

## **INTEGRIERTE KRANKENHAUSPLANUNG: LAYOUT, ABLAUFPLANUNG UND TRANSPORTE**

Authors: Michael Eley und Stefan Nickel  
ITWM, Kaiserslautern

Horst W. Hamacher und Dagmar Tenfelde-Podehl  
Universität Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik

Contact: Michael Eley  
Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik  
Erwin-Schrödinger Str. 49

D-67663 Kaiserslautern

Um eine qualitativ hochwertige und kosteneffiziente medizinische Versorgung der Patienten zu gewährleisten, müssen in einem Krankenhaus zahlreiche Planungsprobleme gelöst werden: Ablaufplanung, die Planung von Patiententransporten sowie die Layoutplanung gehören dabei zu den wichtigsten Aufgaben. Die Lösung eines jeden dieser drei Planungsprobleme stellt eine der entscheidenden Voraussetzungen für eine effizient funktionierende Krankenversorgung im Krankenhaus dar.

Dabei ist die Zielsetzung der Ablaufplanung zu entscheiden, wann und in welchem Behandlungsraum welcher Patient untersucht wird. Berücksichtigt man, dass Untersuchungen jeweils in unterschiedlichen Räumen durchgeführt werden können, dann handelt es sich hierbei um ein klassisches Scheduling-Problem mit parallelen Abfertigungsstationen.

Die Planung der Patiententransporte soll sicherstellen, dass Patienten rechtzeitig zu einer Untersuchung an der Behandlungsstation eintreffen und nach deren Abschluss wieder zu Ihrer Bettenstation gebracht werden. Wegen der hohen Anzahl an Transportaufträgen, insbesondere während der Stoßzeiten am Vormittag, ist eine effiziente Planung notwendig, die Verspätungen vermeidet und somit gewährleistet, dass geplante Termine in anderen Bereichen auch eingehalten werden können. Das Patiententransportproblem lässt sich somit als Dial-a-Ride-Problem unter Berücksichtigung krankenhausspezifischer Nebenbedingungen formulieren.

Die Layoutplanung schließlich befasst sich mit der Frage, welche Behandlungsstationen in welchen Räumen angesiedelt werden sollen, damit die zurückzulegenden Wege für Patienten und Mitarbeiter möglichst kurz sind. Dabei geht man in der Regel davon aus, dass man die Häufigkeiten, mit der Wechsel von einer Funktionsstelle zur anderen passieren, kennt, und formuliert das

Problem als ein klassisches Zuordnungsproblem. Während es sich bei der Ablaufplanung und dem Patiententransport um operative Planungsprobleme handelt, betrifft die Layoutplanung hingegen die strategische Entscheidungsebene.

Die Lösung von Layout, Ablaufplanung und Transportproblemen gehört zu den wichtigsten Themen in einem Krankenhaus, das sich mit Qualitätsmanagement beschäftigt. Da allerdings jedes der Problem für sich ein hartes Planungsprobleme ist, werden sie in der Regel isoliert voneinander betrachtet, obwohl sie in enger Beziehung zueinander stehen. Dies führt im schlimmsten Fall zu einer Optimierung nur eines der drei Probleme auf Kosten der anderen beiden. Wie eng die Verzahnung ist, lässt sich zum einen am Paar Ablaufplanung - Patiententransportplanung, und zum anderen am Paar Patiententransportplanung - Layoutplanung verdeutlichen:

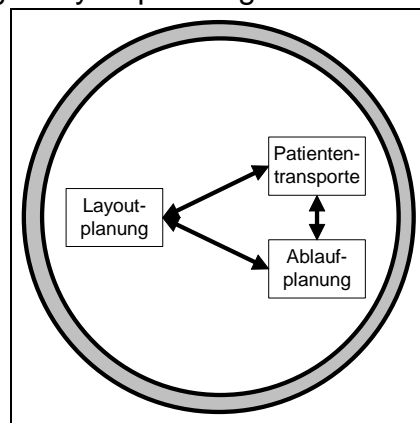


Abbildung: Integrierte Planung

Ablaufplanung und Planung von Patiententransporten im Krankenhaus sind ganz offensichtlich zwei sich gegenseitig beeinflussende Planungsprobleme: Durch die Terminierung von Untersuchungen werden Transportaufträge erst ausgelöst. Eine Planung von Patiententransporten ohne vorherige Ablaufplanung ist daher nicht sinnvoll. In der Regel wird als Lösungszugang eine hierarchische Vorgehensweise gewählt: Zunächst wird ein zulässiger Ablaufplan generiert, der dann die Nachfrage nach Transportleistungen auslöst. Diese werden dann in einer zweiten Stufe geplant. Durch diese Strategie werden im Transportwesen extreme Hochlastzeiten, aber auch Niedriglastzeiten erzeugt. Dies führt dazu, daß aufgrund der eher niedrigen Personaldecke, die oft am Durchschnittstransportaufkommen orientiert ist, in den Stoßzeiten Termine nicht eingehalten werden können und es so zu Verzögerungen kommt. Kurz gesagt ist es also nicht sinnvoll, Termine zu vergeben, wenn abzusehen ist, dass sie von Patienten nicht wahrgenommen werden können, da ein notwendiger Transport nicht organisiert werden kann.

