

# Systematische Prozessverbesserung mittels präferenzorientierter Ressourcenallokation am Beispiel einer Tutorienplatzvergabe

Andreas Drescher<sup>1</sup>, Michael Meier<sup>2</sup>, Andreas Oberweis<sup>1</sup> und Frederic Toussaint<sup>2</sup>

**Abstract:** Innovative IT-basierte Services im Hochschulsektor sind aufgrund der bereits ausgeprägten heterogenen und historisch gewachsenen IT-Landschaft mit zahlreichen individuellen IT-Lösungen kritisch zu betrachten. Eine Konsolidierung der heterogenen IT-basierten Services wird durch die Einführung von leistungsfähigen Campus-Management-Systemen sowie den Einsatz von eLearning-Systemen in der Lehre angestrebt. Somit sollte eine Verteilung von Studierenden auf Tutorien zum Standardrepertoire der Systeme gehören. Jedoch erfüllen die vorhandenen Lösungen nicht die aktuellen Ansprüche, wie beispielsweise eine einfache und intuitive Nutzung, eine optimale Gesamtzufriedenheit bezüglich der zugewiesenen Termine für die Studierenden oder Schnittstellen zu bestehenden IT-Systemen. In diesem Zusammenhang hat die Fakultät für Wirtschaftswissenschaften des Karlsruher Instituts für Technologie das System YouSubscribe entwickelt, welches einen Algorithmus zur Verteilung von Studierenden auf Tutorien zur Verfügung stellt, mit dem eine maximale Gesamtzufriedenheit unter Berücksichtigung vieler Nebenbedingungen garantiert werden kann. Zu den Nebenbedingungen zählen beispielsweise Ressourcenvorgaben der Dozenten wie Minimal-, Maximal- oder Gleich-Auslastung von Räumen, Lerngruppenbildung oder Vermeidung der Zuteilung ungewünschter Tutorien. Durch vielfältige Schnittstellen mit datenführenden Systemen wird ein Medienbruch vermieden und die Datenintegrität gewährleistet sowie eine Integration in die Campus-Management-Systeme gewährleistet. Darüber hinaus wird für eine bestmögliche Medienunabhängigkeit ein Responsive Design eingesetzt.

**Keywords:** YouSubscribe, IT-basierte Services, Gesamtzufriedenheit, Studierende, Dozenten, Hochschule, Präferenzen, Tutorien, Prozessverbesserung, Ressourcenallokation, Optimierung.

## 1 Einleitung

Der Einsatz innovativer IT-basierter Services im Hochschulkontext, der beispielsweise in [KSL13, BRH14, Ka13, ZRL14, ZGL14, ZKB12] aufgezeigt wird, ist aufgrund der kontinuierlich steigenden Anzahl an Studierenden [St13] sowie durch die veränderten Arbeitsgewohnheiten der Studierenden [Br13] zu einer zentralen Aufgabe für Hochschulen geworden [He14]. An die geänderten organisatorischen und technischen Rahmenbedingungen muss die Prozess- sowie IT-Landschaft einer Hochschule angepasst werden. Im Rahmen dieser Anpassung ist es erstrebenswert, eine möglichst hohe Ergebniszufrieden-

---

<sup>1</sup> Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB), 76128 Karlsruhe, Vorname.Nachname@kit.edu

<sup>2</sup> Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Englerstraße 11, 76131 Karlsruhe, Vorname.Nachname@kit.edu

heit bei allen Prozessbeteiligten zu erreichen. Hilfreich ist eine systematische Prozessanalyse, um unter anderem Medienbrüche innerhalb der heterogenen und historisch gewachsenen IT-Landschaft zu identifizieren und durch innovative, integrierte IT-basierte Services zu unterbinden. In diesem Zusammenhang müssen zum einen die Aspekte des eLearnings [LS12] sowie zum anderen die Funktionen und Schnittstellen der Campus-Management-Systeme (CMS) [SAA12] berücksichtigt werden. Zusätzlich müssen die Anforderungen der Kunden, d.h. Studierende und Dozenten analysiert werden, um die Akzeptanz sowie die Usability der zu entwickelnden IT-Services sicher zu stellen [BB08].

In diesem Zusammenhang wurde an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) der Bedarf nach einer präferenzorientierten Ressourcenallokation ermittelt. Insbesondere zu großen Lehrveranstaltungen im Grundstudium werden Tutorien angeboten, die zu unterschiedlichen Zeiten stattfinden und Studierende können aus der Anzahl an Tutorien auswählen (eine Lehrveranstaltung kann beispielsweise 900 Teilnehmer mit bis zu 50 verschiedenen Tutorienterminen aufweisen). Die Ressourcenallokation auf die Tutorien wurde vor der Einführung des IT-basierten Services YouSubscribe mit Hilfe von elektronischen Listen auf eLearning-Plattformen wie ILIAS ([www.ilias.de](http://www.ilias.de)) oder durch nicht-digitale Listen durchgeführt. Dementsprechend mussten sich Studierende in digitale oder nicht-digitalen Listen eintragen, welche nach dem First Come First Served – Prinzip funktionierten. Dies führte insbesondere bei nicht-digitalen Listen teilweise zu langen Schlangen und die Gesamtzufriedenheit der Studierenden konnte nicht sichergestellt werden.

