

## **Effizienzverbesserung durch Simulation der Abläufe in der ambulanten lymphologischen Rehabilitation**

### **Improving the efficiency of processes within a lymphological rehabilitation practice by using simulations**

Stellen Sie sich vor, Sie wollen neue Stations- oder Praxisräume beziehen und sind an der optimalen Raumaufteilung mit möglichst geringen Gehwegen interessiert. Oder Sie wollen sich ein neues Gerät anschaffen und wissen nicht genau, inwieweit sich dieses Gerät mit seinen Möglichkeiten in den Praxisablauf effizient einbringen lässt. Oder Sie wollen einmal herausbekommen, wie Sie die Bestellzeiten Ihrer Patienten gestalten müssen, damit die Wartezeiten minimal bleiben. Natürlich wollen Sie hierzu möglichst genaue Informationen haben, bevor Sie die Investition oder Änderung tätigen. Für diese Fälle können Simulationen die Antworten geben.

In dieser Arbeit ist beispielhaft das Simulationsmodell einer lymphologischen Ambulanz beschrieben. Ziel ist es, Beschäftigten im Gesundheitswesen Möglichkeiten aufzuzeigen, Effizienz und Excellence ihrer Arbeit durch den Einsatz von Simulationsmodellen zu unterstützen.

Schlüsselworte: Gesundheitswesen, Simulation, Effizienz

## **Summary**

Imagine you want to set up a new Lymphological Care Center and are interested in finding an optimal layout that minimizes travel distances for patients and resources. Or, perhaps you want to buy new equipment and have only a rough idea how to efficiently integrate it into the center processes. Or, maybe you want to know the optimal appointment routine for minimizing patient stay in your office. In each of these situations, you are interested in the best possible information before the investment or change is implemented. Simulations can help provide results and answers that enhance efficiency and improve the quality of your decisions. This paper describes an example of a simple model of a lymphological care center. Its goal is to demonstrate for health care providers the opportunities for improving efficiency and excellence by using simulation-models. Keywords: Health Care, Simulation, Efficiency

## **EINLEITUNG**

Simulationen geben dem Anwender die Möglichkeit herauszufinden, wie in Zukunft bestehende und neue Ressourcen – Personal, Ausstattung und Einrichtungen – effizienter und produktiver als derzeit einzusetzen sind. Der besondere Wert einer Simulation liegt darin, dass der Anwender sich sehr rasch ein vollständiges Bild über die Auswirkungen mehrerer Variablen in komplexen Systemen sowohl mit deren Wechselwirkungen als auch mit deren Abhängigkeiten verschaffen kann. Dazu wird mit Hilfe einer Simulationssoftware ein naturgetreues Modell des zu untersuchenden Systems aufgebaut. Bei diesen Modellen kann es sich um ein "einfaches" Modell einer Tagesklinik oder einer Arztpraxis handeln oder um komplexere Modelle wie die Modellierung der Abläufe ganzer Abteilungen oder Bereiche in einer großen Klinik – z.B. als Teil des Qualitätsmanagements.

Die grundlegende Basis für Simulationen stellt ein Prozess dar, in dem alle Aktivitäten, Zufälligkeiten und Aktionen mit ausreichender Häufigkeit wiederholt werden, so dass die Leistungsmerkmale des Systems den resultierenden Ergebnissen der Modell-Simulation der Realität sehr nahe kommen.

Dieser Vorgang erfolgt im Computer des Anwenders in einem Bruchteil des tatsächlich modellierten, zu überprüfenden Zeitraumes. Die Zeitkompression erlaubt das Überprüfen von Aktionen, deren Beobachtung normalerweise Monate oder gar Jahre dauern können.

## **CHANCEN und NUTZEN**

Durch das **risikofreie** Experimentieren mit Modellparametern erlauben Simulationen das Durchführen von "was-wenn-Analysen", die - wenn sie in realitas erfolgten - ein laufendes System erheblich stören und damit enorme Kosten verursachen könnten. In dieser Experimentierfähigkeit der Simulation liegt deren wesentlicher Nutzen für die Entscheidungsfindung, da keines der durchgespielten Modelle mit seinen Aktivitäten, Designs oder Abläufen wirklich implementiert werden muss.

So lassen sich z.B. im Vorhinein bestimmen, wie viele Vollzeitkräfte für ein bestimmtes Projekt erforderlich sind oder ob die Größe des Wartebereiches die optimale ist, bevor eine entsprechende Renovierung durchgeführt werden soll. Außerdem können die Auswirkungen neuer Investitionen, Strategien oder Restrukturierungen durchgespielt und überprüft werden, bevor sie endgültig in die Praxis eingeführt werden.

