

# Die grafische Wechselprozessanalyse als Instrument zum internen und externen Prozessbenchmarking im OP-Management\*

A graphic tool for turnover process analysis facilitates data benchmarking and the evaluation of simulated scenarios in operating room management

D. Schmitz<sup>1</sup>, A. Baumgart<sup>1</sup>, A. Zöller<sup>2</sup>, A. Schleppers<sup>1</sup>, H.J. Bender<sup>1</sup> und C. Denz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Mannheim gGmbH

(Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. K. van Ackern)

<sup>2</sup> Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik, Universität Mannheim (Leiter: Prof. Dr. A. Heinzl)

► **Zusammenfassung: Hintergrund:** Durch gesteigerten ökonomischen Druck wird eine Optimierung der Arbeitsabläufe und eine Effizienzsteigerung im OP angestrebt. Viele Autoren greifen dazu auf die Wechselzeitenanalyse zurück, die jedoch in ihrer Bedeutung bislang überschätzt wurde. Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung einer grafischen Analysemethodik zur effizienten Prozessanalyse unter Betrachtung des gesamten Wechselprozesses und zur Auswertung von Simulationsszenarien.

**Methode:** Untersucht wurden die zeitlichen Aspekte der Wechselprozesse von 102 operierten Patienten im allgemein-chirurgischen OP-Bereich des Universitätsklinikums Mannheim. Dazu wurde der Wechselprozess in 5 Prozessfragmente unterteilt. Eine grafische Analysemethodik zur simultanen Evaluation der relevanten Prozessintervalle wurde implementiert.

**Ergebnisse:** Die Qualität des Wechselprozesses hängt wesentlich von der Dauer der einzelnen Intervalle ab. Bereits Verzögerungen in einzelnen Prozess-Schritten wirken sich auf die Leistungsfähigkeit des Prozesses aus. Eine grafische Darstellung im Netzdiagramm ermöglicht die schnelle Beurteilung von erhobenen Daten.

**Schlussfolgerung:** Durch die gewählte grafische Darstellung ist eine übersichtliche und effiziente Beurteilung der ablaufenden Wechselprozesse leicht durchführbar. Dies kann für internes und externes Benchmarking verwendet werden oder die Auswertung von computergestützten Simulationsverfahren erleichtern. Optimierungspotenziale sind übersichtlich erkennbar und zeigen Ansatzpunkte für Interventionen und weitere Simulationsschritte auf.

► **Schlüsselwörter:** OP-Management – Prozessmanagement – Benchmarking – Grafische Prozessanalyse – Wechselzeit.

► **Summary: Background:** The increasing economic pressures on health care providers has motivated OR managers to strive to optimise efficiency and workflow in the operating room. The analysis of turnover times

has often been used as a tool for evaluating process performance, but has been shown to be inadequate for measuring OR workflow quality. The present study is therefore a detailed analysis of the turnover process with the aim of developing a graphic method enabling a pertinent analysis of the entire turnover workflow and evaluation of process simulations.

**Methods:** In 102 patients undergoing elective general surgery at the Mannheim university hospital we defined 5 periods reflecting the major phases of the turnover process, and analysed the results in a customized net diagram.

**Results:** The efficiency of the turnover process is sensitive to delays in each of the defined phases. The implemented visual analysis enables rapid evaluation of the data collected, and reveals the reasons for such delays as well as the potential benefits of counteractive strategies.

**Conclusions:** Our visual tool enables rapid and detailed analysis of the turnover process, and the results can be used for internal or external benchmarking and the evaluation of simulated interventions.

► **Keywords:** OR Management – Process Management – Graphical Process Analysis – Benchmarking – Turnover Time.

## Einführung

Wirtschaftliche Aspekte üben immer deutlicher werdenden Einfluss auf ablaufende Prozesse im Gesundheits- und Krankenhauswesen aus. Als Ausdruck dieser Veränderungen finden sich in der nationalen und internationalen Literatur zunehmend Publikationen im Sektor „OP-Management“. Das Thema ist inzwischen zu einem Kerninhalt im medizinischen Bereich angewachsen. Dies liegt vor allem darin begründet, dass der Operationsbereich als zentrales Element der chirurgischen und anästhesiologischen Patientenversorgung

\* Rechte vorbehalten



► gilt und als Areal mit extremer Kostendichte die Bilanz der perioperativen Medizin durch seine ökonomische Leistung maßgeblich bestimmt [1-4]. Als finales Resultat einer erreichten Optimierung des Prozessablaufes kann über die Erhöhung der Fallzahlen eine verbesserte Effizienz im OP-Bereich erreicht werden [2,5-7].

Im Rahmen der bisherigen Forschungsarbeiten ist der Ablauf des Behandlungsprozesses chirurgischer Patienten von der Aufnahme über die Behandlung im Operationssaal bis zur Entlassung des Patienten durch die Benennung relevanter Zeitpunkte und Intervalle strukturiert worden [8,9]. Diese werden als kritische Messparameter des Prozessablaufes evaluiert, um eine Aussage über die Prozessqualität im Operationsbetrieb treffen [6,10,11] und ggf. intervenieren zu können.

Aus der Masse der definierbaren Zeitintervalle im OP-Workflow mit postulierter Aussagekraft über Qualität des Prozessablaufes hob sich bisher die Wechselzeit ab [6,9-12]. Laut der hier verwendeten Definition der Wechselzeit beginnt diese mit dem Ende der operativen Maßnahmen des vorangegangenen Patienten und endet mit dem Ende der anästhesiologischen Maßnahmen bzw. der Freigabe des nächsten Patienten zur OP im OP-Saal [13].

Es wurde bislang angenommen, dass eine Optimierung dieses Intervalls das wesentliche Potential der Prozessoptimierung auf anästhesiologischer Seite verkörpert [7,14,15]. Unter anderem konnte gezeigt werden, dass die Länge der Wechselzeit auch einen Einfluss auf die Personalkosten und den finanziellen Ertrag im Operationsbereich hat [14,15].

