

Die Einteilung von Studierenden in Gruppen unter Berücksichtigung von weichen Faktoren und Terminverfügbarkeit

Bachelorarbeit

Robin Dasen
Täuffelen
20-121-570
Birkenweg 1a
2563 Ipsach

Benjamin Oehrli
Matten b. Interlaken
20-119-731
Oberdorfstrasse 11
2572 Mörigen

eingereicht bei:
Prof. Dr. Norbert Trautmann
Universität Bern
Departement Betriebswirtschaftslehre
OP Quantitative Methoden

Betreuende Assistentin:
Dr. Tamara Bigler

24. Mai 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Entscheidungssituation: Einteilung von Studierenden in Gruppen	3
3	Literaturanalyse	5
3.1	Gruppeneinteilung unter Berücksichtigung von weichen Faktoren	5
3.2	Gruppeneinteilung ohne Berücksichtigung von weichen Faktoren	6
4	Ein gemischt-ganzzahliges lineares Programm	9
4.1	Notation	9
4.2	Modellformulierung	11
4.3	Optimierung Diversität der Hauptfächer pro Gruppe (Dasen)	13
4.4	Minimierung Notenbandbreite pro Gruppe (Oehrli)	13
5	Illustratives Beispiel:	
	Optimierung Diversität der Hauptfächer pro Gruppe (Dasen)	14
5.1	Daten	14
5.2	Ergebnisse	15
6	Illustratives Beispiel:	
	Minimierung Notenbandbreite pro Gruppe (Oehrli)	18
6.1	Daten	18
6.2	Ergebnisse	19
7	Zusammenfassung und Ausblick	21
	Literaturverzeichnis	22

1. Einleitung

Die Eigenschaften von Studierenden innerhalb einer Gruppe beeinflussen die Zusammenarbeit massgeblich. Eine hohe Diversität an Hauptfächern innerhalb der Gruppen kann dazu führen, dass alle Teams ungefähr über das gleiche Wissen verfügen (Cutshall et al. 2007). Weiter kann beispielsweise eine geringe Notendifferenz zwischen den Studierenden innerhalb einer Gruppe dazu führen, dass Studierende mit derselben Lernmotivation zusammenarbeiten (Courtright et al. 2017).

Im Paper von Bowers et al. (2022) ist eine optimale Einteilung von Studierenden in Gruppen gesucht, mit der die Diversität der Hauptfächer innerhalb der Gruppen von Studierenden maximiert, und die Notendifferenz zwischen den Studierenden innerhalb der Gruppen minimiert werden kann. Die Studierenden sollen aufgrund ihrer Charakteristiken und Eigenschaften in effiziente Gruppen eingeteilt werden. Bei der Gruppenbildung werden die Gruppengrösse, das Minderheitsgeschlecht, verschiedene Ethnien, die Diversität der Hauptfächer und die Ähnlichkeit der Noten innerhalb der Gruppen berücksichtigt. Zusätzlich soll es in jeder Gruppe Studierende geben, die über Führungskompetenzen und Sozialkompetenzen verfügen. Damit sich die gesamte Gruppe auch zu einem Meeting treffen kann, wird sichergestellt, dass die Studierenden in einem bestimmten Team eine Mindestanzahl an gemeinsamen verfügbaren Zeitfenstern teilen.

Wir entwickeln zwei illustrative Beispiele auf Basis von fiktiven Daten für das Optimierungsproblem. Im ersten Beispiel beschränken wir die Notendifferenz zwischen den Studierenden und maximieren die Diversität der Hauptfächer der Studierenden innerhalb der Gruppen. Im zweiten Beispiel beschränken wir die erlaubte Abweichung von der Zielzusammensetzung der Hauptfächer und minimieren die Notendifferenz zwischen den Studierenden innerhalb der Gruppen. Durch mehrfache Optimierung und Variation der Beschränkung erhalten wir mehrere pareto-effiziente Lösungen. Pareto-effizient bedeutet, dass es einen Kompromiss zwischen zwei Zielen gibt, sodass keine bessere Lösung hinsichtlich des einen Ziels erreicht werden kann, ohne die Lösung des anderen Ziels zu verschlechtern. Unsere Anwendungsbeispiele zeigen bei zufällig gewählten Daten beide die Tendenz, dass die Maximierung der Diversität der Hauptfächer und die Minimierung der Notendifferenz zwischen den Studierenden zwei voneinander abhängige konkurrierende Ziele sind. Die Abhängigkeiten haben wir in den Abschnitten 5.2 und 6.2 graphisch dargestellt.

Unsere Arbeit ist wie folgt aufgebaut. In Kapitel 2 erklären wir die Entscheidungssituation und definieren unsere Ziele. In Kapitel 3 vergleichen wir den Artikel von Bowers et al. (2022), der weiche Faktoren und die zeitliche Verfügbarkeit der Studierenden bei

der Gruppeneinteilung berücksichtigt, mit Artikeln, die keine weichen Faktoren berücksichtigen. In Kapitel 4 zeigen wir die Notation und Modellformulierung auf und erläutern die Methoden und Vorgehensweisen. In Kapitel 5 zeigen wir anhand eines illustrativen Beispiels die wichtigsten Ergebnisse bei der Maximierung der Diversität der Hauptfächer in den Gruppen auf. In Kapitel 6 erläutern wir das illustrative Beispiel zur Minimierung der Notendifferenz zwischen den Studierenden. In Kapitel 7 fassen wir unsere Resultate zusammen und beurteilen, was in Zukunft noch zu berücksichtigen oder spannend zu untersuchen wäre.

2. Entscheidungssituation: Einteilung von Studierenden in Gruppen

Als Grundlage für die illustrativen Beispiele in den Kapiteln 5 und 6 erklären wir in diesem Kapitel die Entscheidungssituation aus Bowers et al. (2022).

Im Optimierungsproblem ist eine gewisse Anzahl an Studierenden gegeben, die unterschiedliche Charakteristiken haben. Bei allen Studierenden wird das Geschlecht und die Ethnie ermittelt. Damit lässt sich feststellen, welche Studierenden dem Minderheitsgeschlecht angehören und wie viele Ethnien es gibt. Es gilt, dass keine Person mehrerer Geschlechter oder Ethnien angehören darf. Entscheidend für die Einteilung der Studierenden sind ausserdem die besuchten Hauptfächer und die erzielten Noten der Studierenden. Die Notenbandbreite entspricht der GPA-Skala und reicht von der schlechtesten Note 0 bis zur besten Note 4. Die Studierenden können alle nur ein Hauptfach besuchen. Weiter wird beurteilt, ob die Studierenden Führungskompetenzen und Sozialkompetenzen besitzen. Je nachdem, ob sie keine, eine oder beide der Kompetenzen aufweisen, wird dies entsprechend in ihren Charakteristiken vermerkt. Bei allen Studierenden ist zudem individuell angegeben, in welchen Zeitfenstern sie an einem Teammeeting teilnehmen können.

In diesem Paper ist eine Einteilung der Studierenden in Gruppen gesucht. Die Gruppeneinteilung soll veranschaulichen, aufgrund welcher Charakteristiken die Studierenden zusammen eingeteilt wurden oder weshalb nicht. Die Gruppenbildung soll ausserdem Hinweise auf Abhängigkeiten zwischen den Persönlichkeitseigenschaften der Studierenden geben und aufzeigen, welche Kriterien die Einteilung dominieren.

