



## E-Examinations at a Glance

Computergestützte Prüfungen an der Freien Universität Berlin

Alexander Schulz und Jochen Dietz

Freie Universität Berlin





# Gliederung

- **Das E-Examination Center**
- Entwicklung des Bereichs E-Examinations
- Themen des Arbeitsbereichs E-Examinations
- Vertiefung: Effizienz und Qualität
- Weiterführende Informationen



## Das E-Examination Center (EEC) der Freien Universität Berlin



## Lageplan des EEC

- **Zentraler Universitätscampus:**

- Ehemaliges Großraumlabor der anorganischen Chemie

- **Bauphase:**

- Dezember 2011 bis Januar 2013

- **Umsetzung:**

- Architekten:  
Gewers und Pudewill



© OpenStreetMap und Mitwirkende, CC BY-SA



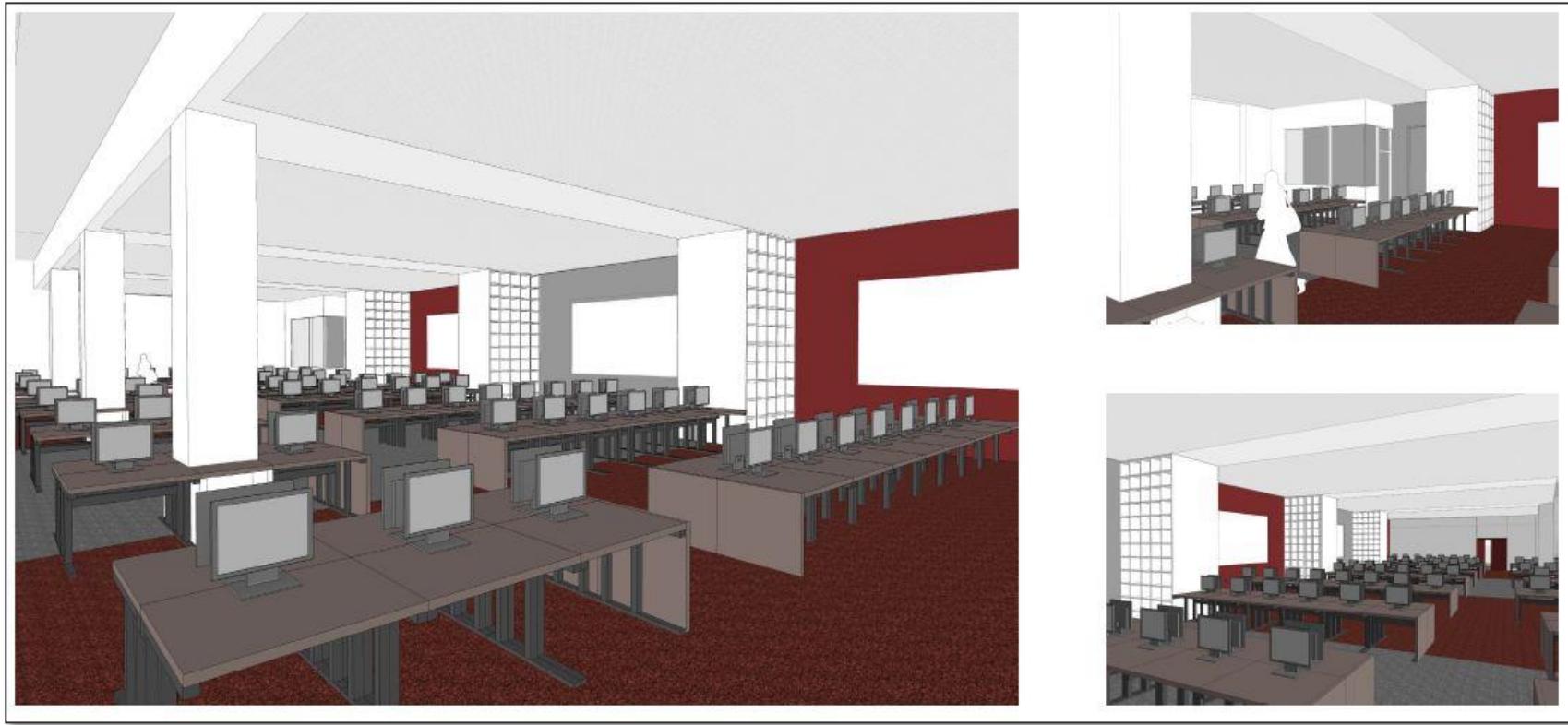
## 3D-Simulationen des EEC im November 2011



