



## E-Examinations at a Glance

Computergestützte Prüfungen an der Freien Universität Berlin

Alexander Schulz

Freie Universität Berlin



# Gliederung

- **Einführung**
- FU E-Examinations
- Vertiefung
- Weiterführende Informationen

# Einführung in E-Examinations

## Themen und Aufgaben



# Einführung in E-Examinations

## Didaktische Perspektive (1)

- **E-Didaktik:**

- Ganzheitliche Modernisierung der Lehre:  
Verfügbarkeit von E-Learning-Technologien auch in Prüfungssituationen
- Blended Learning Szenarien werden ganzheitlich

- **Prüfungsdidaktik:**

- Wie sollen die Lerninhalte geprüft werden?
- Prüfen der Syntheseleistungen?
- Prüfen des Faktenwissens?



# Einführung in E-Examinations

## Didaktische Perspektive (2): Prüfungstypen

- **Diagnostische Prüfungen:**

- zur Ermittlung des Wissensstandes, um weitere Lernaktivitäten auf die Bedürfnisse der Lernenden auszurichten. Diese Prüfungen finden am Anfang oder vor dem Semester statt.

- **Formative Prüfungen:**

- zur Überprüfung des Wissensstandes während des Semesters, um Schwächen und Stärken im Lernprozess zu identifizieren und Maßnahmen ergreifen zu können, um den Wissensstand zu verbessern. Diese Prüfungen finden während des Semesters statt.

- **Summative Prüfungen:**

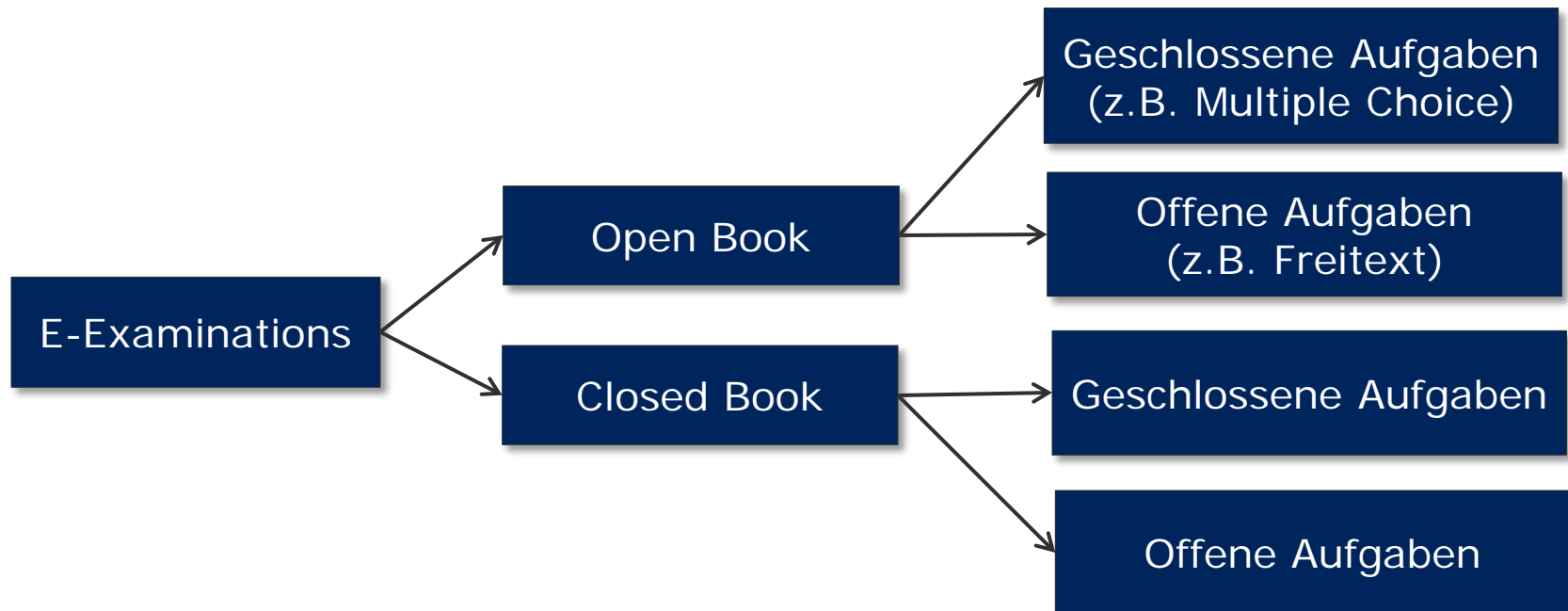
- dienen der zertifizierenden Bewertung des Wissensstandes. Diese Prüfungen finden am Ende des Semesters statt.

vgl. Crisp (2009)



# Einführung in E-Examinations

## Didaktische Perspektive (3): Prüfungsformen



# Einführung in E-Examinations

## Didaktische Perspektive (4): Aufgabenformate

<b>Format</b>	<b>Geschlossene Aufgabenformate</b>	<b>Offene Aufgabenformate</b>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiple Choice</li> <li>• Ja / Nein</li> <li>• Wahr / Falsch</li> <li>• Zuordnungen</li> <li>• Lückentexte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multimedia Aufgaben (z.B. Audio / Video)</li> <li>• Offene Fragen</li> <li>• Komplexe Texte</li> <li>• Verwendung von Drittsoftware</li> </ul>
<b>Korrektur</b>	Automatisiert auswertbar	Teilautomatisiert oder manuell auswertbar

