	N	N	N				S	S	S	S	N	N		F	F				
>	1		F	F	N	N	N					S	S	S	S	N	N	N				F	F	F	S	S	N	N		F	F				
>	1	1	F	F	F	F	N	N	N				S	S	S	S	N	N	N				F	F	F	S	S	N	N		F	F			
>	1		F	S	S	N	N					F	F	F	N	N	N					S	S	S	S	N	N		F	F		F	F		
>	1		F	F	F	S	S	N	N				F	F	S	S	N	N	N				F	F	S	S	S	N	N		F	F			
>	1		F	F	S	S	S	N	N				F	F	F	S	S	N	N	N				F	F	S	S	N	N		F	F			
>	1	1	F	F	F	S	S	N	N	N			F	F	S	S	N	N	N				F	F	F	N	N	N		F	F		F	F	
>	1		F	N	N	N							F	F	S	S	N	N	N				F	F	S	S	S	S		F	F		F	F	
>	1		F	F	F	N	N					S	S	S	S	N	N	N					F	F	S	S	N	N		F	F		F	F	
>	1	1	F	F	S	S	N	N	N				F	F	F	F	N	N	N				S	S	S	S	N	N		F	F		F	F	
>	1		F	N	N							S	S	S	S	N	N	N					F	F	S	S	N	N		F	F		F	F	
>	1		F	F	F	F	F	N	N				S	S	S	S	N	N	N					F	F	S	S	N	N		F	F		F	F
>	1	1	F	F	F	F	F	S	S				S	S	S	N	N	N	N					F	F	S	S	N	N		F	F		F	F
>	1	1	F	F	S	S	N	N	N				F	F	F	F	S	S					S	S	S	N	N	N		F	F		F	F	
>	1		F	S	S							S	S	S	N	N	N	N					F	F	S	S	N	N		F	F		F	F	

Schichtfolgen (24/24)

- FFFFFN (8)
- FFFFSS (4)
- FFFFNN (4)
- FFFNNN (4)
- FFFSNN (8)
- FFSSNN (16)
- FFSSNN (8)
- FFSSSS (4)
- SSSNNN (4)
- SSSNNN (4)
- SSSSNN (8)

Verteilung der freien Wochenenden (24/24)

- Frei: 1 (24)
 - II--- (8)
 - I (16)

Quelle: Screenshot Ergebnisausgabe SPA First-Class-Scheduler

Über die Auswahl der acht Pläne mit dem freien Wochenende, das am Samstag keinen Ausschlaftag hat, konnten die Beschäftigten nun noch Kombinationen von Schichten ausschließen, die unbeliebt waren (Abbildung 5). Im umrandeten Bereich auf der rechten Seite von Abbildung 5 sind in den Ergebnissen vorkommende Schichtfolgen dargestellt.

Längere Folgen, die Spät- und Nachtschichten zu Blöcken zu sieben Arbeitstagen verbinden, wurden ausgeklammert. Damit wurde ein mögliches Planmuster gefunden, das nur noch die Schichtfolgen FFFSSNN, FFSSNNN und FFSSSNN enthielt (Abbildung 6).

Abbildung 5: Ergebnis des First-Class-Schedulers nach Vorauswahl der Wochenendfreizeit

The screenshot displays the 'First Class Scheduler - Ergebnis' window. It features a grid for four weeks, with columns for days of the week (Mo, Di, Mi, Do, Fr, Sa, So) and rows for shift assignments (F, S, N). The right-hand side contains a list of 8 shift sequences (e.g., FFFFFNN, FFFFFSS) with checkboxes, and a section for 'Verteilung der freien Wochenenden (8/24)' with a dropdown menu set to 'Frei: 1 (8)' and a checked option 'II---(8)'.

Quelle: Screenshot Ergebnisausgabe SPA First-Class-Scheduler

Abbildung 6: Ergebnis des First-Class-Schedulers nach Auswahl der Wochenendfreizeit und Schichtfolgen

This screenshot shows the 'First Class Scheduler - Ergebnis' window with a different configuration. The grid shows a similar 4-week layout. The right-hand side list of shift sequences is now titled 'Schichtfolgen (1/24)'. A red rectangular box highlights the first six sequences: FFFFFNN, FFFFFSS, FFFNNNN, FFFSNN(1), FFSNNN(1), and FFSNN(1). Below this, the 'Verteilung der freien Wochenenden (1/24)' section is visible with a dropdown set to 'Frei: 1 (1)' and the 'II---(1)' option checked.