Quelle: Gewers & Pudewill Architekten Berlin



## 3D-Simulationen des EEC im November 2011



Quelle: Gewers & Pudewill Architekten Berlin

## Raumansicht des EEC im Januar 2012



## Raumansicht des EEC im Januar 2012





## Raumansicht des EEC im April 2012





## Raumansicht des EEC im April 2012



## Raumansicht des EEC im Oktober 2012



## Raumansicht des EEC im Oktober 2012



## Raumansicht des EEC im Oktober 2012



## Raumansicht des EEC im November 2012





## Raumansicht des EEC im November 2012





## Raumansicht des EEC im November 2012



## Raumansicht des EEC im Dezember 2012



## Die ersten Prüfungen im EEC - Aufnahme des Prüfungsbetriebs



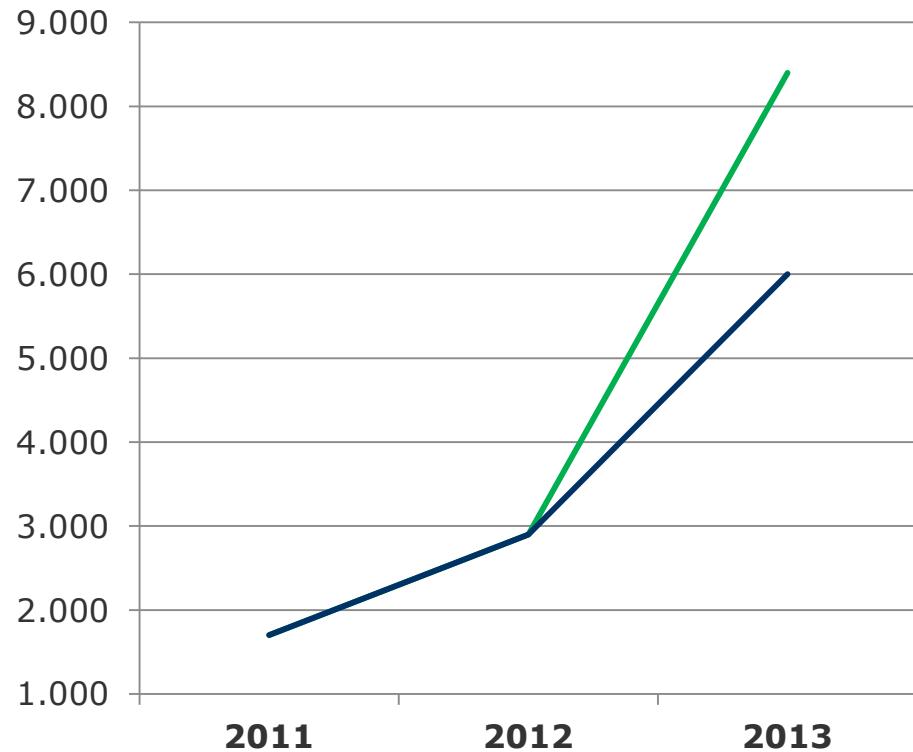
## Die ersten Prüfungen im EEC im Februar 2013



## Die ersten Prüfungen im EEC im Februar 2013



## Aktuelle Kennziffern des EECs: Einzelprüfungen (EP)



Jahre	EP	Prognose
2011	1.700	
2012	2.900	
2013	7.800	6.000
2014	4.100 (Q1)	9.500

Entwicklung  
Prognose

Seit Inbetriebnahme des EECs im Februar 2013 wurden in mehr als 125 Prüfungen insgesamt mehr als 11.900 Einzelprüfungen durchgeführt (~ Teilnehmer geprüft).



# Gliederung

- Das E-Examination Center
- **Entwicklung des Bereichs E-Examinations**
- Themen des Arbeitsbereichs E-Examinations
- Vertiefung: Effizienz und Qualität
- Weiterführende Informationen