# Einführung in E-Examinations

## Psychologische Perspektive

- **Prüfungsangst:**
  - Senken von Prüfungsängsten durch ganzheitlichen Einsatz von E-Learning-Technologien: Verwenden studentischer Notebooks (Vertrautheit mit eigenem Gerät)
- **Vorurteile gegenüber neuen Technologien:**
  - Lehrende und Studierende
  - Rechtssicherheit?
  - Verschulung durch Vereinfachung der Prüfung
  - Technik: Betrugssicherheit und Stabilität
  - Qualitätsverlust
  - Bedienungsschwierigkeiten





# Einführung in E-Examinations

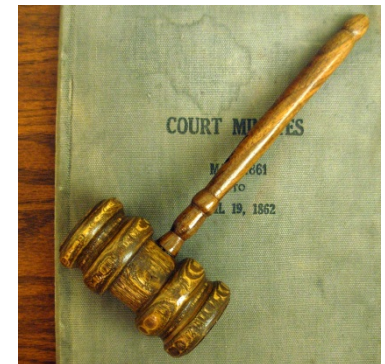
## Rechtliche Rahmenbedingungen

- **Prüfungsordnung:**

- „Die elektronische Prüfung ist in diesem Zusammenhang nicht als eine Art schriftliche Prüfung zu verstehen (..)“ vgl. Niehus/Fischer (2010)
- Jeder Fachbereich hat eigene Prüfungsordnung
- Jedes Bundesland hat Hoheit in Bildungsangelegenheiten

- **Datenschutz:**

- Speicherung von personenbezogenen Daten
- Speicherung der Prüfungsdaten



# Einführung in E-Examinations

## Qualitätssicherung und Effizienzsteigerung

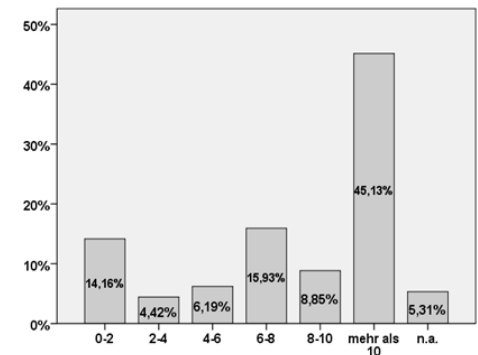
### • Qualitätssicherung:

- Möglichkeit der statistischen Auswertung der Prüfungsergebnisse sowohl makroskopische (Vergleich der Studierenden) als auch mikroskopisch (z.B. Trennschärfe)
- Direkte Befragungen der Studierenden und Lehrenden

### • Effizienzsteigerung:

- Schnellere Bewertung der Prüfungsergebnisse bei gleichbleibender oder besserer Qualität

$$r_{i(t-i)} = \frac{\sigma(x_i, x_{t-i})}{\sigma(x_i)\sigma(x_{t-i})}$$



Momentaner Arbeitsaufwand für Korrektur in Std, n = 112

# Einführung in E-Examinations

## Technische Rahmenbedingungen

- **Prüfungssoftware:**

- Stabile, ausgereifte Software
- Optimierte Applikationscharakteristik: viele parallele Schreibzugriffe

- **Prüfungsserver und Netzwerk:**

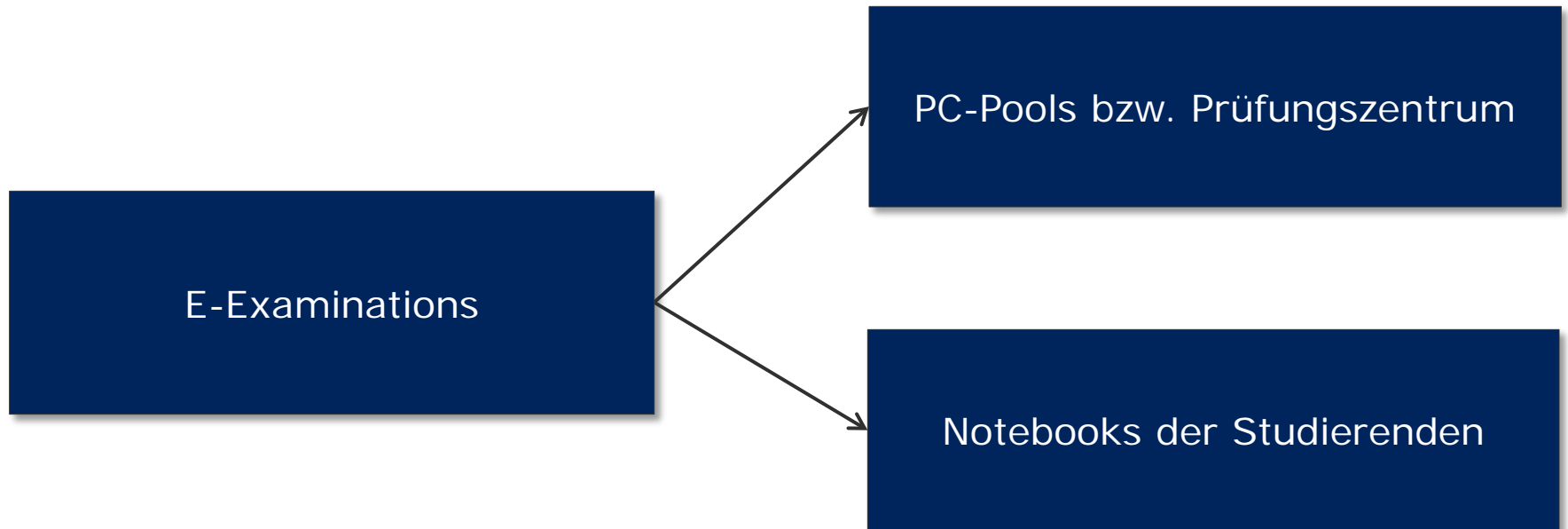
- Ausfallsicherheit durch Redundanz
- Server-Security (Firewalls)

