

# Simulationsbasierte Analyse des Wirkungsgrades einer formelbasierten Ressourcenallokation im Hochschulwesen

Markus Gelhoet, Bodo Rieger

Institut für Informationsmanagement und Unternehmensführung  
Universität Osnabrück  
Katharinenstr. 3  
49069 Osnabrück  
mgelhoet@uni-osnabrueck.de  
brieger@uni-osnabrueck.de

**Abstract:** Der vermehrte Einsatz einer formelbasierten Ressourcenallokation im deutschen Hochschulsystem erfordert angesichts fehlender empirischer Forschungsergebnisse die Entwicklung von Unterstützungssystemen zur Gestaltung und Wirkungsanalyse solcher Allokationsmethoden. Dieser Beitrag schlägt hierzu eine Kombination von System-Dynamics-basierten Simulationsmodellen und Active-Data-Warehouse-Technologien vor, durch die der Wirkungsgrad differenziert gestalteter Allokationsformeln analysiert und der Entscheidungsträger bei der Ausgestaltung und Auswahl einer effektiven Formel unterstützt werden kann.

## 1 Motivation und Problemstellung

Im deutschen Hochschulsystem werden seit geraumer Zeit intensiv alternative Mechanismen zur Verteilung finanzieller Mittel an Hochschulen diskutiert, geplant bzw. bereits eingesetzt [LO04; Ja06]. Formelbasierte Zuweisungsverfahren zur leistungsorientierten Ressourcenallokation werden insbesondere zwischen der Hochschulleitung und ihren Fakultäten bzw. Fachbereichen (nachfolgend: Organisationseinheiten) als ein geeignetes Instrument zur Verbesserung der Funktions- und Wettbewerbsfähigkeit sowie zur Schaffung von Anreizstrukturen zur Steigerung der Leistung in Forschung und Lehre angesehen [Sc04].

Aufgrund der erst kurzen Einsatzzeit und des mittel- bis langfristigen Wirkungscharakters der zugewiesenen Finanzmittel auf die Leistung in Forschung und Lehre und insbesondere die Steuerungsziele der Hochschulen liegen bislang kaum Forschungsergebnisse über die Wirksamkeit dieser leistungsorientierten Ressourcenallokation vor [Ja06]. Insbesondere Effekte verschiedener Verhaltensannahmen der beteiligten Organisationseinheiten in Forschung und Lehre und die Konkurrenz der Hochschulen untereinander um begrenzte Finanzressourcen (Zuweisungen der Länder und Studienbeiträge) wurden bislang nicht berücksichtigt.

Das Gestaltungsziel dieser Forschungsarbeit ist daher die Konzeption und prototypische Realisation einer Architektur für ein Informationssystem, das Entscheidungsträger bei der Gestaltung und Evaluation von Allokationsformeln durch modellbasierte Analysen ihres Wirkungsgrads auf strategische Zielgrößen in Forschung und Lehre unter verschiedenen Verhaltensannahmen unterstützt. Die Verwendung dynamischer Simulationsmodelle in Verbindung mit Active-Data-Warehouse-Technologien wird als eine hierfür geeignete Methode vorgeschlagen, da sie die explizite Berücksichtigung von Wirkungsverzögerungen der Finanzmittel auf den Output in Forschung und Lehre gestatten, die automatisierte, regelmäßige Anwendung indikatorbasierter Mittelverteilung abbilden und eine Bewertung der unterschiedlichen Gestaltungsalternativen der Allokationsformel vor deren Implementation ermöglichen.

## 2 Methodische Grundlagen

### 2.1 System Dynamics

Kennzeichnend für die von *Forrester* entwickelte Methode System Dynamics [Fo61] ist die Unterscheidung von Zustands- und Flussgrößen im Systemmodell sowie die Identifikation von Informationsrückkopplungen (*feedback loops*) [St00]. Problemursachen und daraus resultierende Wirkungen und Wirkungsbeziehungen zwischen den Modellvariablen können so identifiziert und erklärt und die Wirksamkeit daraus abgeleiteter Entscheidungen zur Problemlösung besser abgeschätzt werden [Mi95].

Für die formelbasierte Ressourcenallokation ergibt sich damit die Möglichkeit, das System Hochschule und das Verhalten der beteiligten Akteure unter dem Einfluss differenziert gestalteter Allokationsformeln zu analysieren und den kurz-, mittel- und langfristigen Wirkungs- und Erfolgsgrad der einzelnen Alternativen auf die Steuerungsziele der Hochschule abzuschätzen.

### 2.2 Active Data Warehousing

Das Konzept des Active Data Warehousing [ST00; Th01] zur weitgehenden Automatisierung strukturierter operativer Entscheidungsprozesse adaptiert das Prinzip aktiver Datenbanken [Be95], mittels ECA-Regeln (Event – Condition – Action) auf Ereignisse innerhalb und außerhalb der Datenbank mit definierten Aktionen selbständig zu reagieren. Gegenüber den ECA-Regeln verwenden Active Data Warehouses sog. Analyseregeln mit komplexeren Bedingungen, die sich auf multidimensionale Analysen im Data Warehouse beziehen [Th01]. Die Aktionen der Analyseregeln übergeben veränderte Parameter an die operativen Systeme und realisieren damit einen closed-loop zwischen operativen Systemen und dem Active Data Warehouse [ST00].

