



# Case Study: E-Prüfung in Mathematik

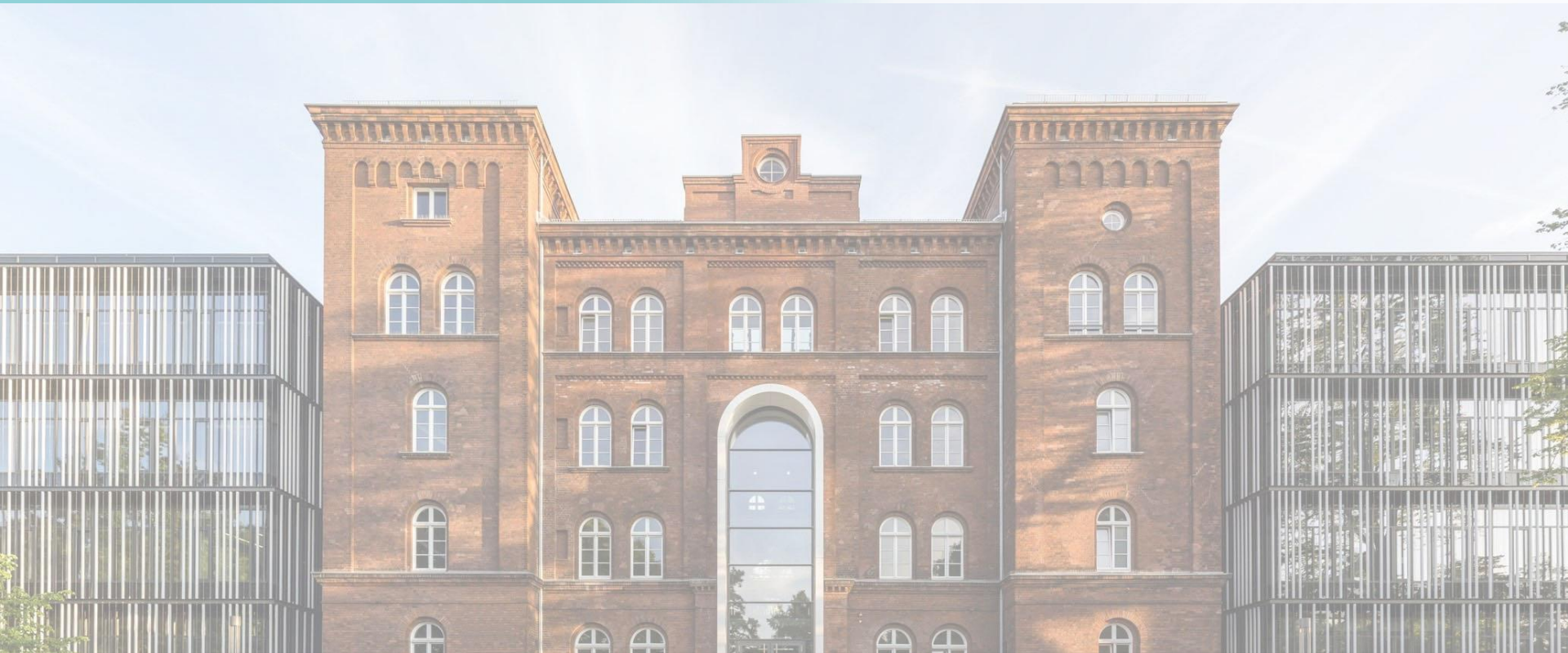
D. Gallaun, K. Kruse, C. Seifert

**Rahmenbedingungen und Organisation**

**Prüfungsaufgaben**

**Durchführung der Prüfung**

**Auswertung**



# Rahmenbedingungen und Organisation

## Grundlagenprüfung: „Lineare Algebra I“

Bisher schriftliche Prüfung:

Angemeldete Teilnehmer	1 200
Korrekturaufwand	400 Std

Februar/März 2020: E-Prüfung

### Zielsetzung:

- Korrekturaufwand einsparen
- Zeitlich flexibler prüfen
- Didaktischer Mehrwert



# Benötigte Komponenten

## E-Assessment System

- Hardware (Server)
- Software
- Administration



## Lehrteam

- Prüfungsorganisation
- Aufgabenerstellung
- Qualitätssicherung



## Prüfungsraum

- Rauminfrastruktur
- Prüfungscomputer
- sichere Prüfungsumgebung

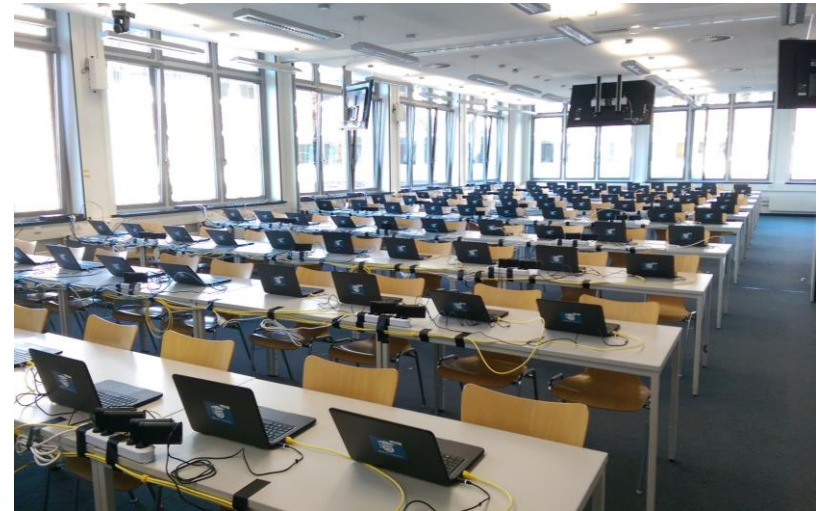


## Prüfungsraum

- 100 Plätze
- Verkabelung: Strom, LAN
- Belüftung, Verdunklung

## Mobiles Testcenter (MINTFIT)

- 100+10 Laptops mit Sichtschutzfolien
- Server (Domänencontroller/DHCP-Server)



**1200:100 = 12 Prüfungstermine an 4 Tagen**

Tag 1	Tag 2		Tag 3	Tag 4
		<b>Pause</b> 2 Wochen		

**Terminwahl über Buchungstool**

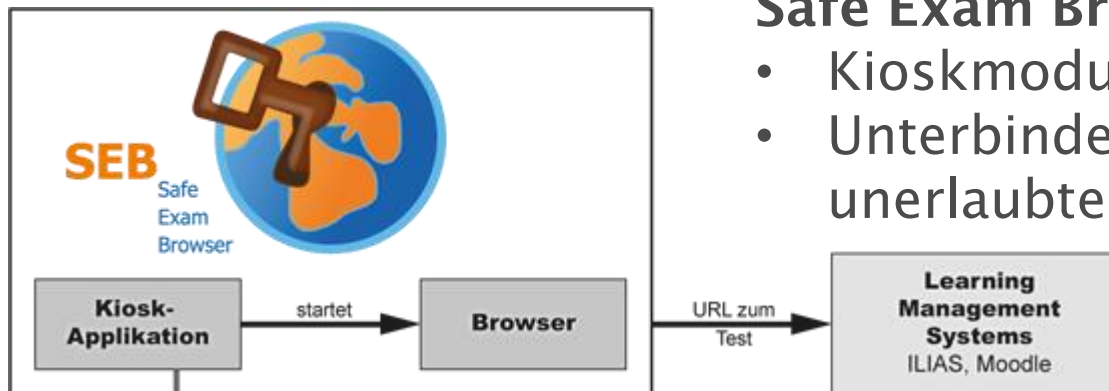
## Maple T.A.