Neuere Studien zeigen jedoch, dass die bisher in die Wechselzeit als universaler Parameter zur Evaluation der Prozessabläufe im OP gesetzte Hoffnung nicht erfüllt werden kann [13,16,17]. Grund dafür ist die Tatsache, dass die Wechselzeit von vielen unterschiedlichen Prozesselementen beeinflusst werden kann, und eine verlängerte Wechselzeit keinen Aufschluss über die zugrunde liegende Ursache geben kann. Daraus ergibt sich, dass auch keine unmittelbaren Prozessablaufschwächen und Handlungsstrategien aus einer verlängerten Wechselzeit abzuleiten sind [16], und eine Verkürzung der Wechselzeit auch nicht mit einer Erhöhung der Fallzahl einhergehen muss [13]. Des Weiteren erscheint eine allein auf die Wechselzeit fokussierte Optimierungsstrategie unter den gegenwärtigen finanziellen Rahmenbedingungen für viele Krankenhäuser nicht durchführbar zu sein, da dies mit hohen personellen und strukturellen Investitionen verbunden ist [6,10,18]. Eine retrospektive Evaluation der Prozessqualität erfordert deswegen die Berücksichtigung aller Prozessintervalle, um auftretende Störfaktoren ursachenorientiert zu erfassen.

Neuerdings halten darüber hinaus simulationsbasierte Analysemethoden Eingang in das OP-Management

[14,19-22]. Dabei wird der ablaufende Arbeitsprozess oder Teilaspekte dessen im Rahmen einer detaillierten Datenerfassung in ein mathematisches Modell implementiert und virtuell abgebildet. Durch Ausführung im computergestützten Modell können virtuelle Daten erhoben und Interventionen erprobt und bezüglich ihrer Effekte auf wählbare Kennzahlen bewertet werden. Dies wird durch die Anwendung der Simulationstechnik unter deutlich verminderten Kosten und Zeitaufwand ermöglicht.

Ziel unserer Studie war es, ein universell einsetzbares Tool zur Evaluation der Prozessabläufe im Hochkostenbereich „OP“ in Bezug auf den zentralen anästhesiologischen Tätigkeitsprozess zu entwickeln. Dabei soll neben der Wechselzeit auch die Beurteilung der anderen Prozessintervalle ermöglicht werden. Der OP-Manager soll in die Lage versetzt werden, Prozesskonvergenzen durch grafische Darstellung der Abweichung von Soll- und Ist-Daten zu erkennen und dies darüber hinaus zur Bewertung simulierter Szenarien zu nutzen.

## Material und Methoden

Der strukturelle Prozessablauf des zentralen Operationsbereiches beginnt für die vom Transportdienst gebrachten Patienten in einen Schleusenraum, wo das Umbetten der Patienten aus dem Patientenbett auf einen fahrbaren Operationstisch erfolgt. Von dort werden die Patienten in einen der vier bestehenden Einleitungsräume (E1-4) verbracht. Es gibt vier allgemeinchirurgische Operationssäle (OP1-4) zu den dazugehörigen Einleitungsräumen. In den Einleitungsräumen erfolgt die Versorgung des Patienten mit Anschlüssen an die üblichen Überwachungsgeräte und das Legen eines IV-Zugangs durch die anästhesiologischen Pflegekräfte. Die Sichtung der Patientenunterlagen wird von einem dem Saal zugeordneten Anästhesisten übernommen, der dann die Narkoseeinleitung im Einleitungsraum und die Anlage der notwendigen invasiven Verfahren vornimmt.

Anschließend wird der Patient in den zugehörigen Operationssaal transportiert, sobald dieser nach Abtransport des vorangegangenen Patienten und Reinigung des Saales verfügbar ist. Dort beginnt dann die Lagerung für die Operation, das sterile Abwaschen des Operationsfeldes und schließlich die Operation selbst (Abb. 1). Nach Abschluss der Operation mit Ende des Verbands und nach Beendigung der Narkose (der Ausleitungsprozess findet im Operationssaal statt) werden die Patienten im Umbettraum zurück in ein Patientenbett verbracht und dann in den räumlich benachbarten Aufwachraum (post anaesthesia care unit (PACU), 10 Stellplätze) transportiert.

Anschließend kehrt der dem Saal zugewiesene Anästhesist in den Einleitungsraum seines OP-Saales ►

► zurück und beginnt mit der Einleitung des nächsten Patienten.

Neben den 4-Saal-Anästhesisten stehen im Rahmen der täglichen Personalplanung zwei Anästhesisten zusätzlich zur Verfügung, die eine überlappende Narkoseeinleitung vor dem Abschluss der laufenden Operation beginnen können.

Zur quantitativen Evaluation erfolgte die Strukturierung des Prozessablaufes durch Determinierung relevanter Zeitpunkte (Abtransport des ersten Patienten aus dem OP-Saal; Abruf des zweiten Patienten von Station; Ankunft des zweiten Patienten im Einleitungsraum; Ankunft des einleitenden Anästhesisten im Einleitungsraum beim zweiten Patienten; Transport des zweiten Patienten in den OP-Saal) angelehnt an die Definition der Association of Anesthesia Clinical Directors Procedural Time Glossary (AACD) und weiteren publizierten Benchmarks [6,9,13] (Abb. 2).

Die Abfolge der Zeitpunkte oberhalb und unterhalb der Zeitachse strukturiert die beiden parallelen Arbeitskettens im Rahmen des Wechselprozesses und entspricht der vorhandenen Organisationsstruktur. Es erfolgt eine individuelle Zuordnung der relevanten Prozesselemente zu evaluierbaren Zeitintervallen.

Die Datenerfassung erfolgte für 10 Werktage (Montag – Freitag) und wurde für alle in der Kernarbeitszeit begonnenen Operationen vollständig durchgeführt (N=102). Erfasst wurden alle in der Kernarbeitszeit von 8.00 Uhr bis 15.30 Uhr geplanten und begonnenen Operationen im allgemeinchirurgischen OP-Bereich des Universitätsklinikums Mannheim.