- **Client-Konfiguration:**

- Notebooks der Studierenden
- PC-Pools der Universität

# Einführung in E-Examinations

## Logistische Szenarien





# Gliederung

- Einführung
- **FU E-Examinations**
- Vertiefung
- Weiterführende Informationen

# FU E-Examinations

## Phase I: Blended-Learning (2003 – 2006)

- **Blended-Learning:**

- Modernisierung der Statistik-Grundausbildung

- **E-Learning Instrumente:**

- zentrales LMS Blackboard,
- Gesamtcurriculum „Neue Statistik“ und
- Statistiklabor

- **Die letzte Meile im E-Learning:**

- Prototypische Open-Book-Klausuren computergestützt
- Einsatz zentraler PC-Pools *und* Laptops der Studierenden
- Statistiklabor als **Prüfungswerkzeug**



# FU E-Examinations

## Phase I: Prototypische E-Examinations in Statistik

**INTERNET Update**



**ZAHLENEXPERTE**  
Professor Ulrich Rendtel lehrt Statistik an der Freien Universität Berlin

**RECHENFIEBER**  
In der Uni-Cafeteria brüteten die Teilnehmer des eLearning-Projekts „Neue Statistik“ über ihren Klausuraufgaben

### Mehr Spaß beim Statistikhernen

Das bei Wirtschaftsstudenten unbeliebte Pflichtfach Statistik will Professor Ulrich Rendtel von der FU Berlin attraktiver gestalten. Der Spaß an der Zahlenakrobatik soll mit dem eLearning-Projekt „Neue Statistik“ kommen. Das erspart den Studierenden zwar keine vollen Hörsäle, dafür können sie mit Hilfe der Arbeitsplattform Statistikkolabor von zu Hause aus via Web auf den Vorlesungsstoff zugreifen, praxisnah Unfallstatistiken berechnen und mit

dem Professor chatten. Mit einer elektronischen Klausur schlossen jüngst die ersten Studenten ihre Vorlesung am Computer ab. Entsprechende Datensätze und Aufgaben mussten sie sich aus dem Internet laden. Auch die Noten können die Prüflinge online einsehen. „Dass eine große Pflichtveranstaltung von der Lehre bis zur Prüfung am Computer und im Internet durchgeführt wird, ist deutschlandweit einmalig“, erklärt Rendtel stolz. ► [www.statistikkolabor.de](http://www.statistikkolabor.de)



Blackboard

Focus 12/2005 vom 21.03.2005, S. 98

# FU E-Examinations

## Phase II: Grundlagen für E-Examinations (2007 – 2010)

- **Projekt FU E-Examinations - „Digitaler Lehr- und Prüfungssaal“**
  - Evaluation von Software-Lösungen
  - Umbau von Räumen zu Notebook-Prüfungsräumen
  - Identifizieren der rechtlichen Themen
- **Ziele:**
  - Abhilfe für erhöhtes Prüfungsaufkommen qua Bologna
  - Ganzheitliches E-Learning bis zur Prüfung
  - Nutzbarmachen studentischer Notebooks
  - Grundlagen für universitätsweite Institutionalisierung

e-exam





# FU E-Examinations

## Phase II: Evaluation von Software-Lösungen (1)

### • Anforderungen:

- Breites Einsatzspektrum (viele Fragetypen, Open- und Closed-Book Szenarien, Notebooks der Studierenden)
- Prüfungsdaten sind hochsensibel: Zugang stark limitiert auf wenige Nutzer
- Applikationscharakteristik: Prüfungsplattform optimiert auf viele parallele Schreibzugriffe
- Hohe Stabilität: reibungsloser Masseneinsatz mit 500+ Teilnehmern
- Höchstmögliche Rechtssicherheit
- Schnell reagierender deutschsprachiger Support