In diesem Beitrag soll der IT-basierte Service YouSubscribe vorgestellt werden, welcher Dozenten und Studierende bei der präferenzorientierten Ressourcenallokation im Kontext der Tutorienplatzvergabe unterstützt. Mit Hilfe des Services soll eine optimale Gesamtzufriedenheit bei der Terminplatzvergabe gewährleistet werden. Dies bedeutet, dass möglichst alle Studierende Ihre Wunschtermine erhalten und keine mehrfachen Termine zur gleichen Zeit zugewiesen werden. Zusätzlich soll den Studierenden die Möglichkeit geboten werden, dass sie Lerngruppen bilden können und gemeinsam einem Tutorium zugeordnet werden. Der First-Come-First-Served – Ansatz wird durch eine „faire“ und transparente Terminbewertung ersetzt. Um das System möglichst gut in die vorhandene IT-Landschaft einzubetten, werden Schnittstellen zum Identity-Management, dem Vorlesungsverzeichnis und der eLearning-Plattform ILIAS verwendet.

## **2 Verwandte Arbeiten**

Für die Allokation von Studierenden zu einer Vielzahl von Terminen im Hochschulkontext können unter anderem Module von eLearning-Plattformen, Campus-Management-Systeme oder spezialisierte Teilnehmer-Management-Systeme herangezogen werden. Im Folgenden soll auf eLearning-Plattformen sowie Campus-Management-Systeme eingegangen werden. Die spezialisierten Teilnehmer-Management-Systeme werden im nächsten Kapitel beschrieben.

Eine Marktstudie über eLearning-Plattformen hat weit über 100 proprietäre und nicht-proprietäre Produkte identifiziert [La15, BHM02]. eLearning-Plattformen unterstützen nicht nur Ihre Kernaufgabe, d.h. die Verwaltung und Organisation von Lernobjekten, sondern werden beispielsweise nach [Sc05] und [Gr09] durch eine Kurs- und Benutzerverwaltung, Analyse von Lernfortschritten, automatische Generierung und Auswertung von Tests sowie Werkzeugen zur Lehrplangestaltung angereichert. Sie bieten aber in der Regel keine präferenzorientierten Allokationsverfahren zur Sicherstellung einer optimalen Gesamtzufriedenheit für die Zuteilung von Studierenden zu einer Vielzahl von Terminen im Kontext der Tutorienplatzvergabe. Deutlich wird dies an der eLearning-Plattform ILIAS, welche unter anderem am KIT eingesetzt wird. Die Plattform ILIAS bietet eine Möglichkeit, Tutorienanmeldungen nach dem First Come First Served – Prinzip zu gestalten [IL15]. Dadurch findet zwar eine Gruppeneinteilung statt, jedoch kann keine optimale Gesamtzufriedenheit für die Terminwahl sichergestellt werden. Terminkollisionen bzw. Terminüberschneidungen muss der Studierende selbst kontrollieren und die Bildung von Lern- bzw. Zuteilungsgruppen wird nicht unterstützt. Aus diesem Grund erfüllt die eLearning-Plattform ILIAS nicht die notwendigen Anforderungen für eine präferenzorientierte Ressourcenallokation.

Campus-Management-Systeme sind integrierte Anwendungssysteme, welche die administrativen Prozesse einer Hochschule unterstützen und vereinheitlichen [SKB10, Br09, Be09, St07], aber auch Führungsinformationen [Kü98, Sp97] liefern. Nach der Studie [Er12] zählen die Produkte der HIS GmbH, CampusNet, SAP Student Lifecycle Management, CampusOnline und CAS Campus zu den bekanntesten. Der Funktionsumfang ist breit gefächert und unterstützt im Wesentlichen alle Hochschulprozesse, welche die Themenbereiche Forschung, Lernen, Lehre und den Student Lifecycle umfassen [Ca15]. Das KIT verwendet das Campus-Management-System CAS Campus, welches die Funktionsbereiche CRM und Interessenten, Bewerbung und Zulassung, Studierende und Gebühren, Studiengänge und Prüfungen sowie Veranstaltungen und Räume zur Verfügung stellt. Das Modul Veranstaltungen und Räume stellt beispielsweise ein Anmeldeverfahren für Tutorien auf Basis von Präferenzen zur Verfügung. Sofern mehrere Termine zur Verfügung stehen, können Studierende eine Rangfolge zwischen den Terminen bilden [CA15]. Hierbei ist es jedoch nicht möglich, mehrere Termine mit der gleichen Präferenz zu bewerten. Darüber hinaus wird keine Schnittstelle zu weiteren Veranstaltungen angeboten, so dass Terminkollisionen entstehen können. Dementsprechend besteht die Möglichkeit, dass ein Student zwei Tutorien zur gleichen Zeit besuchen müsste. Der Aspekt der Lerngruppenbildung sowie Schnittstellen zur eLearning-Plattform ILIAS werden ebenfalls nicht angeboten. Aus diesem Grund wäre es wünschenswert, ein leistungsfähigeres System in Bezug auf die Ressourcenallokation zur Verfügung zu stellen.

Spezialisierte Teilnehmer-Management-Systeme sollten eine bessere Lösung finden als eLearning-Systeme oder das vorgestellte Campus-Management-System. Deshalb werden im Folgenden einige vorhandene Systeme betrachtet und es wird die IT-basierte Plattform YouSubscribe vorgestellt, welche unter anderem die Aspekte der Terminkollision, Lerngruppenbildung, Raumressourcen und individuelle Gestaltung der Allokationszielfunktion inklusive entsprechender Nebenbedingungen betrachtet.

### 3 YouSubscribe

Vor der Beschreibung der Teilnehmer-Management-Systeme soll das eigentliche Problem genauer beschrieben werden.