- Webbasiertes System
- Randomisierte Aufgaben
- Automatische Bewertung



## Seit 2015 an der TUHH

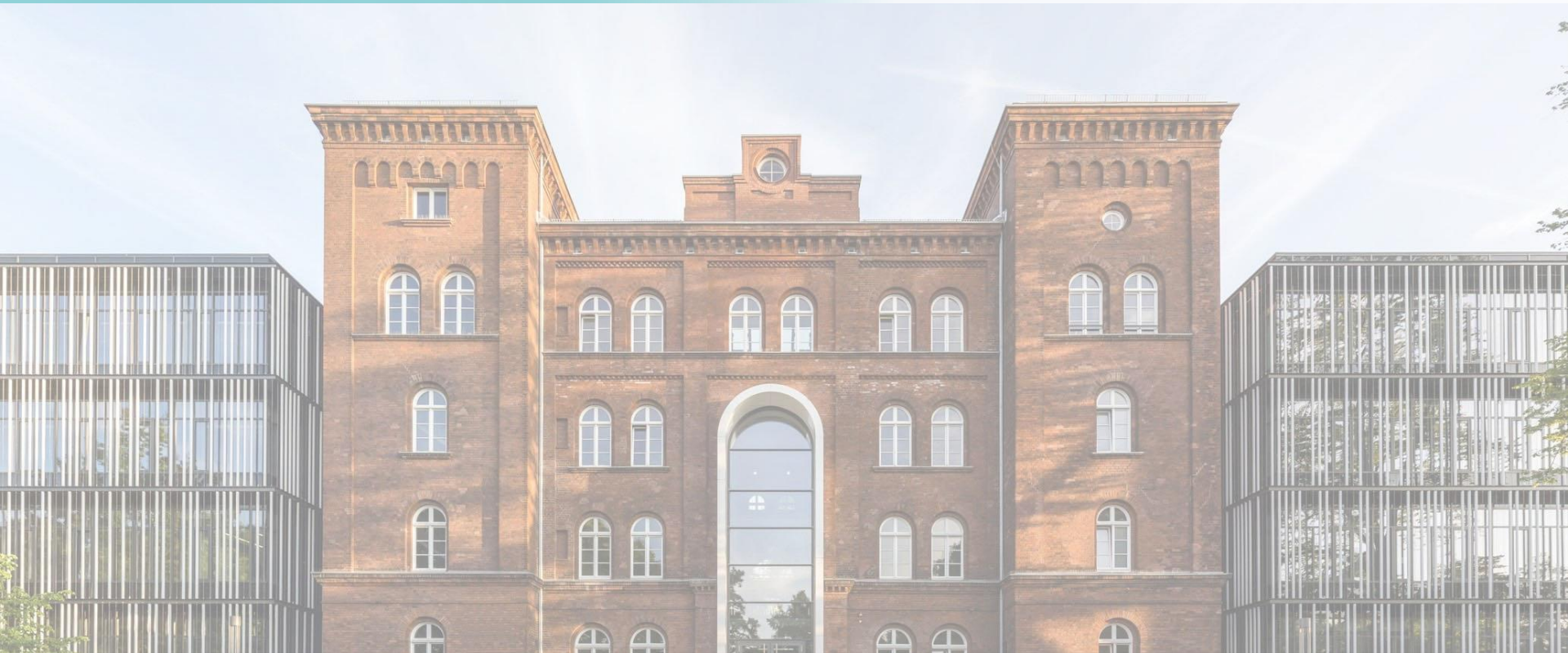
- Wöchentliche Hausaufgaben
- Bonuspunkte für Klausur
- Großer Aufgabenpool vorhanden



[https://safeexambrowser.org/about\\_overview\\_de.html](https://safeexambrowser.org/about_overview_de.html)

## Safe Exam Browser

- Kioskmodus
- Unterbindet Verwendung von unerlaubten Ressourcen



# Prüfungsaufgaben

## Lineare Algebra I

Multiple  
Choice

Beweis-  
Puzzle

Adaptive  
Aufgabe

Adaptive  
Aufgabe

Adaptive  
Aufgabe

- Beweise elektronisch prüfen
- Sortieren mittels Drag'n'Drop
- Bewertungsalgorithmus
  - Edit-Distance
  - Keine eindeutige Lösung

Vorteile	Nachteile
Intuitive Eingabe	Feste Beweisstruktur
Autom. Bewertung	Lösen über Satzbau
Guter Einstieg	Nur kurze Beweise

Sei  $n \in \mathbb{Z}$ . Finden Sie einen Beweis für die Aussage

"Falls  $n$  gerade ist, dann ist auch  $n^2$  eine gerade Zahl".

[5,4,1,2,8]