e-exam



# FU E-Examinations

## Phase II: Evaluation von Software-Lösungen (2)

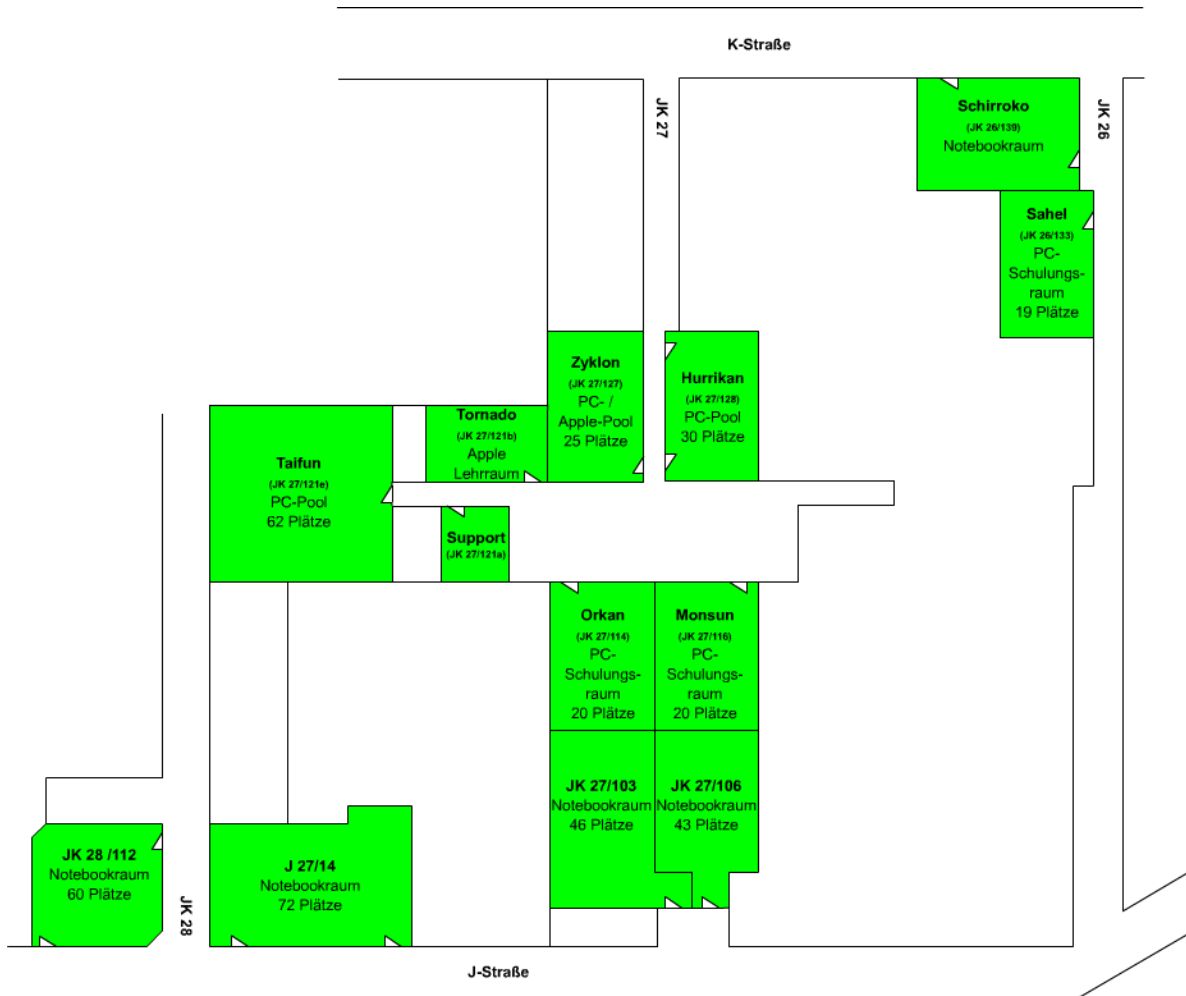
### • **Evaluierte Plattformen:**

- LMS Blackboard
- Respondus (Lockdown)
- Questionmark Perception
- LPLUS TestStudio
- Exam 4
- ExamSoft



# FU E-Examinations

## Phase II: Zentrale PC-Pools und Notebook-Prüfungsräume



### 1. Nutzbare Raumkapazitäten:

**Gesamt:** 300 Plätze  
 CeDiS: 221 Plätze  
 ZEDAT Schulungsraum: 79 Plätze

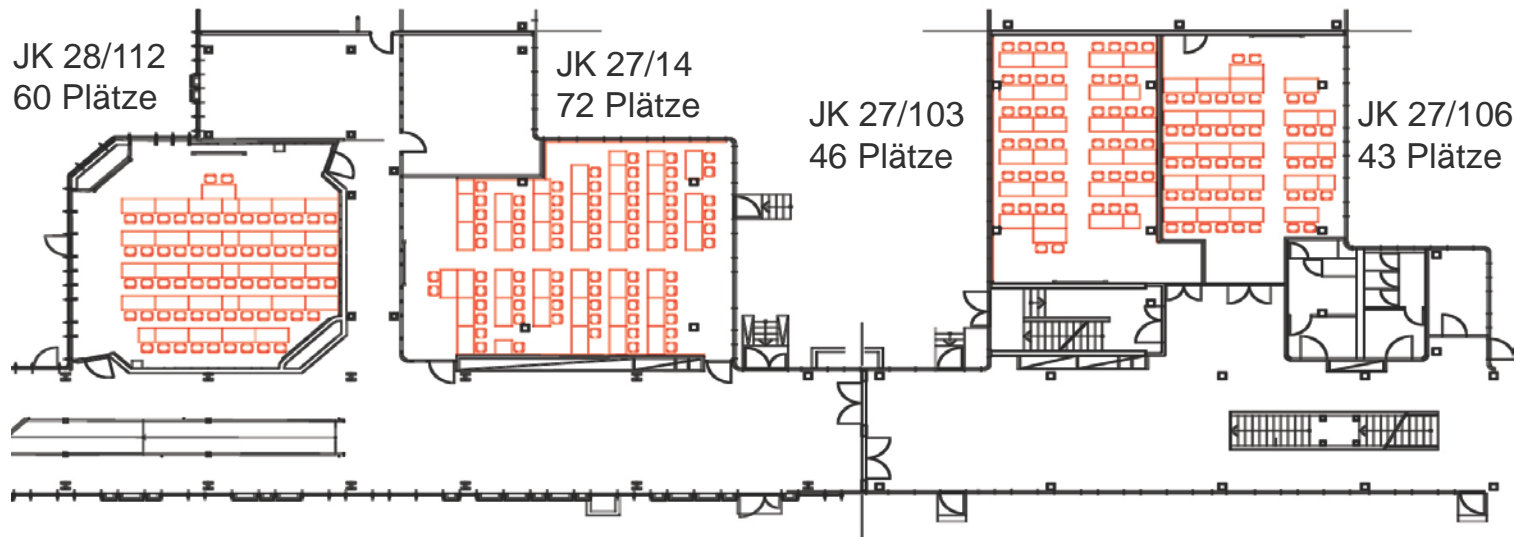
### 2. Weitere Kapazitäten :