## **VORBEREITUNGEN FÜR EIN SIMULATIONSMODELL**

Simulationstechniken zeigen auf, was in einer bestimmten Konfiguration eines Systems ablaufen würde. Die Konfiguration beinhaltet die Eingangsdaten für das System, den Einsatzplan und Qualifikation der Ressourcen, Gesetzmäßigkeiten der Abläufe sowie Schichtpläne und Ausfallzeiten. Welche Tätigkeiten in welcher Reihenfolge wie lange durchgeführt werden, kann im Detail festgelegt werden. Simulation kann also als Planungshilfe genutzt werden – nicht aber zur Prozesssteuerung.

Zum Einsatz eines Simulationsmodells sind folgende Schritte erforderlich:

1. Klare Zielsetzung für die Untersuchung des Prozesses
2. Definieren des Systems und der relevanten Operationen, Datensammlung
3. Erstellen des Modells
4. Experimentieren; Verifizieren und Validieren des Modells
5. Analysieren der Ergebnisse

6. Optimieren und Präsentieren der besten Lösung

7. Empfehlungen abgeben

Erfahrungsgemäß nehmen die Schritte 1+2 ca. 40% der Projektdauer in Anspruch, das Erstellen des Modells selbst erfordert ca. 30% und das Experimentieren, Verifizieren sowie Validieren den Rest der Zeit. Die Schritte 5, 6 und 7 sind optional zu sehen und dienen der Analyse und Optimierung.

## DAS PRAKTISCHE BEISPIEL

Lassen Sie uns als praktisches Beispiel eine lymphologische Ambulanz mit zwei Lymphtherapeuten für 4 Behandlungsräume und einer Dame am Empfang modellieren.