Quelle: Screenshot Ergebnisausgabe SPA First-Class-Scheduler

Das Rota Resümee für diesen übriggebliebenen Schichtplan ist in Abbildung 7 dargestellt. Hier werden die wichtigsten ergonomischen Anforderungen, wie z. B. Nächte, die am Stück gearbeitet werden, geprüft, um auf einen ersten Blick eine Indikation zu erhalten, ob das Muster arbeitswissenschaftlichen Vorgaben entspricht. Das Maximum an Wochenendfreizeit wurde erreicht unter der Voraussetzung, dass jeder Arbeitsblock sieben Tage umfasst, wobei jeder Arbeitsblock aus einer Kombination von Früh-, Spät- und Nachtschichten besteht, sodass durch eine Vorwärtsrotation beim Wechsel von einer Schicht in die nächste eine längere Freizeit gewährt wird.

Abbildung 7: Rota Resümee für die erste mögliche Schichtplan-Alternative

Gruppe A Kriterium	Beurteilung			Ereignis in Woche			
	●	●	●	1	2	3	4
Länge der Nachtschichtblöcke			OK				
Länge der Spätschichtblöcke			OK				
Länge der Spät- und Nachtschichtblöcke			OK				
Länge der Arbeitsblöcke		3		7	7	7	
Länge der Arbeitsblöcke mit nur 1 Tag frei dazwischen			OK				
Unerwünschte Schichtfolgen			OK				
Freie Abende pro Woche	1	2		2	4	5	3
Ruhezeit nach Nachtschichtfolgen (in 12-Stunden)		2		●		●	
Wochenüberblick	1	7	5	●	●	●	●
Samstag und Sonntag frei (I)							●
Samstag und Sonntag frei (II)							●
(I) Tage ohne Schichtbeginn Schicht von Freitag kann in den Samstag fallen.							
(II) Tage ohne Schichtbeginn und -ende Schicht vom Freitag fällt NICHT in den Samstag.							

Quelle: Screenshot Ergebnisausgabe SPA First-Class-Scheduler

Um Lösungen zu finden, die den Anteil an siebentägigen Arbeitsblöcken reduzieren und trotzdem die Wochenendfreizeit erhöhen, mussten die Eingangsparameter angepasst werden. Es wurde entschieden, Lösungen mit dreizehn statt in Summe zwölf Personen anzuschauen, da dadurch auch die wöchentliche Arbeitszeit auf 38,77 Stunden reduziert werden konnte. Die Rahmenbedingungen wurden auf die ersten Einstellungen zurückgesetzt (Abbildung 3) und die Suche mit der Strategie der Maximierung der Wochenendfreizeit angewandt. Gefunden wurden 52 Lösungen, allerdings stellte sich die Verteilung der freien Wochenenden über dreizehn Wochen als suboptimal heraus. Der in Abbildung 9a. dargestellte unterste Lösungsraum, der zwei Pläne umfasst, hatte die beste Verteilung, sodass zwischen den freien Wochenenden einmal fünf Arbeitswochenenden und einmal vier Arbeitswochenenden lagen. Dann wurde die Suchstrategie ohne Veränderung der Rahmenbedingungen für die Suche auf „Wochenendverteilung optimieren“ geändert, und damit standen die in Abbildung 9b. dargestellten Möglichkeiten zur Auswahl. In jedem Fall war nun spätestens das fünfte Wochenende frei. Sieben Arbeitstage am Stück zuzulassen und die Suchstrategie „Wochenendverteilung optimieren“, führte zu den in Abbildung 9c. gezeigten Lösungen.

Abbildung 9: Wochenendverteilung bei Planvariante 2

a. Maximierung der Wochenendfreizeit

✓ Verteilung der freien Wochenenden (52/52) ✓ Frei: 4 (52) ✓ I - II - - - - - II I (49) ✓ - II I - II I - - - - - (1) ✓ - II I - - - - - II I - - - (2)

b. Wochenendverteilung optimieren

✓ Verteilung der freien Wochenenden (50/50) ✓ Frei: 3 (50) ✓ II - - - - - II - - I - - - - (33) ✓ - - II - - - - - I - - - - II (16) ✓ - - - - - II - - I - - - - I (1)

c. Sieben Arbeitstage am Stück und Wochenendverteilung optimieren

✓ Verteilung der freien Wochenenden (50/50) ✓ Frei: 4 (50) ✓ I - - - II - - - II - I - - - (1) ✓ - I - - - I - - - II - - - II - (1) ✓ - - II - II - - - - II - - - II (48)

Quelle: Screenshot Ergebnisausgabe SPA First-Class-Scheduler

Hier wurden nun noch siebentägige Arbeitsblöcke, die nur zwei Schichten kombinieren, herausgefiltert.

Zur Bewertung kamen schlussendlich drei Alternativen, die hier im Überblick in Abbildung 10 dargestellt werden. Diese drei Möglichkeiten wurden für weitere Diskussionen sowie eine Abstimmung genau dokumentiert.