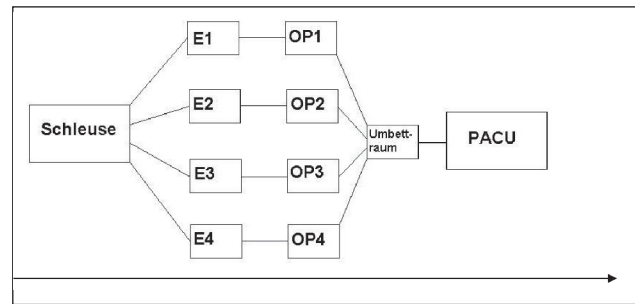


Abb. 1: Schematische Darstellung des zentralen Operationsbereichs. **E** Einleitungsraum, **OP** OP-Saal, **PACU** Aufwachraum.

Die Daten wurden anonymisiert, und aus den dokumentierten Zeitpunkten wurden die relevanten Zeitintervalle entsprechend [Abbildung 2](#) gebildet. Bei auftretenden Prozessbeeinträchtigungen wurden die zugrunde liegenden Störfaktoren qualitativ erfasst.

Die statistische Analyse der gewonnenen Daten erfolgte mit üblicher Standardsoftware (MS-Excel).

## Ergebnisse

Es wurden 102 Operationen im allgemeinchirurgischen OP-Bereich erfasst. Die anästhesiologische Versorgung ist in [Abbildung 3 und 4](#) dargestellt.

Die überwiegende Mehrheit der Patienten erhielt eine Allgemeinanästhesie ([Abb. 3](#)). Der arterielle Gefäßzugang erreichte von den durchgeführten erweiterten Maßnahmen mit 33 % die größte Häufigkeit ([Abb. 4](#)). ►

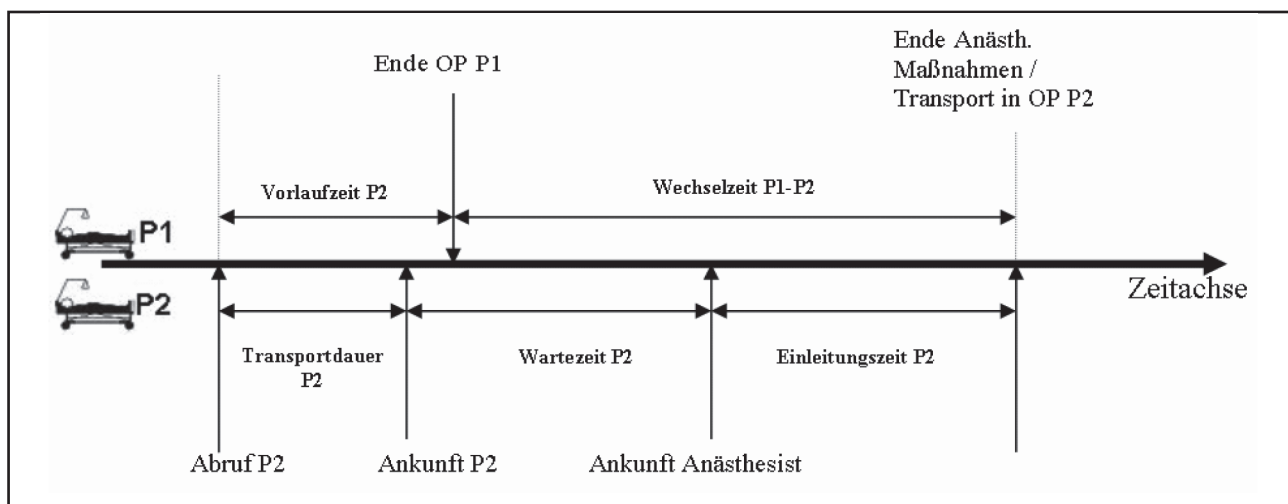


Abb. 2: Schematische Darstellung des Wechselprozesses.

**P1** Patient, dessen Anwesenheit im OP durch den Wechselprozess endet, **P2** Patient, dessen Anwesenheit im OP durch den Wechselprozess beginnt. Darstellung der die beiden Patienten betreffenden Ereignisse des Wechselprozesses auf einer Zeitachse entsprechend ihrem Verlauf. Vertikale Pfeile indizieren relevante Zeitpunkte, horizontale Pfeile markieren die zugehörigen, relevanten Zeitintervalle. Punktlinien zeigen virtuelle Zeitpunkte im Prozessablauf des jeweiligen Patienten an, die sich durch den parallelen Prozessablauf aus der Prozessstruktur des anderen Patienten ergeben. Die Dauer der Intervalle ist nur schematisch dargestellt.

► Eine Betrachtung der Länge der Zeitintervalle aus unserem allgemein chirurgischen OP-Bereich mit 4 OP-Sälen und 102 dokumentierten, patientennahen Prozessabläufen nach Quartilen ist in **Tabelle 1** und **Abbildung 5** gezeigt.

Erkennbar ist, dass die Zeitintervalle eine Verteilung um den Median mit nach oben teilweise deutlich ausreißenden Maximalwerten aufweisen.

Welche Störfaktoren als Ursachen für verlängerte Intervalle erfasst wurden, zeigt **Tabelle 2**.

Um die Auswirkungen von Störungen im Ablauf einzelner Intervalle auf die Wechselzeit zu analysieren, wurden Prozessschritte als „gestört“ betrachtet, wenn das zugehörige Intervall eine Dauer oberhalb der 75 %-Perzentile aufwies. Dies galt für die Intervalle Transportzeit P2, Wartezeit P2, Einleitungszeit P2. Das Intervall der Vorlaufzeit P2 wurde als gestört betrachtet, wenn die Dauer unterhalb der 25 %-Perzentile lag, da dieses Intervall für einen reibungslosen Prozessablauf adäquat lang sein muss und bei Verkürzung negativen Einfluss auf die Wechselzeit hat.

Die Auswirkungen von Störungen im Ablauf einzelner Intervalle zeigt **Abbildung 6**. Dass die Verlängerung der Wechselzeit mit der Anzahl der gestörten Prozessintervalle signifikant zunimmt, wird aus **Abbildung 7** ersichtlich.

