

# VeraPlan: Eine kollaborative Cloudanwendung zur Veranstaltungsplanung

Felix Meyer,<sup>1</sup> Tanja Klocke-Wurm,<sup>2</sup> Kai-Tobias Busse,<sup>3</sup> Florian Kuhlmann,<sup>4</sup> Jürgen Brehm<sup>5</sup> und Martin Hoffmann<sup>6</sup>

**Abstract:** Bei der Polizei, der Feuerwehr sowie in Krankenhäusern und Schulen müssen regelmäßig Personaleinsatzpläne, Dienstpläne und Stundenpläne erstellt werden. Die Einflussnahme des Einzelnen auf den Plan ist begrenzt. Persönliche Präferenzen können nur selten vollständig berücksichtigt werden. Arbeitszeiten und -tage werden vom Ersteller des Plans „von oben herab“ vorgegeben.

Wissenschaftliche Untersuchungen legen nahe, dass eine Partizipation der Mitarbeiter bei der Erstellung von Plänen eine erhöhte Zufriedenheit bewirkt. Demnach ist eine Erstellung von Plänen in Zusammenarbeit mit allen Beteiligten sinnvoll. Dieser organisatorisch anspruchsvolle Prozess der Planerstellung soll mit der Software VeraPlan ermöglicht werden. Mit dieser Webanwendung kann die Erstellung eines Planes als gemeinschaftlicher, kreativer und motivierender Prozess erlebbar gemacht werden. Das „Wir-Gefühl“ von Organisationen wird durch die Einbeziehung aller Beteiligten gestärkt. Die Nutzer können unabhängig vom Aufenthaltsort über Tablet und Smartphone am Prozess mitwirken. VeraPlan kann mit modernsten Algorithmen zur Optimierung Pläne von hoher Qualität berechnen.

**Keywords:** Cloud; kollaborativ; Planerstellung; Planung; Software

## 1 Einführung

### 1.1 Problemstellung

In vielen Bereichen des alltäglichen Lebens werden Zeit- und Belegungspläne benötigt. Arbeitspläne in Berufsstätten, Raumpläne für Veranstaltungshallen und Stundenpläne in Schulen sowie Hochschulen sind nur einige Beispiele hierfür. Die Erstellung solcher Pläne erfordert umfassende Berechnungen. Die Stunden- und Veranstaltungsplanung ist ein mathematisch schwieriges Problem [Pi14]. Es kann nur mit hohem Aufwand eine optimale Lösung gefunden werden.

---

<sup>1</sup> Volavis GmbH, Schuckenteichweg 15, 33818 Leopoldshöhe, meyer@volavis.de

<sup>2</sup> Volavis GmbH, Schuckenteichweg 15, 33818 Leopoldshöhe, klocke-wurm@volavis.de

<sup>3</sup> Volavis GmbH, Schuckenteichweg 15, 33818 Leopoldshöhe, busse@volavis.de

<sup>4</sup> Volavis GmbH, Schuckenteichweg 15, 33818 Leopoldshöhe, kuhlmann@volavis.de

<sup>5</sup> Leibniz Universität Hannover, Bereich Informatik, Institut für Systems Engineering, Appelstraße 4, 30167 Hannover, brehm@sra.uni-hannover.de

<sup>6</sup> Volavis GmbH, Schuckenteichweg 15, 33818 Leopoldshöhe, hoffmann@volavis.de

Oft müssen detaillierte Daten über vorhandene Ressourcen wie Räume, Mitarbeiter oder Lehrer gesammelt werden. Auch Objekte, die diese Ressourcen verbrauchen, beispielsweise Klassen oder Veranstaltungen, müssen beachtet werden. Es muss eine Kommunikation mit Beteiligten geführt werden, um sicherzustellen, dass es nicht zu unvorhergesehenen Komplikationen kommt. Häufig müssen Änderungen aufgrund äußerer Einflüsse vorgenommen werden, sollte zum Beispiel ein Raum kurzfristig nicht verfügbar sein oder ein Vortragender ausfallen.

Bei der Erstellung von Plänen werden häufig Mitarbeiter als Planer eingesetzt. Sie haben die Hoheit über die Pläne, fügen erforderliche Daten zusammen und wägen Wünsche der Belegschaft gegeneinander ab. Sie sind der zentrale Punkt bei der Planerstellung. Diese Privilegien rufen ein nicht zu unterschätzendes Konfliktpotenzial herbei. Die Planer müssen sicherstellen, dass die Pläne realisiert werden können. Bei der Beachtung von Wünschen der Belegschaft müssen sie auf Fairness achten, andernfalls kann es zu Streitigkeiten und Neid zwischen den Beteiligten kommen. Sollte ein erstellter Plan abgelehnt werden, muss sich der Planer darum kümmern, den gesamten Prozess neu anzustoßen. Er muss von Neuem Absprachen mit den Beteiligten führen und vorhandene Fehler beseitigen.