#### 3.1 Das Allokationsproblem und mögliche Lösungsalgorithmen

Am KIT werden Vorlesungen mit bis zu 900 Teilnehmern angeboten. Bei einigen Veranstaltungen können Studierende aus bis zu 50 begleitenden Tutorien dasjenige aussuchen, das am besten in ihren Terminplan passt. Die Auswahl per Einschreibelisten führte häufig zu Beschwerden bei den Studierenden, da die Wunschtermine bereits belegt waren. Mit Hilfe von YouSubscribe können die Studierenden Tutorien mit einem Zufriedenheitswert bewerten. Dadurch kann ein Maximierungsproblem  $\sum_x \sigma_{ij} x_{ij}$  formuliert werden, bei dem  $x_{ij}$  die Bewertung von Student  $i$  für das Tutorium  $j$  ist. Durch die Indikatorvariable  $\sigma_{ij}$ , die bei jedem Studierenden genau einmal 1 ist, ansonsten 0, wird sichergestellt, dass jeder Studierende genau einen Platz erhält. Ohne weitere Nebenbedingungen ist das Problem leicht zu lösen. In der Realität besitzen aber Tutorien Maximalgrößen, die durch unterschiedliche Raumvorgaben für jedes Tutorium unterschiedlich sein können. Zusätzlich ist es sinnvoll, dass Tutorien Mindestteilnehmerzahlen besitzen (oder bei zu geringer Resonanz ganz ausfallen). Eine noch stärkere Nebenbedingung ist, dass alle Tutorien möglichst gleich stark belegt werden sollen, um eventuell Laborgeräte sinnvoll nutzen zu können. Soll zusätzlich noch berücksichtigt werden, dass sich Studierende zu Gruppen zusammenschließen dürfen, die gemeinsam ein Tutorium belegen möchten, wird das Problem NP-vollständig. Eine noch größere Herausforderung ergibt sich, wenn berücksichtigt werden soll, dass Studierende Tutorien in mehreren Veranstaltungen  $V$  belegen möchten und sich deren Termine nicht überschneiden sollen. Außerdem kann es sinnvoll sein, eine Gewichtungsfunktion  $\omega$  vorzusehen, die absolut betrachtet identische Änderungen bei hoher Zufriedenheit anders bewertet als bei niedriger Zufriedenheit, so dass die Zielfunktion erweitert werden muss zu  $\max_x \sum_V \sum_x \omega_{jV} \sigma_{ijV} x_{ijV}$  bei Beibehaltung der Nebenbedingungen.

Eine Aufgabe ist es, dieses mathematische Problem zu lösen. Die Layoutgestaltung für eine einfache und schnelle Dateneingabe für Studierende stellt ebenfalls eine Herausforderung dar. Zusätzlich müssen „unfaire und strategische Bewertungen“ möglichst unterbunden werden. Eine weitere Herausforderung ist es, wenn Dozenten ohne Erfahrungen in Optimierungsaufgaben eine schnelle, sichere und optimierende Zuteilung von Tutorien in einer Selbstbedienungsfunktion angeboten werden soll. Einige Hochschulen, wie beispielsweise die TU Berlin oder auch die RWTH Aachen verwenden als Teilnehmer-Management-Systeme die Werkzeuge MathPlan ([www.mathplan.de](http://www.mathplan.de)) oder RedSeat ([www.redseat.de](http://www.redseat.de)). Auch am KIT gab es mehrere Tools, die für die Aufgabe eingesetzt wurden. Allen gemeinsam ist, dass sie in der Regel die Optimierung mit Heuristiken durchführen. Dadurch können sie über die Güte der Ergebnisse keine Aussage treffen. Bei keinem der genannten Werkzeuge ist den Autoren die Möglichkeit bekannt, eine Optimierung über mehrere Veranstaltungen hinweg durchzuführen. Sie bieten in der Regel auch

keine Schnittstellen zu den Campus-Management-Systemen, Identity-Management-Systemen oder eLearning-Plattformen. In den untersuchten Systemen können Dozenten unter anderem auch keine individuelle Zielfunktion für die Ressourcenallokation definieren. Aus diesem Grund wird nachfolgend die IT-basierte Plattform YouSubscribe vorgestellt.

### 3.2 Realisierung und Layoutgestaltung von YouSubscribe

In Abb. 1 wird der Prozess von der Erstellung einer Veranstaltung bis zur Publizierung der Ergebnisse illustriert, auf den nachfolgend detailliert eingegangen wird.