**Gesamt:** 117 Plätze  
 ZEDAT PC-Pools: 117 Plätze



# FU E-Examinations

## Phase II: Notebook-Prüfungsräume (1)



# FU E-Examinations

## Phase II: Notebook-Prüfungsräume (2)



# FU E-Examinations

## Phase II: Using Student's Notebooks in a Nutshell

### • Vorteile:

- Theoretisch hohe Einsatzflexibilität
- Studierende arbeiten mit gewohntem Gerät
- Universität:
  - Keine Hardwarekosten
  - Weniger PC-Pools erforderlich
  - Prüfungsräume auch für normalen Seminarbetrieb



### • Nachteile

- Hardware-Heterogenität der Geräte bedingt erhöhten Supportaufwand
- Gewährleisten technischer Betrugssicherheit
- rechtliche Bedenken hins. Gleichbehandlungsgrundsatz



# FU E-Examinations

## Phase III: Implementierung und Institutionalisierung (seit 2011)

### • Technische Implementierung:

- 2011: Konzeption Hochverfügbarkeitscluster für die Prüfungsplattform (mit LPLUS)
- 2012: Installation der Prüfungsplattform: phys. Produktivsystem und virt. Testsystem

### • Bau des E-Examination-Centers (EEC):

- 2011: Konzeption des EEC
- ab 12/2011: Umbau des Raumes
- Geplante Fertigstellung: WiSe 2012/2013

e-exam



# FU E-Examinations

## Phase III: Technische Implementierung

- **Physisches Produktiv-System:**

- 2 Application-Server
- 3 Datenbank-Server

- **Virtualisiertes Staging-System:**

- 2 Application-Server
- 3 Datenbank-Server

- **Einbruchsprävention:**

- Server nur erreichbar innerhalb des Universitätsnetzwerks
- Zugriffsbegrenzung auf bestimmte IP-Kreise

e-exam





# FU E-Examinations

## Phase III: Bau des E-Examination-Centers (EEC)

- **Rahmendaten:**

- mehr als 150 Prüfungsplätze
- universitätseigene Investition

- **Besonderheiten:**

- Besonders geräuschkämpfende Materialien und PCs
- Voraussichtlich zweitgrößtes Prüfungszentrum für E-Examinations in Deutschland