Das Ziel ist, die Studierenden auf Basis ihrer Charakteristiken so in Gruppen einzuteilen, dass die Diversität der Hauptfächer innerhalb der Gruppen maximiert und gleichzeitig die Notendifferenz zwischen den Studierenden in den Gruppen minimiert werden. Dies wird erreicht, indem möglichst viele Studierende mit unterschiedlichen Hauptfächer zusammen eingeteilt werden und gleichzeitig Studierende mit ähnlichen Noten eine Gruppe bilden.

Bei der Optimierung der Gruppeneinteilung gilt es zu beachten, dass jede studierende Person nur in eine Gruppe eingeteilt werden kann. Zudem sollen alle Gruppen ungefähr gleich gross sein und sich höchstens um eine Person unterscheiden, falls sich die Anzahl Studierenden nicht durch die Anzahl Gruppen ganzzahlig teilen lässt. Weiter wird bei der Gruppenbildung sichergestellt, dass es in keinem Team nur eine Person gibt, die dem Minderheitsgeschlecht angehört. Weiter darf keine Ethnie nur durch eine Person in einer Gruppe vertreten sein. Eine weitere Voraussetzung bei der Gruppenbildung ist, dass für alle Studierenden einer Gruppe eine spezifisch festgelegte Anzahl an gemeinsamen

Zeitfenstern vorhanden sind, an denen sie an einem Teammeeting teilnehmen können. Im Optimierungsproblem werden weiche Faktoren berücksichtigt. In jeder Gruppe muss mindestens eine Person mit Führungskompetenzen und mindestens eine Person mit Sozialkompetenzen vorhanden sein.

3. Literaturanalyse

Im folgenden Kapitel ordnen wir das Paper von Bowers et al. (2022) in die bestehende Literatur ein. In Abschnitt 3.1 analysieren wir Paper, welche bei der Gruppeneinteilung weiche Faktoren berücksichtigen. In Abschnitt 3.2 analysieren wir Paper, welche bei der Gruppeneinteilung keine weiche Faktoren berücksichtigen.

3.1 Gruppeneinteilung unter Berücksichtigung von weichen Faktoren

In diesem Absatz beziehen wir uns auf den Artikel von Bowers et al. (2022). Darin werden die Studierenden aufgrund von harten Faktoren wie Geschlecht, Ethnie, Hauptfach und erzielte Note in Gruppen eingeteilt. Diese Ausgangslage stellt ein gemischt-ganzzahliges lineares Optimierungsproblem dar, welches die Autoren mit einem von ihnen entwickelten mathematischen Modell lösen. Dabei werden weiche Faktoren wie Führungskompetenzen und Sozialkompetenzen berücksichtigt. Obwohl die Wichtigkeit von solchen Fähigkeiten zum Teamerfolg weitgehend anerkannt ist (Goleman 2018), werden Führungs- und Sozialkompetenzen bei der Gruppenbildung in den meisten Studien nicht berücksichtigt. Dies liegt daran, dass solche weiche Faktoren schwer zu messen oder zu quantifizieren sind (Bowers et al. 2022). Dadurch lässt sich auch kaum ein Kriterium für die Gruppenbildung formulieren. Das Berücksichtigen der genannten weichen Faktoren hilft, eine positive Teamdynamik zu fördern. Bei Bowers et al. (2022) werden die Führungs- und Sozialkompetenzen mithilfe der Text-Analyse ermittelt. Diese Vorgehensweise ist in der betrieblichen Forschung bisher einzigartig. Zur Erstellung von Bewertungskriterien für Führungsqualitäten und zwischenmenschliche Fähigkeiten haben sie zunächst zwei feste Wörterbücher erstellt: Eines mit Phrasen und Schlüsselwörtern für Führungsqualitäten und eines mit Phrasen und Schlüsselwörtern, die allgemeine zwischenmenschliche Fähigkeiten beschreiben. Diese Kriterien werden von erfahrenen Experten vorgegeben. Anschliessend werden die Studierenden gebeten, eine einminütige persönliche Präsentation zu verfassen, in welcher sie ihren Wunschjob nach dem Abschluss, ihre bisherige Arbeits- und Führungserfahrung, ihre Stärken und relevanten Fähigkeiten angeben. Die Texte werden daraufhin mit den entwickelten Wörterbüchern verglichen. Die Anzahl der Phrasen und Schlüsselwörter aus den Wörterbüchern, die in den Beiträgen der Studierenden auftauchen, werden direkt in eine Punktzahl umgerechnet. Diese gibt an, wie hoch die Führungsqualitäten und Sozialkompetenzen der Studierenden sind. Alle Stu-

dierenden mit einer Punktzahl ab dem dritten Quartil gelten als kompetent. Dasselbe gilt für die Beurteilung der Sozialkompetenz. Damit nun die Führungskompetenzen und Sozialkompetenzen im Modell berücksichtigt werden, hat das Autorenteam einerseits die Nebenbedingung formuliert, dass in jeder Gruppe mindestens eine Person vorhanden sein soll, die über Führungskompetenzen verfügt. Andererseits haben sie die Nebenbedingung implementiert, dass auch in jeder Gruppe eine Person mit Sozialkompetenzen vorhanden sein soll. Dabei kann auch eine Person alleine beide Nebenbedingungen erfüllen. Nebst der Berücksichtigung dieser weichen Faktoren wird auch die zeitliche Verfügbarkeit der Studierenden beachtet. Die Studierenden werden gebeten, ihre Wochenpläne anzugeben. Dadurch können sie die Nebenbedingung aufstellen, dass alle Studierende einer Gruppe eine gewisse Anzahl an Zeitfenstern teilen, in denen sie an einem Meeting teilnehmen können. Diese Voraussetzung sorgt dafür, dass die typischen Probleme der Zeitplanung für Studierende mit unterschiedlichen Studienfächern beseitigt werden.

Im Artikel von Coates et al. (2007) werden Ingenieure aufgrund ihrer Kompetenzen in Projektgruppen eingeteilt. Dabei werden die Kompetenzen der Ingenieure identifiziert und quantifiziert. Bei diesem Ansatz formt ein genetischer Algorithmus die Gruppen so, dass die verschiedenen, zuvor festgelegten Kompetenzen und Fertigkeiten der Ingenieure am besten für das zugewiesene Projekt genutzt werden können. Weiter können mit dem Ansatz Ungleichgewichte und Defizite bei den Fähigkeiten innerhalb der Gruppen ermittelt werden. Daraus entwickeln die Autoren eine geeignete Strategie, welche die Ungleichgewichte und Defizite beheben kann. Durch die Anwendung des Ansatzes auf eine Fallstudie konnten die Projektdauer und die Arbeitskosten reduziert werden, indem die Kompetenzen angemessen modelliert wurden und das Ungleichgewicht innerhalb der Gruppe durch die Veränderung der Zusammensetzung der Ingenieure beseitigt wurde. Die Autoren weisen darauf hin, dass ihr Ansatz allgemein ist und deswegen erweitert werden kann, um weiche Faktoren wie zwischenmenschliche Kompetenzen zu berücksichtigen. So bleibt der Ansatz von Bowers et al. (2022) der einzige, welcher ein Verfahren zur Ermittlung und Berücksichtigung von weichen Faktoren bei der Einteilung von Personen in Gruppen berücksichtigt.