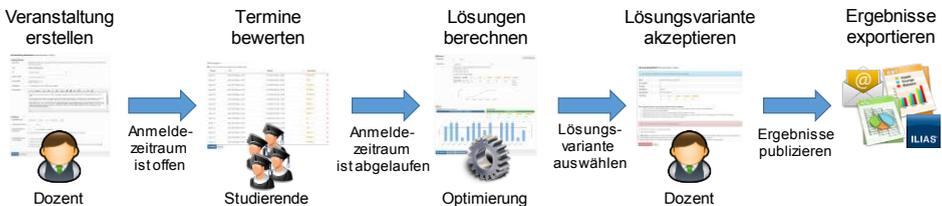


Abb. 1: Prozess des Teilnehmer-Management-Systems YouSubscribe

Im ersten Schritt wird der Dozent dazu aufgefordert, eine Veranstaltung anzulegen, wobei Veranstaltungen mit Hilfe des Vorlesungsverzeichnisses oder ohne Vorlesungsverzeichnis angelegt werden können. Durch die Schnittstellen zum Identity-Management sowie zum Modul Veranstaltungs- und Raummanagement des CAS Campus Systems werden alle Veranstaltungen aus dem Vorlesungsverzeichnis des KIT importiert, so dass ein vereinfachtes Anlegeverfahren ermöglicht wird, indem Rahmendaten sowie Rechte zu den Veranstaltungen bereits vorliegen. Ein Dozent erhält Rechte an einer Veranstaltung durch den Eintrag als Dozent oder Veranstaltungsbearbeiter im Vorlesungsverzeichnis. Zu den Rahmendaten zählen beispielsweise der Veranstaltungsname, die Veranstaltungsnummer, Kontaktdaten sowie die Einrichtung, wie beispielsweise Fakultät für Wirtschaftswissenschaften oder House of Competence. Neben den Rahmendaten einer Veranstaltung kann eine Beschreibung sowie ein Smart-Link erstellt werden. Darüber hinaus können die Rahmenbedingungen für das Anmeldeverfahren festgelegt werden, d.h. der Anmeldezeitraum, die minimale und maximale Teilnehmerzahl pro Tutorium auf globaler und lokaler Ebene, die maximale Größe einer Lerngruppe, Mindestanforderungen an den abzugebenden Bewertungsdurchschnitt für die Studierenden, relative Maximalanforderung für gleich zu bewertende Termine sowie die absolute Mindestanforderung an die abzugebenden Präferenzen, die Studierende aus Gründen der Einfachheit in einem 5-Star-Rating durchführen sollen (vgl. Abb. 2).

Nachdem die Rahmendaten einer Veranstaltung festgelegt wurden, können die einzelnen zu bewerteten Termine in das System eingetragen werden. Zusätzlich kann während und nach der Bewertung die Ansicht für eine aggregierte Übersicht über die Verteilung der abgegebenen Präferenzen herangezogen werden (vgl. Abb. 3). Durch diese Übersicht hat ein Dozent die Möglichkeit, auch während der Anmeldephase auf Unstimmigkeiten zu

reagieren und kann Termine bearbeiten, löschen, aber auch sofern der Bedarf besteht, weitere Termine hinzufügen.

The screenshot shows a registration form with the following fields and options:

- Anmeldezeitraum:** 02.04.2015 00:00 bis 09.04.2015 23:59
- Teilnehmer pro Termin:** 5 bis 20
- Maximale Größe der Lerngruppen:** 5 (0 um Gruppen zu verbieten). A tip below states: "Tipp: Eine kleinere maximale Gruppengröße führt in der Regel zu einem besserem Ergebnis."
- Einschränkungen bei der Anmeldung:**
  - Die durchschnittliche Bewertung muss mindestens 3 Sterne betragen.
  - Maximal 50 % der Termine dürfen die gleiche Bewertung haben.
  - Minimale Anzahl Bewertungen: 2★  3★  4★  5★   Höhere Bewertungen berücksichtigen

Buttons at the bottom: **Erstellen** (highlighted in blue) and **Abbrechen**.

Abb. 2: Rahmenbedingungen für eine Veranstaltung

Name	Ort	Termin	Min	Max	1★	2★	3★	4★	5★	0	Aktionen
Tutorium 1	20.13 HS001	Mo 08:00 - 09:30	-	60	593	34	21	10	19	1,3	
Tutorium 10	20.13 R006	Di 17:30 - 19:00	-	30	566	46	40	11	14	1,3	
Tutorium 11	20.13 HS001	Mi 08:00 - 09:30	-	60	413	73	80	50	61	1,9	
Tutorium 12	20.13 R006	Mi 08:00 - 09:30	-	30	419	71	76	50	61	1,9	
Tutorium 13	20.13 R109	Mi 14:00 - 15:30	-	40	285	27	38	43	284	3,0	

Abb. 3: Termine erstellen und aggregierte Bewertungen

Während des Anmeldezeitraums können Studierende die erstellen Termine mittels eines 5-Star-Ratings bewerten, wie in Abb. 4 illustriert. Studierende haben zusätzlich die Möglichkeit, Lerngruppen zu bilden, um sicherzustellen, dass alle Personen dieser Gruppe bei der Zuweisung denselben Termin erhalten. Jedoch ist dies nur möglich, wenn der Dozent die Option zugelassen hat (vgl. Abb. 2). Die Bewertungen können jeder Zeit durch die Studierenden während des Anmeldezeitraums verändert werden. Nach Ablauf des Anmeldezeitraums kann der Dozent die Studierenden mit Hilfe der einfachen oder angepassten Optimierung auf die Termine verteilen (vgl. Abb. 5). Um ein geeignetes Optierungsverfahren zu finden, wurden zu Beginn Untersuchungen mit Genetischen Algorithmen [Go04] und Tabu-Search-Verfahren [Gl89, Gl90] durchgeführt. Allerdings konnte weder die Laufzeit, noch die Ergebnisqualität überzeugen. Trotz Vorliegen eines NP-vollständigen Problems konnte der aus dem Operations Research bekannte Ansatz der linearen Optimierung erfolgreich evaluiert werden. Getestet wurde mit den Solvern `lp_solve` (<http://lpsolve.sourceforge.net/5.5/>), `XPRESS` (<http://www.solver.com/>) und `Gurobi` (<http://www.gurobi.com/>). Die Nebenbedingungen verhalten sich meist sehr gutmütig, so dass ein Dozent in der Regel innerhalb von 2-3 Sekunden ein nach vorgegebenen Kriterien optimales Ergebnis erhält. Lediglich bei einer sehr starken Nutzung von Lerngruppen und einer gewünschten Gleichauslastung aller Tutorien oder bei ungünstigen Nebenbedingun-