Diese Basisarchitektur eines Active Data Warehouse deckt nur den Objektentscheidungsprozess im Sinne von *Kirsch* [Ki71] ab. In *Gelhoet und Rieger* [GR05] wurde deshalb eine mehrstufige Architektur zur ergänzenden Unterstützung eines optionalen übergeordneten Metaentscheidungsprozesses [Ki71] vorgestellt. Dieser Metaentschei-

dungsprozess dient der Evaluation und Neugestaltung der Analyseregeln mit dem Ziel einer Erhöhung der Entscheidungsqualität des zugrunde liegenden Objektentscheidungsprozesses. Das Grundprinzip des closed-loop von Active Data Warehouses wird dazu iterativ auf höhere Entscheidungsebenen angewandt [GR05]: Die Wirkung aktueller Analyseregeln auf definierte Steuerungsziele über die Zeit wird im Active Data Warehouse überwacht, Zielabweichungen initiieren Anpassungsprozesse der Analyseregeln, die in Ausnahmefällen automatisiert, in der Regel jedoch manuell durch den Entscheidungsträger auf der Basis von Modellrechnungen mit alternativen Parameterkonstellationen erfolgen. Die Ergebnisse der Modellrechnungen werden wieder im Active Data Warehouse aufbereitet und zur abschließenden Auswahl bzw. Konfiguration einer neuen Analyseregeln bereitgestellt [GR05].

### 3 Systemarchitektur

Zur Unterstützung der Analyse der formelbasierten Ressourcenallokation werden der System-Dynamics- und der Active-Data-Warehouse-Ansatz wie in Abb. 1 dargestellt kombiniert. Ausgangspunkt dabei ist, dass die formelbasierte Ressourcenallokation einer Analyseregeln und damit den Grundprinzipien eines Active Data Warehouse nach [ST00] auf der Ebene des Objektentscheidungsprozesses entspricht:

Formelbasierte Allokationsmethoden erhalten als Input die Leistung einer Hochschule (oder einer ihrer Organisationseinheiten) in Forschung und Lehre typischerweise in Form von aggregierten Kennzahlen aus einem Data Warehouse oder einem operativen System mit integrierten Data-Warehouse-Funktionen. Gemessen werden diese Leistungen durch Kennzahlen wie beispielsweise die Anzahl Publikationen in sog. A-Journals oder die durchschnittliche Studiendauer. Gemäß der erbrachten Leistung werden dann durch die Allokationsformeln die Finanzmittel an die Organisationseinheiten (automatisiert) verteilt und beeinflussen damit mittel- bis langfristig wiederum die Forschungs- und Lehrleistung (dokumentiert in den operativen Systemen) und somit auch die strategischen Zielgrößen der Hochschule bzw. ihrer Organisationseinheiten.

Zur Analyse des mittel- bis langfristigen Wirkungscharakters einer Allokationsformeln und damit als Basis für den Metaentscheidungsprozess wird das reale System Hochschule durch ein (oder mehrere) System-Dynamics-Modell(e) zur Simulation der Forschungs- und Lehrleistung in Abhängigkeit der verteilten Finanzmittel ersetzt. Die Simulationsmodelle sollen insbesondere drei Aspekte berücksichtigen:

- kurz-, mittel- und langfristige Wirkungen veränderter Ressourcenausstattung
- (differenzierte) Annahmen über das Verhalten der Akteure des Systems Hochschule, insbesondere der Professoren und Studierenden
- sowie die Konkurrenzsituation zwischen den Hochschulen und deren Organisationseinheiten untereinander um knappe Ressourcen wie Finanzzuweisungen der Länder oder Studienbeiträge.