Die Rolle des Planers und der zuvor beschriebene Prozess der Planerstellung werden an Hand des Schaubildes in Abb. 1 verdeutlicht. Der Planer verwendet üblicherweise eine der existierenden, klassischen Softwarelösungen, um entsprechende Pläne zu erstellen. Diese Software errechnet auf Basis der eingegebenen Informationen mögliche Pläne.

Alle dazugehörigen Abstimmungen zur Planung werden allein vom Planer und ohne Unterstützung durch die Software koordiniert. Die Ausbildung dafür erfolgt individuell. Das „Anlernen“ eines zukünftigen Planers erfolgt i.d.R. durch Kollegen, die das Amt abgeben, weil sie in Ruhestand gehen. Da die Aufgabe sehr zeitaufwändig ist, wird häufig eine Arbeitsermäßigung gewährt. Im Vergleich dazu wird diese Aufgabe an internationalen Hochschulen u.a. von zentraler Stelle, den sogenannten „Timetabling Offices“, vorgenommen [SFT93].

## **1.2 Beispielhafte Veranstaltungsplanung in Schulen**

Im Folgenden wird die Erstellung einer Veranstaltungsplanung anhand einer Schule als Beispiel näher erläutert, um einige der bestehenden Probleme zu skizzieren:

Die Erstellung von Stundenplänen bzw. Veranstaltungsplänen wird an Schulen und Hochschulen von erfahrenen Mitarbeitern durchgeführt. Der Planer hat, zusätzlich zu seiner Hauptaufgabe Unterricht zu erteilen, auch die Aufgabe, zu Beginn eines Schuljahres bzw. eines Semesters die Pläne zu erstellen. Der Plan umfasst zunächst die generelle Planung, welche Veranstaltungen angeboten werden können und müssen. Ferner ist neben den Planungen der Veranstaltungen je Raum auch die Zuordnung von Lehrenden und Lernenden zu den jeweiligen Modulen und Unterrichtseinheiten vorzunehmen. Der gesamte Plan

besteht aus Stunden- und Raumplänen und ist zahlreichen Randbedingungen wie z.B. der Kurswahl in Oberstufen und nötigen Raumausstattungen unterworfen. Als Ergebnis der Veranstaltungsplanung erhält jeder Lehrende seinen persönlichen Plan. Jeder Raum hat einen Belegungsplan und jeder Schüler (bei Kurswahl) den individuellen Unterrichtsplan für das kommende Schuljahr bzw. Semester.

Wechselnde Studententafeln und differierende Jahrgangsgrößen verhindern die jährliche Wiederholung bestehender Stundenraster. Die Wahlfreiheit für Schüler im Kurssystem sowie die Bindung an (fach)räumliche Gegebenheiten stellt eine weitere Herausforderung dar.