# FU E-Examinations

## Phase III: Ort des E-Examination-Centers (EEC)

- **Zentraler Universitätscampus:**

- Ehemaliges Großraumlabor der anorganischen Chemie

- **Bauphase:**

- Seit Dezember 2011

- **Umsetzung:**

- Architekten:  
Gewers und Pudewill



© OpenStreetMap und Mitwirkende, CC-BY-SA

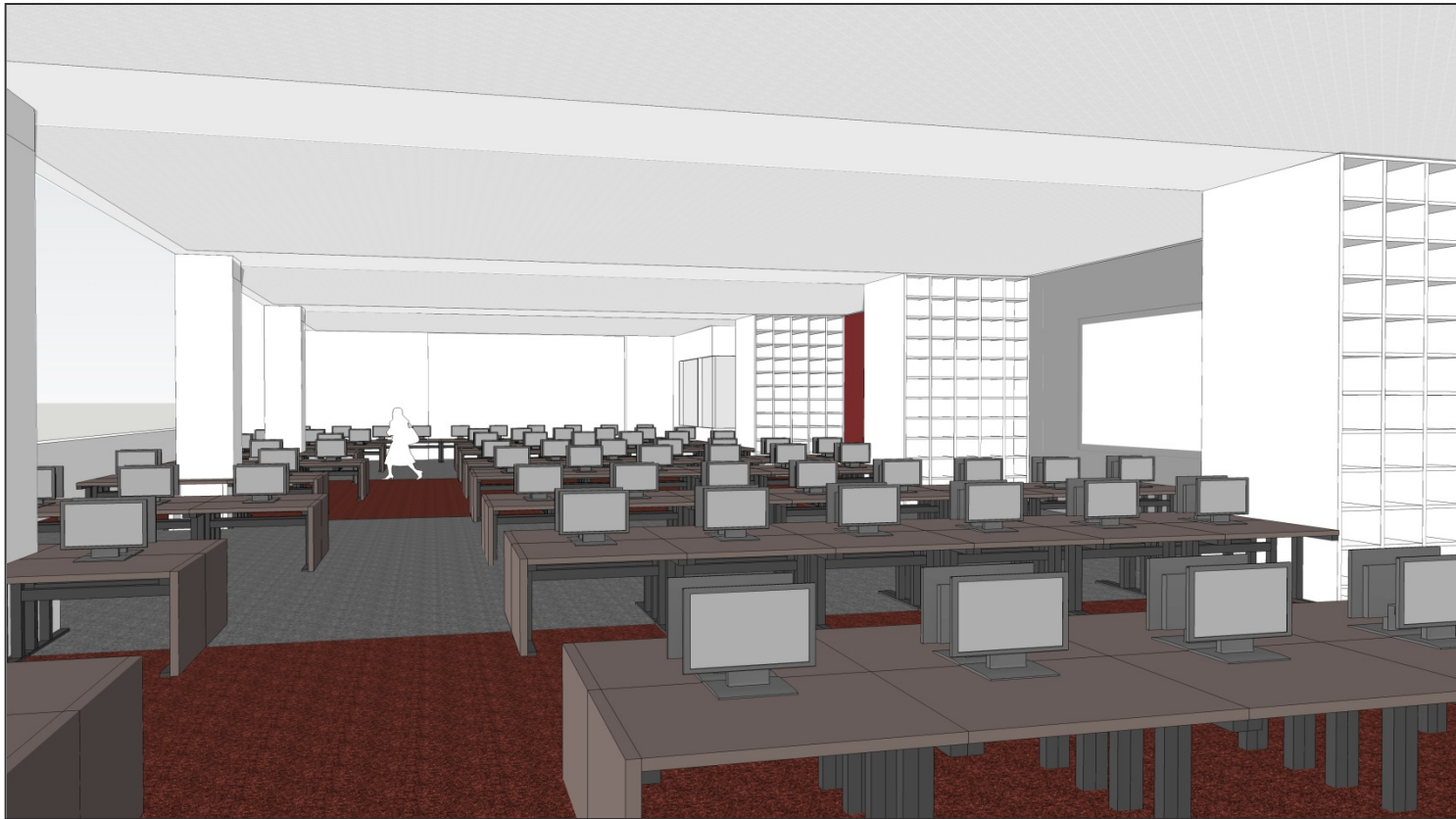
# FU E-Examinations

## Phase III: Raumansicht des E-Examination-Centers (EEC)



# FU E-Examinations

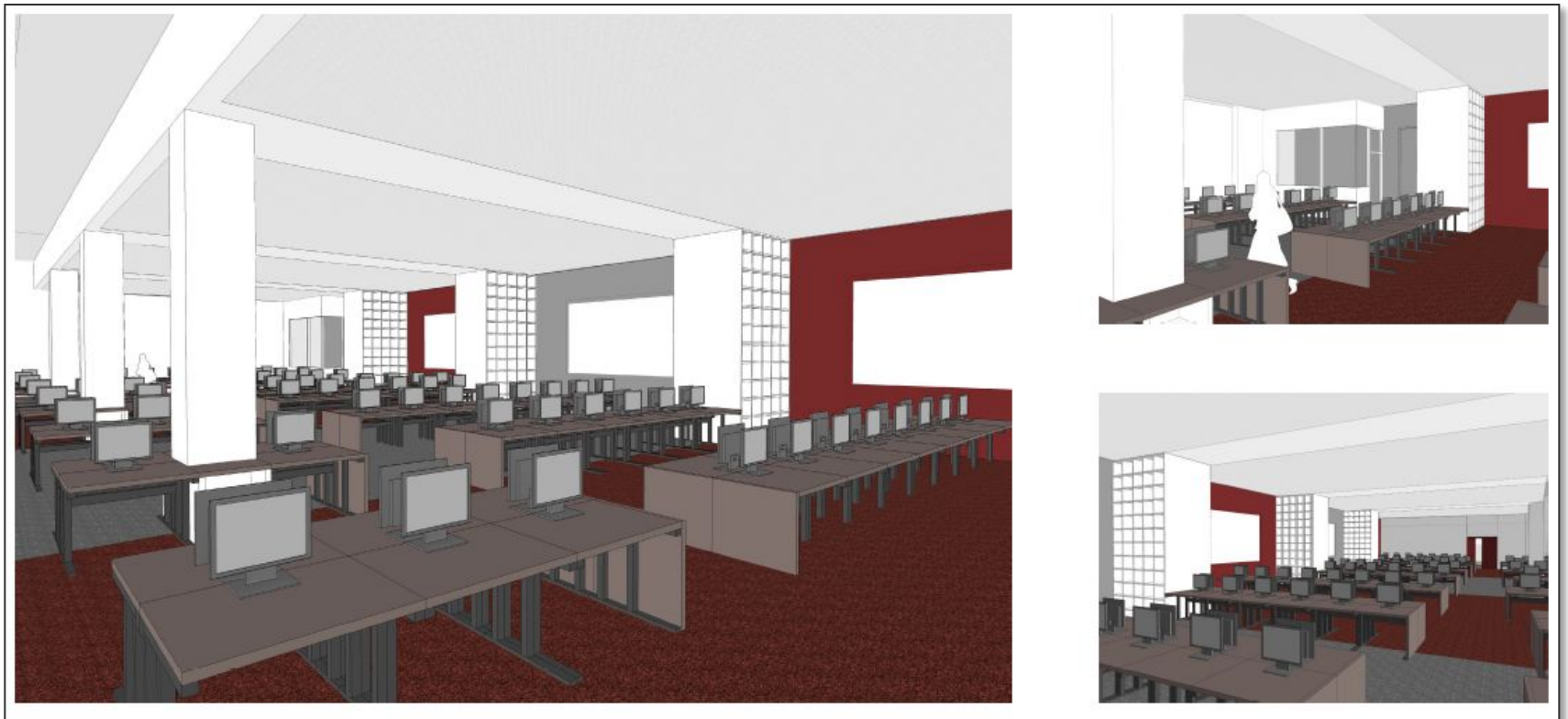
## Phase III: 3D-Simulationen des EEC (1)



Quelle: Gewers & Pudewill Architekten Berlin

# FU E-Examinations

## Phase III: 3D-Simulationen des EEC (2)



Quelle: Gewers & Pudewill Architekten Berlin



# FU E-Examinations

## Phase III: Zusammenfassung

Ort	Plätze	Anzahl Räume
EEC	151	1 Raum
Silberlaube	221	4 Räume für Notebooks
ZEDAT	181	7 Räume
Gesamt	553	12 Räume





# Gliederung

- Einführung
- FU E-Examinations
- **Effizienzsteigerung**
- Weiterführende Informationen

# Effizienzsteigerung

## Kalkulatorische Prolegomena

### Kosten und Zeit

- Gemittelte Personalkosten Berlin**

- Kosten BAT IIa/Jahr      57.800,00€
- Kosten BAT IIa/Tag              250,22€                      231 Arbeitstage

- Rechnerische Arbeitszeiten**

- Stundenumfang / Woche              36,57 h
- Stundenumfang / Tag                      7,314 h
- Minutenumfang / Tag                      438,84 min

Arithmetisches Mittel:  

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$
 Erwartungswert von  $\bar{X}$ :  

$$E(\bar{X}) = E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i\right) = \frac{1}{n} E\left(\sum_{i=1}^n X_i\right) =$$

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E(X_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu = \frac{1}{n} n \mu = \mu$$
 wegen  $E(\bar{X}) = \mu$  ist  $\bar{X}$  erwartungstreu.  
 Varianz von  $\bar{X}$ :  

$$\text{Var}(\bar{X}) = \text{Var}\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i\right) =$$

Welches finanziell effektive Rationalisierungspotential steckt in E-Examinations?