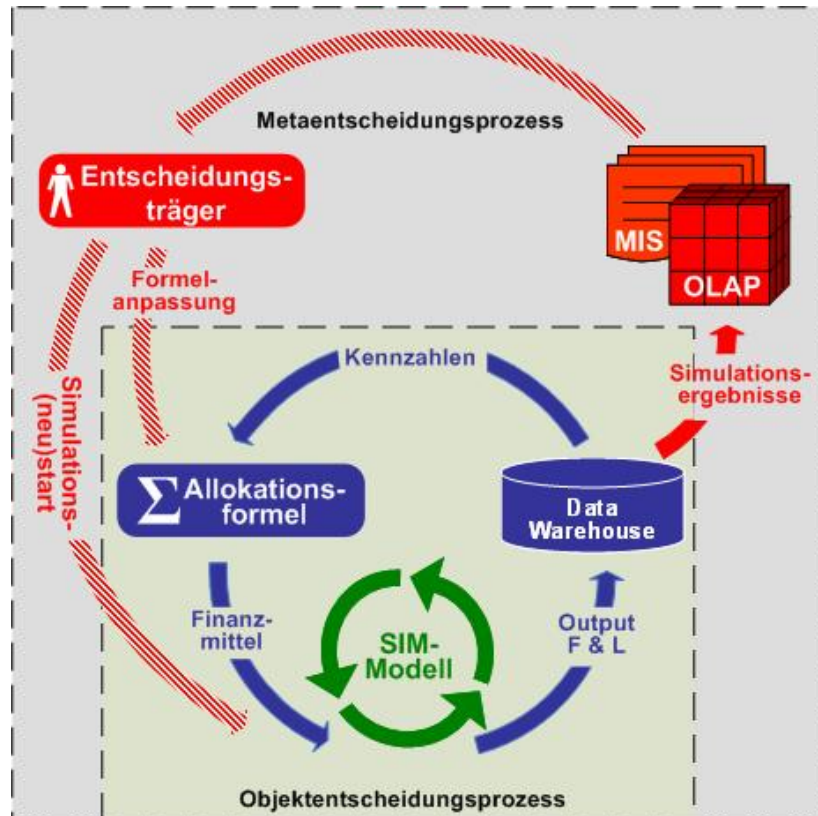


Abbildung 1: Systemarchitektur zur simulationsbasierten Analyse einer formelbasierten Ressourcenallokation

Das Zusammenspiel zwischen kontinuierlichem Simulationsmodell und diskreter Allokationsformel soll analog zum realen Szenario gestaltet werden: Das Simulationsmodell schreibt jeweils für eine längere Zeitperiode die Forschungs- und Lehrleistung auf Basis zur Verfügung stehender Finanzmittel fort und speichert die Ergebnisse in Form geeigneter Kennzahlen in einem Data Warehouse. Diese Kennzahlen sind primär auf die Parameter der Allokationsformel ausgerichtet, sollen aber auch darüber hinausgehende Effekte messen. Zu diskreten Zeitpunkten, z.B. jährlich, wird dann die Allokationsformel ausgeführt, dementsprechend Finanzmittel an die Organisationseinheiten verteilt und dem Simulationsmodell wieder als Input bereitgestellt. Somit kann über mehrere Zeiteinheiten (Semester/Jahre) hinweg die mittel- bis langfristige Rückkopplung zwischen der Forschungs- und Lehrleistung und der formelbasierten Mittelallokation simuliert werden.

Zur Unterstützung des Entscheidungsträgers bei der Gestaltung und Auswahl einer effektiven Allokationsformel (Metaentscheidungsprozess) werden in die Systemarchitektur zusätzlich Technologien eines mehrstufigen Active Data Warehouse integriert.

Durch die kontinuierliche Dokumentation der (simulierten) Forschungs- und Lehrleistung im Data Warehouse können historisierte, aggregierte, multidimensionale Kennzahlen berechnet werden, die den Erfüllungsgrad der Zielgrößen der Hochschule abbilden und über ein Standard-MIS- und/oder OLAP-Berichtswesen, vorzugsweise mit Exception-Reporting-Funktionen, dem Entscheidungsträger bereitgestellt werden (vgl. Abb. 1). Die Qualität der Allokationsformel und damit auch des Objektentscheidungsprozesses wird somit bewertbar und ermöglicht zudem eine Unterstützung des Entscheidungsträgers beim Übergang vom Objekt- zum Metaentscheidungsprozess. Innerhalb des Metaentscheidungsprozesses hat der Entscheidungsträger dadurch die Möglichkeit, die Parameter der Allokationsformel zu adaptieren und einen neuen Simulationslauf mit veränderter Formel zu starten. Im Sinne von *Laux* werden dem Entscheidungsträger zusätzliche Freiheitsgrade [La05] geboten, um mit Hilfe von Modellrechnungen/Simulationen den Einfluss unterschiedlicher Parameterkonstellationen auf die Steuerungsziele prognostizieren zu können.

Die Speicherung der Simulationsergebnisse im Data Warehouse sowie die Aufbereitung und Präsentation der Daten durch ein Berichtswesen ermöglicht den Vergleich der Ergebnisse verschiedener Simulationsläufe auf Basis differenziert gestalteter Allokationsformeln. Sie erlaubt damit eine Beurteilung bzw. Abschätzung des Wirkungs- und Erfolgsgrades der verschiedenen ausgestalteten Allokationsformeln auf die Zielgrößen der Hochschule bzw. einer ihrer Organisationseinheiten. In Kombination mit einer Modellierung mehrerer Simulationsmodelle mit differenzierten Annahmen über die Wirkungszusammenhänge der Modellvariablen ermöglicht die Speicherung der Simulationsergebnisse darüber hinaus ergänzende Analysen über die Sensibilität bzw. Robustheit der gestalteten Allokationsformeln.

## 4 Prototypische Realisation

### 4.1 Das Simulationsmodell

Zur Realisation eines ersten Prototyps wurde exemplarisch ein Simulationsmodell entwickelt, das das Verhalten der Akteure einer Hochschule (Dozenten, Studierende) sowie die erbrachte Leistung in Forschung und Lehre durch die Modellvariablen aggregiert abbildet. Auf die Entwicklung eines komplexeren Modells im Rahmen der Realisation dieses Prototyps wurde zunächst zugunsten einer Fokussierung auf die Funktionsfähigkeit der Architektur verzichtet.

Das Simulationsmodell (siehe Abbildung 2) besteht aus zwei sich gegenseitig beeinflussenden Regelkreisen. Der Regelkreis 1 repräsentiert die Lehr-, der Regelkreis 2 die Forschungsleistung der Hochschule bzw. einer ihrer Organisationseinheiten. Die grün dargestellten Modellvariablen repräsentieren die finanzielle Ausstattung der einzelnen Fachbereiche und werden maßgeblich durch die im Active Data Warehouse implementierte Allokationsformel bestimmt.

