

Software: “Scheduler”

Neue Zugänge zur Stundenplanerstellung für HTLs und Schulen

Andreas M. Chwatal

Destion GmbH

7. Dezember 2016

Überblick

- Einleitung
- Operations Research & Optimierungsverfahren
- Neue Softwarelösung: Scheduler
 - Motivation
 - Modell
 - Software-Demo
- Fragen und Diskussion

(Extremely) Short CV

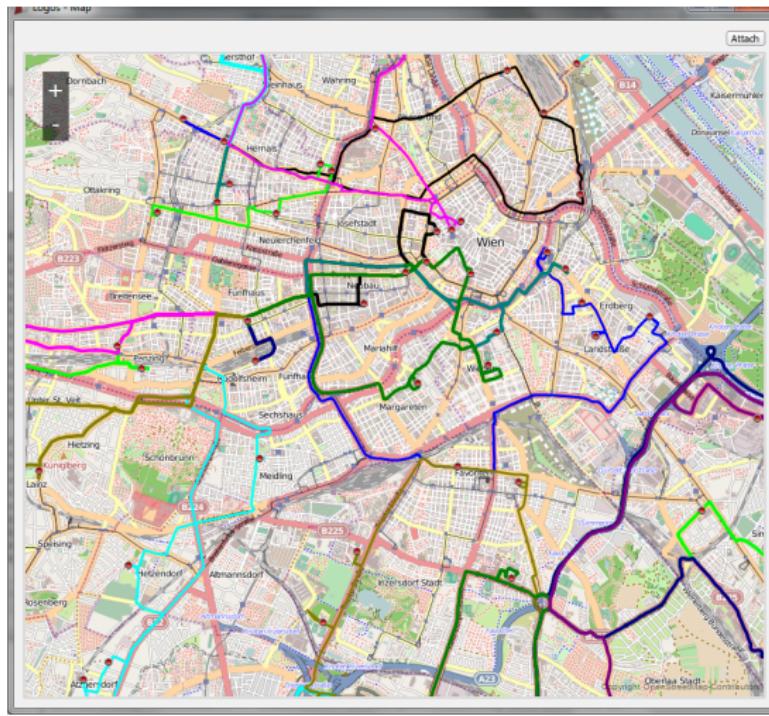
- 2000 – 2006: Hewlett Packard
- 2006 – 2010: Assistent an TU Wien, Abteilung für Algorithmen und Datenstrukturen
- Seit 2010: GF Destion
- Seit 2010: Externer Lektor Universität Wien
- Seit 2016: HTL Spengergasse

Destion

- 2010 gegründet
- 4 Mitarbeiter/Gesellschafter
- **Schwerpunkte:**
 - **Operations Research:** Modellierung und Lösung von Planungsproblemen in Industrie und Wirtschaft
 - **Algorithmik:** Entwicklung von effizienten Lösungsverfahren
- **Softwarelösungen:**
 - Planung von Logistik-Routen (LOGOS)
 - Vergabe von Start/Lande-Slots (ASP)
 - Netzwerkdesign in der Telekommunikation
 - Stundenplanerstellung