Für die vollständige Analyse des Wechselprozesses, die Informationen über auftretende Störfaktoren enthält, implementierten wir einen multidirektionalen Evaluationsansatz zur simultanen Betrachtung aller Intervalle. Dies erfolgt durch eine grafische Darstellung in einem Netzdiagramm unter Zuordnung je einer Netzachse zu jedem Intervall. Verglichen wird jeweils ein individueller Wechselprozess mit den Mittelwerten des OP-Bereichs. **Abbildung 8** und **Abbildung 9** zeigen jeweils einen Wechselprozess des Studienkollektives, bei dem durch die visuelle Darstellung die individuelle Prozessstruktur abgelesen werden kann.

In beiden Beispielen kommt es zur Verlängerung der Wechselzeit, die zugrunde liegenden Ursachen sind jedoch in ganz verschiedenen Prozessanteilen zu suchen. Diese Darstellung führten wir für alle Wechselprozesse im Studienzeitraum durch, um die Aussagekraft zu erfassen. Zur besseren Übersicht sind hier nur zwei gezeigt.

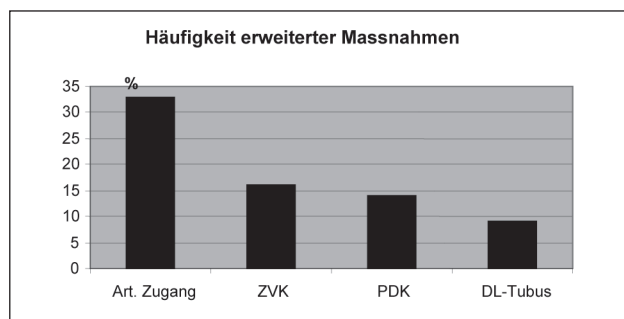
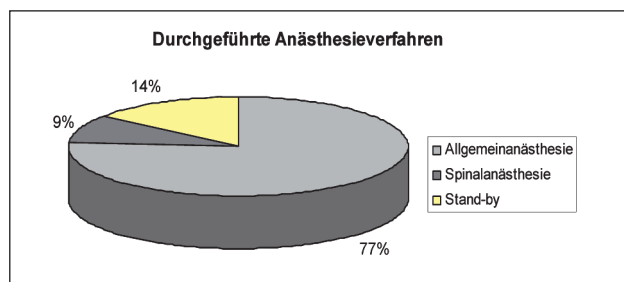


Abb. 3 und 4: Anästhesiologische Versorgung der erfassten Patienten. Art. Zugang Arterieller Gefäßzugang; ZVK Zentralvenöser Gefäßzugang; PDK Periduralkatheter; DL-Tubus Doppellumentubus.

## Diskussion

Die Wechselzeit wird als relevante Kennzahl zur qualitativen Prozessbeurteilung im Operationsbereich vielfach diskutiert, es hat sich jedoch gezeigt, dass dieser Parameter allein keine schlüssige Aussage über die Prozessqualität zulässt [13,16,17,23]. Welche numerischen Daten tatsächlich für das Qualitätsmanagement im Bereich der operativen Medizin herangezogen werden können, wird kontrovers diskutiert. Schuster et al. zeigten in zwei Studien, dass die Wechselzeit und die OP-Saalauslastung keine geeigneten Parameter zur Beurteilung der Prozessqualität darstellen, da beide Parameter keine direkten Rückschlüsse auf vermeidbare Wartezeiten liefern [16,17]. Laut Bender et al. ist eine Wechselzeitverkürzung zwar wünschenswert, führt jedoch nicht automatisch zu einer Erhöhung der Zahl der durchgeführten OPs [13].

Da singuläre Parameter nur unzureichend Aufschluss über die Prozessqualität geben können, erscheint es vorteilhaft, eine qualitative und quantitative Analyse durchzuführen, mit welcher die Determinanten des gesamten Wechselprozesses betrachtet werden kön- ►

Tab. 1: Die erfassten Intervalle mit statistischen Kennzahlen (Median (Mittelwert), 25%- und 75%-Perzentilen).

Evaluierete Intervalle	25%-Perzentil	Median (Mittel)	75%-Perzentil
Transportzeit (T)	19	25 (27)	29
Wartezeit (W)	4	8 (13)	21
Einleitungszeit (E)	18	43 (43)	51
Wechselzeit (We)	22	36 (37)	48
Vorlaufzeit (V)	21	46 (45)	57

Tab. 2: Aufstellung der qualitativ erfassten Störfaktoren im Ablauf der einzelnen Arbeitsprozesse. Aufschlüsselung nach zugrunde liegender Problematik: **1** Medizinische Gründe, **2** Organisatorische Gründe, **3** Ressourcenverfügbarkeit.

Intervall	Störfaktor	Ursache
<b>Transportzeit (T)</b>	Patient wird trotz Abruf nicht in den OP gebracht	2
	Patientenakte fehlt, Transportbeginn verzögert sich	2
	Patientenstau im Schleusenbereich	2
	Personalmangel im Schleusenbereich	2
	Technische Probleme im Schleusenbereich	2, 3
<b>Wartezeit (W)</b>	Kein Anästhesist verfügbar	3
	Keine Anästhesiepflegekraft verfügbar	3
<b>Einleitungszeit (E)</b>	Schwieriges Airwaymanagement	1
	Schwierige Anlage des iv-Zugangs	1
	Schwierige Anlage der zentralen Leitungsanästhesie	1, 3
	Notwendigkeit eines erfahrenen Anästhesisten	2
	Narkoseaufklärung fehlt	2
	Fehlende/unvollständige Patientenakte	2
	Anpassung des Herzschrittmachers versäumt	2
	Unklarheit über OP-Umfang	2
	Patient muss auf Toilette	1
	Vor-OP dauert ungeplant an	1
<b>Wechselzeit (We)</b>	OP wg. Reinigung nicht verfügbar	3
	OP aus technischen Gründen nicht verfügbar	3
	Verlegung auf Intensivstation nach OP	1
	Umintubation nach Lungenchirurgie im OP	1
<b>Vorlaufzeit (V)</b>	Falscher Patient wird gebracht	2
	Falscher Patient wird bestellt	2
	Abruf erfolgt zu spät/wird vergessen	2
	OP Patient 1 dauert an	1, 2