Erhöhung der Akzeptanz durch Einbindung und Unterstützung bei der Entscheidungsfindung für Unternehmen

Eine wesentliche Voraussetzung der Akzeptanz durch die Beschäftigten ist deren direkte Einbindung in die Entscheidungsfindung. Wie in den oben beschriebenen Schritten erfolgt diese Einbindung durch die aktive Beteiligung am Setzen von Parametern, Auswahl von Lösungsmöglichkeiten und Entscheidungen zum schrittweisen Vorgehen. So können Entwicklungsschritte bei der Entstehung des finalen Schichtmodells verfolgt und die Abhängigkeit der Einschränkungen von allen Beteiligten gut verstanden werden.

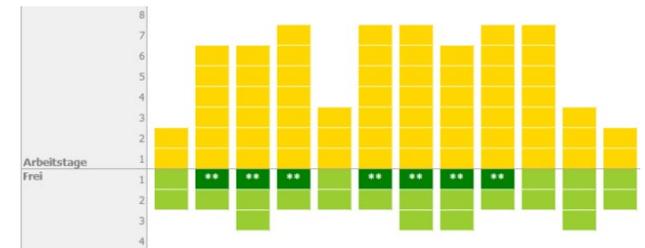
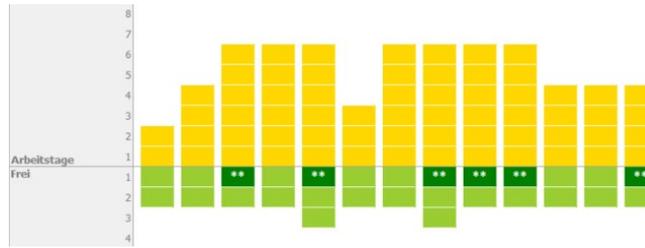
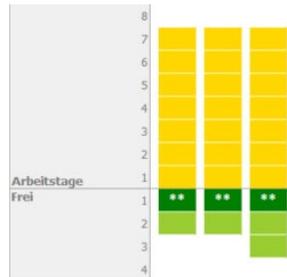
Bei der gemeinsamen Arbeit in einer Arbeitsgruppe mit Unterstützung durch das Tool können Entscheidungsprozesse unterstützt werden, indem Vor- und Nachteile sowohl mit Zahlen als auch grafischer Aufbereitung der Modelle auf den Punkt gebracht werden.

Der Lösungsraum mit all seinen Einschränkungen und Möglichkeiten wird für alle Beteiligten gut ersichtlich.

Fazit

Jahrzehntelange Arbeit in der Entwicklung von Schicht- bzw. Rahmenplan gemeinsam mit Unternehmen und Beschäftigten hat gezeigt, dass Diskussions- und Entscheidungsprozesse mit Hilfe einer flexiblen Software, in der Eingaben rasch zu Ergebnissen führen, unterstützt werden können. Optimierungsverfahren sparen dabei viel Zeit und ermöglichen eine umfassende Suche aller Lösungsräume, wodurch die Qualität der Ergebnisse gegenüber der manuellen Erstellung von Schichtplänen deutlich verbessert werden kann.

Verteilung der Arbeitstage und Wochenenden



Jedes orange Kästchen umfasst einen Arbeitstag, jedes grüne Kästchen einen freien Tag, wobei die Farbe Dunkelgrün mit 2 Sternchen die Zusatzinformation zu den Ausschlagtagen liefert.

Mit dieser Grafik ist einerseits die Häufigkeit von zum Beispiel siebentägigen Arbeitsblöcken aber auch die Verteilung rasch ersichtlich.

Rota Resümee

Gruppe A	Beurteilung		Ereignis in Woche			
	●	●	1	2	3	4
Kriterium	●	●				
Länge der Nachtschichtblöcke			OK			
Länge der Spätschichtblöcke			OK			
Länge der Spät- und Nachtschichtblöcke			OK			
Länge der Arbeitsblöcke		3	7	7	7	
Länge der Arbeitsblöcke mit nur 1 Tag frei dazwischen			OK			
Unerwünschte Schichtfolgen			OK			
Freie Abende pro Woche	1	2	2	4	5	3
Ruhezeit nach Nachtschichtfolgen (in 12-Stunden)		2	●	●	●	
Wochenüberblick	1	7	5	●	●	●
Samstag und Sonntag frei (I)			25%			●
Samstag und Sonntag frei (II)			25%			●