Die Modellvariable *Anteil<sub>FM</sub>* repräsentiert den prozentualen Anteil einer Organisationseinheit (hier: Fachbereich) an den insgesamt zur Verfügung stehenden Finanzmitteln.

Diese Variable wird über die im Active Data Warehouse implementierte Allokationsformel zu diskreten Zeitpunkten exogen bestimmt, im Data Warehouse gespeichert und vom Simulationsmodell geladen. Die an die jeweiligen Fachbereiche verteilten Finanzmittel ( $FM_{JeFB}$ ) berechnen sich aus dem  $AnteilFM$  und den im Zeitverlauf als konstant angenommenen, insgesamt zur Verfügung stehenden Finanzmitteln ( $FM_{Gesamt}$ ). Modellvereinfachend werden die einer Organisationseinheit zur Verfügung stehenden Finanzmittel vollständig zur Finanzierung von Dozentenstellen verwandt. Die Modellvariable  $Dozenten$  beeinflusst sowohl den Regelkreis Lehre als auch den Regelkreis Forschung positiv. Das Simulationsmodell ist derart gestaltet, dass eine Erhöhung der Dozentenstellen ceteris paribus die Lehrqualität und den Forschungsoutput linear erhöht.

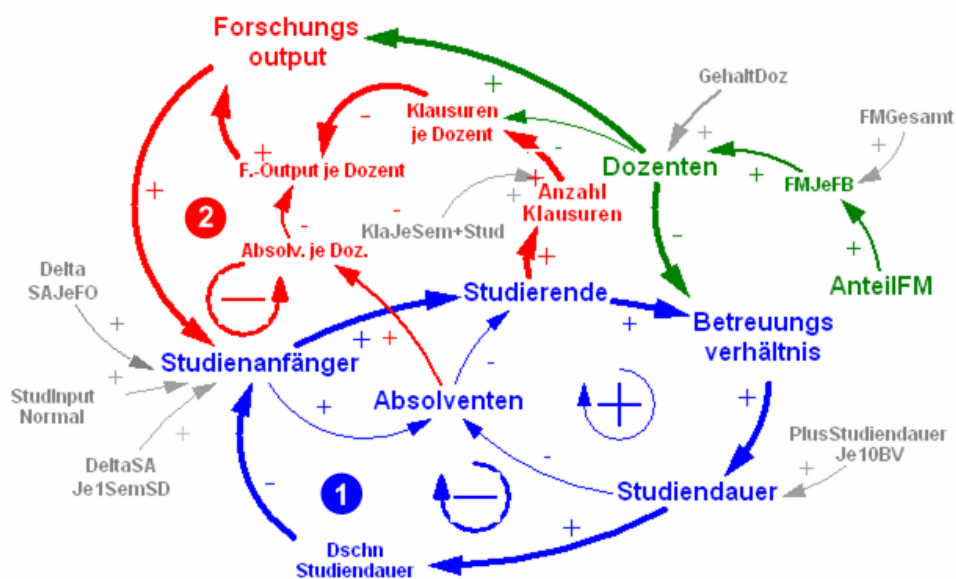


Abbildung 2: Das Kausaldiagramm

Eine Erhöhung der Dozentenstellen in einer Organisationseinheit verringert das *Betreuungsverhältnis* von *Studierenden je Dozent*. Es wird angenommen, dass das *Betreuungsverhältnis* und damit die *Betreuungsintensität* des einzelnen Studierenden maßgeblich dessen *Studiendauer* beeinflusst. Bei einem *Betreuungsverhältnis* von 100 oder weniger Studierenden je Dozent erzielt die Hochschule eine *Studiendauer* von 9 Semestern (Regelstudienzeit). Ein Anstieg des *Betreuungsverhältnisses* um zehn Studierende erhöht die *Studiendauer* um ein Semester (*PlusStudiendauerJe10BV*). Zusätzlich wird angenommen, dass die *Studiendauer* unabhängig vom *Betreuungsverhältnis* einen Maximalwert von 14 Semestern nicht überschreitet.

Die *Studiendauer* kann sowohl hochschulintern (als Steuerungsziel) als auch –extern (publiziert durch Hochschulrankings) als Indikator für die Lehrqualität einer Hochschule bzw. einer Organisationseinheit herangezogen werden. Daher wird die Annahme formuliert, dass die durchschnittliche *Studiendauer* an einer Hochschule ein maßgeblicher Faktor von Studieninteressierten bei der Studienplatzwahl ist. Von einer als konstant

angenommenen Zahl an Studieninteressierten (*StudInputNormal*) nimmt in Abhängigkeit der durchschnittlichen Studiendauer der letzten 5 Jahre (*Dschn Studiendauer*) nur ein Teil (*Studienanfänger*) das Studium an der Hochschule auf. Die Modellkonstante *DeltaSAJe1SemSD* subtrahiert je über der Regelstudienzeit liegendem Semester eine definierte Zahl an Studieninteressierten. Die Studienanfänger je Semester werden im Modell zur Zahl der insgesamt *Studierenden* aggregiert. Die Studierendenzahl reduziert sich gleichzeitig um die *Absolventen*, die sich wiederum aus der Zahl der *Studienanfänger* zeitlich verzögert um die *Studiendauer* ergibt.