gen wie zu wenigen Tutorienplätzen kann es zu unlösbaren Problemen kommen. Ungültige Nebenbedingungen findet der Algorithmus sofort. In diesem Fall muss der Dozent die Anzahl der Tutorienplätze erhöhen und/oder die Nebenbedingungen aufweichen. Sollte das Problem vom Solver innerhalb von 60 Sekunden nicht lösbar sein, wird die bis dahin beste Lösung als Ergebnis angeboten und der Dozent auf die Nicht-Optimalität hingewiesen. Dieser Fall ist allerdings bei den bisherigen realen Berechnungen nicht aufgetreten. Durch die angepasste Optimierung kann der Dozent eine individuelle Zielfunktion durch die Gewichtung der Bewertungen parametrisieren, sowie weitere optionale Nebenbedingungen, wie „keine leeren Termine“ zulassen oder „keine 1-Stern-Zuweisungen“ ergänzen. Bei der Terminkollisionsvermeidung über Veranstaltungen hinweg trat das Problem auf, dass es keinen Zeitpunkt gab, zu dem bereits Bewertungen zu allen Veranstaltungen abgegeben worden sind und nicht bereits für einzelne Veranstaltungen Lösungen benötigt wurden. Somit lag nie ein vollständiges Problem vor, das gelöst werden konnte. Um trotzdem Terminkollisionen zu vermeiden, wurden für alle Studierenden die zugewiesenen Termine einer Veranstaltung mit Terminen noch zu optimierender Veranstaltungen verglichen und im Fall einer Kollision deren Bewertungen herabgesetzt. Da es vorkommen könnte, dass Studierende zwei Tutorien zum gleichen Termin besuchen wollen, werden die Studierenden über die Änderung per Mail informiert. Dann haben sie die Möglichkeit, die Werte wieder zu überschreiben.

Lerngruppe

Sie sind kein Mitglied einer Lerngruppe. Sie können unten eine eigene Bewertung abgeben, eine Lerngruppe gründen oder einer Lerngruppe beitreten.

[Lerngruppe beitreten](#) | [Lerngruppe gründen](#)

Bewertungen

⊗ Sie sind für diese Veranstaltung nicht angemeldet.

Der Dozent hat für die Bewertung folgende Einschränkungen vorgegeben:

- Es dürfen maximal 3 Termine gleich bewertet werden.

Termin	Ort	Uhrzeit	Bewertung
Tutorium 1	Geb. 20.20, Raum 167	Di 14:00 - 15:30	★★★★★
Tutorium 2	Geb. 20.20, Raum 167	Di 15:45 - 17:15	★★★★☆
Tutorium 3	Geb. 20.20, Raum 167	Mi 09:45 - 11:15	★★★★☆
Tutorium 4	Geb. 20.20, Raum 167	Mi 14:00 - 15:30	★★★☆☆
Tutorium 5	Geb. 20.20, Raum 167	Mi 15:45 - 17:15	★★☆☆☆
Tutorium 6	Geb. 20.20, Raum 167	Mi 17:30 - 19:00	★★★★☆

[Anmelden](#) | [Zurück](#)

Abb. 4: Bewertung abgeben

Die Nebenbedingungen der Raumressourcen können vom Dozenten auf lokaler oder globaler Ebene jeder Zeit modifiziert werden. Ein geschicktes Vorgehen ist beispielweise, je Termin nur ein Tutorium bewerten zu lassen. Dadurch müssen die Studierende weniger Veranstaltungstermine bewerten. Vor der Auswertung werden die Ergebnisse für parallel liegende Termine einfach dupliziert (vgl. Abb. 6). Nach Beendigung der Berechnung, wird dem Dozenten die Auswertung grafisch aufbereitet. Zum einen wird eine relative Zufriedenheit unter Berücksichtigung der abgegebenen Bewertungen illustriert. Zum anderen

wird dem Dozenten ein kombiniertes Diagramm zur Verfügung gestellt, welches die Verteilung der Studierenden auf die Termine (Balkendiagramm), die relative aggregierte Zufriedenheit pro Termin (Punkte) sowie die durchschnittliche Anzahl der Studierenden pro Termin (Linie) darstellt (vgl. Abb. 7).