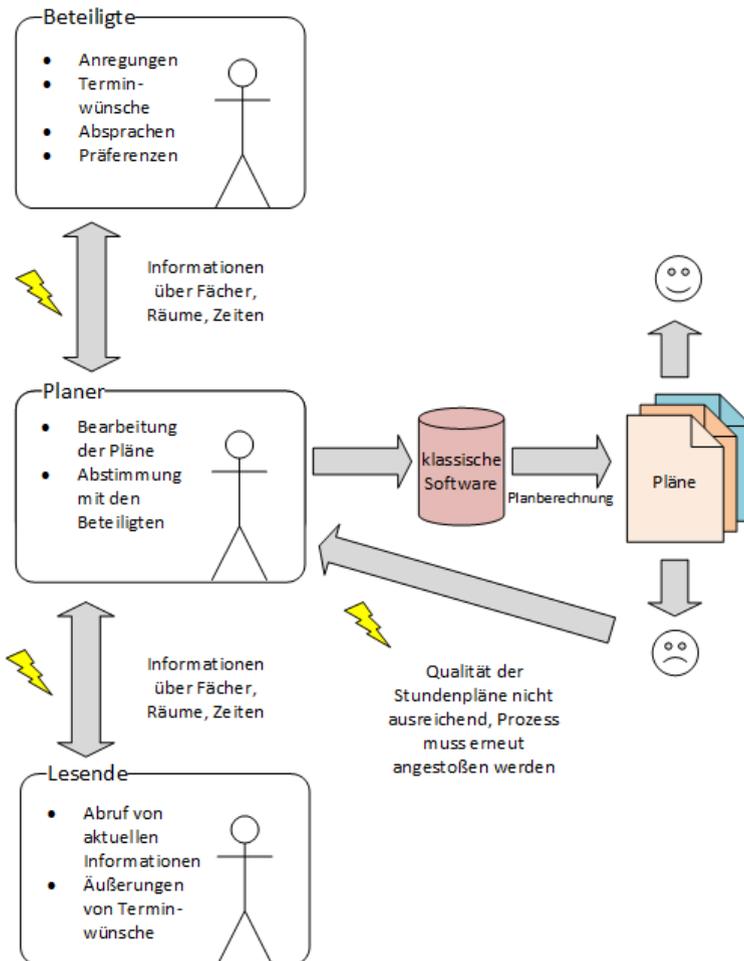


Abb. 1: Klassischer Prozess der Planerstellung

Im Rahmen eines bestehenden Planes müssen regelmäßig Veränderungen durchgeführt

werden, da es aufgrund von Krankheitsfällen und Verschiebungen in Aufgabenbereichen zu einer veränderten Unterrichtsverteilung kommen kann. Sonderveranstaltungen, Pausenaufsichten und Klausuren müssen ebenfalls während des Regelbetriebes eingeplant werden. Nach dem Erfassen der Grunddaten und der Randbedingungen im System erstellt der Verantwortliche die Pläne für die Lehrenden, Lernenden und die Raumpläne. Dabei hat er, bei Nutzung der am Markt erhältlichen Lösungen, alleinigen Zugriff auf die Daten und die Software. Der Prozess der Planerstellung erfolgt iterativ, da trotz größtmöglicher Sorgfalt in den erstellten Plänen Korrekturen nötig sind. Der Vorgang dauert in der Regel einige Tage bis hin zu mehreren Wochen. Die Lehrenden melden zu Beginn des Schuljahres bzw. Semesters die geplanten Lehrveranstaltungen, die erwartete Teilnehmerzahl und die benötigten räumlichen Voraussetzungen (z.B. Fachraum Chemie, Hörsaal mit Audioanlage). Zusätzlich müssen Präferenzen der Lehrenden erfasst werden. Arbeitgeber achten zunehmend auf Familienfreundlichkeit, daher stehen Kollegen ggf. nur in Teilzeit zur Verfügung. Die Betreuung von Kindern oder auch pflegebedürftiger Angehöriger macht es erforderlich, weitere Bedingungen einzuhalten (Abhol- und Bringzeiten von Kindergärten kollidieren mit Randstunden). Die Präferenzen werden dem Stundenplaner i.d.R. schriftlich mitgeteilt (per Mail oder auf Papier) und dann händisch in eine Software übertragen. Da die Zeit und Geduld eines verantwortlichen Planers endlich sind, wird i.d.R. der Plan nur in akuten Notfällen (Kollision von Veranstaltungen etc.) komplett neu erstellt. Eine sinnvolle Optimierung im Sinne einer demokratischen Abstimmung und einer aktiven Beteiligung aller Akteure findet nur bedingt statt.

In der Regel haben Schüler, Studenten und Lehrende lange Pausen zwischen Veranstaltungen, Räume stehen leer, da die Veranstaltungsplanung suboptimal ist. Lehrveranstaltungen müssen auch spätnachmittags oder abends angeboten werden. Zwischen den Beteiligten kommt Neid auf, da es „gute“ und „schlechte“ Pläne gibt.

## 2 Stand der Technik

Bestehende Software löst das zugrundeliegende Problem der hohen mathematischen Komplexität oft nur ansatzweise. Pillay listet verschiedene Studien auf, die zeigen, dass das Problem der (Schul-)Planerstellung NP-vollständig oder NP-hart ist, abhängig von Randbedingungen der Berechnung des Plans. Darüber hinaus stellt Pillay einen Überblick über die möglichen Lösungsansätze für dieses Problem in übersichtlicher Form dar [Pi14]. Es werden Ideen der vergangenen 25 Jahre beleuchtet, über die im Folgenden kurz berichtet wird:

Bereits 1993 konnten Sheung et al. zeigen, dass eine Optimierung von Plänen mit Hilfe genetischer Algorithmen und Simulated Annealing (einem simulierten Abkühlvorgang) vielversprechende Ergebnisse liefert [SFT93].

2001 konnte Abbas zeigen, dass Zeitplanungsprobleme als Constraint Satisfaction Problem abbildbar sind [AT01]. Auch wird ein Constraint Solver Algorithmus vorgestellt, der diese Art Probleme lösen kann.

Bestätigt wird das auch in aktuellen Arbeiten, siehe Mousa et al. [MES13]. Hier wird neben dem Lösungsansatz der mathematischen (linearen) Optimierung auch auf eine Formulierung der Randbedingungen (Restriktionen) eingegangen. Die Vorgabe der beispielhaften Randbedingung „Lehrer Müller kann dienstags immer erst nachmittags unterrichten, da er vormittags ein krankes Familienmitglied betreut“ wird ebenfalls in Form von Constraints abgelegt und vom Algorithmus berücksichtigt.

Ferner wurden neuronale Netze als mögliche Lösung in Betracht gezogen [CP04]. Carrasco und Pato verglichen zwei unterschiedliche Netzwerke, die beide zufriedenstellende Pläne in annehmbarer Zeit erstellen konnten.