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

- **Blended-Learning:**

- Modernisierung der Statistik-Grundausbildung



- **E-Learning Instrumente:**

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

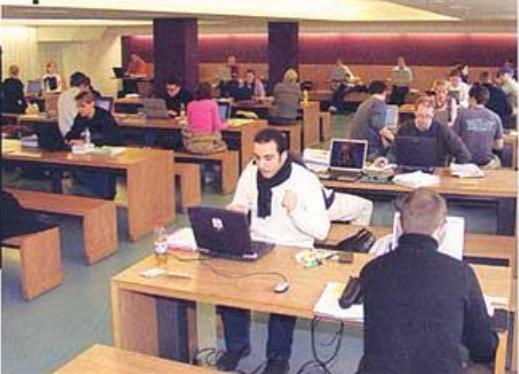


- **Die letzte Meile im E-Learning:**

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

## 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 Statistiklernen**

Das bei Wirtschaftsstudenten unbeliebte Pflichtfach Statistik will Professor Ulrich Rendtel von der FU Berlin attraktiver gestalten. Der Spaß an der Zahlenakrobistik soll mit dem eLearning-Projekt „Neue Statistik“ kommen. Das erspart den Studierenden zwar keine vollen Hörsäle, dafür können sie mit Hilfe der Arbeitsplattform Statistiklabor 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.statistiklabor.de](http://www.statistiklabor.de)



**NEUE STATISTIK**

**STATISTIK LABOR**

© Projekt NEUE STATISTIK  
Freie Universität Berlin  
Center für Digitale Systeme  
Version 2.0.1.0

**Bb**  
Blackboard

Focus 12/2005 vom 21.03.2005, S. 98



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

- **Projekt FU E-Examinations - „Digitaler Lehr- und Prüfungssaal“**

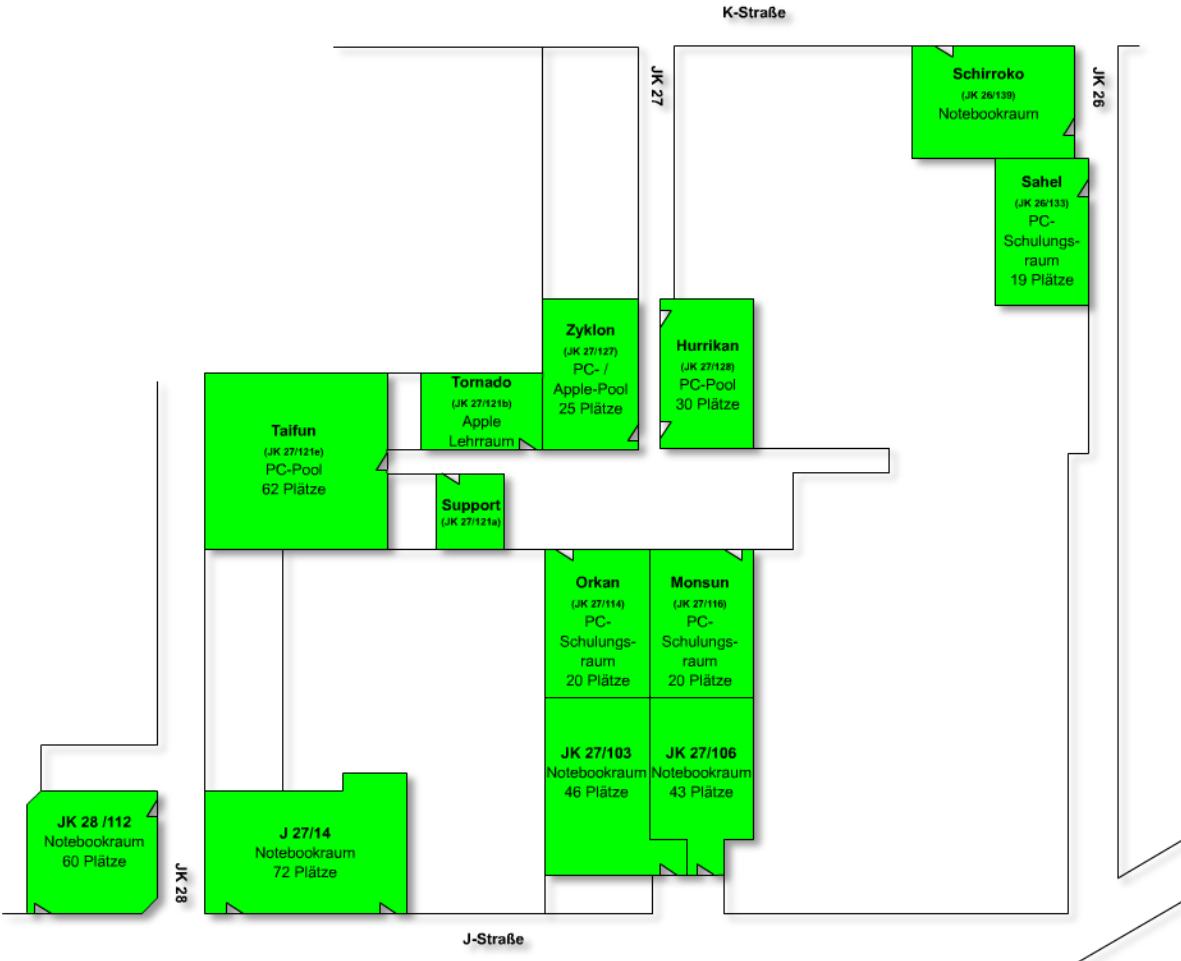
- Evaluation von Software-Lösungen
- Umbau von Räumen zu Notebook-Prüfungsräumen
- Identifizieren der rechtlichen Themen