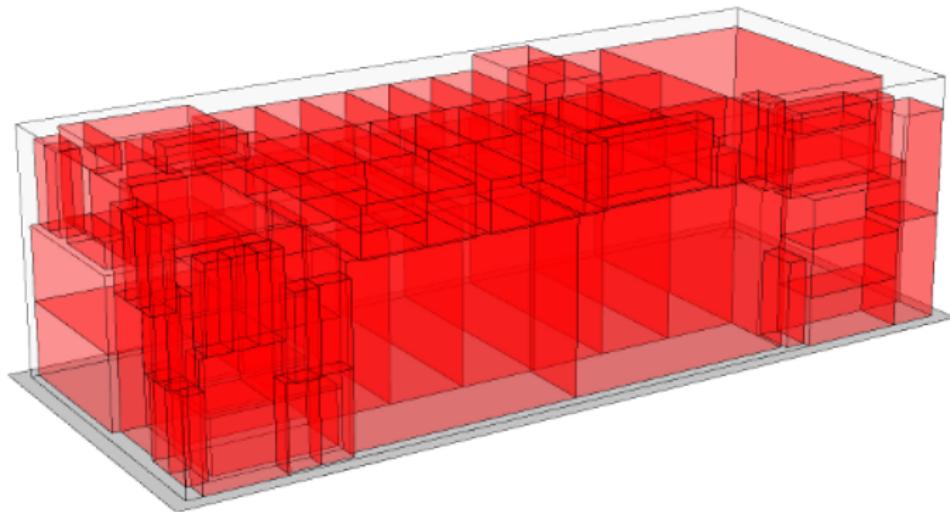
Destion: Transportplanung

- Berechnung von Transportrouten für heterogene Flotten



Destion: Transportplanung

- Berücksichtigung zahlreicher Nebenbedingungen
- Beispiel: Beladung



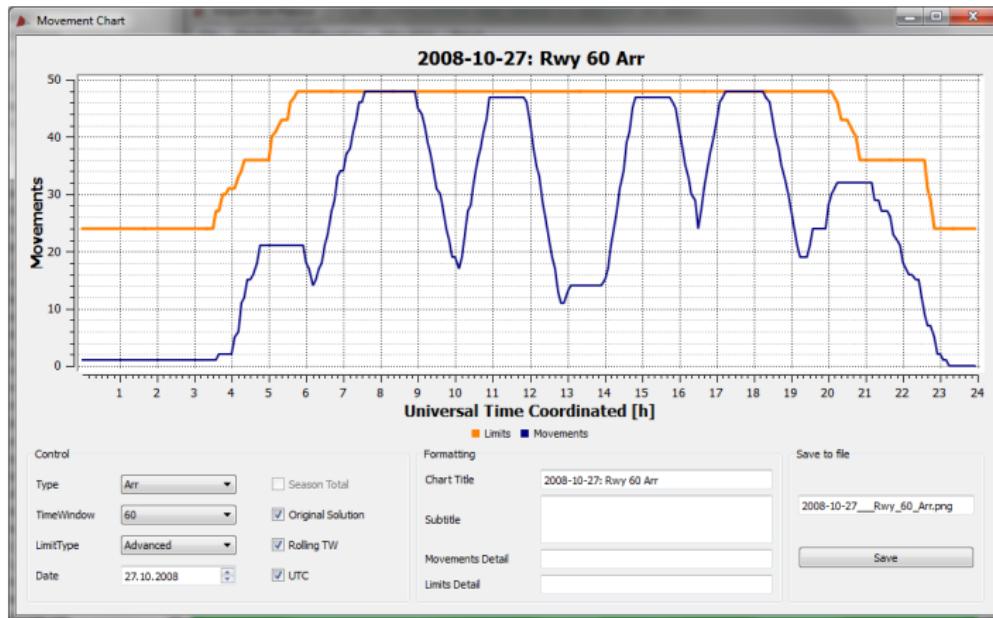
Destion: Netzwerkplanung

- Berechnung von Ausbauszenarien für Telekommunikations-Netzwerke
- Berücksichtigung vorhandener Infrastruktur (Lichwellenleiter- und Kupfer-Kabel)
- Kunden werden mittels FTTH oder FTTC angeschlossen



Destion: Airport Slot Management

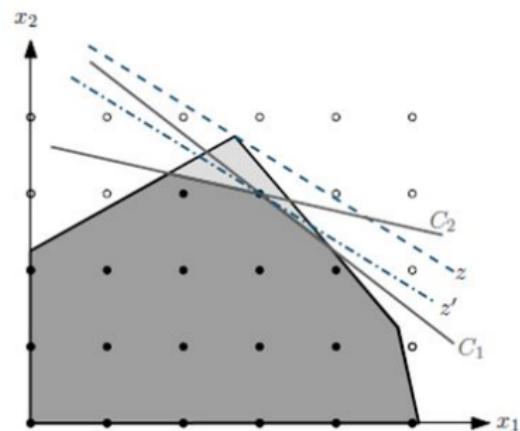
- Software zur Unterstützung der Vergabe von Start- und Lande-Slots in der saisonalen Planung für internationale Verkehrsflughäfen
- Visualisierung, Analyse, Automatisierte Erstkoordination