Integrierte Ansätze zur simultanen Planung von Patiententransporten und der Ablaufplanung im Krankenhaus sind unseres Wissens bisher nicht vorhanden. Dagegen werden für Anwendungen aus dem industriellen Bereich unter dem Schlagwort Flexible Fertigungssysteme (FMS) integrative Ansätze diskutiert. Eine

Übertragung auf die Situation im Krankenhaus scheint grundsätzlich möglich: Behandlungsräume sind in der Regel so ausgestattet, dass dort eine Vielzahl von Untersuchungen durchgeführt werden können.

Betrachtet man nun die Layoutfrage, so ist schon angeklungen, dass die Entscheidungen darauf basieren, dass die Häufigkeiten, mit der zwischen den Funktionsabteilungen und Stationen gewechselt wird, als bekannt angenommen werden. Diese Häufigkeiten werden aber, gerade, wenn es sich um längere Wege handelt, entscheidend von den Transportaufträgen mitgeprägt (in der Regel sind dies auch die Daten, die über Weglängen in Krankenhäusern vorhanden sind). Allerdings reicht es nicht aus, die Anzahl der Transporte von Funktionsstelle A nach B zu kennen, denn neben den eigentlichen Transporten sind auch die Wege, die ohne Patient zurückgelegt werden müssen, entscheidend für Verspätungen und Überlastung. Diese Wege ohne Patient sind allerdings wiederum abhängig vom aktuellen Layout; dies sollte so beschaffen sein, dass Funktionsstellen, die Endpunkt vieler Transporte sind, eine möglichst geringe Entfernung zu solchen haben, die wieder Anfangspunkte von Aufträgen sind.

Auch hier wird deutlich, dass beide Planungsprobleme eng miteinander verbunden sind und sich gegenseitig beeinflussen. Zum einen ist hier also eine gemeinsame Planung wünschenswert, z.B. mit Daten aus der Vergangenheit, zum anderen sollte natürlich im Idealfall das Layout den sich ändernden Situationen angepasst werden. Denn durch Veränderungen der Rahmenbedingungen kann sich selbst ein einmal als optimal bezeichnetes Layout über einen längeren Zeitraum hinweg als unzulänglich erweisen. Aufgrund der hohen Kosten für eine Reorganisation lässt sich das Krankenhauslayout natürlich jeweils nur langfristig verändern. Gleichwohl hat es entscheidenden Einfluss auf die tägliche Ablaufplanung und die Planung von Patiententransporten.

Durch die Integration von Realdaten aus der Ablaufplanung und der Transportplanung über einen längeren Zeitraum lassen sich die Kosten, die durch ein ungünstiges Layout verursacht werden, ermitteln. Dazu müssen im Krankenhaus zunächst einmal diese Daten bzgl. der Ablauf- und Transportplanung erfasst werden. Negative Auswirkungen des Layout wie z.B. Verspätungen, Ausfall von Terminen, unnötig zurückgelegte Wege, Patientenunzufriedenheit, Überlastung der Mitarbeiter, Wartezeiten der Ärzte etc. müssen danach qualitativ und quantitativ benannt und mit den Werten bzgl. eines den Realdaten angepaßten Layout verglichen werden. Diesen können dann die Kosten für eine eventuelle Neuplanung des Layout gegenübergestellt werden, zu denen neben den Kosten für den Umbau, Zwischenlösungen etc. auch wieder "weiche" Merkmale wie Patienten- und Mitarbeiterbelastungen sowie Umgewöhnungszeiten gehören. Aufgabe des Krankenhausmanagement ist es dann, in Abhängigkeit von der zukünftigen Entwicklung des Krankenhauses einen Schwellwert festzulegen, ab dem eine Layoutanpassung erfolgt.

Prinzipiell sind bei der Anpassung des Layout zwei verschiedene Strategien denkbar: Strategie 1 umfaßt zeitlich relativ nah aufeinanderfolgende, kleine Anpassungen, die jeweils wenig an der Grundstruktur des Krankenhauses ändern aber auch in der Regel nur zu geringen Verbesserungen beim Ablauf und beim Transport führen. Strategie 2 hingegen setzt auf zeitlich weit auseinander liegende, sehr aufwendige Änderungen, die dann in der Regel das gesamte Krankenhaus betreffen, aber auch die Kosten bzgl. der Transport- und Ablaufplanung stark beeinflussen. Während man mit der Strategie 1 das Ziel verfolgt, das Layout immer optimal an aktuelle Realdaten anzupassen, nimmt man bei Strategie 2 in Kauf, dass über einen längeren Zeitraum hinweg Layout und Realdaten schlecht zusammen passen.

Wesentlich bei beiden Strategien ist aber, dass dem Zusammenhang zwischen operativen und strategischen Entscheidungen Rechnung getragen wird und so ein weiterer Schritt in Richtung qualitativ hochwertiger und gleichzeitig kosteneffizienter medizinischer Versorgung gegangen wird.