2010 stellten Wilke und Killer den Walk Down Jump Up Algorithmus speziell zur Berechnung von Zeitplänen vor [WK10]. Basierend auf Algorithmen wie Hill Climbing und Simulated Annealing konnten mit ihm zwei wirklichkeitsnahe Probleme gelöst werden, eines zur Schulplanung und eines zur Eventplanung.

Auch im Forschungsfeld des Operations Research wurde das Problem der Planerstellung gründlich untersucht. Neben vielen anderen liefert Bhaduri [Bh09] Ansätze zur Optimierung von Plänen durch die Verwendung eines Genetic Artificial Immune Networks (GAIN). Als Grundlage für seine Arbeiten wurden Constraints in die Kategorien „hart“ bis „weich“ aufgeteilt und entsprechend bei der Berechnung von Lösungen verwendet.

Birbas et al. stellen ein umfassendes Regelwerk zur objektiven Bewertung der Qualität von Plänen bereit [BDH08]. So ist es möglich, die erzeugten Pläne für Lehrer und Schüler auf Fairness zu prüfen, bevor diese verteilt werden. Ein beispielhaftes Qualitätskriterium ist die durchschnittliche Verweildauer von Lehrern bzw. Schülern in Räumlichkeiten der Schule inklusive ggf. unproduktiver Freistunden. Zudem bestehen Vorarbeiten, die zeigen, dass eine parallele Bearbeitung des Timetabling Problems zu einer erheblichen Zeitersparnis führen kann [Sr09].

Darüber hinaus kann die Verwendung von GPUs in Kombination mit einer Parallelisierung die Berechnungsgeschwindigkeit noch weiter verbessern. Bozejko et al. zeigen dies bei der Verwendung eines Tabu-Search-Algorithmus zur Planerstellung, der von einer Grafikkarte ausgeführt wird [BGW14].

Das technische Problem der Optimierung von Plänen ist also bereits gründlich untersucht worden. Vielversprechende Algorithmen wurden prototypisch implementiert und können nun weiterentwickelt bzw. angewendet werden.

Es gibt eine Vielzahl von Systemen auf dem Markt, die bereits einen Teil dieser Technologien nutzen. Einige davon werden im Folgenden vorgestellt:

Als Marktführer für klassische Software zur Erstellung von Plänen von Unterrichtsstunden in Deutschland und Österreich gilt die Firma Gruber+Petters aus Österreich. Die Software Untis<sup>7</sup> ist seit vielen Jahrzehnten an zahlreichen Schulen im Einsatz. Hauptkritikpunkt der Anwender sind neben dem Lizenzmodell die unübersichtliche Oberfläche und der begrenzte Funktionsumfang. Gruber+Petters bietet hochpreisige Schulungen an, um die Anwender in der Bedienung der Software zu schulen. Anpassungen und Aktualisierungen finden nur sehr schleppend Einzug in neue Programmversionen. Seit kurzem ist das Programm mehrplatzfähig, d.h. es kann mehr als ein Verantwortlicher am Plan arbeiten. Die automatische Berechnung der Pläne nimmt auch auf aktuellen Rechnern sehr viel Zeit in Anspruch.

Als Alternative für kleinere Schulen hat sich die Software svPlan<sup>8</sup> der Fa. Haneke Software einen Namen gemacht. Kombiniert mit Weblösungen wie IServ<sup>9</sup> können Pläne und Änderungen im Web veröffentlicht werden. Der Funktionsumfang dieser Softwareprodukte ist jedoch gering, so dass ein Einsatz an größeren Schulen bzw. Hochschulen nicht erfolgt.

Das Projekt University Timetabling<sup>10</sup> bietet eine Open Source Software an. Besonderes Augenmerk wird hier auf eine Erweiterbarkeit mit Algorithmen zur effizienten Planung von Unterrichtsstunden gelegt. Aus diesem Projekt stehen Algorithmen für eine automatisierte Planung zur Verfügung, die erfolgreich getestet wurden und im Rahmen der International Timetabling Competition 2007 besonders erfolgreich waren. Ein Nachteil ist die Oberfläche der Software, die zu wenige Funktionen bietet, um in der Praxis Verwendung zu finden.

Alle genannten bestehenden Lösungen basieren auf dem Ansatz, dass ein oder mehrere zentrale Planer die Daten erfassen müssen. Es sind allerdings keine Vorkehrungen zur gleichzeitigen Bearbeitung von Ein- und Ausgangsdaten vorgesehen. Insbesondere ist nicht berücksichtigt, dass ein Feedback zu Plänen und die jeweiligen Aktualisierungen zeitnah und konsistent an alle beteiligten Akteure übermittelt werden sollten. Eine transparente, d.h. nachvollziehbare, Erstellung von Plänen ist bisher nicht möglich.

Dabei zeigen wissenschaftliche Untersuchungen, dass die Einbeziehung der Mitarbeiter einen positiven Einfluss auf die Unternehmensbindung und somit auch auf die Zufriedenheit haben kann [La15].