3.2 Gruppeneinteilung ohne Berücksichtigung von weichen Faktoren

Der Artikel von Layton et al. (2010) untersucht die Zuteilung von Studierenden in Gruppen aufgrund verschiedener vom Instruktor gewählten Kriterien. Die Kontrolle dieser Kriterien bei der Zuweisung von Studierenden zu Teams soll zu besseren Lernerfahrungen der Studierenden führen. In diesem Beitrag wird die Entwicklung und die Validierung eines webbasierten Softwaretools mit dem Namen Team-Maker beschrieben. Dieses Softwaretool soll dazu beitragen, den Zeitaufwand der Studierendeneinteilung bei grösseren Datenmengen und Kriterien zu reduzieren. Das Tool befragt die Studierenden nach den Kriterien, die der Instruktor verwenden möchte und verwendet eine Max-Min-Heuristik, um die Studierenden aufgrund ihrer gegebenen Antworten in Teams einzuteilen. Die Au-

toren des Papers validieren das Softwaretool, indem sie die von der Software generierten Teamzuweisungen mit Zuweisungen verglichen, die von erfahrenen Lehrkräften unter Verwendung derselben Kriterien vorgenommen wurden. Die Validierung zeigte, dass das Softwaretool bei der Erfüllung der Kriterien durchaus besser abschnitt. Die Autoren geben an, dass die Software auch für weitere Forschung über Teams genutzt werden kann. Jedoch wird auch hier nicht erwähnt, wie weiche Faktoren gemessen und bei der Gruppenbildung berücksichtigt werden können.

Der Artikel von Oakley et al. (2004) dient als Leitfaden für die effektive Gestaltung und Verwaltung von Teamaufgaben in einem College-Klassenzimmer. Dabei steht den Studierenden nur wenig Unterrichtszeit zur Vermittlung ihrer Teamfähigkeiten zur Verfügung. Die im Artikel enthaltenen Themen beinhalten auch die Bildung von Teams und die Unterstützung bei der Bildung effizienter Teams. Bei der Zuweisung der Studierenden in Teams schlagen sie vor, drei- bis vierköpfige Teams für die meisten Aufgaben zu bilden. Weiter soll bei der Gruppeneinteilung berücksichtigt werden, dass die Mitglieder eines Teams unterschiedliche Fähigkeiten aufweisen und sich ausserhalb des Unterrichts in gemeinsamen Zeitfenstern treffen können. Dazu soll vermieden werden, dass Studierende aus Minderheiten in Teams isoliert sind. Dieser Artikel dient nur als Leitfaden, was bei der Gruppenbildung berücksichtigt werden soll und präsentiert keine Methode, die Gruppen automatisiert oder analytisch zu bilden. Wie im Artikel von Bowers et al. (2022) erachtet auch dieser Artikel die Berücksichtigung der zeitlichen Verfügbarkeit der Studierenden und die Minderheiten bei der Einteilung der Studierenden in Teams für wichtig. Jedoch werden in diesem Artikel keine Hinweise auf die Berücksichtigung von weichen Faktoren erwähnt.

Im Artikel von Cutshall et al. (2007) wurden Studierende an der Indiana Universität für Fallstudien Teams zugewiesen. Die Autoren des Papers haben eine computergestützte Methode entwickelt und implementiert, die auf der ganzzahligen Programmierung basiert und die Bildung von Teams ermöglicht. Diese Methode sorgt für Gleichheit in der akademischen Leistung der Teammitglieder. Zudem sorgt sie für funktionale Diversität in den Teams und für eine Ausgeglichenheit der demografischen Hintergründe bei den Teammitgliedern. Die Studierenden empfanden das System als fairer im Vergleich zu vorherigen Methoden und die Teams arbeiten besser zusammen. Beschwerden über andere Teammitglieder sind weniger häufig und sowohl Studierende als auch Dozenten berichten von verbesserten Erfahrungen. Eine Berücksichtigung der weichen Faktoren bei der Einteilung der Studierenden wird jedoch auch in diesem Paper nicht erwähnt. Die Kelley School of Business an der Indiana Universität übernahm diese Methode der ganzzahligen Programmierung.

Der Artikel von Maass et al. (2015) beinhaltet eine neuartige Methode zur Gruppenzuweisung von Studierenden, welche darauf abzielt, die Diversität innerhalb jeder Gruppe zu maximieren. Wie im Paper von Bowers et al. (2022) sollen auch hier möglichst Studierende mit unterschiedlichen Persönlichkeitseigenschaften und Erfahrungen zusammen in eine Gruppe eingeteilt werden. Die Autoren des Papers vergleichen ihre Lösung mit einem bekannten Modell, dem linearisierten MDGP-Ansatz. Bei diesem Ansatz wird die Diversität innerhalb der Gruppen maximiert, indem der Gesamtwert der paarweisen Di-

versität, wenn zwei Studierende in dieselbe Gruppe eingeteilt werden, maximiert wird. Die neue Methode, welche die Autoren dieses Papers formuliert haben, minimiert ähnliche Merkmale der Studierenden innerhalb einer Gruppe, indem sie die Abweichungen von der angestrebten Anzahl von Studierenden mit jedem Attribut innerhalb jeder Gruppe bestraft. Die Autoren des Papers wenden das Modell für die Zuweisung von Studierenden an der Universität Michigan an. Aber auch bei dieser Zuweisung wurden keine weichen Faktoren oder die Terminverfügbarkeit der Studierenden berücksichtigt.

Im Artikel von Reeves und Hickman (1992) wird ein Ansatz mit mehreren Kriterien vorgestellt, womit Master-Studierende in Projektgruppen einer Feldstudie eingeteilt werden können. Bei der Zuteilung sollen die Präferenzen der Studierenden erfüllt werden und gleichzeitig eine gewisse Kontrolle über die Qualität und die Zusammensetzung der Teams behalten werden. Dazu wird im Modell einerseits die Einhaltung der Präferenzen bei der Zuteilung maximiert und andererseits die Abweichung von der gewünschten Qualität minimiert. Die Autoren haben ein System zur Entscheidungsunterstützung entwickelt und implementiert, um den Prozess der schnellen Teambildung zu automatisieren. Anhand dieser vorläufigen Zuweisungen können die Autoren mit minimalem Zeit- und Arbeitsaufwand die Kompromisse zwischen den Präferenzen und der Qualität bei der endgültigen Zuweisung untersuchen. Auch bei diesem Paper werden weiche Faktoren nicht berücksichtigt.

4. Ein gemischt-ganzzahliges lineares Programm

In diesem Kapitel stellen wir das Modell von Bowers et al. (2022) vor. Wir beschreiben zunächst die Notation in Abschnitt 4.1 und danach das Modell in Abschnitt 4.2. Ausserdem zeigen wir eine Möglichkeit auf, wie die Problematik einer zweiteiligen Zielfunktion gelöst werden kann. In Abschnitt 4.3 erklären wir den Lösungsansatz zur Optimierung der Diversität der Hauptfächer pro Gruppe. In Abschnitt 4.4 erklären wir, wie wir die Notenbandbreite pro Gruppe minimiert haben.