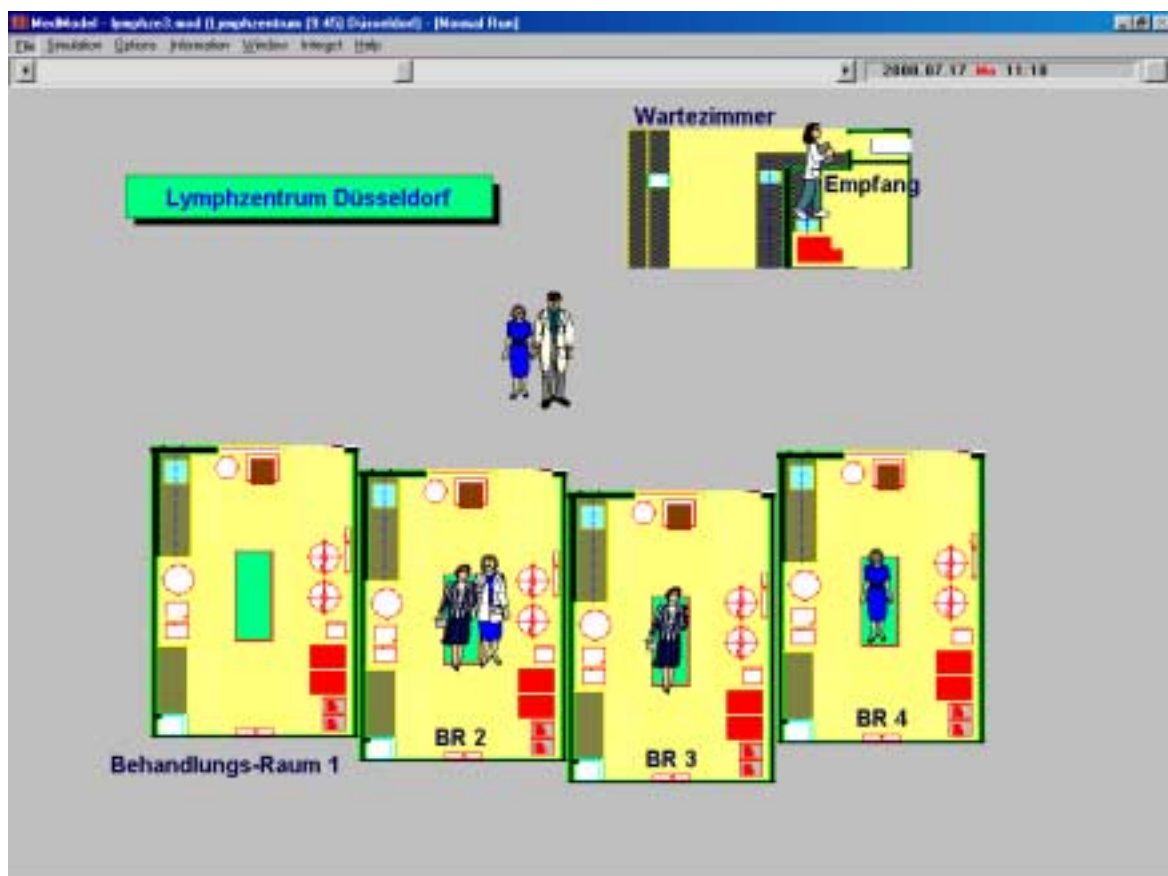


Abbildung 1: schematische – nicht maßstabsgerechte - Darstellung der lymphologischen Ambulanz/Praxis im Simulationsmodell

Ziel dieser Simulation ist es herauszufinden, welche Patientenzahl die Ambulanz unter Berücksichtigung der individuellen Arbeitszeiten der Therapeuten bewältigen kann und wie sich die optimalen Bestellzeiten für die Patienten eines Tages darstellen, so dass möglichst kurze Aufenthalts- bzw. Wartedauern für die Patienten entstehen. Die Behandlungsdauern liegen für die ambulanten Patienten

bei 60 Minuten plus 10 Minuten Wechselzeit, bei den Tagespatienten mit 60-minütigen Intervallen bei insgesamt 420 Minuten.

Simulationen zeigen, dass innerhalb eines Praxis-Arbeitstages nach Bestellplan in Tabelle 1 insgesamt 7 ambulante und 2 Tagespatienten von den beiden Therapeuten behandelt werden können. Die Wartezeiten der Patienten liegen im Schnitt bei 2 bzw. 4 Minuten.

Tabelle 1: Bestellplan für die lymphologische Ambulanz

Patient	Ankunftsort	Tag und Uhrzeit	Personen
Patientin_Tag	Eingang	Mon, Jul 17 2000 @ 08:00 AM	1
Patientin_Tag	Eingang	Mon, Jul 17 2000 @ 08:00 AM	1
Patientin_amb	Eingang	Mon, Jul 17 2000 @ 08:40 AM	1
Patientin_amb	Eingang	Mon, Jul 17 2000 @ 10:15 AM	1
Patientin_amb	Eingang	Mon, Jul 17 2000 @ 11:15 AM	1
Patientin_amb	Eingang	Mon, Jul 17 2000 @ 01:15 PM	1
Patientin_amb	Eingang	Mon, Jul 17 2000 @ 04:15 PM	1
Patientin_amb	Eingang	Mon, Jul 17 2000 @ 03:00 PM	1
Patientin_amb	Eingang	Mon, Jul 17 2000 @ 04:20 PM	1

Eine Stärke der Simulation liegt in deren Einsatz für "was-wenn-Analysen". Daher gehen wir hier beispielhaft der Frage nach, wie ändert sich der Arbeitstag in der Ambulanz, wenn die eine Tagespatientin 1¾ Stunden zu früh erscheint, sogar 45 Minuten vor Arbeitsbeginn der Lymphtherapeutin. Dazu ändern wir den Bestellplan entsprechend und erhalten mit Hilfe der Simulation folgende Ergebnisse:

1. Der Arbeitstag dauert ca. eine halbe Stunde länger, was sich auf die Personalkosten auswirkt (Tabelle 2)
2. Die Wartezeiten erhöhen sich erheblich auf durchschnittlich 24 bzw. 40 Minuten (Tabelle 3)
3. Die Auslastung der Therapeuten verringert sich.

Tabelle 2: Personalkosten und Effizienz (ohne Berücksichtigung der Kosten für die Empfangsdame)