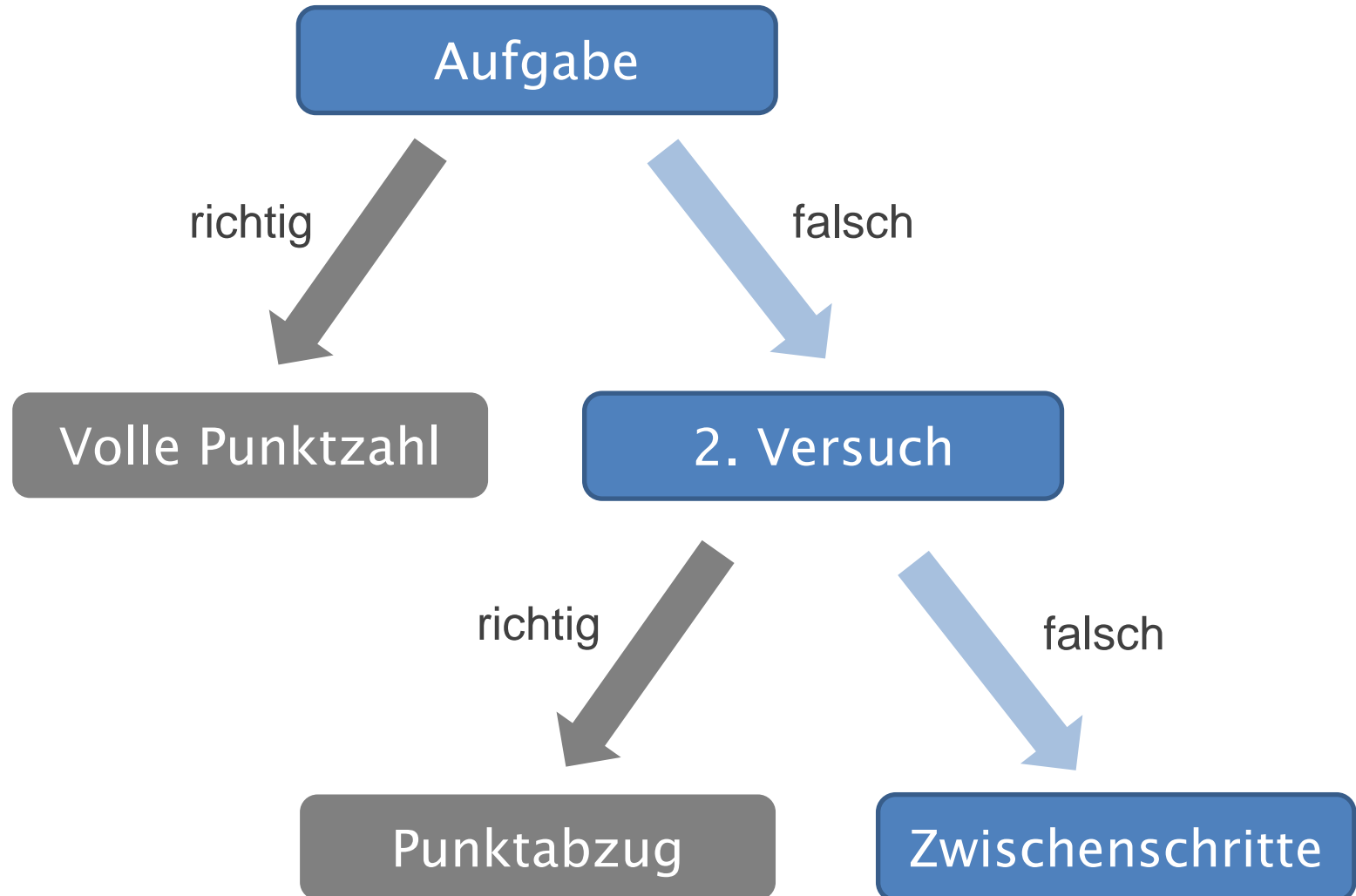
Beweis:

- Sei  $n \in \mathbb{Z}$  eine gerade Zahl. **5**
- Das bedeutet, es gibt eine Zahl  $p \in \mathbb{Z}$ , sodass **4**
- $n = 2p$  gilt. **1**
- Daraus folgt  $n^2 = (2p)^2 = 2(2p^2)$ . **2**
- Es gilt also  $n^2 = 2m$  mit  $m := 2p^2 \in \mathbb{Z}$ . **8**

Nicht verwendet:

- Folglich ist  $n^2$  gerade. Folglich ist  $n^2$  gerade. **7**
- $n = p^2$  gilt. **3**
- Angenommen  $n \in \mathbb{Z}$  ist ungerade. **6**





- Zwischenschritte orientiert an klassischem Lösungsweg
- Musterlösungen nach jedem Zwischenschritt
- Bewertung von Folgefehlern

Bestimmen Sie die Lösungsmenge des linearen Gleichungssystems

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Bringen Sie das Gleichungssystem auf Zeilenstufenform.