4.1 Notation

Die Tabelle 4.1 beschreibt alle im Modell verwendeten Mengen, Parameter und Variablen.

Mengen	Bedeutung
I	Menge aller Studierenden, indiziert durch i
G	Menge aller Gruppen, indiziert durch g
E	Menge aller Ethnien, indiziert durch e
N	Menge aller Zeitfenster, indiziert durch n
M	Menge aller Hauptfächer, indiziert durch m
R^m	Für ein bestimmtes Hauptfach $m \in M$, die Menge der Paarungen (i, m) , so dass der Student $i \in I$ das Hauptfach m hat
Parameter	
M^j	Eine Zahl, die in der Zielfunktion oder einer Nebenbedingung verwendet wird, $M^j \in \mathbb{R}_{\geq 0}$, $j \in \{1, 2, 3, 4\}$
p^i	GPA von Student, $p^i \in \mathbb{R}_{\geq 0} \cap [0, 4]$, $i \in I$
w	Die Mindestanzahl von Zeitfenstern, in denen alle Mitglieder einer bestimmten Gruppe verfügbar sein müssen, $w \in \mathbb{Z}_{\geq 0}$
f^{max}	Vorgegebener Minimalwert der Führungskompetenz von mindestens einem/r Studierenden pro Gruppe, $f^{max} \in \mathbb{Z}_{\geq 0}$
k^{max}	Vorgegebener Minimalwert der Sozialkompetenz von mindestens einem/r Studierenden pro Gruppe, $k^{max} \in \mathbb{Z}_{\geq 0}$
b^i	$\begin{cases} 1, & \text{wenn Student } i \in I \text{ einer geschlechtlichen Minderheit angehört} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$

a^{ie}	$\begin{cases} 1, & \text{wenn Student } i \in I \text{ der Ethnie } e \in E \text{ angehört} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$
t^{in}	$\begin{cases} 1, & \text{wenn Student } i \in I \text{ im Zeitfenster } n \in N \text{ verfügbar ist} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$
f^i	$\begin{cases} 1, & \text{wenn der Wert der Führungskompetenz von Student } i \in I \geq f^{max} \text{ ist} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$
k^i	$\begin{cases} 1, & \text{wenn der Wert der Sozialkompetenz von Student } i \in I \geq k^{max} \text{ ist} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$
Variablen	
x_{ig}	$\begin{cases} 1, & \text{wenn Student } i \in I \text{ in Gruppe } g \in G \text{ ist} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$
c_g	$\begin{cases} 1, & \text{wenn die Anzahl Studierende, die einer geschlechtlichen} \\ & \text{Minderheit angehören, in der Gruppe } g \in G = 0 \text{ ist} \\ 0, & \text{wenn die Anzahl Studierende, die einer geschlechtlichen} \\ & \text{Minderheit angehören, in der Gruppe } g \in G \geq 2 \text{ ist} \end{cases}$
y_{eg}	$\begin{cases} 1, & \text{wenn die Anzahl Studierende der Ethnie } e \in E \text{ in der Gruppe} \\ & g \in G = 0 \text{ ist} \\ 0, & \text{wenn die Anzahl Studierende der Ethnie } e \in E \text{ in der Gruppe} \\ & g \in G \geq 2 \text{ ist} \end{cases}$
s_{gn}	$\begin{cases} 0, & \text{wenn alle Mitglieder der Gruppe } g \in G \text{ zum Zeitfenster } n \in N \\ & \text{verfügbar sind} \\ 1, & \text{sonst} \end{cases}$
z_{1mg}	$\begin{cases} 1, & \text{wenn die Anzahl Studierende mit Hauptfach } m \text{ in Gruppe } g \text{ unter} \\ & \text{der unteren Schranke ist} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$
z_{2mg}	$\begin{cases} 1, & \text{wenn die Anzahl Studierende mit Hauptfach } m \text{ in Gruppe } g \text{ über} \\ & \text{der oberen Schranke ist} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$
h_g	Höchster GPA in Gruppe $g \in G$, $h_g \in \mathbb{R}_{\geq 0} \cap [0, 4]$
l_g	Niedrigster GPA in Gruppe $g \in G$, $l_g \in \mathbb{R}_{\geq 0} \cap [0, 4]$

Tabelle 4.1: Notation

4.2 Modellformulierung

In diesem Abschnitt stellen wir das Modell von Bowers et al. (2022) vor.

$$\text{Min. } \sum_{g \in G} \left[(h_g - l_g) + M^1 \sum_{m \in M} (z_{1_{mg}} + z_{2_{mg}}) \right] \quad (1)$$

$$\text{u.d.N. } \sum_{g \in G} x_{ig} = 1 \quad (\forall i \in I) \quad (2)$$

$$\lfloor |I|/|G| \rfloor \leq \sum_{i \in I} x_{ig} \leq \lceil |I|/|G| \rceil \quad (\forall g \in G) \quad (3)$$

$$\lfloor |R^m|/|G| \rfloor - z_{1_{mg}} \leq \sum_{i|(i,m) \in R^m} x_{ig} \leq \lceil |R^m|/|G| \rceil + z_{2_{mg}} \quad (\forall m \in M, \forall g \in G) \quad (4)$$

$$2 - \sum_{i \in I} b^i x_{ig} \leq M^2 c_g \quad (\forall g \in G) \quad (5.1)$$

$$\sum_{i \in I} b^i x_{ig} \leq M^2 (1 - c_g) \quad (\forall g \in G) \quad (5.2)$$

$$2 - \sum_{i \in I} a^{ie} x_{ig} \leq M^2 y_{eg} \quad (\forall g \in G, e \in E) \quad (6.1)$$

$$\sum_{i \in I} a^{ie} x_{ig} \leq M^2 (1 - y_{eg}) \quad (\forall g \in G, e \in E) \quad (6.2)$$

$$p^i x_{ig} \leq h_g \quad (\forall i \in I, g \in G) \quad (7.1)$$

$$p^i + M^3 (1 - x_{ig}) \geq l_g \quad (\forall i \in I, g \in G) \quad (7.2)$$

$$\sum_{i \in I} f^i x_{ig} \geq 1 \quad (\forall g \in G) \quad (8)$$

$$\sum_{i \in I} k^i x_{ig} \geq 1 \quad (\forall g \in G) \quad (9)$$

$$s_{gn} \leq \sum_{i \in I} (1 - t^{in}) x_{ig} \leq M^4 s_{gn} \quad (\forall g \in G, n \in N) \quad (10.1)$$