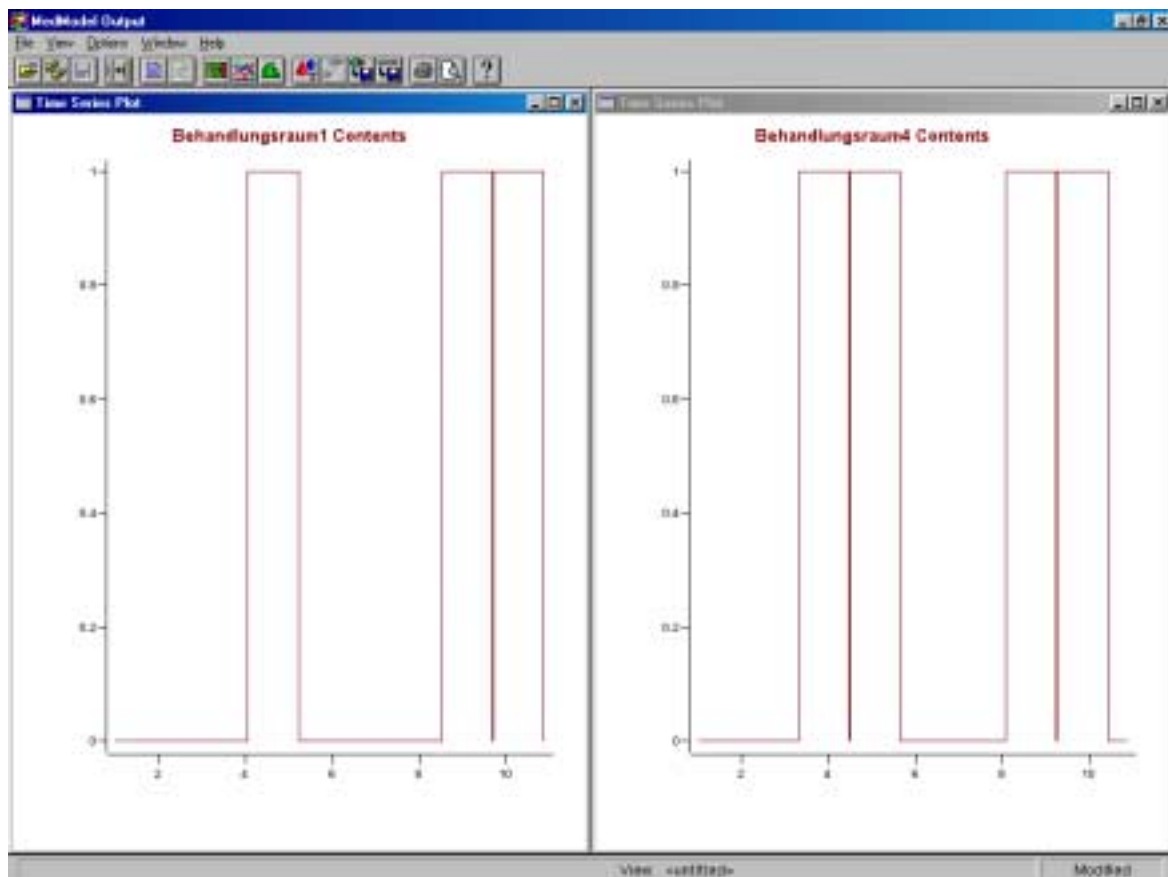
Resource Name	8 Uhr	Anzahl	DM NonUse Cost	% NonUse Cost	DM Usage Cost	% Usage Cost	DM Total Cost	% Total Cost
Empfangsdame		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lymphtherapeut		1	9.54	31.18	210.12	53.32	219.67	51.72
Lymphtherapeutin		1	21.07	68.82	183.97	46.68	205.05	48.28
SUMME		-	30.62	100.00	394.10	100.00	<u>424.72</u>	100.00
9:45 Uhr								
Empfangsdame		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lymphtherapeut		1	1.23	8.84	209.77	53.32	211.01	51.80
Lymphtherapeutin		1	12.73	91.16	183.64	46.68	196.38	48.20
SUM		-	13.97	100.00	393.42	100.00	<u>407.39</u>	100.00

Tabelle 3: Aufenthalts-, Behandlungsdauern und Wartezeiten (min)

Name	8 Uhr	Anzahl	Durchschn. Aufenthaltsdauer	Durchschn. Wartezeit	Durchschn. Behandlungsdauer
Patientin amb		7	117.20	40.85	70.00
Patientin Tag		2	468.31	24.33	420.00
Name 9:45 Uhr					
Patientin amb		7	74.55	4.55	70.00
Patientin Tag		2	440.68	2.38	420.00

Es zeigt sich, dass die Therapeuten über 90% ihres Arbeitstages beschäftigt sind, so dass keine weiteren Patienten mehr behandelt werden können. Allerdings deutet das Belegungsmuster (s. Abbildung 2) der Behandlungsräume 1 und 4 auf Valenzen hin, die durch den Einsatz eines weiteren Therapeuten genutzt werden könnten. Hier ließe sich durch eine weitere "was-wenn-Analyse" ermitteln, wie das optimalerweise zu gestalten wäre.