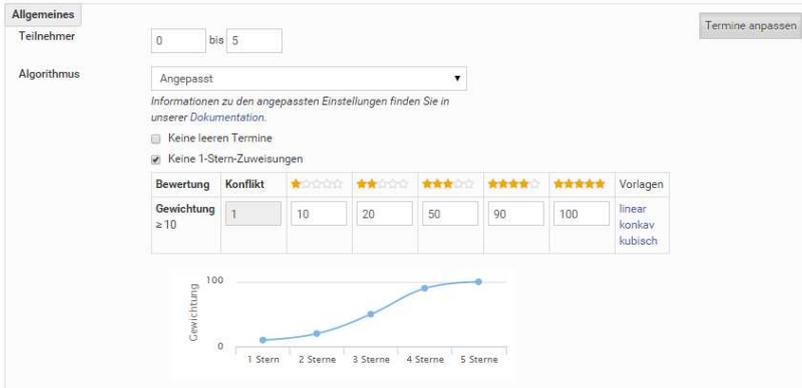


Abb. 5: Individuelle Zielfunktion und Nebenbedingungen

Termin	Beschreibung	Ort	Zeit	Ø-Bew.	Teilnehmer	Anzahl
Block 01	Geb. 05.20 Raum 1A-11	Mo.04. 08:00 - Mo.04. 08:20	2.4★	0 bis 5	1	
Block 02	Geb. 05.20 Raum 1A-11	Mo.04. 08:20 - Mo.04. 08:40	2.3★	0 bis 5	1	
Block 03	Geb. 05.20 Raum 1A-11	Mo.04. 08:40 - Mo.04. 09:00	2.3★	0 bis 5	1	
Block 04	Geb. 05.20 Raum 1A-11	Mo.04. 09:00 - Mo.04. 09:20	2.3★	0 bis 5	1	
Block 05	Geb. 05.20 Raum 1A-11	Mo.04. 09:20 - Mo.04. 09:40	2.5★	0 bis 5	1	

Abb. 6: Nebenbedingungen für Raumressourcen

Aufgrund der zahlreichen Parameter, die ein Dozent einstellen kann, bietet die Plattform die Möglichkeit, verschiedene Lösungen, namentlich Varianten, zu berechnen und abzuspeichern (vgl. Abb. 8), damit diese nachgelagert verglichen werden können. Im Rahmen der aggregierten Übersicht wird die jeweilige Gesamtzufriedenheit aufgezeigt. Für die Detailinformationen kann jede Variante individuell betrachtet werden. Sofern eine Variante den Anforderungen des Dozenten genügt, kann er diese akzeptieren (vgl. Abb. 8). Für die Publizierung der Ergebnisse wird dem Dozenten noch einmal eine Übersicht mit der Verteilung der Zuweisungen angezeigt (vgl. Abb. 9). Bei der Akzeptierung der Lösungsvariante werden Terminkonflikte identifiziert und wie oben beschrieben korrigiert. Für die Weiterverarbeitung oder Archivierung der Ressourcenallokation hat ein Dozent die Möglichkeit, die Ergebnisse als CSV- oder Excel-Datei zu exportieren. Weiterhin können die Ergebnisse direkt per Webservice in die eLearning-Plattform ILIAS überführt werden (vgl. Abb. 10). Hierbei wird in ILIAS-Kurs automatisch für jedes Tutorium eine Gruppe erstellt und die Teilnehmer jeweils dieser Gruppe zugewiesen. Sofern der Tutor dieser Gruppe hinzugefügt werden soll, muss dies aktuell noch manuell erfolgen.



Abb. 7: Ergebnisübersicht

Name	Termingröße	Termine	Zufriedenheit	Algorithmus	
<b>Original</b>					
Tutorien zu Mathematik 3 für die Fachrichtung Wirtschaftswissenschaften	5 - 25	18	<i>Jetzt berechnen</i>		<input type="checkbox"/> Bearbeiten   <input type="checkbox"/> Löschen   <input type="checkbox"/> Berechtigungen   <input type="checkbox"/> Termine   <input type="checkbox"/> Teilnehmer   <input type="checkbox"/> Berechnen
<b>Varianten</b>					
25 Teilnehmer pro Termin	5 - 25	18	20280 / 21360 (94.94%)	Standard	<input type="checkbox"/> Termine   <input type="checkbox"/> Teilnehmer   <input type="checkbox"/> Löschen   <input checked="" type="checkbox"/> Berechnen   <input checked="" type="checkbox"/> Akzeptieren
Andere Termine	5 - 23	22	18970 / 21360 (88.81%)	Angepasst	<input type="checkbox"/> Termine   <input type="checkbox"/> Teilnehmer   <input type="checkbox"/> Löschen   <input checked="" type="checkbox"/> Berechnen   <input checked="" type="checkbox"/> Akzeptieren
30 Teilnehmer pro Termin	5 - 30	18	20830 / 21360 (97.52%)	Standard	<input type="checkbox"/> Termine   <input type="checkbox"/> Teilnehmer   <input type="checkbox"/> Löschen   <input checked="" type="checkbox"/> Berechnen   <input checked="" type="checkbox"/> Akzeptieren

Abb. 8: Variantenauswahl

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Es wurde gezeigt, dass mit YouSubscribe ein Allokationsdienst angeboten werden kann, der den Dozenten in einer Selbstbedienungsfunktion die Möglichkeit bietet, komplexe Optimierungsverfahren in kurzer Zeit selbstständig durchführen zu lassen. YouSubscribe ist ein Dienst an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften am Karlsruher Institut für Technologie, um Dozenten bei der Verwaltung und Organisation einer optimalen Allokation von zahlreichen Studierenden zu einer Vielzahl von Terminen zu unterstützen. Bei ca. 6.000 Tutorienplatzvergaben je Semester liegt die Anzahl der Beschwerden unter 10, die Gesamtzufriedenheit je Veranstaltung liegt in der Regel zwischen 90% und 95%. Die optimale Verteilung basiert auf den Präferenzen der Studierenden und Dozenten. Studierende können beispielsweise Lerngruppen bilden, um sicherzustellen, dass sie in das gleiche Tutorium eingeteilt werden. Weiterhin haben Dozenten die Möglichkeit, individuelle Ziel-funktionen sowie die dazugehörigen Nebenbedingungen zu konzipieren, um beispielsweise die zur Verfügung stehenden Raumressourcen optimal auszunutzen oder die gleichmäßige Auslastung von Tutorien sicherzustellen. YouSubscribe berücksichtigt auch den