Der Anstieg der *Studiendauer* verursacht somit eine Reduzierung der Absolventenzahlen, dadurch einen Anstieg der *Studierenden* der Hochschule und des *Betreuungsverhältnisses* und somit wiederum einen Anstieg der *Studiendauer*. Diese positive Rückkopplungsschleife wird durch den Anstieg der durchschnittlichen Studiendauer und einen damit verbundenen Rückgang der Studienanfänger und der Gesamtzahl der Studierenden jedoch wieder gebremst und erreicht einen Gleichgewichtszustand (negative Rückkopplungsschleife).

Analog zur Lehrqualität steigt in diesem Simulationsmodell auch der *Forschungoutput* durch die Erhöhung der Dozentenzahl. Forschungs- und Lehrleistung verhalten sich jedoch nicht unabhängig voneinander. Vielmehr wird die Annahme formuliert, dass bei steigender Lehrbelastung eines Dozenten vermehrt Arbeitszeit in die Studierendenbetreuung zu Lasten der Forschungsarbeit des Dozenten investiert werden muss.

Unter Lehrbelastung eines Dozenten ist in diesem Zusammenhang der von der Studierendenzahl abhängige Betreuungs- und Korrekturaufwand von Klausuren und Abschlussarbeiten zu verstehen. Die *Anzahl Klausuren* sowie die *Klausuren je Dozent* ergeben sich aus der Zahl der *Studierenden* und der durchschnittlich je Semester und Studierendem geschriebenen Anzahl Klausuren (*KlaJeSem+Stud*). Die Zahl der Abschlussarbeiten (Bachelor-, Master-, Diplomarbeiten) kann aus der Zahl der *Absolventen* abgeleitet werden. Durch die Annahme, dass der *Forschungoutput* eines Dozenten von seiner Lehrbelastung abhängig ist, sinkt der *Forschungoutput* der Hochschule bei steigender Lehrbelastung eines Dozenten (*KlausurenJeDozent* und *AbsolventenJeDozent*). Weiterhin berücksichtigt das Simulationsmodell die Annahme, dass potenzielle Studienanfänger bei der Studienplatzwahl nicht nur die Lehr- sondern auch die Forschungsqualität einer Hochschule berücksichtigen, indem sie Hochschulen bevorzugen, die beispielsweise im Rahmen der von der Bundesregierung gestarteten Exzellenzinitiative zur Förderung der Spitzenforschung ausgezeichnet wurden. Sinkt der *Forschungoutput* unterhalb eines Normwertes, reduziert sich die Zahl der *Studienanfänger* um einen definierten Wert je Einheit *Forschungoutput* (*DeltaSAJeFO*).

Ein Anstieg der Studierendenzahlen verursacht demnach *ceteris paribus* einen Anstieg der Lehrbelastung je Dozent und in der Folge davon einen verringerten *Forschungoutput* der betroffenen Organisationseinheit. Durch die dadurch wiederum reduzierte Zahl an Studienanfängern und Studierenden und den damit verbundenen Rückgang der Lehrbelastung erreicht auch dieser Regelkreis einen Gleichgewichtszustand (negative Rückkopplungsschleife).

## 4.2 Die Allokationsformel

Die in dem Prototyp implementierte Allokationsformel orientiert sich an einem Formelmodell, wie es seit dem Jahr 2001 bereits an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der HU Berlin praktiziert wird [Ja06]. Dieses Formelmodell sieht eine Ressourcenallokation auf Basis eines Punktesystems zur Messung der fakultätsinternen Leistung differenziert in verschiedene Leistungskategorien vor.

Die zu determinierende Output-Variable der im Vergleich zum Formelmodell der HU Berlin stark vereinfachten Allokationsformel ist der prozentuale Anteil einer Organisationseinheit an den insgesamt zur Verfügung stehenden Finanzmitteln, wie er im in Kapitel 4.1 beschriebenen Simulationsmodell auch als Inputfaktor verwandt wird.

Zur Berechnung des Finanzmittelanteils werden sog. Leistungskriterien (*LK*) identifiziert [Ja06], die die Leistung der Organisationseinheiten in Forschung und Lehre möglichst objektiv und vollständig messen sollen. Die unterschiedliche Wertigkeit der verschiedenen Leistungskriterien wird durch die Vergabe von Leistungspunkten (*LP*) pro Einheit eines Leistungskriteriums *j* repräsentiert. Der Finanzmittelanteil einer Organisationseinheit *i* (*AnteilFM<sub>i</sub>*) wird daher durch folgende Formel bestimmt:

$$\text{AnteilFM}_i = \frac{\sum_j LP_j * LK_{ij}}{\sum_{ij} LP_j * LK_{ij}}$$

Die Formel berücksichtigt bislang nur die Forschungs- und Lehrleistung eines Jahres. Die Verwendung der Data-Warehouse-Technologie ermöglicht es jedoch grundsätzlich auch die Leistungen mehrerer Jahre in die Formel zu integrieren und die Jahre unterschiedlich zu gewichten.