Gruppe A	Beurteilung		Ereignis in Woche												
	●	●	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kriterium	●	●													
Länge der Nachtschichtblöcke			●												●
Länge der Spätschichtblöcke			OK												
Länge der Spät- und Nachtschichtblöcke			2	4		5	5		5			5	2	2	
Länge der Arbeitsblöcke			1		3										2
Länge der Arbeitsblöcke mit nur 1 Tag frei dazwischen			OK												
Unerwünschte Schichtfolgen			OK												
Freie Abende pro Woche	3	4	7	3	5	5	3	4	2	2	4	2	4	5	3
Ruhezeit nach Nachtschichtfolgen (in 12-Stunden)			3								●	●	●	●	
Wochenüberblick	3	17	3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Samstag und Sonntag frei (I)			25%								●	●			●
Samstag und Sonntag frei (II)			4%								●				●

Gruppe A	Beurteilung		Ereignis in Woche												
	●	●	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kriterium	●	●													
Länge der Nachtschichtblöcke			1											4	4
Länge der Spätschichtblöcke			1												3
Länge der Spät- und Nachtschichtblöcke			2	2		2	7							7	3
Länge der Arbeitsblöcke			7		2		7		7	7				7	7
Länge der Arbeitsblöcke mit nur 1 Tag frei dazwischen			OK												
Unerwünschte Schichtfolgen			OK												
Freie Abende pro Woche	4	3	7	4	5	0	7	2	5	5	3	6	4	2	3
Ruhezeit nach Nachtschichtfolgen (in 12-Stunden)			4												
Wochenüberblick	4	19	2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Samstag und Sonntag frei (I)			31%								●	●			●
Samstag und Sonntag frei (II)			31%								●				●

Danksagung

Die Autor:innen bedanken sich bei der Redaktoren des Journals sozialpolitik.ch für die wertvollen Hinweise und Kommentare.

Deklaration von Interessenkonflikten

Die Autor:innen, Angestellte bei XIMES GmbH, deklarieren keine Interessenkonflikte in Bezug auf Forschung, Autor:innenschaft und/oder Publikation des Artikels.

Finanzierung

Die Autor:innen haben keine finanzielle Unterstützung für die Forschung, die Autor:innenschaft und die Publikation dieses Artikels erhalten

Literaturverzeichnis

- Allen, Tammy D., David E. L. Herst, Carly S. Bruck und Martha Sutton (2000). Consequences associated with work-to-family conflict. A review and agenda for future research. *Journal of Occupational Health Psychology* 5, 278–308.
- Arlinghaus, Anna, Philip Bohle, Irena Iskra-Golec, Nicole Jansen, Sarah Jay und Lucia Rotenberg (2019). Working time society consensus statements: Evidence-based effects of shift work and non-standard working hours on workers, family and community. *Industrial Health* 57(2), 184–200.
- Arlinghaus, Anna und Yvonne Lott (2018). *Schichtarbeit gesund und sozialverträglich gestalten*. Forschungsförderung Report Nr. 3, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf. Zugriff am 17.01.2022 auf https://www.boeckler.de/pdf/p_fofoe_report_003_2018.pdf.
- Beermann, Beate (2005). *Leitfaden zur Einführung und Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund/Berlin.
- Frone, Michael R., Marcia Russell und M. Lynne Cooper (1998). Relation of work-family conflict to health outcomes. A four-year longitudinal study of employed parents. *Journal of Occupation and Organizational Psychology* 70, 325–335.
- Langhoff, Thomas und Rolf Satzer (2017). Schicht- und Nachtarbeit in der Produktion: Gesundheitsrisiken – Gestaltungsanforderungen – Praxishinweise. In: Lothar Schröder und Hans-Jürgen Urban (Hg.). *Gute Arbeit. Streit um Zeit – Arbeitszeit und Gesundheit*. Frankfurt am Main: Bund-Verlag, 147–162.
- Moreno, Claudia R.C., Elaine C. Marqueze, Charli Sargent, Kenneth P. Wright Jr, Sally A. Ferguson und Philip Tucker (2019). Working Time Society consensus statements: Evidence-based effects of shift work on physical and mental health. *Industrial Health* 57(2), 139–157.

- Rothe, Isabell, Beate Beermann und Anne Marit Wöhrmann (2017). Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu Arbeitszeit und Gesundheit. In: Lothar Schröder und Hans-Jürgen Urban (Hg.). *Gute Arbeit. Streit um Zeit – Arbeitszeit und Gesundheit*. Frankfurt am Main: Bund-Verlag, 123–135.
- Schiemann, Scott (2006). Gender, Dimensions of Work, and Supportive Coworker Relations. *The Sociological Quarterly* 47, 195–214.
- Wedderburn, Alexander (1981). Is there a pattern in the value of time off work? In: Alain Reinberg, Norbert Vieux und Pierre Andlauer (Hg.). *Night and shift work: biological and social aspects. Advances in the biosciences*. Oxford: Pergamon Press, 495–504.