► nen. Die Auswahl der betrachteten Zeitintervalle ist dabei so zu wählen, dass der Prozess des Wechsels patientenseitig lückenlos abgebildet. Damit ist sichergestellt, dass alle auf den Prozess einwirkenden Störungen in den evaluierten Daten abgebildet werden. Dies gilt sowohl für die retro- und prospektive Datenanalyse als auch für die Implementation von Simulationen, wie das etwa bei Denz et al. in einem interdisziplinären Forschungsansatz geschehen ist [21]. Die Auswertung der erfassten Daten zeigt, dass die zu berücksichtigenden Prozessabschnitte bezüglich ihrer Dauer breit um einen Medianwert verteilt sind und daneben einzelne, nach oben ausreißende Maximalwerte aufweisen. Dies entspricht den Daten anderer Autoren [8,13]. Bereits die Verzögerung eines einzelnen Prozessschrittes führt zu einer signifikanten Verlängerung der Wechselzeit. Allerdings führen die gezeigten vielfältigen Einflüsse auf die Wechselzeit dazu, dass aus einer Verlängerung dieses Intervalls nicht auf die zugrunde liegende Ursache geschlossen werden kann. Daraus folgernd entwickelten wir die Darstellung der relevanten Prozessintervalle in einem Netzdiagramm. Dieses bietet die Möglichkeit, durch eine einfache grafische Darstellung komplexe Informationen über die ablaufenden Wechselprozesse abzurufen. Als Vergleichsgröße bei der Analyse eines individuellen Wech-

selprozesses wurden die Medianwerte des entsprechenden Operationsbereichs verwendet. Auftretende Störfaktoren im Prozessablauf wurden durch Veränderungen der einzelnen Intervalle deutlich sichtbar. Neben der individuellen Einzelfallanalyse kann auch eine Analyse aller Wechselprozesse eines OP-Bereichs über eine Zeitspanne hinweg erfolgen. Dabei steht nicht die Evaluation individueller Störfaktoren im Vordergrund. Durch die Mittelung der Messwerte geraten einzelne Störungen in den Hintergrund, während auf die Erfassung bereichsimmanenter Optimierungspotenziale oder die Erfassung von Veränderungen im Rahmen simulierter Interventionen fokussiert wird. Um dabei eine Evaluation des abgebildeten Prozesses vornehmen zu können, ist es notwendig, die zu prüfenden Daten mit Hilfe von Vergleichsdaten zu bewerten. Dazu kann beispielsweise durch einen OP-Manager ein Idealwert als Referenz vorgelegt, historische Daten oder die Daten einer anderen operativen Abteilung genutzt werden. Aus dem quantitativen Ansatz der Wechselprozessanalyse werden relevant gestörte Prozessintervalle erkennbar. Aus dem qualitativen Ansatz der Wechselprozessanalysen werden die fehlwirkenden Störfaktoren deutlich. Die Ursache dieser Störfaktoren ►

► können dann in einer nachfolgenden Fehleranalyse erarbeitet werden (Tab. 2). Die dort gezeigten Ursachen entsprechen den Erfahrungen anderer Autoren [10,16]. Wie Bauer et al. kürzlich publizierten, kommt es in bestimmten Operationsbereichen durch infrastrukturelle Bedingungen zu verlängerten Prozesszeiten, beispielsweise aufgrund von langen Transportwegen nach einer Operation [1,24]. Dieser Umstand kann durch die Umsetzung in eine grafische Darstellung visualisiert und quantifiziert werden. Ein Vergleich mit Daten eines OP-Bereichs mit ähnlichem Fallportfolio, aber anderen räumlichen Strukturen zeigt die Schwachpunkte auf und kann zu einer Diskussion, um eine Umstrukturierung genutzt werden. Eine erfolgreiche Intervention durch eine Veränderung der strukturellen Bedingungen wird sich in der grafischen Prozessanalyse zeigen. Es wäre eine Reduktion der Wechselzeiten und eine deutliche Reduktion der Wartezeit P2 auf den zurückkehrenden Anästhesisten zu erwarten.

Sandberg et al. [7] und Hanns et al. [6] haben die Einführung einer zentralen, räumlichen Einleitungseinheit untersucht und konnten unter erhöhten Kosten eine Wechselzeitenreduktion feststellen. Die Mehrkosten fielen dabei besonders im Bereich des Personals an, da zusätzliche Kräfte für die Betreuung der Einleitungseinheit benötigt wurden. Sandberg et al. setzten zur Parallelisierung einen Anästhesisten pro OP-Saal zusätzlich ein, Hanns et al. setzten einen Anästhesisten für 2 Säle bzw. 3 Säle zusätzlich ein. Übertragen auf die grafische Darstellung ist zu erwarten, dass sich durch eine zusätzliche Personalinvestition das Intervall der Wartezeit P2 deutlich verkürzt. Außerdem ist mit einer angepassten Abrufstrategie der Patienten zu rechnen, so dass der Vorlauf P2 verlängert wird. Beide Interventionen führen in den durchgeführten Studien zu einer Verkürzung der Wechselzeit.

Krieg et al. [18] publizierten kürzlich Daten aus der operativen Versorgung von kardiochirurgischen, HNO- und orthopädischen Patienten. Dort erfolgte der Wechselprozess trotz hoher Personaldichte (13 Anästhesisten für 8 OP-Säle) sequenziell ohne Überlappungen.

Im Rahmen dieser Arbeitsweise sind verkürzte Vorlaufintervalle P2 zu erwarten, da Patient P2 erst dann im OP-Bereich erscheinen muss, wenn P1 diesen verlässt. Im Falle von früherem Abrufen von P2 (= langer Vorlauf P2) mit dem Ziel, einen adäquaten Vorlauf zu schaffen, verschiebt sich die grafische evaluierbare Ineffizienz hin zu verlängerter Wartezeit von P2. Denn obwohl der Patient früh im OP-Bereich erscheint, besteht bei den Autoren nur in Ausnahmefällen die Möglichkeit, vor Ende der Ausleitung P1 mit der Narkoseeinleitung von P2 zu beginnen. Der Patient P2 wird – so verlängert – auf das einleitende Anästhesie-Team warten.