$$\sum_{n \in N} s_{gn} \leq |N| - w \quad (\forall g \in G) \quad (10.2)$$

Bei der Gruppeneinteilung sollen die Studierenden einer Gruppe einerseits möglichst gleiche GPAs und andererseits unterschiedliche Hauptfächer haben. In der Zielfunktion (1) werden diese beiden Ziele zusammengefasst. Um ähnliche GPAs in jeder Gruppe zu erreichen, wird die Differenz zwischen dem höchsten GPA-Wert der Studierenden einer Gruppe und dem tiefsten GPA-Wert der Gruppe minimiert. Die Summe von $z_{1_{mg}}$ und $z_{2_{mg}}$ wird minimiert, damit die Anzahl Studierenden mit Hauptfach m in Gruppe g , die sich nicht in den gewünschten Schranken befinden, so klein wie möglich ist. Dadurch wird die Diversität innerhalb jeder Gruppe maximiert. Mit M^1 wird eine Ge-

wichtung der beiden Ziele ermöglicht. Im Folgenden beschreiben wir die Nebenbedingungen, welche den zulässigen Bereich beschreiben. In den Nebenbedingungen (2) wird sichergestellt, dass die Studierenden jeweils nur einer Gruppe zugeteilt werden können. Die Nebenbedingungen (3) sorgen dafür, dass die Gruppen ungefähr gleich gross sind und sich höchstens um eine Person unterscheiden, falls sich die Anzahl Studierenden nicht durch die Anzahl Gruppen ganzzahlig teilen lässt. Die Nebenbedingungen (4) besagen, dass die Anzahl Hauptfächer pro Gruppe für alle Gruppen etwa gleich sein soll. Die Nebenbedingungen (5.1) und (5.2) stellen sicher, dass die Studierenden, welche der geschlechtlichen Minderheit angehören, nicht die einzigen ihres Geschlechts in einer Gruppe sind. Mit den Nebenbedingungen (6.1) und (6.2) wird das Gleiche für die Ethnien erreicht. Eine angemessene Wahl für M^2 ist die Menge aller Studierenden geteilt durch die Menge aller Gruppen. Die Nebenbedingungen (7.1) stellen sicher, dass die GPAs der Studierenden der Gruppe g den höchsten GPA der Gruppe g nicht überschreiten. Das Gleiche wird bei den Nebenbedingungen (7.2) definiert. Dabei müssen die GPAs der Studierenden der Gruppe g über dem niedrigsten GPA in der Gruppe g sein. M^3 stellt den maximal möglichen Wert dar, welcher der GPA annehmen kann, was dem Wert 4 entspricht. Die weichen Faktoren und die Terminverfügbarkeit werden in den Nebenbedingungen (8), (9), (10.1) und (10.2) definiert. In den Nebenbedingungen (8) und (9) wird sichergestellt, dass jeder Gruppe mindestens eine Person mit genügend hoher Führungskompetenz respektive Sozialkompetenz zugeteilt wird. Wie hoch dieser Wert sein muss, wird im Voraus definiert. Die letzten beiden Nebenbedingungen (10.1) und (10.2) legen fest, dass Studierende in der gleichen Gruppe mindestens w gemeinsame Zeitfenster haben müssen, in welchen alle Gruppenmitglieder verfügbar sind. M^4 steht dabei für die Menge aller Zeitfenster. Eine Möglichkeit dieses Modell mit einer zweiteiligen Zielfunktion zu lösen ist, einen Teil der Zielfunktion zu optimieren und den anderen Teil als Nebenbedingung zu beschränken. In den folgenden zwei Unterkapiteln zeigen wir diese Vorgehensweise auf.

4.3 Optimierung Diversität der Hauptfächer pro Gruppe (Dasen)

In diesem Abschnitt erklären wir den Lösungsansatz zur Optimierung der Diversität der Hauptfächer pro Gruppe.

$$\text{Min. } \sum_{m \in M} \sum_{g \in G} (z_{1_{mg}} + z_{2_{mg}}) \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \text{u.d.N. } \sum_{g \in G} (h_g - l_g) &\leq \tau \quad (12) \\ (2) - (10.2) \end{aligned}$$

Mit dieser Zielfunktion wird die Diversität der Hauptfächer innerhalb der Gruppen optimiert, indem die Abweichung von der Zielzusammensetzung bezüglich der Hauptfächer minimiert wird. Dazu dürfen die im Modell definierten Schranken weder über- noch unterschritten werden. Dabei wird die Notendifferenz zwischen den Studierenden innerhalb der Gruppen durch die zusätzliche Nebenbedingung (12) beschränkt. Der Parameter τ gibt an, wie gross die Notendifferenz zwischen den Studierenden innerhalb der Gruppen sein darf. Der Wert von τ kann dabei zwischen null und der maximal möglichen Summe aller Notenbandbreiten der Studierendengruppen liegen.

4.4 Minimierung Notenbandbreite pro Gruppe (Oehrli)

In diesem Abschnitt erklären wir, wie wir die Notenbandbreite pro Gruppe minimiert haben.

$$\text{Min. } \sum_{g \in G} (h_g - l_g) \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \text{u.d.N. } \sum_{m \in M} \sum_{g \in G} (z_{1_{mg}} + z_{2_{mg}}) &\leq v \quad (14) \\ (2) - (10.2) \end{aligned}$$

Im Gegensatz zum Kapitel 4.3 dient hier die Zielfunktion (13) der Minimierung der Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten GPA-Wert pro Gruppe. Mittels v wird die Diversität der Hauptfächer in der Nebenbedingung (14) beschränkt. Der Wert von v kann dabei zwischen null und der maximal möglichen Abweichung der Zielzusammensetzung der Hauptfächer liegen.

5. Illustratives Beispiel: Optimierung Diversität der Hauptfächer pro Gruppe (Dasen)

Nachfolgend werden wir das in Abschnitt 4.3 vorgestellte Modell anhand eines illustrativen Beispiels analysieren. In Abschnitt 5.1 stellen wir die gewählten Daten vor. In Abschnitt 5.2 gehen wir auf unsere gewählte Lösung und die Ergebnisse ein.

5.1 Daten

Um den Lösungsansatz aus Kapitel 4.3 illustrativ darstellen zu können, suchten wir einerseits Daten, die genügend realitätsnah, und andererseits so gewählt sind, dass der Open Solver in vernünftiger Zeit ein Optimum finden kann. Wir haben uns schliesslich für folgende Daten entschieden, welche in der Tabelle 5.1 dargestellt sind.

Das illustrative Beispiel beinhaltet zwanzig Studierende, welche in vier Gruppen aufgeteilt werden. Ein Beispiel dieser Grösse kann vom Open Solver in kurzer Zeit zur Optimalität gelöst werden. Im nächsten Schritt überlegten wir uns, wie viele der Studierenden dem Minderheitsgeschlecht angehören sollen. Dabei wollten wir verhindern, dass diese Nebenbedingung die Kombinationsmöglichkeiten zu sehr einschränkt. Deshalb haben wir uns entschieden, nur zwei Studierende dem Minderheitsgeschlecht zuzuteilen. Die Ethnien der Studierenden wurden durch eine Zufallsverteilung mit unterschiedlichen Gewichten bestimmt. Wir berücksichtigen drei Ethnien, da eine höhere Anzahl Ethnien den zulässigen Bereich der Lösungen bei zwanzig Studierenden zu stark einschränken würde. So haben wir uns für die Ethnien Schweizer, Deutsche und Italiener entschieden. Bei der Bestimmung der Hauptfächer haben wir darauf geachtet, dass im Ergebnis die Abweichung von der Zieldiversität nicht immer auf null minimiert werden kann. Deshalb darf es nicht von jedem Hauptfach gleich viele Studierende geben. Wir entschieden uns für die Hauptfächer Betriebswirtschaft, Volkswirtschaft und Sozialwissenschaften. Die Noten der Studierenden bestimmten wir auf den Hundertstel genau, damit genügend Spielraum für die Variation der Beschränkung der Notendifferenz bleibt. Die erreichte Punktzahl bei den Führungskompetenzen und Sozialkompetenzen wurden zufällig auf die Studierenden verteilt. Alle Studierende mit einer Punktzahl ab dem dritten Quartil gelten als kompetent und sozialkommunikativ. Als verfügbare Zeitfenster wählten wir die Tage von Montag bis Samstag. Die Verfügbarkeiten der Studierenden wurden zufällig auf die sechs Zeitfenster verteilt.