Abbildung 2: Belegungsmuster der Behandlungsräume 1 + 4



### **Welche Möglichkeiten bieten Simulationen als Analyse-/ Optimierungs-Werkzeuge ?**

"Was-wenn-Analysen" können mit Hilfe einer Tabellenkalkulation beliebig oft für einzelne Parameter durchgeführt werden. Demgegenüber bietet die Simulation die Möglichkeit, ein System nach mehreren Zielfaktoren gleichzeitig animiert zu analysieren sowie statistische Wahrscheinlichkeits-Verteilungen (Zufälligkeiten) einzubeziehen. Zusätzlich lassen sich Histogramme der Ergebnisdatenverteilung sowie deren Abhängigkeiten von der Zeit erstellen.

Gleichzeitig können alle Einrichtungen, Personal und Prozesse mit Kosten versehen werden, so dass sich am Ende gar Aufwand bzw. Erlöse darstellen lassen.

### **Welchen besonderen Vorteil bieten animierte Simulationen ?**

Animationen im Zusammenhang mit Simulationen sind besonders wertvoll. Erstens kann mit Hilfe der Animation die Validität eines modellierten Systems leichter überprüft werden. Wenn ab einer bestimmten Tageszeit z.B. kein Patient mehr auftaucht, sind u.U. die Ankunftszeiten falsch oder nicht eingegeben. Sobald der Prozessablauf per Animation validiert wurde, lassen sich weiterhin Engpässe im System herausfinden. Durch Modifikation von (Modell)-Parametern können diese Engpässe aufgelöst werden. Drittens stellen Animationen ein ideales Präsentations- und Argumentationshilfsmittel dar, um bestimmte Abläufe in anschaulicher Weise zu untermauern und zu verdeutlichen.

## ZUSAMMENFASSUNG

Für das in dieser Arbeit durchgesprochene Beispiel standen Einfachheit und Klarheit der Möglichkeiten im Vordergrund. Bei komplexeren Modellen, die sich ebenfalls mit der Simulationssoftware *medmodel* erfassen lassen, wie z.B. Abläufen in größeren Praxen, im OP eines Krankenhauses, in der Notaufnahme oder in der Klinikapotheke, geht es häufig um viel mehr als Wartezeiten (z.B. im Hinblick auf die DRGs). Mit Simulationen lassen sich in vielerlei Hinsicht Effizienzen, Excellence und Einsparungen in DM erzielen durch:

- Verbessern der Angebots-Qualitäten bei erhöhter Effizienz
  - (Beispiel: weniger Wartezeiten durch Prozess-, Ablaufoptimierung)
- Erhöhen der Patienten- und Mitarbeiterzufriedenheit
  - (Beispiel: Umstrukturieren einer Raumanordnung, um Wege- und Aufenthaltszeiten zu verkürzen)
- Vermeiden unwirtschaftlicher Investitionen und unnötiger Bauplanänderungen
  - (Beispiele: Simulation der bestehenden – maßstabsgerechten - Pläne resultiert in einem einzigen z.B. Flächen-optimierten Grundriss, der nicht mehr überarbeitet werden muss; Verbesserte Auslastung bestehender Einrichtungen; Auswahl der Alternative mit den geringsten Nettokosten)
- Fundiertes Erarbeiten von strategischen Entscheidungsgrundlagen
  - (Beispiel: mehr-parametrische Simulationen von realistischen Szenarien unter Einschluss von Zufälligkeiten und Wechselwirkungen)
- Intensivieren von Teamarbeit und Kommunikation

- (Beispiel: Animationen regen die Vorstellungskraft an und erhöhen die Bereitschaft zur prompten Umsetzung und Überprüfung von neuen Ideen im Team)

## Literatur

Austin, C. J. & Boxerman, S. B. Quantitative Analysis for Health Services Administration. Ann Arbor, Michigan: AUPHA Press/ Health Administration Press, 1995  
bes. Kapitel 11, Hiatt, T. H. Simulation for Facility and Program Planning. 243-306

Banks, J. (Editor) Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1998

Harrell, C. & Tumay K. Simulation Made Easy, a Manager's Guide. Georgia: Engineering & Management Press, 1995

McGlynn, E.A., Damberg, C.L., Kerr, E.A., Brook, R.H. Health Information Systems, Design Issues and Analytic Applications. California: RAND Health, 1998

Schrage, M. Serious Play – How the World's Best Companies Simulate to Innovate. Boston: Harvard Business School Press, 2000

Korrespondenzanschrift:

Dr. Klaus Kühn  
Institut für Angewandte Simulation  
80636 München, Volkartstraße 76  
Tel 089 12 16 40 19 Fax 089 12 77 91 18  
email: medmodel@t-online.de