Aspekt der Terminkollision, so dass gewährleistet wird, dass ein Student nicht mehrere Tutorien zum gleichen Zeitpunkt besuchen muss. Für eine bestmögliche Integration in die heterogene IT-Landschaft des KIT wurde die Plattform YouSubscribe durch entsprechende Schnittstellen mit dem Campus-Management-System CAS Campus, der eLearning-Plattform ILIAS sowie mit dem Identity-Management verknüpft. Die einzige Voraussetzung für die Nutzung von YouSubscribe ist eine Benutzerauthentifizierung, die durch eine Shibboleth-Anbindung, sowie ein Fallback mit Active Directory/LDAP realisiert wurde. Zusätzlich ist für externe Benutzer eine Authentifizierung über eine lokale Benutzerdatenbank realisiert. Alle weiteren Schnittstellen dienen der Steigerung der Benutzerfreundlichkeit und sind daher für den Betrieb nicht zwangsläufig erforderlich. Die Plattform wird kontinuierlich weiterentwickelt, um sie an die Bedürfnisse der Kunden anzupassen. Schwerpunkt ist hierbei, die Komplexität des Optimierungsvorgangs hinter einfach zu nutzenden Weboberflächen zu verbergen. Für eine bestmögliche Medienunabhängigkeit wird ein Responsive Design eingesetzt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass trotz optimaler Ergebnisberechnung der Wunsch nach einer Tauschbörse für Tutorienplätze besteht. Auch möchten Dozenten gerne noch nach der Optimierungsphase Änderungen an der Terminzuweisung durchführen können.

Name:	Tutorien zu Mathematik 3 für die Fachrichtung Wirtschaftswissenschaften (Tutorium) (Variante)										
Termingröße:	5 - 30										
Termine:	18										
Algorithmus:	Standard										
Zufriedenheit:	20830 / 21360 (97,52%)										
Verteilung:	<table border="1"> <tr> <td>★☆☆☆☆</td> <td>★★☆☆☆</td> <td>★★★☆☆</td> <td>★★★★☆</td> <td>★★★★★</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>40</td> <td>44</td> <td>357</td> </tr> </table>	★☆☆☆☆	★★☆☆☆	★★★☆☆	★★★★☆	★★★★★	2	0	40	44	357
★☆☆☆☆	★★☆☆☆	★★★☆☆	★★★★☆	★★★★★							
2	0	40	44	357							

**Beim Akzeptieren dieser Lösung werden folgende Schritte ausgeführt:**

- Sofern es sich um eine Variante handelt, wird diese zum "Original" und das Original wird als Variante gesichert.
- Alle anderen Varianten werden gelöscht.
- Studierende werden über ihren Termin benachrichtigt und sehen diesen im Portal
- Bewertungen der einzelnen Teilnehmer für noch offene Veranstaltungen zum selben Zeitslot werden herabgesetzt (Terminkonflikt-Vermeidung)
- Weitere Änderungen an der Veranstaltung sind nicht mehr möglich.

Diese Änderungen lassen sich nicht mehr rückgängig machen!

Ich habe die Hinweise zur Kenntnis genommen

Stiller Modus aktivieren

**Stiller Modus:** Im stillen Modus werden an Studierende keine Benachrichtigungen über die Terminzuweisung versendet. Außerdem ist die Veranstaltung nach dem Akzeptieren für Studierende nicht mehr sichtbar (kann in den Veranstaltungseinstellungen geändert werden). Dieses Feature sollte nur verwendet werden, wenn die Studierenden auf anderem Wege über das Ergebnis informiert werden sollen.

**Lösung akzeptieren** Zurück

Abb. 9: Variante akzeptieren und Benachrichtigung

Name	Termingröße	Termine	Zufriedenheit	Algorithmus	
<b>Akzeptierte Lösung</b>					
Rechnerübung zu Programmierung kommerzieller Systeme - Einsatz betrieblicher Standard-Software	1 - 45	6	13050 / 13250 (98,49%)	Standard	<a href="#">Berechtigungen</a>   <a href="#">Termine</a>   <a href="#">Teilnehmer</a>   <a href="#">Ergebnis</a>   <a href="#">Export: CSV / EXCEL / ILIAS</a>