Trotz des wissenschaftlichen Belegs, dass Verfahren zur kollaborativen Planerstellung sinnvoll sind, werden solche bisher nur marginal am Markt angeboten. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, dass das Problem der räumlichen und zeitlichen Planung von Veranstaltungen und Unterrichtsstunden nicht ausschließlich eine technische, sondern auch eine organisatorische Herausforderung darstellt.

---

<sup>7</sup> Untis: <http://www.untis.de/>, zuletzt besucht am 03.04.2017

<sup>8</sup> svPlan: <http://www.haneke.de/SvPlan.html>, zuletzt besucht am 03.04.2017

<sup>9</sup> IServ: <https://www.iserv.eu/>, zuletzt besucht am 03.04.2017

<sup>10</sup> Unitime: <http://www.unitime.org/>, zuletzt besucht am 03.04.2017

## 3 VeraPlan

### 3.1 Zielsetzung

Um einige der Probleme bei der Planerstellung aufzufassen und auf moderne Weise zu lösen, wird die Planungssoftware VeraPlan implementiert. Besonders die folgenden zwei Schwierigkeiten der Planerstellung werden fokussiert: die mitunter hohe Berechnungsdauer sowie die mangelnden Möglichkeiten zur Kollaboration.

Trotz der zahlreichen Algorithmen zur Berechnung und Bewertung von Plänen sowie den dafür entwickelten Optimierungsverfahren erfordert eine Lösung dieser Aufgabe hohe Rechenleistung. Kleinere Einrichtungen haben schlicht nicht die IT-Infrastruktur um Berechnungen dieser Art in einem annehmbaren Zeitrahmen selbst vorzunehmen. Um dies zu beschleunigen, setzt VeraPlan auf ein Auslagern der Berechnung auf mietbare Serverfarmen mit hoher Leistung.

Um eine Kollaboration an der Planerstellung zu ermöglichen, wird VeraPlan als Webanwendung ausgeliefert. Durch ein modulares Design der Oberflächen kann auf die Anforderungen jeder unterschiedlichen Beteiligungsart eingegangen werden. Ein internes Nachrichtensystem dient zur Kommunikation innerhalb der Anwendung. Verschiedene Rollen stellen sicher, dass es nicht zu Komplikationen bei der Entscheidungsfindung kommt.

### 3.2 Berechnung der Pläne

VeraPlan optimiert die Zeit zur Berechnung von Plänen, in dem es diesen Vorgang an externe Dienste auslagert. Das ermöglicht Zugriff auf eine deutlich höhere Performanz als an vielen Einrichtungen denkbar ist. So stellt beispielsweise Amazon mit dem Elastic Compute Cloud<sup>11</sup> Service eine Möglichkeit zur flexiblen Miete von Rechenleistung bereit. Leistungsstarke Produkte wie die X1-Instances<sup>12</sup> mit bis zu 128 virtuellen Kernen und 1952 GiB RAM können die Berechnungen zur Planerstellung deutlich schneller ausführen als typische Desktopsysteme. Gezahlt wird nur für jede angefangene Stunde Rechenzeit.

Um die Auslagerung des Planberechnungs-Algorithmus optimal gestalten zu können, setzt VeraPlan auf eine verteilte Systemarchitektur, die in Abb. 2 dargestellt wird. Der Algorithmus wird dabei auf Systemen von IaaS<sup>13</sup>-Anbietern wie Amazon EC2 ausgelagert.

Einrichtungen, die VeraPlan verwenden, betreiben lediglich die Verwaltungssoftware zur Speicherung der planrelevanten Daten und Bereitstellung verschiedener Clientsysteme. Wird von der Verwaltungssoftware die Berechnung neuer Pläne angestoßen, wird eine Anfrage an eine Zwischensoftware gesendet.

<sup>11</sup> Amazon EC2: <https://aws.amazon.com/de/ec2/>

<sup>12</sup> <https://aws.amazon.com/de/ec2/instance-types/>, zuletzt besucht am 07.04.2017

<sup>13</sup> IaaS: Infrastructure as a Service, Rechensysteme zur Miete

Diese in Abb. 2 als Scheduling System bezeichnete Software ist für die automatische Buchung von mietbarer Leistung je nach erforderlicher Kapazität zuständig.