# Effizienzsteigerung

## Multiple-Choice bzw. Mehrfachwahl-Antworten (1)

### Jura: MC-Prüfung

- **Eckdaten:**
  - SoSe 2009
  - 175 Studierende in E-Exam
  - 40 Fragen
  - 120 Minuten Bearbeitungszeit

e-exam





# Effizienzsteigerung

## Multiple-Choice bzw. Mehrfachwahl-Antworten (2)

### Jura: MC-Prüfung

Beschreibung	Paper-Pencil	E-Examination
Anzahl der Fragen	40	40
Korrekturdauer pro Klausur (min)*	8	0,5
Anzahl korrigierter Klausuren pro Tag	54,86	877,68
Gesamtdauer in Tagen bei 175 Stud.	3,19	0,20
Arbeitswochen	0,64	0,04
Kosten bei BAT II a in Euro	820,00	50,00
<b>Kostenvorteil bei 175 Stud.</b>		<b>770,00</b>
<b>Modell-Umrechnung auf 100Stud.</b>		
Gesamtdauer in Tagen bei 100 Stud.	1,82	0,11
Kosten bei BAT II a in Euro	460,00	30,00
<b>Kostenvorteil pro 100 Stud. Euro</b>		<b>430,00</b>
<b>Kostenvorteil in %</b>		<b>93%</b>



BAT II a	Zeit	Anmerkung
57.800,00€	Jahr	12 Monate
250,22€	Tag	231 Tage

	Zeit
Woche	36,57h
Tag	7,314h
Tag	438,84min

\* Sample = 10 Klausuren

# Effizienzsteigerung

## Multiple-Choice bzw. Mehrfachwahl-Antworten (3)

### Break-Even-Berechnung

	Anzahl Studierender	Prüfungsdauer (min)	Kostenvorteil (Euro)	Break-Even (Anzahl d. Prüfungen)
Basis	100	120	400,00	145
Kurs 1	50	60	100,00	578
Kurs 2	50	90	150,00	385
<b>Kurs 3</b>	<b>50</b>	<b>120</b>	<b>200,00</b>	<b>289</b>
Kurs 4	50	180	300,00	193
Kurs 5	50	240	400,00	145

BAT II a	Zeit
57.800,00€	Jahr

Wie viele MC-Prüfungen sind erforderlich pro Jahr, um eine BAT II a Stelle zu amortisieren?

# Effizienzsteigerung

## Freitext-Prüfungen (1)

### EWi: Freitext-Prüfung

- **Eckdaten:**
  - SoSe 2009
  - 181 Studierende in E-Exam
  - 15 Fragen
  - 60 Minuten Prüfungsdauer

e-exam

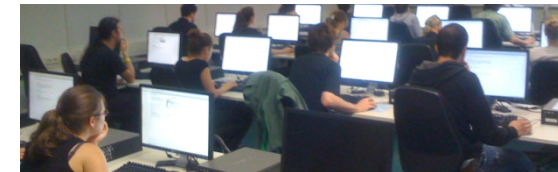


# Effizienzsteigerung

## Freitext-Prüfungen (2)

### EWi: Freitext-Prüfung

Beschreibung	Paper-Pencil	E-Examination
Anzahl der Fragen	15	15
Korrekturdauer pro Klausur (min)*	75	50
Anzahl korrigierter Klausuren pro Tag	5,85	8,78
Gesamtdauer in Tagen bei 181 Stud.	30,93	20,62
Arbeitswochen	6,19	4,12
Kosten bei BAT II a in Euro	7.700,00	5.200,00
<b>Kostenvorteil bei 181 Stud.</b>		<b>2.500,00</b>
<b>Modell-Umrechnung auf 100Stud.</b>		
Gesamtdauer in Tagen bei 100 Stud.	17,09	11,39
Kosten bei BAT II a in Euro	4.300,00	2.900,00
<b>Kostenvorteil pro 100 Stud. Euro</b>		<b>1.400,00</b>
<b>Kostenvorteil in %</b>		<b>33%</b>