Die Leistungskriterien und –punkte sind mit den Steuerparametern einer Analyseregeln vergleichbar [GR05], die den Wert des an das operative System zu übergebenden Aktionsparameter (hier: *AnteilFM<sub>i</sub>*) bestimmen. Im Sinne des mehrstufigen Active-Data-Warehouse-Konzepts sind die Leistungskriterien und –punkte (als Steuerparameter) auch der wesentliche Ansatzpunkt zur Neugestaltung der Analyseregeln bzw. Allokationsformel im Rahmen des Metaentscheidungsprozesses.

## 4.3 Methoden zur Analyse der Simulationsergebnisse

Zur Unterstützung des Entscheidungsträgers am Übergang vom Objekt- zum Metaentscheidungsprozess sowie bei der Gestaltung der Allokationsformel wird zunächst im Wesentlichen ein leistungsfähiges Berichtswesen (MIS, OLAP) in das System integriert, das die verschiedenen Simulationsläufe/Formelvariationen geeignet aufbereitet, in Bezug zu den Steuerungszielen der Hochschule setzt und den jeweiligen Wirkungs- und Erfolgsgrad aggregiert herausstellt.

Ziel des implementierten Standard-MIS-Berichtswesens [GGC97; Ri01] ist es, dem Entscheidungsträger hierarchisch geordnete Kennzahlen bereitzustellen, die top-down



den Wirkungs- (und Erfüllungs-)grad differenzierter Formelvariationen in Form von Soll-Ist-Vergleichen auf die definierten Zielgrößen indizieren. Dazu wird eine Top-Kennzahl generiert, die die verschiedenen Formelvariationen bewertet und in eine Rangfolge bringt. Berechnet wird diese Kennzahl mithilfe des Analytischen Hierarchie Prozesses nach dem Festwertverfahren [Sa80], wodurch eine gewichtete Aggregation der Zielgrößen mit ihren unterschiedlich skalierten Zielwerten realisiert werden kann.

Über in die Berichte integrierte Drill-Through-Funktionen können weitere Berichte mit detaillierteren Kennzahlen differenziert nach Modellvariationen, Zielgrößen und/oder Organisationseinheiten in ihrer zeitlichen Entwicklung verknüpft und damit differenziertere Informationen über den Wirkungsgrad der Zielgrößen bereitgestellt werden. Unterstützend dazu ist auf allen Aggregationsebenen ein farblich markierendes Exception-Reporting realisiert.

Ergänzend zu den Standardberichten wurde für mehrdimensionale, analytische Fragestellungen ein OLAP-Berichtswesen [CG06] implementiert, um dem Entscheidungsträger einen schnellen und flexiblen Zugriff auf die Simulationsergebnisse und damit einen zusätzlichen Erkenntnisgewinn zu ermöglichen.

#### **4.4 Technische Umsetzung**

Zur Integration der Systemkomponenten wurde ein java-basiertes Steuerungs- und Informationssystem entwickelt, über das die Modell- und Formelkonfiguration sowie der Start der Simulationsläufe vorgenommen werden können. Das Simulationsmodell wurde mit der Simulationssoftware Vensim® DSS von Ventana Systems und das Data Warehouse inklusive seiner Active-Data-Warehouse-Funktionen auf Basis einer Oracle-Datenbank implementiert. Die Analyse der Simulationsergebnisse wurde für das Standard-MIS-Berichtswesen mit Cognos ReportNet und für das OLAP-Berichtswesen mit Cognos PowerPlay realisiert.

### **5 Anwendungsszenario**

#### **5.1 Modell- und Formelkonfiguration**

Anhand des im Folgenden entwickelten Anwendungsszenarios soll die Funktionsfähigkeit der Architektur und des implementierten Prototyps dargestellt werden. Dazu werden im Simulationsmodell zwei beispielhafte, heterogene, um die Finanzmittel der Hochschule konkurrierende Organisationseinheiten (die Fachbereiche A und B) instanziiert.

Das Differenzierungsmerkmal der Fachbereiche (FB) A und B sei die stärkere Lehrbelastung je Dozent des FB A gegenüber dem FB B. Dies resultiert aus der Zahl der *Studienanfänger* je Semester (FB A: 250, FB B: 215), der Anzahl Klausuren je Studierenden und Semester (FB A: 5, FB B: 3) sowie einem (initialen) Anteilsverhältnis an den Finanzmitteln zwischen FB A und B von 53 zu 47 Prozent. Die geringere Lehrbelastung des FB B in Relation zum FB A impliziert somit eine höhere Forschungsintensität.

Das Simulationsmodell ist durch diese und weitere Parametereinstellungen so konfiguriert, dass sich das System ohne Anwendung einer Allokationsformel bei konstant bleibendem Anteilsverhältnis der Finanzmittel in einem Gleichgewichtszustand unter Einhaltung der Regelstudienzeit befindet.

Vor diesem Hintergrund soll nun analysiert werden, wie sich die unterschiedlich starke Honorierung der Forschungsleistung in der Allokationsformel auf die Forschungsleistung der beiden Fachbereiche auswirkt. Als Alternativen werden dazu zwei Extrempositionen in der Bewertung des Leistungskriteriums *Forschungoutput* gewählt (Alternative 1: 350, Alternative 2: 450 Leistungspunkte). Die die Lehrbelastung messenden Leistungskriterien *Anzahl Klausuren* (4 Punkte) und *Absolventen* (100 Punkte) sind für beide Alternativen identisch.