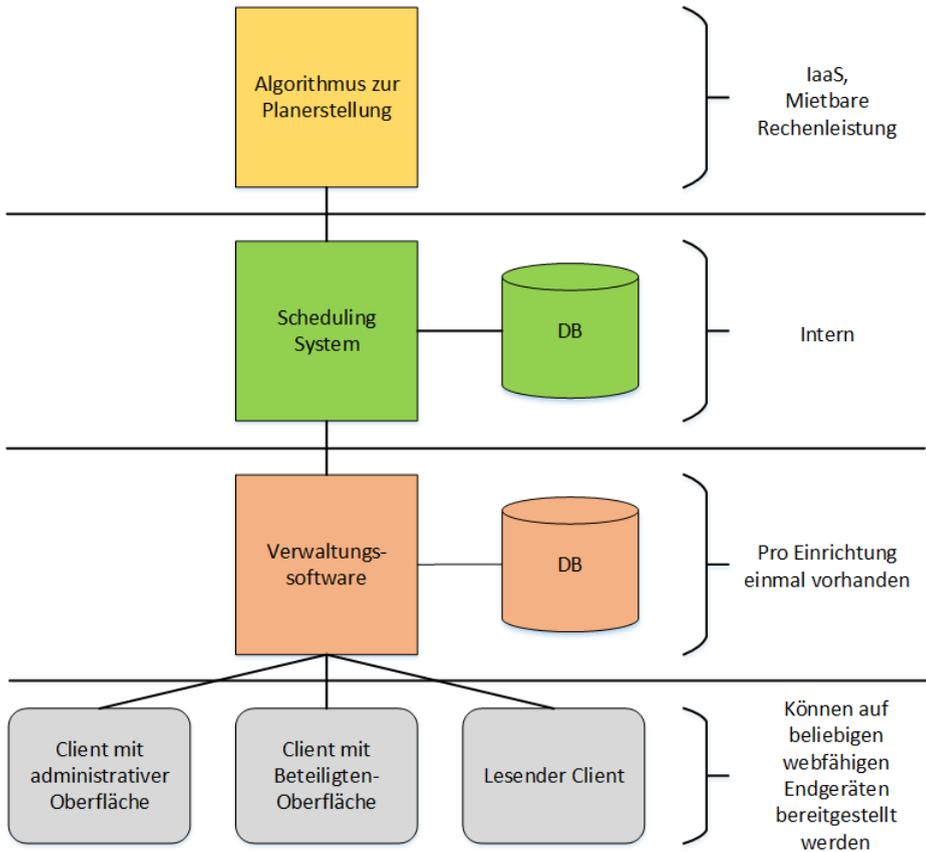


Abb. 2: VeraPlan verteilte Systemarchitektur

Anschließend muss ein Informationsaustausch zwischen dem Verwaltungsserver und dem System zur Berechnung der Pläne über den Scheduler erfolgen. Hierzu ist es erforderlich, die Daten der Einrichtungen zu anonymisieren und in ein verwertbares Format zu übertragen.

Nach erfolgreicher Berechnung der Pläne können diese zurück an die Einrichtungen versendet und de-anonymisiert werden. Eventuelle händische Anpassungen ermöglichen eine noch individuellere Gestaltung der Pläne.

Infrastrukturschwache Einrichtungen haben so die Möglichkeit, Zugriff auf aktuell berechnete Pläne in kurzer Zeit zu erhalten.

### 3.3 Kollaboratives Arbeiten

Neben der technischen Verbesserung zur optimalen Planberechnung werden die Mitarbeiter bei der Entscheidungsfindung näher mit einbezogen und können an der Planerstellung partizipieren. Hierfür müssen Kanäle zur kooperativen Zusammenarbeit bereitgestellt werden. Zusätzlich muss auch auf die verschiedenen Rollen der Planbeteiligten eingegangen werden, beispielsweise muss ein Lehrer einen anderen Einfluss auf die Stundenplanung ausüben als ein Schüler.

Zudem muss auf eine hohe Transparenz beim Vorgang der Stundenplanung geachtet werden. „Böse Überraschungen“, wie Entscheidungen entgegen vorher getroffener Absprachen, können nur auf diesem Wege verhindert werden.

Um eine transparente und effiziente Mitarbeit zu ermöglichen, müssen verschiedene Aspekte beachtet werden: Es muss ein durchdachtes Rollen- und Berechtigungskonzept vorhanden sein, es müssen Systeme zur offenen und direkten Kommunikation geschaffen werden und es müssen skalierbare und ansprechende Oberflächen zur Bedienung bereitgestellt werden.

Folgende Rollen mit absteigender Gewichtung sind für VeraPlan vorgesehen:

- Administrativ Planende
- Planungsunterstützende
- Beteiligte
- Lesende

Für jede Rolle ist ein eigenes Client-System zu implementieren. Auf administrativer Ebene muss eine händische Planbearbeitung ermöglicht werden, Formulare für die Aufnahme aller relevanten Informationen müssen bereitstehen und Informationen der Planbeteiligten sind schnell und unkompliziert darzustellen. Pläne müssen anpassbar sein, basierend auf diesen Daten.

Planungsunterstützende müssen in der Lage sein, den administrativ Planenden bei der Ausübung ihrer Tätigkeit zu helfen. Sie können Informationen zur Planung beisteuern, die Organisation lenken sowie Kommunikationsaufgaben übernehmen.

Beteiligte benötigen Einblick in getroffene Vereinbarungen und müssen sich einen Überblick über zur Auswahl stehender Stundenpläne verschaffen können. Auch das Hinzufügen und Bearbeiten zusätzlicher planungsrelevanter Daten kann an die Beteiligten ausgelagert werden. Auch potentielle Terminwünsche sollten von den Beteiligten selbst in das System eingetragen werden.