Eine Zeilenstufenform des Gleichungssystems ist

$$\left( \begin{array}{ccc|c} 2 & 2 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \end{array} \right).$$

Bestimmen Sie die freien Variablen.

Wir bringen die freie Variable  $x_3$  auf die rechte Seite und erhalten das System:

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2x_3 \\ x_3 \end{pmatrix}.$$

Bestimmen Sie die Lösung dieses Gleichungssystems in Abhängigkeit von  $x_3$ .

Vorteile	Nachteile
Folgefehler effizient überprüfen	Lösungsweg fest vorgegeben
Faire & transparente Bewertung	Zwischenergebnisse eingeben
Höherer Lernerfolg	Höherer Erstellungsaufwand

- Individuelle Aufgaben reduzieren Betrugsversuche
- Herausforderung: Vergleichbarer Schwierigkeitsgrad
- Entsprechende Bewertungsschemata benötigt

## Randomisieren mittels Reverse Engineering:

*Bestimmen Sie die Lösungsmenge des linearen Gleichungssystems*

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

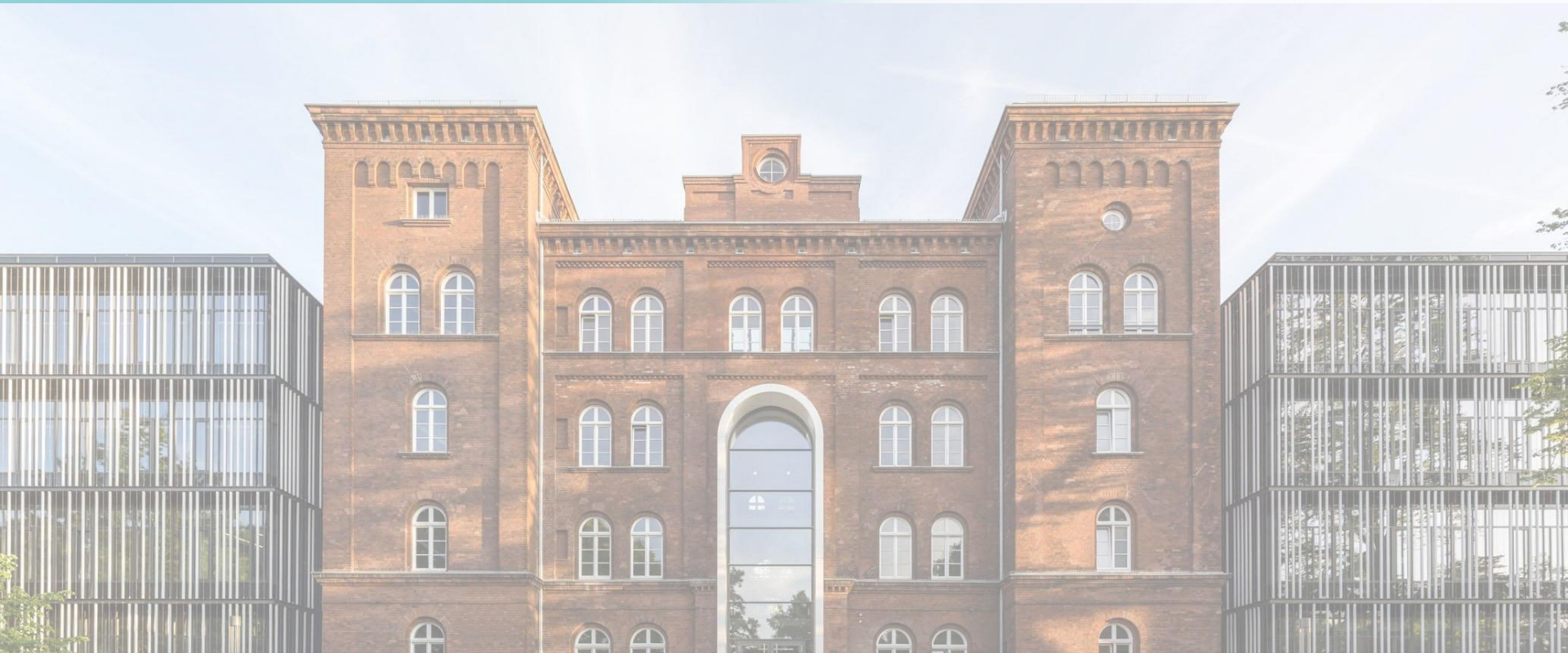
- Wähle Einträge der LR-Zerlegung zufällig:

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

- Kontrolle über Komplexität der Rechenschritte

## Vergleichbarkeit der 12 Klausuren

- $12 \times 5 = 60$  verschiedene randomisierte Aufgaben
- Prüfungen per Hand zusammenstellen
- Proberechnen und kommentieren (12 Mitarbeiter)
- Aufgaben tauschen/ersetzen



# Durchführung der Prüfung

## Personal

- 1 Verantwortlicher
- 2 Techniker
- 5 Aufsichtspersonen

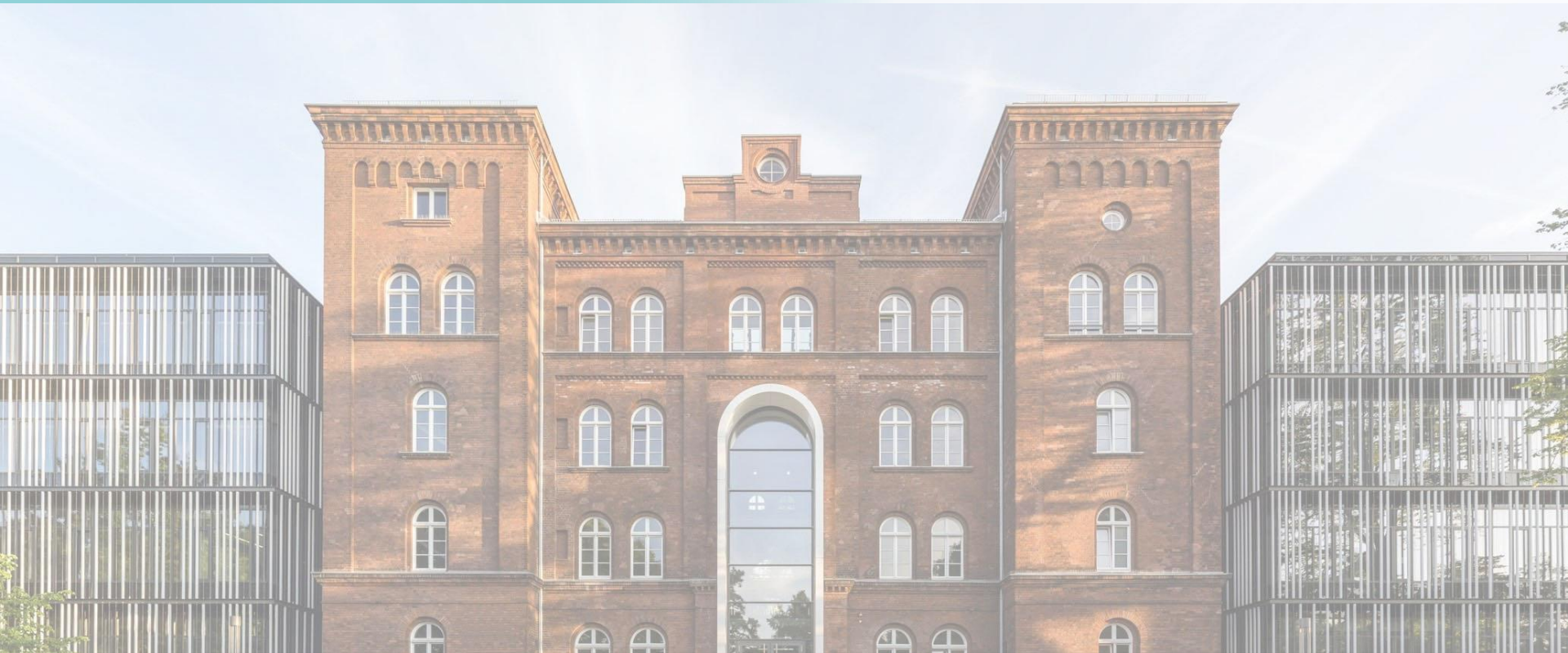
*Mehr als bei schriftlicher Prüfung*



## Während der Prüfung:

- Vieles lief nach Plan
- Kleinere technische Probleme
  - Software langsam
  - Logouts
- Dadurch Unruhe im Raum
- Zeitgutschriften