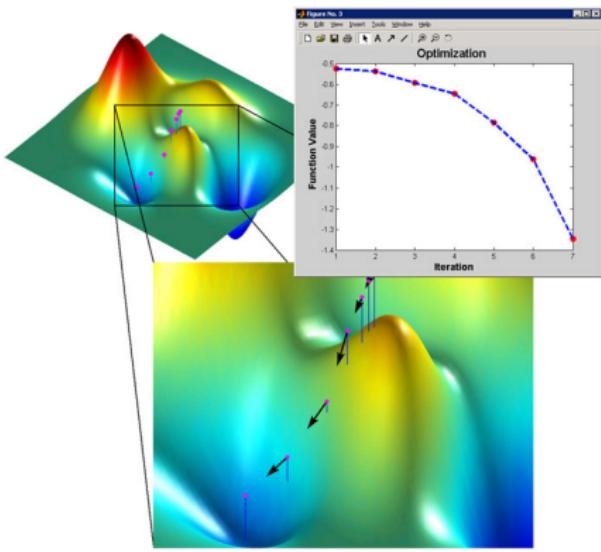
Kombinatorische Optimierung

- **Optimierung:** suche gute (beste) Lösungen in Menge aller gültigen Lösungen
 - Oft schon schwierig, gültige Lösung zu finden

- **Kombinatorik:**
 - Diskrete Strukturen:
Ja/Nein-Entscheidungen, keine fraktionalen Lösungen
- Kombinatorische Problem in der Praxis extrem schwierig zu lösen
- Aufgaben sind NP-hart
- **Heuristiken** (Näherungsverfahren) sind einzige Möglichkeit in der Praxis



Wo liegt die Schwierigkeit?



- Viele lokale Optima
- Es gibt kein mathematisches Verfahren das alle lokalen Optima findet
- Man braucht nicht unbedingt die *beste* Lösung...
- ... aber oft schon sehr schwierig, eine *sehr gute* Lösung zu finden.
- Qualität der Algorithmen und des Modells entscheidend für guten Erfolg und Akzeptanz!

Optimierungsmodell

Bem: Die meisten Planungsaufgaben sind Optimierungsprobleme, da bestimmte Zielvorgaben möglichst gut umgesetzt werden sollen.

Zielfunktion:

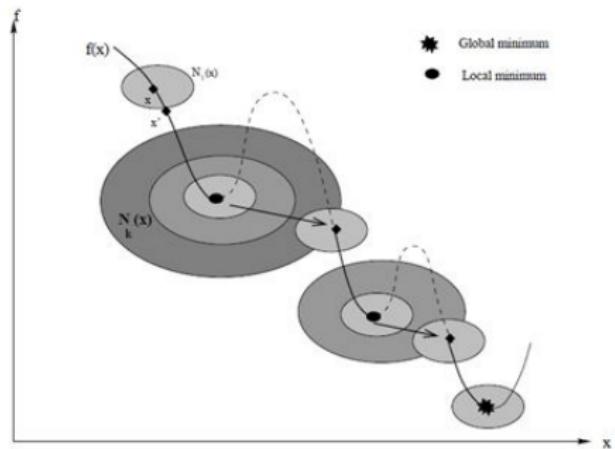
- WAS sind die eigentlichen Optimierungsziele
 - oft konfigurerende Ziele
 - Ziele manchmal nur implizit bekannt (Was soll *nicht* sein)
- WIE stehen diese Ziele in Verhältnis zueinander
 - In Organisationen oft völlig unklar!
 - Oft zahlreiche Regeln und Meinungen(!) was besser und schlechter ist, jedoch nicht objektiviert

Nebenbedingungen:

- Was darf keinesfalls sein (**=Hard-Constraint**)
 - Zuviele Hard-Constraints: schwierig gültige Lösung zu finden
 - Zuwenige: unerwünschte Aspekte in Lösungen
- Was soll nicht sein (**=Soft-Constraint**)
 - Verletzung wird akzeptiert, wenn "globaler" Nutzen
 - Modellierung durch Straf-Kosten

Variable Nachbarschaftssuche

- Modernes heuristisches Optimierungsverfahren
- Ermöglicht effizientes Verlassen von lokalen Optima
- Schwierigkeit liegt in der Definition und Implementierung der Nachbarschaften
- Schlüsselfaktoren:
 - Kreative Nachbarschaften
 - Problemspezifische Heuristiken
 - Effiziente Programmierung