Lesende Clients hingegen müssen nur in der Lage sein, aktuell geltende oder auch mögliche Alternativen eines Plans darstellen zu können. Eine Funktion zur Äußerung von Wünschen ermöglicht eine, wenn auch minimale, Partizipation an der Planerstellung.

In einer Schule könnten beispielsweise die Lehrenden als Beteiligte eingesetzt werden, während der Hauptverantwortliche zur Planung die Rolle des administrativen Planers einnimmt. Ein ihn unterstützender Lehrer kann bei der Planung behilflich auftreten, um die Organisationslast zu verteilen. Lehrenden wird als Beteiligte eine Plattform geboten, die ihnen eine direkte Kommunikation untereinander und mit den planenden Kollegen sowie eine Vorabsicht auf zur Auswahl stehende Pläne gibt. Lernende, die keinen oder nur sehr geringen Einfluss auf die Planung der Stunden haben, können die aktuellen Pläne jederzeit abrufen, jedoch nicht oder nur sehr gering Einfluss nehmen. Abb. 3 verdeutlicht dies.

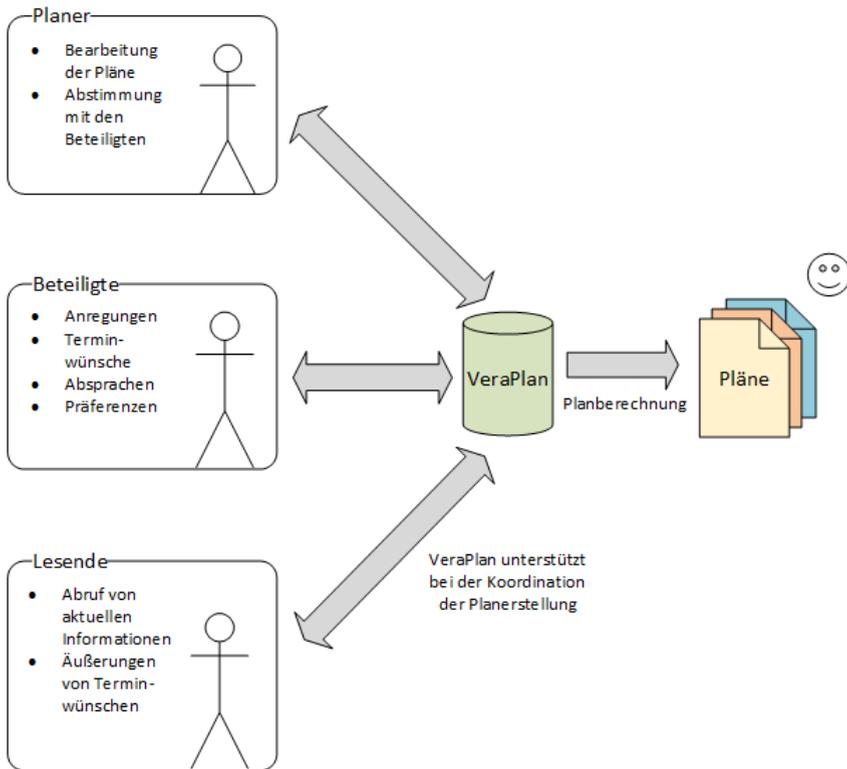


Abb. 3: Prozess der Planerstellung mit VeraPlan

Der Teil von VeraPlan, der direkt in Einrichtungen bereitgestellt wird, ist als Webanwendung vorgesehen. Ein zentraler Server speichert relevante Informationen, beispielsweise für Schulen Daten über Lehrende, Räume und Fächer, und kann diese über verschiedene

Webclients bereitstellen. Dank der hohen Verbreitung von internetfähigen Endgeräten kann für verschiedenste Zwecke ein eigener Client konzipiert werden.

Die Kommunikation unter den Mitwirkenden kann auf verschiedene Arten realisiert werden. Denkbar wäre die Verwendung eines internen Mailsystems, auch ein Dienst einem Instant-Messenger<sup>14</sup> nachempfunden wäre eine mögliche Lösung. VeraPlan ist so in der Lage, besondere Anliegen oder Wünsche der Beteiligten direkt weiter an die administrativen Planenden zu reichen, welche wiederum zeitnah reagieren können. Durch die Einbindung aller Beteiligten kann so ein offener Dialog erfolgen. Treten Probleme auf, kann direkt darauf reagiert werden.

Durch diese Maßnahmen ist ein erstellter und vereinbarter Plan das Ergebnis einer erfolgreichen Zusammenarbeit. Es stellt sich das Gefühl eines gemeinsamen Erfolges ein („unser Plan“). Statt des Wissens Einzelner wird die Erfahrung vieler zusammengeführt. Durch die Aufteilung der Berechtigungen in verschiedene Rollen wird dennoch eine schnelle Ergebnisfindung ermöglicht.