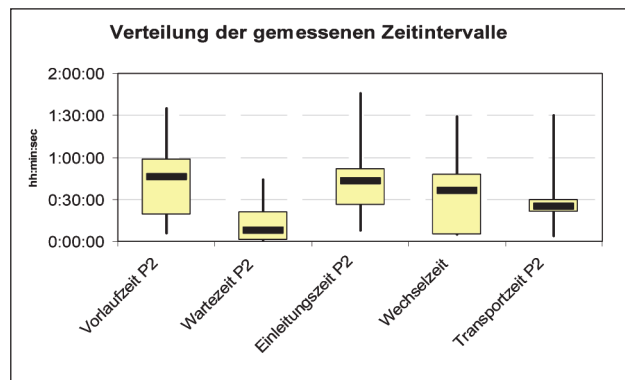


Abb. 5: Boxplot der Verteilung der gemessenen Intervallwerte. Dargestellt sind Maximum, Minimum, 75%-Perzentile, Median und 25%-Perzentile.

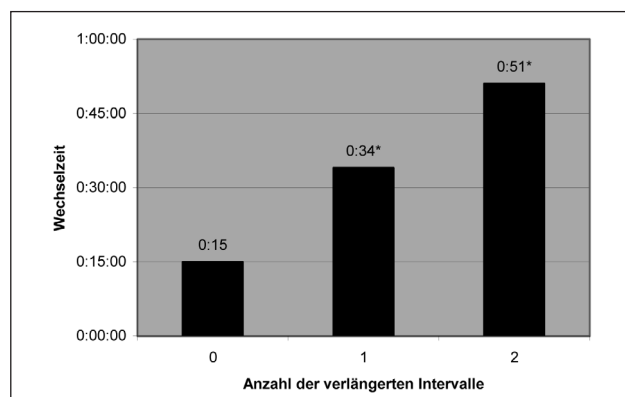
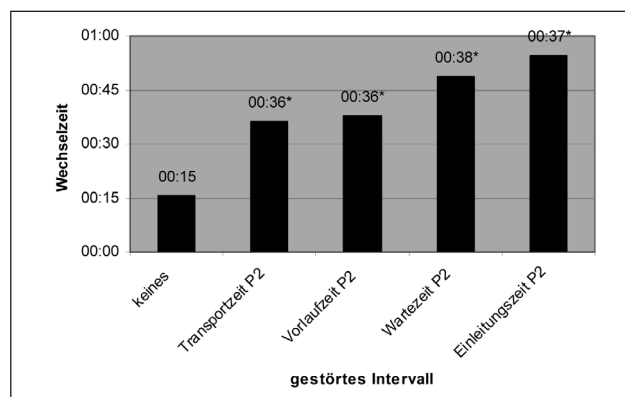


Abb. 6 und 7: Einfluss der einzelnen Störfaktoren auf die Wechselzeit.

Abbildung 6 zeigt den Einfluss der Störungen in den einzelnen Intervallen auf die Wechselzeit. Jedes Intervall beeinflusst bei Verzögerungen die Wechselzeit, die stärksten Beeinflussungen der Wechselzeit waren bei verlängerter Wartezeit P2 und verlängerter Einleitungszeit P2 zu finden. \* = Signifikanz mit  $p < 0,05$ .

Abbildung 7 zeigt den Zusammenhang zwischen der Anzahl der auftretenden Verzögerung und der Wechselzeit. Es ergibt sich bereits bei Verzögerungen in einem Intervall eine signifikante Verlängerung der Wechselzeit. \* = Signifikant mit  $p < 0,01$ .

Entsprechend den genannten Ineffizienzen hat die Einführung der überlappenden Einleitung in den drei genannten Studien zu signifikanten Reduktionen der ►

► Wechselzeit geführt. Ein Parallelisieren des Wechselprozesses, das mit einem früheren Abruf P2 von Station, sowie einer Reduktion der Wartezeit P2 durch entsprechende Personalinvestition einhergeht, erfolgte bei Sandberg et al. und Hanss et al. Bei den Autoren Krieg et al. wurden ähnliche Effekte bei vorbestehend hohem Personalstand personalneutral erreicht, so dass von einer höheren Personalauslastung auszugehen ist. Die genannten Arbeiten fokussierten auf die Wechselzeit als kritisches Qualitätsmerkmal und zeigen, dass eine Reduktion der Wechselzeit buchstäblich „um jeden Preis“ spürbare Investitionen erfordert. Eine Subgruppenanalyse bei Hanss et al. zeigte darüber hinaus, dass die zusätzlichen Personalinvestitionen nur in Abhängigkeit von der Anzahl der beteiligten OP-Säle zu einer Steigerung der OP-Zahl führen. Dies deckt sich mit Daten von Bender et al. [13], die in einer umfangreichen Analyse der Wechselzeiten in verschiedenen OP-Bereichen zeigen konnten, dass eine Fallzahlerhöhung durch Wechselzeitenreduktion ganz wesentlich von der Dauer der Operationen abhängig ist.

Ein allein auf die Wechselzeit gerichteter Blick reicht demnach zur Qualitätsbeurteilung im OP-Management nicht aus, sondern muss erweitert werden um die globale Betrachtung des ganzen Arbeitsprozesses.

Einschränkend ist anzumerken, dass die Beurteilbarkeit der grafischen Evaluationsmethode verbessert werden kann, indem bei ausreichender Datenmenge eine Adjustierung für das Prozedurportfolio erfolgt. Dies sollte sowohl bei der Implementierung einer Simulationsanwendung als auch bei der Auswertung „echter“ Daten berücksichtigt werden. Die Vergleichbarkeit der Daten erhöht sich, wenn ähnlich strukturierte Fallgruppen verglichen werden [1,13]. Dadurch wird für den Regelfall vermieden, dass verschiedene Prozeduren mit notwendigerweise unterschiedlichem zeitlichem Aufwand verglichen und falsche Schlüsse bezüglich Prozessqualität und Optimierungsbedarf gezogen werden. Im Rahmen der Simulation kann es allerdings wünschenswert sein, eine Umstellung des Fallportfolios zu simulieren, um die daraus folgenden Effekte zu bewerten.