## 5.2 Simulationsergebnisse

Die Abbildung 3 zeigt die Auswirkungen der zwei alternativ gestalteten Allokationsformeln auf den Forschungsoutput der Fachbereiche A und B.

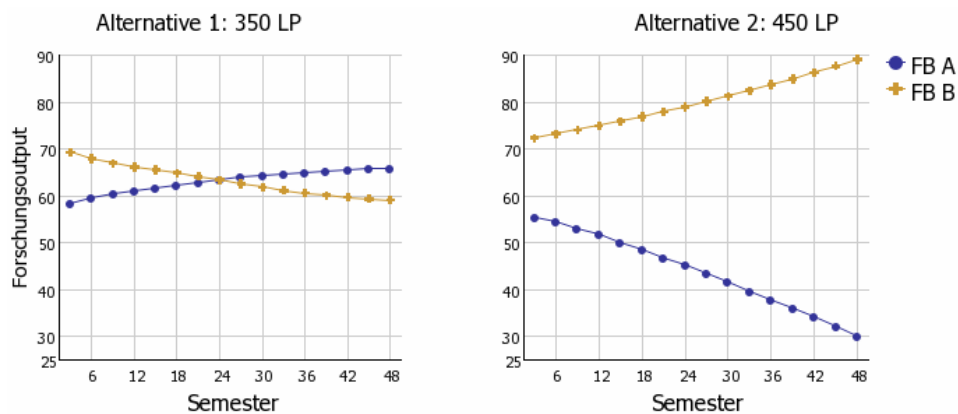


Abbildung 3: Simulationsergebnisse

Bei der Alternative 1 ist für den FB A ein Anstieg des Forschungsoutputs mit abnehmender Änderungsrate auf ein neues Gleichgewichtsniveau zu erkennen. Der Forschungsoutput für den FB B fällt gleichzeitig mit abnehmender Änderungsrate unter das Niveau des FB A zurück. Der Anstieg des Forschungsoutputs des FB A erklärt sich kurzfristig nur über eine durch die Allokationsformel gesteuerte Erhöhung der Dozentenzahl und die damit verbundene Reduzierung der Lehrbelastung je Dozent zugunsten einer Erhöhung der Forschungsintensität je Dozent. Die dazu notwendige Umverteilung der Finanzmittel zugunsten des FB A resultiert aus dessen höheren Lehrbelastung bzw. -leistung (höhere Anzahl Studierende, höhere Betreuungsintensität). Die in der Ausgangssituation höhere Forschungsintensität und -leistung des FB B kann den Nachteil der geringeren Lehrleistung bei dieser Allokationsformel nicht ausgleichen. Der Rück-

gang der Forschungsleistung des FB B erklärt sich somit aus der reduzierten Dozentenzahl und wird noch verstärkt durch eine Abnahme der Forschungsintensität je Dozent, bedingt durch deren steigende Lehrbelastung. Als Nebeneffekt führt die Abnahme der Dozentenzahl zusätzlich zu einem Anstieg des Betreuungsverhältnisses zwischen Studierenden und Dozenten und damit zu einem Anstieg der Studiendauer über die Regelstudienzeit, was die Gesamtentwicklung des Forschungsoutput jedoch nur marginal bremst.

Die in der zweiten Alternative im Vergleich zur ersten stärkere Honorierung der Forschungsleistung führt zu einer Steigerung des Forschungsoutputs des forschungsintensiven FB B bei einem gleichzeitigen Rückgang der Forschungsleistung des lehrintensiven FB A. Beides ist wiederum bedingt durch den durch die Allokationsformel gesteuerten Anstieg bzw. Rückgang der Dozentenzahl. Aus dem Anstieg der Dozentenzahl des FB B resultiert zusätzlich ein Rückgang der Lehrbelastung je Dozent und folglich eine weitere Intensivierung der Forschungsarbeit. Im Gegensatz dazu führt die niedrigere Dozentenzahl des FB A kurzfristig zu einer verstärkten Lehrbelastung je Dozent und folglich zu einer weiteren Reduzierung der Forschungskapazitäten. Analog zum FB B in Alternative 1 folgt auch hier aus der reduzierten Dozentenzahl ein Anstieg des Betreuungsverhältnisses und daraus resultierend ein Anstieg der Studiendauer über die Regelstudienzeit.

Darüber hinaus konnte durch weitere Simulationsläufe eine „neutrale“ Allokationsformel (415 Leistungspunkte) ermittelt werden, die das initiale Anteilsverhältnis an den Finanzmitteln von 53 zu 47 Prozent und damit auch das Ausgangsgleichgewicht des Systems bestätigt.

Insgesamt erweist sich die vorgeschlagene Systemarchitektur bereits bei diesem stark vereinfachten Demonstrationsmodell als nützliches Instrument zur Konfiguration, Analyse und Erklärung der langfristigen Wirkungen alternativer Data-Warehouse-basierter Allokationsformeln auf komplexe, dynamische Systeme.