Software: Scheduler

Scheduler - v 3.0 Aug2016

01. Woche 1A

class: 1A

Violations

Name Day Hour Week Notice

- Morning Rule
- Lunch Hour Rule
- Weekend Rule
- Pot Rule
- ABA Rule
- Afternoon Rule
- Hole Rule
- Teachers Set

Rate (Current): 211

1A

Check Current

Check All

Magnifier

Klasse	Gruppe	Fach	Lehrer	Raum	Notiz
1 1A	ALL	CH	WATT (19)	RAUM 01 .	
2 1A	ALL	CH	LUKE (7)	RAUM 01 .	

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43

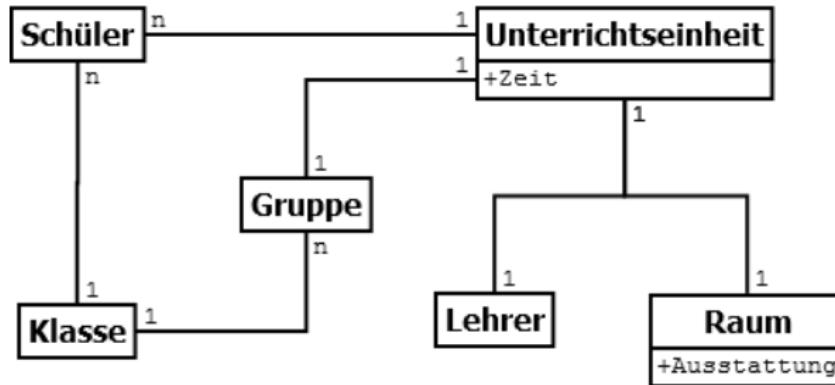
Ausgangssituation

- UNTIS: an allen österreichischen Schulen im Einsatz
 - Möglichkeit der automatischen Planung
 - Manuelle Planung
 - Darstellung, Schnittstellen etc.
 - Verrechnung
- Bezuglich der automatischen Planung, jedoch:
 - Viele Parameter, schwierig zu setzen
 - Nicht zugewiesene Stunden bleiben übrig

Aktuelle Herausforderungen

- Schülergruppen
 - Derzeit insbesondere schwierig bei: Religion, Ethik;
 - Jedoch künftig auch wenn Schüler einzelne Fächer wiederholen können (z.B. 4.-Klässler macht 2. Klasse in Mathematik nach)
 - Ab 10 Schülern muss Doppelstunde geplant werden ⇒ meist entweder 9er Gruppen, oder sehr große Gruppen
- Supplierplanung
 - Verplanung von Restkapazitäten
- Lernbegleitung
- Künftig steigende Häufigkeit für Um/Neu-Planungen
 - Matura Nebentermine
 - Prüfungstage

Entitäten und Beziehungen



- Kritischer Punkt: Schüler kann direkt einer Unterrichtseinheit zugewiesen werden

Charakterisierung guter Lösungen

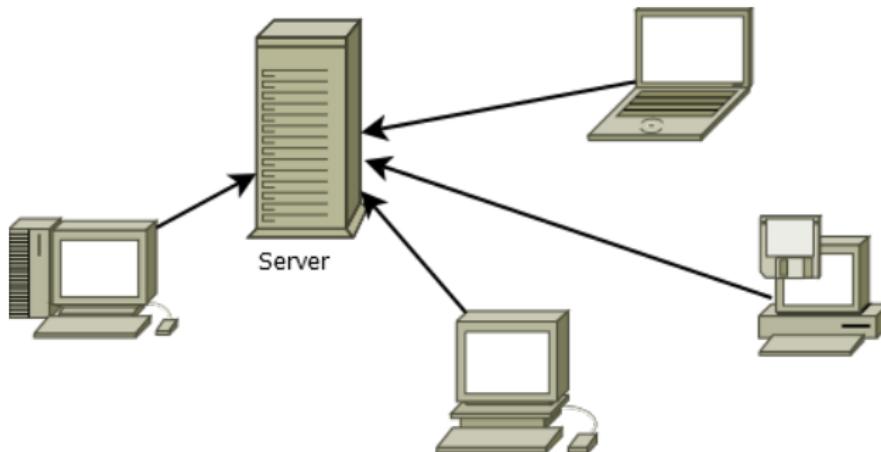
- Möglichst wenige Löcher (Pausen) für Schüler und Lehrer
- Gemeinsame Verplanung von Alternativen (z.B. Vertiefungsgegenstände) um Wechsel zu ermöglichen
- Geeignete Verteilung der Gegenstände (insbesondere Mathematik oder Englisch) über die Woche
- Jedoch: Labor-Unterricht im Block
- Gegenstände sollen nicht an einem Tag gesplittet sein: ABA
- Jede Klasse (bzw. jeder Schüler!) muss Pause in Stunden 5, 6 oder 7 haben