Weitere Limitationen der Methode ergeben sich aus den z.T. vielfältigen Störgrößen, die die einzelnen Intervalle beeinflussen können. Die Sensitivität für das Auftreten von Störungen ist gegeben, es kann jedoch nicht direkt von der Verlängerung eines Intervalls auf eine einzelne, zugrunde liegende Störungsursache geschlossen werden. Eine Verbesserung der spezifischen Störungsdetektion wäre durch eine größere Anzahl von dargestellten Intervallen möglich. Dies ist im Rahmen einer Anpassung an individuelle Erfordernisse möglich, ist jedoch aufgrund der reziproken Wirkung auf die Übersichtlichkeit im Sinne der Praktikabilität kritisch zu hinterfragen.

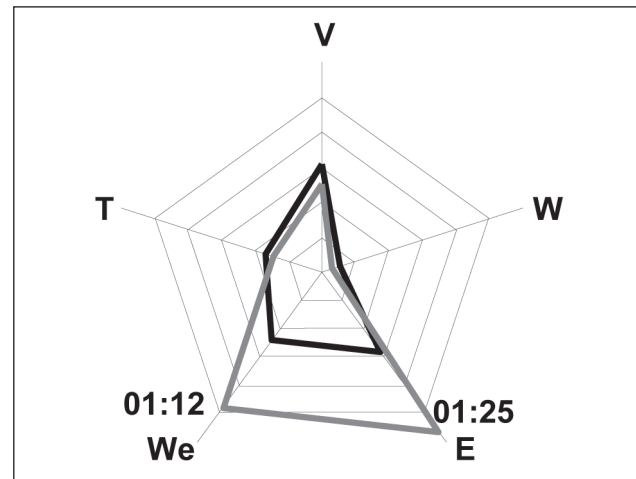


Abb. 8: Exemplarische Darstellung der Einzelfallevaluation, ein Teilstrich entsprechen 15:00 Minuten. **V** Vorlaufzeit P2, **W** Wartezeit P2, **E** Einleitungszeit P2, **We** Wechselzeit, **T** Transportzeit P2. Schwarz dargestellt sind die Mittelwerte des allgemein-chirurgischen OP-Bereiches (Referenzwert), grau der individuelle Wechselprozess. Eine deutlich verlängerte Einleitungszeit führte in diesem Fall zu einer verlängerten Wechselzeit.

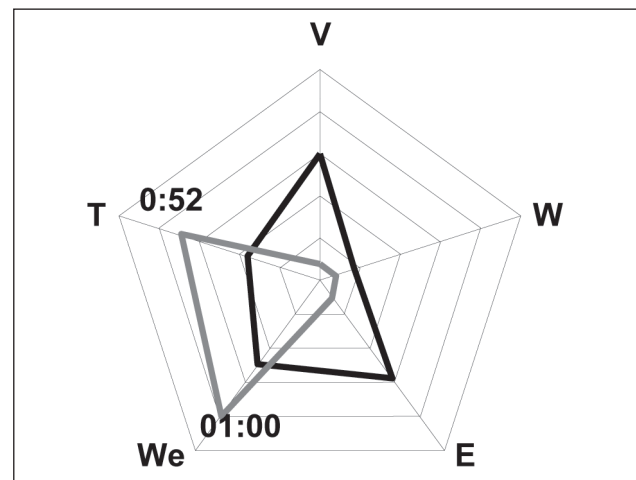


Abb. 9: Ein Teilstrich entsprechen 15:00 Minuten. **V** Vorlaufzeit P2, **W** Wartezeit P2, **E** Einleitungszeit P2, **We** Wechselzeit, **T** Transportzeit P2. Schwarz dargestellt sind die Mittelwerte des allgemein-chirurgischen OP-Bereiches (Referenzwert), grau der individuelle Wechselprozess. Eine deutlich verlängerte Transportdauer führte in diesem Fall bei verkürzter Vorlaufzeit und sonst adäquater Intervall-Länge zu einer deutlichen Verlängerung der Wechselzeit.

Die graphische Darstellung dient daher als sensitives Detektionstool, während durch konsekutive Analysen die genaue Störungsursache identifiziert werden muss.

## Schlussfolgerung und Perspektiven

Die Wechselzeit allein ist als Qualitätskriterium im OP unbrauchbar. Eine Evaluation der Prozessabläufe ►

▶ lässt sich nur durch eine simultane Betrachtung aller relevanten Prozessintervalle realisieren. Neben den beschriebenen Beispielen ergeben sich vielfältige Vergleichsmöglichkeiten zur Prozessanalyse. Als Vergleichsdaten können neben Vorgaben des OP-Statutes oder historischen Daten des evaluierten OP-Bereichs auch Daten anderer Krankenhäuser oder chirurgischer Disziplinen zum internen oder externen Benchmarking genutzt werden. Es können unterschiedliche Abteilungen, Organisationsstrukturen oder Dienstleistungs- und Patientenkollektive vergleichbar gemacht werden, um weitere Aussagen über Prozessstandards, Systemunterschiede oder Verbesserungspotenziale zu treffen.

Zusammenfassend können wir zeigen, dass der Wechselprozess und die zugrunde liegenden Prozessschritte durch eine Aufschlüsselung in relevante Zeitintervalle detailscharf abgebildet werden. Auftretende Störungen sind Prozesselementen zuzuordnen, und entsprechende Interventionskonzepte können im Rahmen weiterer Analysen entwickelt werden. Durch die grafische Aufarbeitung der Prozesskette gelingt der Vergleich mit eigenen oder fremden Daten, wodurch ein effizientes Benchmarking ermöglicht wird. Das eröffnet die Möglichkeit, weitere Handlungsstrategien zu Qualitätsverbesserungen und Ertragssteigerungen zu entwickeln und in Simulationsmodellen zu überprüfen.

Die Arbeit wurde im Rahmen des Projektes „Operationssaal 2010“ vom Land Baden-Württemberg gefördert.