# Studierende	20
# Gruppen	4
# Geschlechtliche Minderheiten	2
Ethnien	
# Schweizer	11
# Deutsche	7
# Italiener	2
Hauptfächer	
# Betriebswirtschaft	9
# Volkswirtschaft	6
# Sozialwissenschaften	5
Weiche Faktoren	
# Führungskompetenz	5
# Sozialkompetenz	5
# Zeitfenster	6
# Mindestanzahl gemeinsamer Zeitfenster	1

Tabelle 5.1: Daten

5.2 Ergebnisse

Das Modell aus Kapitel 4.3 haben wir mit den in Kapitel 5.1 beschriebenen Daten in Microsoft Excel implementiert und mithilfe des Open Solvers die Einteilung der Studierenden in Gruppen optimiert. Bei einer Beschränkung der Notendifferenz zwischen den Studierenden von 5.10 Noten resultiert die in der folgenden Tabelle dargestellte Gruppenbildung:

Student	b^i	Ethnie	Hauptfach	GPA	f^i	k^i	Zeitfenster
Gruppe 1							
2	0	Schweizer	Betriebswirtschaft	2.37	1	0	Freitag
13	0	Deutsch	Betriebswirtschaft	1.66	1	0	Freitag
15	0	Deutsch	Betriebswirtschaft	2.71	0	1	Freitag
17	0	Schweizer	Volkswirtschaft	1.81	0	0	Freitag
20	0	Schweizer	Betriebswirtschaft	2.14	0	0	Freitag
Gruppe 2							
7	1	Schweizer	Betriebswirtschaft	3.49	0	0	Montag/Samstag
9	1	Schweizer	Volkswirtschaft	3.71	0	0	Montag/Samstag
11	0	Schweizer	Volkswirtschaft	2.79	1	1	Montag/Samstag
18	0	Schweizer	Sozialwissenschaften	3.50	0	1	Montag/Samstag
19	0	Schweizer	Sozialwissenschaften	3.20	0	0	Montag/Samstag

Gruppe 3							
1	0	Deutsch	Betriebswirtschaft	3.38	0	0	Mittwoch
4	0	Schweizer	Sozialwissenschaften	3.28	0	1	Mittwoch
8	0	Deutsch	Betriebswirtschaft	2.12	0	0	Mittwoch
12	0	Schweizer	Sozialwissenschaften	1.23	1	0	Mittwoch
14	0	Schweizer	Volkswirtschaft	1.75	0	0	Mittwoch
Gruppe 4							
3	0	Deutsch	Volkswirtschaft	1.99	1	0	Dienstag/Mittwoch
5	0	Deutsch	Volkswirtschaft	2.17	0	0	Dienstag/Mittwoch
6	0	Italiener	Betriebswirtschaft	1.91	0	0	Dienstag/Mittwoch
10	0	Italiener	Betriebswirtschaft	2.37	0	0	Dienstag/Mittwoch
16	0	Deutsch	Sozialwissenschaften	2.86	0	1	Dienstag/Mittwoch

Tabelle 5.2: Eine optimale Lösung des illustrativen Beispiels

Durch diese Gruppenbildung erhielten wir ein Optimum von drei bei der Diversität. Eine Diversität von drei bedeutet, dass dreimal eine der Schranken bezüglich der Zielzusammensetzung der Hauptfächer in den Gruppen über- oder unterschritten wurde. Weiter resultierte daraus eine Notendifferenz zwischen den Studierenden von 5.07. Dies bedeutet, dass die Differenz zwischen der tiefsten und höchsten Note einer Gruppe im Durchschnitt nicht grösser als 1.26 Noten sein darf. Unsere Lösung zeigt deutlich, dass nirgends eine Person des Minderheitsgeschlechtes alleine in einer Gruppe ist. Beide Studierende, die dem Minderheitsgeschlecht angehören, wurden in Gruppe 2 eingeteilt. In unserer Lösung ist zudem zu sehen, dass in Gruppe 1 nicht alle Hauptfächer vertreten sind, wodurch die Diversität der Hauptfächer in dieser Gruppe verkleinert wird. Auch in Gruppe 2 wurde die untere Schranke für das erste Hauptfach unterschritten, da es nur einmal vertreten ist.

Durch stufenweise Minimierung der Beschränkung der Notendifferenz zwischen den Studierenden konnten wir mehrere pareto-effiziente Lösungen ermitteln. Dabei haben wir den Parameter τ stets um einen Zehntel verkleinert und die Zielfunktion unter der neuen Beschränkung erneut minimiert. Wir bemerkten, dass bereits sehr kleine Anpassungen der Notendifferenz um einen Zehntel zu einer Anpassung der Gruppenzusammensetzung oder sogar zu einer Veränderung der Diversität der Hauptfächer in den Gruppen führte. Die Abbildung 5.1 zeigt den Trade-off zwischen der Maximierung der Diversität der Hauptfächer und der Minimierung der Notendifferenz zwischen den Studierenden. Dies sind zwei voneinander abhängige konkurrierende Ziele. Der Trade-off zwischen den beiden Zielen ist wie folgt zu interpretieren: Je stärker die Notendifferenz zwischen den Studierenden beschränkt wird, desto grösser ist die Abweichung der Zielzusammensetzung der Hauptfächer in den Gruppen. Dieser Trade-off erfolgt stufenweise. Die kleinste Abweichung der Zielzusammensetzung der Hauptfächern in den Gruppen wird bei einer Beschränkung der Notendifferenz von 5.98 zwischen den Studierenden erreicht. Daraus resultiert eine Abweichung der Zielzusammensetzung der Hauptfächer von null, da da-

bei keine der Schranken über- oder unterschritten werden. Dieser Wert entspricht der höchsten Diversität der Hauptfächer in den Gruppen. Diese Abbildung stellt den Trade-off zwischen der Beschränkung der Notendifferenz und der Optimierung der Diversität der Hauptfächer dar.