Software: "Scheduler"

- Entwicklung seit 2012
- Weiterentwicklung und Vertrieb durch Destion
- Derzeit Alpha-Stage
- Erste Tests an HTL St. Pölten

Architektur

- Server verwaltet Daten zentral
- Clients arbeiten an Lösung und speichern diese auf Server
- Server: zusätzlich Optimierungsalgorithmen zur Generierung weiterer Lösungen



Scheduler: Klassenansicht

Scheduler - v 3.0 Aug2016

01. Woche 1A

class: 1A

Violations

Name Day Hour Week Notice

- Morning Rule
- Lunch Hour Rule
- Afternoon Rule
- Period Rule
- ABA Rule
- Afternoon Rule
- Hole Rule
- Teachers Set

Rate (Current): 211

Check Current Check All

Magnifier

Klasse	Gruppe	Fach	Lehrer	Raum	Notiz
1 1A	ALL	CH	WATT (19)	RAUM 01	
2 1A	ALL	CH	LUKE (7)	RAUM 01	

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43

- Ansicht einer Klasse, Gegenstand "CH" ausgewählt
- Gleichlautende Fächer werden gelb markiert
- Mögliche Stundenzuweisungen sind grün hinterlegt

Scheduler: Lehreransicht

The screenshot shows the Scheduler software interface with the following highlights:

- Auswahl: Klasse** (Selection: Class) points to the top-left dropdown for selecting a class.
- Auswahl: Lehrer** (Selection: Teacher) points to the top-middle dropdown for selecting a teacher.
- Auswahl: Gruppe** (Selection: Group) points to the bottom-left dropdown for selecting a group.
- Auswahl eines Klassenlehrers** (Selection of a class teacher) points to the bottom-left dropdown for selecting a class teacher.
- Auswahl: Raum** (Selection: Room) points to the top-middle dropdown for selecting a room.
- Stundenplan der gewählten Klasse** (Schedule of the selected class) points to the top-right schedule grid.
- Stundenplan des Lehrers des gewählten Faches** (Schedule of the teacher of the selected subject) points to the bottom-right schedule grid.

Bottom Panel:

Klasse	Gruppe	Fach	Lehrer	Raum	Notiz
1 1A	ALL	CH	MATT (19)	RAUM 01 .	
2 1A	ALL	CH	LUKE (7)	RAUM 01 .	

Timeline:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43

- Freie Tage/Stunden angezeigt

Scheduler: Regelverletzungen

The screenshot shows the Scheduler software interface with several annotations:

- Top Left:** A red arrow points to the left pane where a student profile (LÜ[KARL]) is displayed.
- Top Center:** A red box highlights a cell in the schedule grid (Row 2, Column 3) with the text: "Stunden können für weitere Bearbeitung gesperrt werden".
- Top Right:** A red arrow points to the "Violations" tab in the top navigation bar, with the text: "Aufklappen des Regel-Fensters (rechts)".
- Middle Left:** A red box highlights a cell in the schedule grid (Row 4, Column 2) with the text: "Auflistung der noch nicht verplanten Stunden".
- Middle Right:** A red box highlights a cell in the schedule grid (Row 4, Column 4) with the text: "verletzte Regeln werden dargestellt".
- Bottom Left:** A red box highlights the "Notiz" (Notes) section of the summary table.
- Bottom Right:** A red box highlights the "Rate (Current): 211" and "1A" status in the bottom right corner of the interface.