# Auswertung

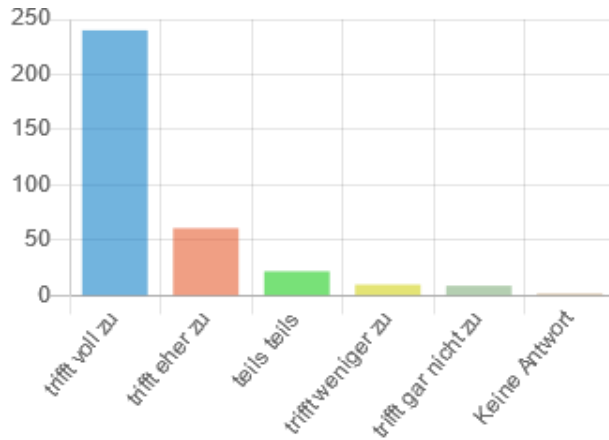
## Kein Korrekturaufwand!

Aber...

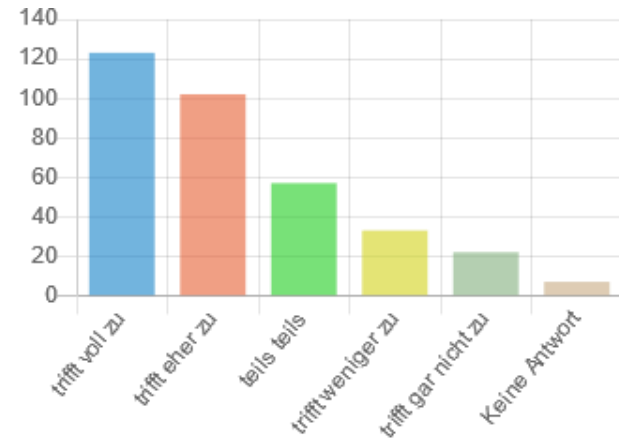
### Mehr Zeitaufwand bei:

- Organisation
- Erstellen der Aufgaben (Expertenwissen)
- Proberechnen der Aufgaben
- Aufsicht während der 12 Prüfungstermine
- Auf- und Abbau des mobilen Testcenters

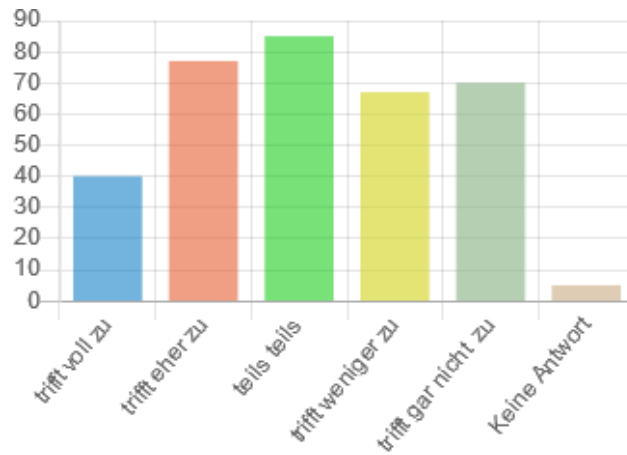
Mit der Art der Terminvergabe bin ich zufrieden.



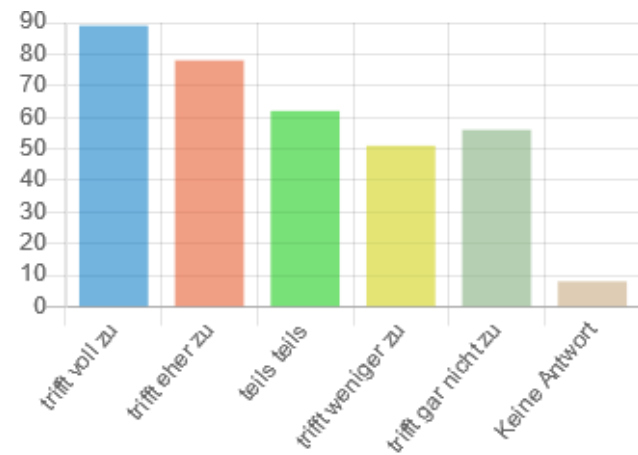
Die Anforderungen der Prüfung waren mir im Vorfeld bekannt.



Das Gerät hat schnell auf die Eingaben reagiert.



Ich habe Vertrauen in elektronische Systeme zur Durchführung von Prüfungen.





**Danke für Ihre Aufmerksamkeit**  
**[www.mintfit.hamburg](http://www.mintfit.hamburg)**