Abb. 10: Export

## 5 Literaturverzeichnis

- [BB08] Bick, M.; Börgmann, K.: IT-Servicemanagement in deutschen Hochschulen. In HMD - Praxis Wirtschaftsinformatik, 2008; S. 105–113.
- [Be09] Bensberg, F.: TCO-Analyse von Campus-Management-Systemen. Methodischer Bezugsrahmen und Softwareunterstützung. In (Hansen, H. R.; Karagiannis, D.; Fill, H.-G. Hrsg.): Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen. 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik. Österreichische Computer Gesellschaft, Wien, 2009; S. 493–502.
- [BHM02] Baumgartner, P.; Häfele, H.; Maier-Häfele, K.: E-Learning Praxishandbuch. Auswahl von Lernplattformen; Marktübersicht - Funktionen - Fachbegriffe. Studienverl., Innsbruck [u.a], 2002.
- [Br09] Brune, H.; Jablonski, M.; Möhle, V.; Spitta, T.; Teßmer, M.: Ein Campus-Management-System als evolutionäre Entwicklung. Ein Erfahrungsbericht. In (Hansen, H. R.; Karagiannis, D.; Fill, H.-G. Hrsg.): Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen. 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik. Österreichische Computer Gesellschaft, Wien, 2009; S. 483–492.
- [Br13] Brugger, R.: A digital shift. In Switch Journal, 2013; S. 21.
- [BRH14] Bittner, P.; Ritter, C.; Hildmann, T.: Get Your Study Plan. In (Plödereder, E. et al. Hrsg.): 44. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik. GI, Stuttgart, 2014; S. 1861–1872.
- [Ca15] Carolla, M.: Ein Referenz-Datenmodell für Campus-Management-Systeme in deutschsprachigen Hochschulen. Springer, Wiesbaden, 2015.
- [CA15] CAS Campus: Veranstaltungs- und Raummanagement. Anmeldeverfahren. <http://www.cas-education.de/fuer-hochschulen/cas-campus/funktionen/veranstaltungen-raeume.html>.
- [Er12] Ernst & Young: Campus-Management – zwischen Hochschulautonomie und Bologna Reform, 2012.
- [Gl89] Glover, F.: Tabu Search - Part I. In INFORMS Journal on Computing, 1989, 1; S. 190–206.
- [Gl90] Glover, F.: Tabu Search - Part II. In INFORMS Journal on Computing, 1990, 2; S. 4–32.
- [Go04] Goldberg, D. E.: Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. 26. Auflage. Addison-Wesley, Boston, 2004.
- [Gr09] Gronau, N.: Wissen prozessorientiert managen. Methode und Werkzeuge für die Nutzung des Wettbewerbsfaktors Wissen in Unternehmen. Oldenbourg, München, 2009.
- [He14] Heyde, M. von der: CIO-Modelle an deutschen Hochschulen. Netzwerk der entscheidenden Faktoren. In (Plödereder, E. et al. Hrsg.): 44. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik. GI, Stuttgart, 2014; S. 1815–1823.
- [IL15] ILIAS open source e-Learning e.V.: ILIAS Dokumentation. [http://www.ilias.de/docu/goto\\_docu\\_cat\\_581.html?lang=de](http://www.ilias.de/docu/goto_docu_cat_581.html?lang=de), 2015.

- [Ka13] Kaiser, S.; Kuhnt, E.; Lemcke, S.; Lucke, U.: Web-basierte Beschaffung. In (Horbach, M. Hrsg.): 43. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik. GI, 2013; S. 308–319.
- [KSL13] Kiy, A.; Strelczuk, F.; Lucke, U.: Ein Plugin zur integrierten Literaturverwaltung in Moodle. In (Horbach, M. Hrsg.): 43. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik. GI, 2013; S. 334–345.
- [Kü98] Küpper, H.-U.: Struktur, Aufgaben und Systeme des Hochschul-Controlling. In (Küpper, H.-U.; Sinz, E. J. Hrsg.): Gestaltungskonzepte für Hochschulen. Effizienz, Effektivität, Evolution. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 1998; S. 152–172.
- [La15] Lang, M.: Learning Management Systeme (LMS) im Vergleich: Open Source-Lösungen oder proprietäre Produkte? 1. Auflage. disserta Verlag, Hamburg, 2015.
- [LS12] Lucke, U.; Schroeder, U.: Forschungsherausforderung des E-Learning. In i-com, 2012, 11; S. 1–2.
- [SAA12] Schreiter, J.; Alt, R.; Auth, G.: Business Engineering bei der Einführung von Campus-Management-Systemen. Herausforderungen und Potenziale. In (Goltz, U. et al. Hrsg.): 42. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik. GI, 2012; S. 642–656.
- [Sc05] Schulmeister, R.: Lernplattformen für das virtuelle Lernen. Evaluation und Didaktik. 2. Auflage. Oldenbourg, München [u.a.], 2005.
- [SKB10] Sprenger, J.; Klages, M.; Breitner, M. H.: Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Auswahl, die Migration und den Betrieb eines Campus-Management-Systems. In Wirtschaftsinformatik, 2010, 52; S. 211–224.
- [Sp97] Spitta, T.: Standardsoftware zur Verwaltung und Führung von Fakultäten. Bestandsaufnahme und Anforderungen. Diskussionspapier Nr. 354. Faculty of Economics and Business Administration, Bielefeld University, 1997.
- [St07] Stender, B.; Jablonski, M.; Brune, C.-H.; Möhle, V.: Campus Management von der Hochschule aus gedacht. Werkstattbericht aus der Universität Bielefeld. In Wissenschaftsmanagement: Zeitschrift für Innovation, 2007, 2007; S. 19–26.
- [St13] Statistisches Bundesamt: Studierende. [https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Indikatoren/LangeReihen/Bildung/Irbil01.html?cms\\_gtp=152374\\_list%253D1&https=1](https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Indikatoren/LangeReihen/Bildung/Irbil01.html?cms_gtp=152374_list%253D1&https=1), 01.04.2015.
- [ZGL14] Zoerner, D.; Göbller, F.; Lucke, U.: Hochschul-Apps im Überblick. In (Plödereder, E. et al. Hrsg.): 44. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik. GI, Stuttgart, 2014; S. 1849–1860.
- [ZKB12] Zakhariya, H.; Kosch, L.; Breitner, M. H.: Elektronische Drittmittelakte in der Hochschulverwaltung. Erkenntnisse aus Fallstudien. In (Goltz, U. et al. Hrsg.): 42. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik. GI, 2012; S. 613–626.
- [ZRL14] Zender, R.; Rogozhkin, V.; Lucke, U.: Einsatz von MultiTouch-Tischen zur kooperativen Semesterorganisation. In (Plödereder, E. et al. Hrsg.): 44. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik. GI, Stuttgart, 2014; S. 1873–1884.