#### Literatur

1. **Bauer M, Hanss R, Roemer T, Roesler L, Umnus A, Martin J, et al.** Apoptose im DRG-System: Weiterbildung und dezentrale Strukturen verhindern wettbewerbsfähige intraoperative Prozesszeiten. *Anästh Intensivmed* 2007;6:324-334.
2. **Leidinger W, Meierhofer JN, Schüpfer G.** OP-Management im KTQ-Zertifizierungsprozess eines Schwerpunktkrankenhauses. *Anaesthesist* 2006;55(11):1205-1211.
3. **Bender H.** "Tischlein deck dich": OP-Management - eine neue Aufgabe der Anästhesiologie? *Anaesth Intensivmed* 2003(44):31-42.
4. **Berry M, Schüpfer G, Martin J, Bauer M, Denz C, Bender HJ, et al.** Controlling und Berichtswesen im OP-Management. Analyse des Entwicklungsstands. *Anaesthesist* 2008;57(3):269-274.
5. **Dexter F, Coffin S, Tinker JH.** Decreases in anesthesia-controlled time cannot permit one additional surgical operation to be reliably scheduled during the workday. *Anesth Analg* 1995;81(6):1263-1268.
6. **Hanss R, Buttgereit B, Tonner PH, Bein B, Schleppers A, Steinfath M, et al.** Overlapping induction of anesthesia: an analysis of benefits and costs. *Anesthesiology* 2005;103(2):391-400.
7. **Sandberg WS, Daily B, Egan M, Stahl JE, Goldman JM, Wiklund RA, et al.** Deliberate perioperative systems design improves operating room throughput. *Anesthesiology* 2005;103(2):406-418.
8. **Bauer M, Hanss R, Schleppers A, Steinfath M, Tonner PH, Martin J.** Prozessoptimierung im "kranken Haus". *Anaesthesist* 2004;53(5):414-426.
9. **Donham RT, Mazzei WJ, Jones RL.** Association of Anesthesia Clinical Directors' Procedural Times Glossary: Glossary of times used

for scheduling and monitoring of diagnostic and therapeutic procedures. *Am J Anesthesiol* 1996;23:3-12.

10. **Harders M, Malangoni MA, Weight S, Sidhu T.** Improving operating room efficiency through process redesign. *Surgery* 2006;140(4):509-514; discussion 514-516.
11. **McIntosh C, Dexter F, Epstein RH.** The impact of service-specific staffing, case scheduling, turnovers, and first-case starts on anesthesia group and operating room productivity: a tutorial using data from an Australian hospital. *Anesth Analg* 2006;103(6):1499-1516.
12. **Isenmann R, Brinkmann A, Henne-Bruns D.** Möglichkeiten zur Ablaufoptimierung im OP-Prozessanalyse der Wechselzeiten in einem OP der Maximalversorgung. *Zentralbl Chir* 2004;129(1):4-9.
13. **Bender H, Waschke K, Schleppers A.** Tischlein wechsele dich: Sind Wechselzeiten ein Maß für ein effektives OP-Management? *Anästh Intensivmed* 2004;45:529-535.
14. **Dexter F, Abouleish AE, Epstein RH, Whitten CW, Lubarsky DA.** Use of operating room information system data to predict the impact of reducing turnover times on staffing costs. *Anesth Analg* 2003;97(4):1119-1126.
15. **Sokolovic E, Biro P, Wyss P, Werthemann C, Haller U, Spahn D, et al.** Impact of the reduction of anaesthesia turnover time on operating room efficiency. *Eur J Anaesthesiol* 2002;19(8):560-563.
16. **Schuster M, Wicha LL, Fiege M.** Kennzahlen der OP-Effizienz. Mythos und Evidenz der Steuerungskennzahlen im OP-Management. *Anaesthesist* 2007;56(3):259-271.
17. **Schuster M, Wicha LL, Fiege M, Goetz AE.** Auslastung und Wechselzeit als Kennzahlen der OP-Effizienz. *Anaesthesist* 2007;56(10):1060-1068.
18. **Krieg H, Schröder T, Grosse J, Hensel M, Volk T, von Heymann C, et al.** Zentrale Einleitung. Personalneutrale Reduktion der Wechselzeiten. *Anaesthesist* 2007;56(8):812-819.
19. **Dexter F, Ledolter J.** Bayesian prediction bounds and comparisons of operating room times even for procedures with few or no historic data. *Anesthesiology* 2005;103(6):1259-1267.
20. **Strum DP, May JH, Vargas LG.** Modelling the uncertainty of surgical procedure times: comparison of log-normal and normal models. *Anesthesiology* 2000;92(4):1160-1167.
21. **Denz C, Baumgart A, Zöller A, Schleppers A, Heinzl A, Bender HJ.** Perspektiven zur Weiterentwicklung des OP-Managements: Von der Prozessanalyse zur simulationsbasierten Planung und Steuerung. *Anästh Intensivmed* 2008;49:85-93.
22. **Van Houdenhoven M, van Oostrum J, Jeroen M, Hans EW, Wulink G, Kazemier G.** Improving Operating Room Efficiency by Applying Bin-Packing and Portfolio Techniques to Surgical Case Scheduling. *Anesth Analg* 2007;105(3):707-714.
23. **Abouleish AE, Hensley SL, Zornow MH, Prough DS.** Inclusion of turnover time does not influence identification of surgical services that over- and underutilize allocated block time. *Anesth Analg* 2003;96(3):813-818.
24. **Bauer M, Hanss R, Römer T, Rösler L, Linnemann K, Hedderich J, et al.** Intraoperative Prozesszeiten im prospektiven multizentrischen Vergleich. *Dtsch Arztebl* 2007;104(47):A3252-3258.

#### Korrespondenzadresse:

Dr. med. Daniel Schmitz  
Klinik für Anästhesiologie und  
Operative Intensivmedizin  
Universitätsklinikum Mannheim  
Theodor-Kutzer-Ufer 1 - 3  
68167 Mannheim  
Deutschland  
E-Mail: Dr.D.Schmitz@web.de