## **6 Ausblick**

Die weitere Forschungsarbeit konzentriert sich auf die Weiterentwicklung und empirische Fundierung des Simulationsmodells am Beispiel der Universität Osnabrück. Neben dem vorgestellten Simulationsmodell wird bereits ein weiteres, verfeinertes Modell prototypisch entwickelt und getestet, das u.a. die Einführung von Studienbeiträgen und konsekutiven Studiengängen sowie Studien(gang)-Abbruchquoten berücksichtigt und damit die Verwendung differenzierter gestalteter Steuerungsziele und Allokationsformeln ermöglicht sowie die Potenziale zur Bewertung und Analyse der erbrachten Leistungen in Forschung, Lehre und akademischer Selbstverwaltung verbessert. Die Ergänzung des Modells um einen dritten Regelkreis, der die Einwerbung von Drittmitteln abbildet, ist ebenso vorstellbar.

Zur empirischen Fundierung, Validierung bzw. Neugestaltung der formulierten Modellannahmen sollen das Verhalten der Akteure in Forschung und Lehre (Dozenten, Studierende, Universitätsleitung) mittels Interviews und Fragebögen erhoben werden. Im Vordergrund könnte dabei die Ermittlung von Elastizitäten stehen, die beispielsweise den

Einfluss der durchschnittlichen Studiendauer an einer Hochschule auf die Studienplatzwahl von Studierenden abbilden können.

Darüber hinaus steht die Verbesserung der Unterstützung des Entscheidungsträgers am Übergang vom Objekt- zum Metaentscheidungsprozess durch Integration weiterer Active-Data-Warehouse-Technologien zur Generierung von Gestaltungsvorschlägen der Allokationsformel im Sinne des Decision Support im Fokus weiterer Forschungsarbeit.

## Literaturverzeichnis

- [Be95] Behrends, H.: Beschreibung ereignisgesteuerter Aktivitäten in datenbank-gestützten Informationssystemen. Dissertation, Universität Oldenburg, 1995.
- [CG06] Chamoni, P.; Gluchowski, P.: Analytische Informationssysteme – Einordnung und Überblick. In (Chamoni, P., Gluchowski, P., Hrsg.): Analytische Informationssysteme. Business Intelligence-Technologien und –Anwendungen. Springer, Berlin et al., 2006.
- [Fo61] Forrester, J.W.: Industrial Dynamics. Cambridge, 1961.
- [GR05] Gelhoet, M.; Rieger, B.: Mehrstufige Entscheidungsunterstützung durch Active DataWarehouses. In (Ferstl, O., Sinz, E., Eckert, S., Issehorst, T., Hrsg.): Wirtschaftsinformatik 2005 - eEconomy, eGovernment, eSociety. Springer, Heidelberg, S. 1405-1419, 2005.
- [GGC97] Gluchowski, P.; Gabriel, R.; Chamoni, P.: Management Support Systeme. Springer, Berlin et al., 1997.
- [Ja06] Jaeger, M.: Leistungsorientierte Budgetierung: Analyse der Umsetzung an ausgewählten Universitäten und Fakultäten/Fachbereichen. HIS-Kurzinformation A1/2006. Hannover, 2006.
- [Ki71] Kirsch, W.: Entscheidungsprozesse, Band III: Entscheidungen in Organisationen. Gabler Verlag, Wiesbaden, 1971.
- [La05] Laux, H.: Entscheidungstheorie. Springer, Berlin et al, 2005.
- [LO04] Leszczensky, M.; Orr, D.: Staatliche Hochschulfinanzierung durch indikatorgestützte Mittelverteilung. HIS-Kurzinformation A2/2004. Hannover, 2004.
- [Mi95] Milling, P.: Organisationales Lernen und seine Unterstützung durch Management-simulatoren. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (ZfB), 85, 1995, 3, S. 93-112.
- [Ri01] Rieger, B.: Data Warehouse-gestützte Management-Informationen-Systeme. In (von Knop, J.; Haverkamp, W., Hrsg.): Innovative Anwendungen in Kommunikationsnetzen, 15. DFN-Arbeitstagung über Kommunikationsnetze, GI-Edition - Lecture Notes in Informatics (LNI), Bonn, 2001, S. 147-154.
- [Sa80] Saaty, T.L.: The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York et al., 1980.
- [ST00] Schrefl, M.; Thalhammer, T.: On Making Data Warehouses Active. In (Kambayashi, Y.; Mohania, M.; Tjoa, A M., Hrsg.): Proceedings of the 2nd International Conference on Data Warehousing and Knowledge Discovery (DaWaK 2000), Greenwich, U.K., September 4-8, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1874. Berlin et al., 2000, S. 34-46.
- [Sc04] Schröder, T.: Der Einsatz leistungsorientierter Ressourcensteuerungsverfahren im deutschen Hochschulsystem. Eine empirische Untersuchung ihrer Ausgestaltung und Wirkungsweise. Beiträge zur Hochschulforschung, 26 (2), München, Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung, 2004, S. 28-57.
- [St00] Serman, J.D.: Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston et al., 2000.
- [Th01] Thalhammer, T.: Active Data Warehouses: Complementing OLAP with Analysis Rules. Dissertation, Universität Linz, 2001.