## 4 Zusammenfassung

Die Berechnung von Plänen ist eine komplexe Aufgabe. Es erfordert viel Rechenleistung, um in annehmbarer Zeit abgeschlossen zu werden. Vielen Einrichtungen fehlt die nötige IT-Infrastruktur hierfür.

Neben der rein technischen Problematik ist die Erstellung von Plänen auch eine organisatorische Herausforderung. Es müssen Informationen über Räume, Zeiten und Verfügbarkeiten verwaltet werden, Beteiligte treffen untereinander oder mit den Planenden Absprachen und häufig kann es zu kurzfristigen Änderungen kommen, fällt beispielsweise eine Veranstaltung kurzfristig aus.

Zwar gibt es einige Softwarelösungen, um diese Problematiken zu umgehen, oft lassen sie aber im Funktionsumfang oder bei der organisatorischen Unterstützung zu wünschen übrig.

VeraPlan vereint Technologien, um in diesen Bereichen Lösungen bereitzustellen. Durch die verteilte Architektur und das Auslagern der Planberechnung auf mietbare Hochleistungssysteme können auch kleinere Einrichtungen schnell Pläne berechnen lassen. Muss ein Plan neu erstellt werden, kann dies zeitnah erfolgen.

Durch die Implementierung verschiedener Rollen und einer Auslieferung verschiedener Client-Systeme mit unterschiedlichen Bedienmöglichkeiten kann kollaborativ an den Plänen gearbeitet werden. Dienste zur direkten Kommunikation aller Beteiligter sowie die Möglichkeit bestehende Pläne einzusehen sorgen für eine hohe Transparenz. Das aktive Mitwirken an der Planerstellung erhöht die Akzeptanz und ein „Wir-Gefühl“ stellt sich ein.

<sup>14</sup> Instant-Messenger: Dienste zur schnellen und unkomplizierten Kommunikation typischerweise per Textnachrichten über das Internet

VeraPlan verspricht, die Planerstellung in Zukunft zu vereinfachen und Planenden und Beteiligten mehr Zeit für relevantere Aufgaben freizumachen, da Pläne technisch schneller berechnet werden und die Zusammenarbeit unnötige Iterationen verringert. Auch das allgemeine Arbeitsklima kann sich durch die gemeinsame Erarbeitung von akzeptierten Plänen verbessern.

## Literaturverzeichnis

- [AT01] Abbas, A. M.; Tsang, E. P. K.: Constraint-based timetabling-a case study. In: Proceedings ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications. S. 67–72, 2001.
- [BDH08] Birbas, T.; Daskalaki, S.; Housos, E.: School timetabling for quality student and teacher schedules. *Journal of Scheduling*, 12(2):177, 2008.
- [BGW14] Bożejko, W.; Gniewkowski, L.; Wodecki, M.: Solving Timetabling Problems on GPU. In (Rutkowski, L.; Korytkowski, M.; Scherer, R.; Ryszard, R.; Zadeh, L. A.; Zurada, J. M., Hrsg.): *Artificial Intelligence and Soft Computing: 13th International Conference, ICAISC 2014, Zakopane, Poland, June 1-5, 2014, Proceedings, Part II*. Springer International Publishing, S. 445–455, 2014.
- [Bh09] Bhaduri, A.: University Time Table Scheduling Using Genetic Artificial Immune Network. In: *2009 International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing*. S. 289–292, 2009.
- [CP04] Carrasco, M. P.; Pato, M.: A comparison of discrete and continuous neural network approaches to solve the class/teacher timetabling problem. *European Journal of Operational Research*, 2004.
- [La15] Landau, L.: *Mitarbeiterbindung in Krankenhäusern: Handlungsempfehlungen für das Personalmanagement der Generation Y und Z*. Diplomica Verlag, 2015.
- [MES13] Mousa, H. M.; El-Sisi, A. B.: Design and implementation of course timetabling system based on genetic algorithm. In: *2013 8th International Conference on Computer Engineering Systems (ICCES)*. S. 167–171, 2013.
- [Pi14] Pillay, N.: A survey of school timetabling research. *Annals of Operations Research*, 218(1):261–293, 2014.
- [SFT93] Sheung, J.; Fan, A.; Tang, A.: Time tabling using genetic algorithm and simulated annealing. In: *TENCON '93. Proceedings. Computer, Communication, Control and Power Engineering. 1993 IEEE Region 10 Conference on*. Jgg. 1, S. 448–451 vol.1, 1993.
- [Sr09] Srndic, N.; Pandzo, E.; Dervisevic, M.; Konjicija, S.: The application of a Parallel Genetic Algorithm to timetabling of elementary school classes: A coarse grained approach. In: *2009 XXII International Symposium on Information, Communication and Automation Technologies*. S. 1–5, 2009.
- [WK10] Wilke, P.; Killer, H.: *Walk Down Jump Up - a new Hybrid Algorithm for Time Tabling Problems*, 2010.