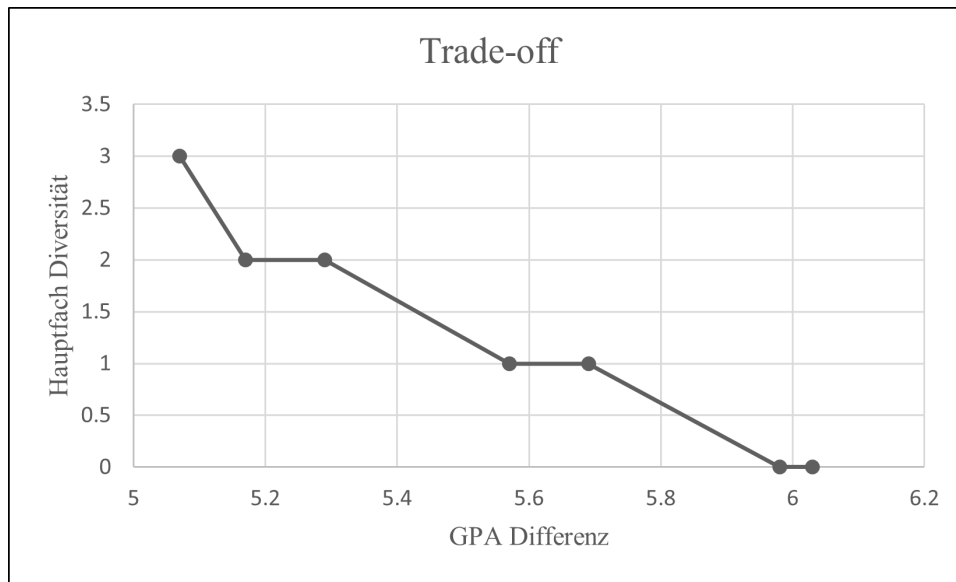


Abbildung 5.1: Trade-off GPA Differenz und Diversität der Hauptfächer

6. Illustratives Beispiel: Minimierung Notenbandbreite pro Gruppe (Oehrli)

In diesem Kapitel erläutern wir das Modell aus Abschnitt 4.2 mit den Spezifizierungen aus Abschnitt 4.4 anhand eines Beispiels. In Abschnitt 6.1 zeigen wir die gewählten Daten auf und in Abschnitt 6.2 ein Optimum, welches sich mit diesen Daten ergeben hat.

6.1 Daten

Um das Beispiel illustrativ zu gestalten, haben wir folgende Daten gewählt. Die Tabelle 6.1 stellt die Anzahl Studierenden pro Merkmal dar. Der jeweilige GPA-Wert und die Werte für die Führungs- und Sozialkompetenzen haben wir zufällig generiert. Wenn der Wert für Führungs- und Sozialkompetenzen grösser als das dritte Quartil ist, gilt die betreffende Person als kompetent.

# Studierende	25
# Gruppen	4
# Geschlechtliche Minderheiten	5
Ethnien	
# Maori	3
# Afroamerikanisch	9
# Asiatisch	13
Hauptfächer	
# Betriebswirtschaft	3
# Volkswirtschaft	10
# Soziologie	12
Weiche Faktoren	
# Führungskompetenz	4
# Sozialkompetenz	4
# Zeitfenster	6
# Mindestanzahl gemeinsamer Zeitfenster	1

Tabelle 6.1: Daten

6.2 Ergebnisse

Wir haben das Modell aus Abschnitt 4.4 in Excel implementiert und mittels des Open Solvers eine optimale Einteilung der Studierenden aus dem Beispiel in Abschnitt 6.1 gefunden. In der folgenden Tabelle 6.2 stellen wir diese optimale Lösung vor.

Student	b^i	Ethnie	Hauptfach	GPA	f^i	k^i	Zeitfenster
Gruppe 1							
5	0	Asiatisch	Betriebswirtschaft	3.35	0	0	Dienstag
6	0	Afroamerikanisch	Soziologie	3.38	0	0	Dienstag
7	0	Afroamerikanisch	Volkswirtschaft	2.00	0	0	Dienstag
9	0	Asiatisch	Soziologie	2.74	0	0	Dienstag
12	0	Asiatisch	Volkswirtschaft	1.78	0	1	Dienstag
16	0	Asiatisch	Volkswirtschaft	2.01	1	0	Dienstag
Gruppe 2							
2	1	Maori	Volkswirtschaft	3.15	1	0	Montag
3	0	Asiatisch	Soziologie	1.55	0	1	Montag
4	1	Maori	Volkswirtschaft	3.98	0	0	Montag
11	0	Asiatisch	Soziologie	1.55	0	0	Montag
14	0	Maori	Volkswirtschaft	3.90	0	0	Montag
17	1	Asiatisch	Soziologie	1.90	0	0	Montag
Gruppe 3							
10	0	Asiatisch	Soziologie	1.20	0	1	Samstag
19	1	Afroamerikanisch	Betriebswirtschaft	1.36	0	0	Samstag
20	0	Afroamerikanisch	Volkswirtschaft	3.06	0	0	Samstag
21	0	Afroamerikanisch	Soziologie	1.57	0	0	Samstag
22	1	Afroamerikanisch	Volkswirtschaft	2.49	1	0	Samstag
25	0	Asiatisch	Soziologie	1.59	0	0	Samstag
Gruppe 4							
1	0	Afroamerikanisch	Soziologie	1.53	1	0	Donnerstag
8	0	Asiatisch	Soziologie	3.33	0	0	Donnerstag
13	0	Afroamerikanisch	Betriebswirtschaft	3.26	0	0	Donnerstag
15	0	Afroamerikanisch	Volkswirtschaft	2.74	0	0	Donnerstag
18	0	Asiatisch	Volkswirtschaft	2.49	0	0	Donnerstag
23	0	Asiatisch	Soziologie	1.32	0	0	Donnerstag
24	0	Afroamerikanisch	Soziologie	2.84	0	1	Donnerstag

Tabelle 6.2: Ergebnisse

Mit diesem Beispiel können wir aufzeigen, dass alle Nebenbedingungen eingehalten werden. Es gibt keine Studierenden, welche einer geschlechtlichen Minderheit angehören, die alleine in einer Gruppe sind. Das Gleiche gilt für die Ethnien. Ausserdem ist in jeder Gruppe mindestens eine Person mit ausreichender Führungs- und eine Person mit ausreichender Sozialkompetenz. Die Gruppe zwei veranschaulicht, wie die Nebenbedingungen eingehalten wurden. Studierende mit der Ethnie Maori gibt es nur drei. Da keine Ethnie alleine in einer Gruppe sein darf, sind diese drei Personen zusammen in einer Gruppe. Ausserdem gehören zwei davon der geschlechtlichen Minderheit an, was dazu führt, dass noch weitere Personen mit diesem Geschlecht in der Gruppe zwei sein können. Diese weitere Person ist asiatisch. Folglich müssen die letzten zwei Studierenden auch dieser Ethnie angehören, damit sie nicht alleine in der Gruppe ist.