Schedule Grid (Top):

	2	3	4	6
		PHYS FORD RAUM 02	PHYS FORD RAUM 02	
Mi	E KARL RAUM 02	CH WATT RAUM 01	CH WATT RAUM 30	
Do	FORD RAUM 11	FORD RAUM 11	FORD RAUM 11	INF BOOL RAUM 07
Fr	D MANN RAUM 05	D MANN RAUM 05	PHYS OTTO RAUM 08	HW WATT RAUM 15
	M GAUB RAUM 14	M GAUB RAUM 14	MUS PIAF RAUM 20	HW WATT RAUM 15
				ETH OLGA RAUM 01

Schedule Grid (Bottom):

	2	3	4	6
	CH B M 27	HW 1B RAUM 26	HW 1B RAUM 26	
Mi	PROJ 1A RAUM 12	PROJ 1A RAUM 12	CH JA RAUM 30	4B RAUM 23
Do	HW 1B RAUM 32	PHYS 2B RAUM 07	PHYS 4A RAUM 06	HW 1A RAUM 15
Fr				HW 1A RAUM 15

Violations Tab (Right):

Name	Day	Hour	Week	Notice
Morning Rule				
Lunch Hour Rule				
Weekend Rule				
Pot Rule				
ABA Rule				
Afternoon Rule				
Hole Rule				
Teachers Set				

Summary Table (Bottom Left):

Klasse	Gruppe	Fach	Lehrer	Raum	Notiz
1 1A	ALL	CH	WATT (19)	RAUM 01 .	
2 1A	ALL	CH	LUKE (7)	RAUM 01 .	

Bottom Right:

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

- Verletzte Regeln aus Sicht der Klasse und des Lehrers
- Bewertung und Regeln für gesamte Planung

Scheduler: Gruppen/Wochen

The screenshot shows the Scheduler software interface with the following components:

- Top Bar:** Scheduler - v 3.0 Aug2016, 01. Woche, 1A, various icons, Level 9, and an Antwort: field.
- Left Panel:** Shows 'class: 1A' and 'LÜ[KARL] LÜ[KARL]'.
- Top Grid:** A weekly schedule for Class 1A. The columns are labeled 1 through 6. The rows are labeled Mo (Monday) through Fr (Friday). The schedule shows various subjects and room assignments for different groups (e.g., E, F, G, H, I).
- Right Grid:** A weekly schedule for Chemistry (WATT). The columns are labeled 1 through 6. The rows are labeled Mo (Monday) through Fr (Friday). The schedule shows alternating groups (e.g., CH RAUM 27, CH RAUM 27, HW RAUM 26, HW RAUM 26, etc.).
- Violations:** A list of violations on the right side, including Morning Rule, Lunch Hour Rule, Weekend Rule, Pot Rule, ABA Rule, Afternoon Rule, Hole Rule, and Teachers Set.
- Bottom Grid:** A list of scheduled groups with their assigned teacher and room. It also shows a weekly rhythm chart with colored bars representing the schedule.
- Annotations:**
 - A red callout box points to the Chemistry schedule with the text: "2 Gruppen in Chemie, unterrichtet von Watt und Luke".
 - A red callout box points to the violations list with the text: "wöchentlich alternierende Gruppen".

- Links: den Gruppen zugewiesene Lehrer
- Rechts: Wochenrhythmus

Zusammenfassung

Features:

- Möglichkeit Verbesserungspotential in Stundenplänen zu erkennen
- Änderungen einfach durchzuführen
- Kooperative Planung (Client – Server)
- Schülergruppen können klassenübergreifend(!) verplant werden
- Individueller Stundenplan pro Schüler ersichtlich
- Mögliche Zuweisungen zu angeklicktem Slot (bei Klasse) anzeigen (egal ob Slot schon gefüllt, oder nicht)
 - Zeige alle verfügbaren Lehrer
- Statistische Auswertung pro Lehrer, Klasse, Gruppe und Schüler!
- Simultane Multi-User Planung (unterstützt durch Algorithmen)

Nächste Schritte

- Vor-Ort Demo (SchILF Seminar?)
- Inputs, Ideen...!?

Danke für die Aufmerksamkeit!