BAT II a	Zeit	Anmerkung
57.800,00€	Jahr	12 Monate
250,22€	Tag	231 Tage

	Zeit
Woche	36,57h
Tag	7,314h
Tag	438,84min

\* Sample = 8 Klausuren

# Effizienzsteigerung

## Freitext-Prüfungen (3)

### Break-Even-Berechnung

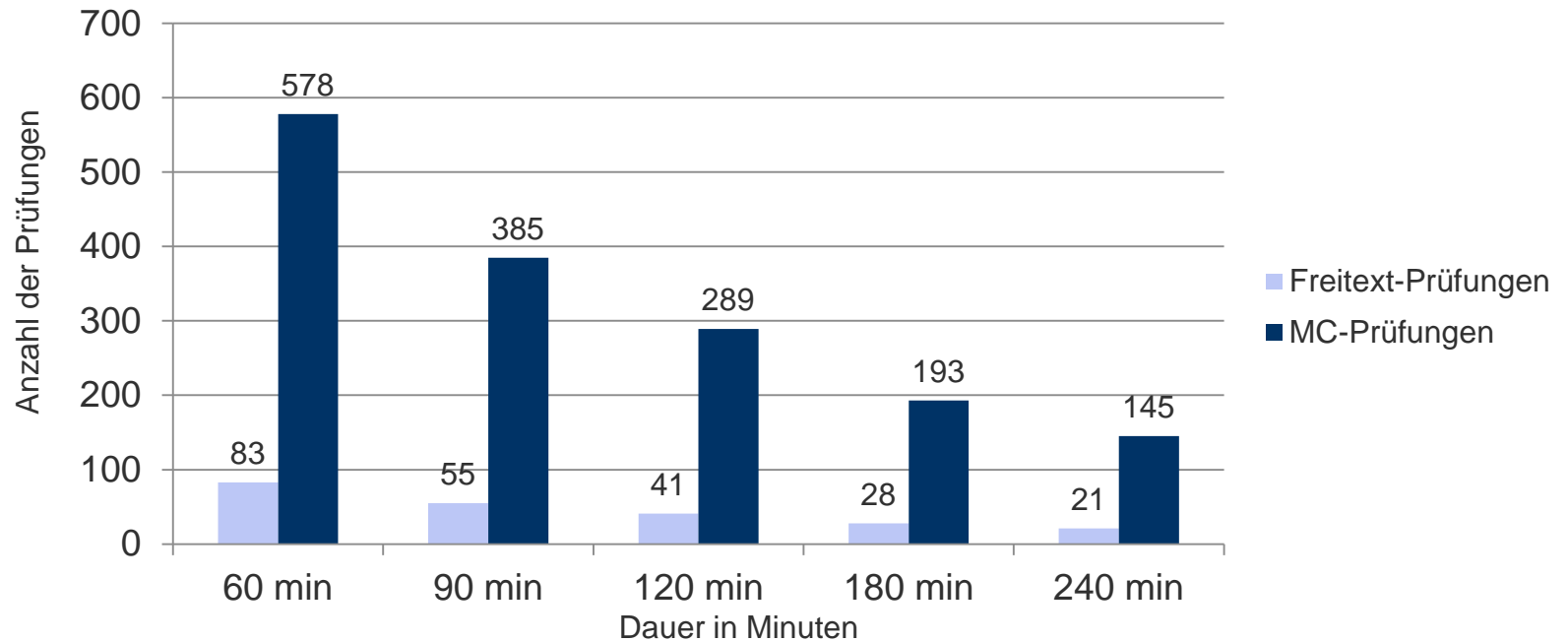
	Anzahl Studierender	Prüfungsdauer (min)	Kostenvorteil (Euro)	Break-Even (Anzahl d. Prüfungen)
Basis	100	60	1.400,00	41
Kurs 1	50	60	700,00	83
Kurs 2	50	90	1.050,00	55
<b>Kurs 3</b>	<b>50</b>	<b>120</b>	<b>1.400,00</b>	<b>41</b>
Kurs 4	400	60	5.600,00	11

BAT II a	Zeit
57.800,00€	Jahr

Wie viele Freitext-Klausuren sind erforderlich pro Jahr, um eine BAT II a Stelle zu amortisieren?

# Effizienzsteigerung

## Break-Even: Vergleich MC-Prüfung vs. Freitext-Prüfungen



Wie viele Prüfungen mit jeweils 50 Studierenden sind erforderlich pro Jahr, um eine BAT II a Stelle zu amortisieren?

# Effizienzsteigerung

## Fazit

### MC-Prüfungen vs. Freitext-Prüfungen

- **MC-Prüfungen:**

- Prozentual höhere Rationalisierung
- Effektiv niedrigere Rationalisierung
- Refinanzierung erst bei massenhaften Prüfungszahlen

- **Freitext-Prüfungen:**

- Prozentual niedrigere Rationalisierung
- Effektiv höhere Rationalisierung
- Refinanzierung bei erheblich geringeren Prüfungszahlen







# Gliederung

- Einführung
- FU E-Examinations
- Effizienzsteigerung
- **Weiterführende Informationen**

## Weiterführende Informationen

### Resourcen, Literatur und Quellen

- E-Examinations an der Freien Universität Berlin  
<http://www.e-examinations.fu-berlin.de>
- Crisp, G. (2009): „Interactive e-Assessment: moving beyond multiple choice questions“, Online im Internet: <http://eli.elc.edu.sa/2009/content/Crisp%5Bresearch%5D.pdf>  
(Stand 18.05.2012)
- Schulz, A. & Apostolopoulos, N. (2011): „E-Examinations Put To Test – Potenziale Computergestützter Prüfungen“, in: „Hamburger eLearning Magazin - #07 eAssessment auf dem Prüfstand“, Online im Internet: [http://www.uni-hamburg.de/eLearning/eCommunity/Hamburger\\_eLearning\\_Magazin/eLearningMagazin\\_07.pdf](http://www.uni-hamburg.de/eLearning/eCommunity/Hamburger_eLearning_Magazin/eLearningMagazin_07.pdf)  
(Stand 18.05.2012)
- Niehus, N. & Fischer, E. (2010): „Prüfungsrecht - 5. Auflage“, C.H. Beck, München, S.12ff.
- „Mehr Spaß beim Statistikhernen“, erschienen in: Focus 12/2005, vom 21.03.2005, S.98, Online im Internet: <http://www.statistiklabor.de/de/news/Presseartikel/Focus-12-05/index.html> (Stand 18.05.2005)



Vielen Dank für Ihr Interesse

Alexander Schulz

**[www.e-examinations.fu-berlin.de](http://www.e-examinations.fu-berlin.de)**