Als nächstes untersuchen wir, wie sich die optimale Lösung verändert, wenn der Parameter v schrittweise minimiert wird. Dabei ergeben sich mehrere optimale Lösungen. In der Abbildung 6.1 sind die Punkte, welche sich aus diesem Beispiel ergeben haben, graphisch dargestellt. Die in der Tabelle 6.2 dargestellte Einteilung der Studierenden ist nur ein mögliches Optimum. Bei dieser Lösung ist die Diversität der Hauptfächer so ausgeprägt wie möglich, was dem Wert von 2 entspricht. Das führt dazu, dass die Summe der GPA-Differenzen am grössten ist, was dem Wert von 7.83 entspricht. Je nachdem, wie stark die Nebenbedingung aus Abschnitt 4.4 beschränkt wird, ergeben sich andere Lösungen. Jede dieser Lösungen stellt eine optimale Gruppeneinteilung dar. Welche Einteilung gewählt wird, hängt davon ab, welches der beiden Ziele als wichtiger betrachtet wird. Der dabei entstehende Trade-off besteht darin, dass je stärker die Abweichung der Zielzusammensetzung von den Hauptfächer beschränkt ist, desto höher ist die Notendifferenz zwischen den Studierenden.

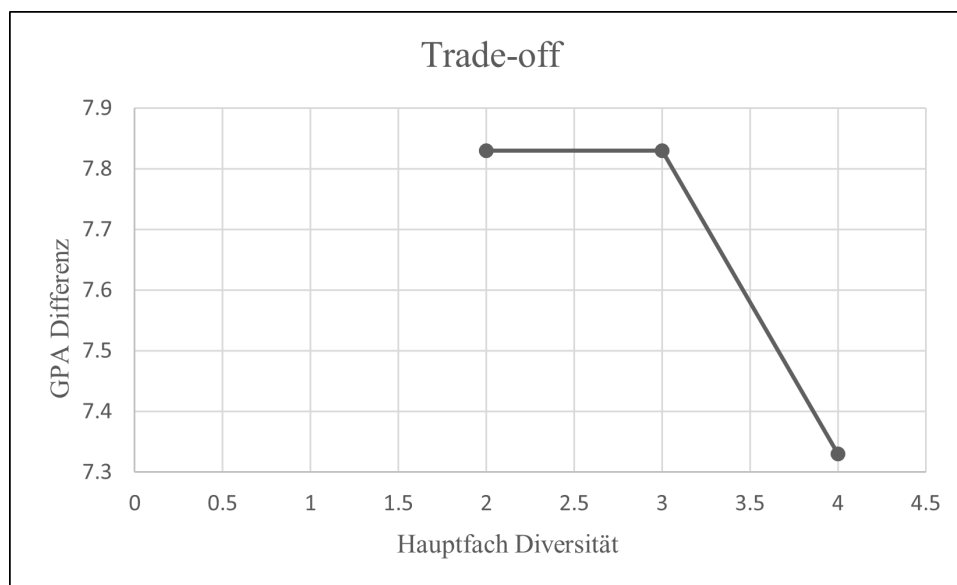


Abbildung 6.1: Trade-off GPA Differenz und Diversität der Hauptfächer

7. Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit haben wir das gemischt-ganzzahlige lineare Optimierungsproblem aus dem Paper von Bowers et al. (2022) analysiert. Dabei sind Studierende mit unterschiedlichen Charakteristiken gegeben. Das Ziel des Modells ist, eine optimale Einteilung von Studierenden in Gruppen unter Berücksichtigung von weichen Faktoren und Terminverfügbarkeit zu finden. Als Zielkriterium soll es in jeder Gruppe eine möglichst diverse Verteilung von Hauptfächern geben. Zudem sollen die GPA-Werte der Studierenden pro Gruppe so nahe bei einander liegen wie möglich. Um dieses Problem zu lösen, haben wir zwei illustrative Beispiele in Microsoft Excel implementiert und mithilfe des Open Solvers gelöst. Dabei haben wir die Zielfunktion, welche aus zwei Teilen besteht, auseinander genommen. Danach haben wir einen Teil optimiert und gleichzeitig den anderen Teil als Nebenbedingung beschränkt. Mit diesem Vorgehen können schrittweise pareto-effiziente Punkte berechnet werden, welche schlussendlich mehrere Möglichkeiten der Gruppenbildung ergeben. Diese Lösungen zeigen die Tendenz, dass die Zielfunktionen einen Trade-off mit negativem Zusammenhang darstellen. Bei der Ermittlung einer optimalen Gruppeneinteilung ergibt sich ein Kompromiss zwischen der Diversität der Hauptfächer und der Homogenität der GPA-Werte.

Das Modell von Bowers et al. (2022) ist eines der neusten auf dem Gebiet und berücksichtigt weiche Faktoren auf einzigartige Weise. Im Lösungsansatz wird angenommen, dass eine hohe Diversität in Gruppen, zu besseren Ergebnissen führt. Dies ist jedoch fragwürdig. Wenn die Aufgabenstellung einseitig ist und nicht Kenntnisse aller Hauptfächer benötigt werden, kann bei einer diversen Gruppeneinteilung nicht zwingend von einem positiven Effekt ausgegangen werden (Sulik et al. 2022). In weiteren Studien könnte folglich die Aufgabenstellung zur Einteilung der Studierenden berücksichtigt werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Bowers, A., Bowers, M. R., Bryan, N., Letizia, P., Murphy, S. (2022), Forming student teams to incorporate soft skills and commonality of schedule. *INFORMS Journal on Applied Analytics*
- [2] Coates, G., Duffy, A., Hills, W., Whitfield, R. (2007), A preliminary approach for modelling and planning the composition of engineering project teams. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* 221(7), 1255–1265
- [3] Courtright, S. H., McCormick, B. W., Mistry, S., Wang, J. (2017), Quality charters or quality members? A control theory perspective on team charters and team performance. *Journal of Applied Psychology* 102(10), 1462
- [4] Cutshall, R., Gavirneni, S., Schultz, K. (2007), Indiana University’s Kelley School of Business uses integer programming to form equitable, cohesive student teams. *Interfaces* 37(3), 265–276
- [5] Goleman, D. (2018), What makes a leader?, in R. L. Taylor, W. E. Rosenbach, E. B. Rosenbach (eds), *Military Leadership*. Routledge, New York, chapter 3, pp. 39–52
- [6] Layton, R. A., Loughry, M. L., Ohland, M. W., Ricco, G. D. (2010), Design and validation of a web-based system for assigning members to teams using instructor-specified criteria. *Advances in Engineering Education* 2(1), n1
- [7] Maass, K. L., Lo, V. M. H., Weiss, A., Daskin, M. S. (2015), Maximizing diversity in the engineering global leadership cultural families. *Interfaces* 45(4), 293–304
- [8] Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R., Elhajj, I. (2004), Turning student groups into effective teams. *Journal Of Student Centered Learning* 2(1), 9–34
- [9] Reeves, G. R., Hickman, E. P. (1992), Assigning MBA students to field study project teams: A multicriteria approach. *Interfaces* 22(5), 52–58
- [10] Sulik, J., Bahrami, B., Deroy, O. (2022), The diversity gap: when diversity matters for knowledge. *Perspectives on Psychological Science* 17(3), 752–767

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, habe ich als solche gekennzeichnet. Mir ist bekannt, dass andernfalls der Senat gemäss Artikel 36 Absatz 1 Buchstabe o des Gesetzes vom 5. September 1996 über die Universität zum Entzug des aufgrund dieser Arbeit verliehenen Titels berechtigt ist.

(Robin Dasen)

(Benjamin Oehrli)

Bern, den 24. Mai 2023