- **Ziele:**

- Abhilfe für erhöhtes Prüfungsaufkommen qua Bologna
- Ganzheitliches E-Learning bis zur Prüfung
- Nutzbarmachen studentischer Notebooks
- Grundlagen für universitätsweite Institutionalisierung



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



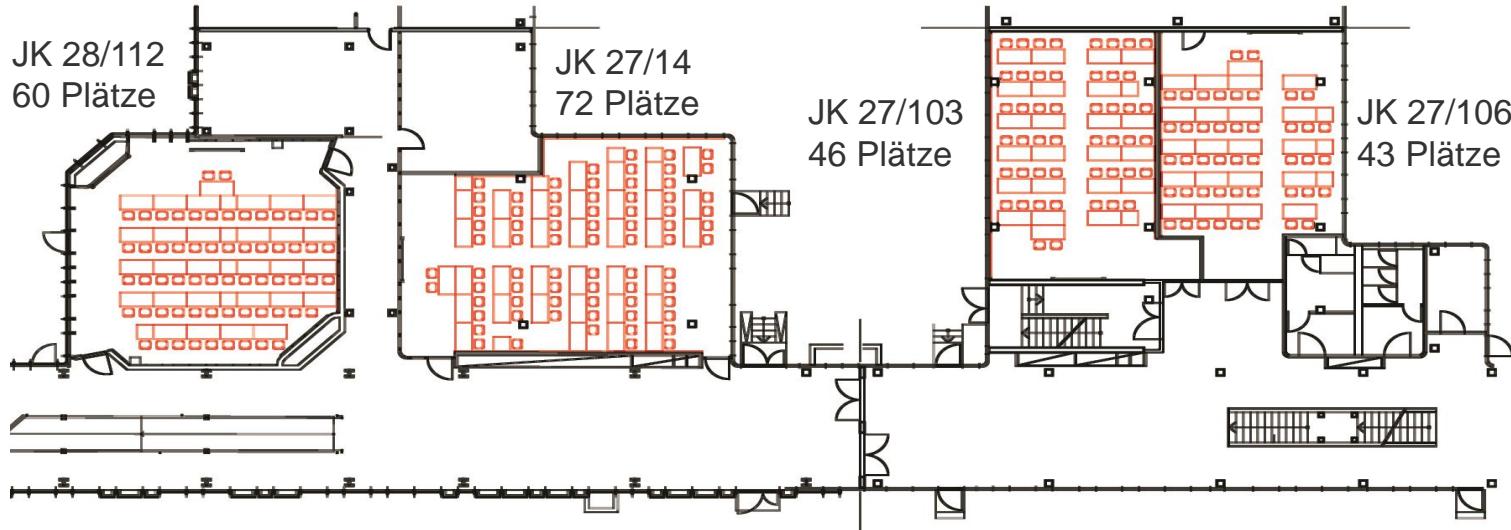
### 1. Nutzbare Raumkapazitäten:

**Gesamt:** **300 Plätze**  
 CeDiS: 221 Plätze  
 ZEDAT Schulungsr.: 79 Plätze

### 2. Weitere Kapazitäten :

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

## Phase II: Notebook-Prüfungsräume



## Phase II: Notebook-Prüfungsräume



Statistikprüfung  
SoSe 2008  
Prof. U. Rendtel &  
Dr. A. Ghosh



## 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 erfordert technische Konfiguration
- rechtliche Bedenken hins. Gleichbehandlungsgrundsatz



## Phase III: Implementierung, Institutionalisierung und Ausbau (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
- 12/2011 bis 01/2013 Umbau des Chemielabors
- Inbetriebnahme am 04.02.2013 mit einer Prüfung des Vizepräsidenten Prof. Beck



## Phase III: Bau des E-Examination-Centers

- **Rahmendaten:**

- mehr als 150 Prüfungsplätze
- Möglichkeit der Zonierung

- **Besonderheiten:**

- Besonders geräuschdämpfende Materialien und PCs
- Einziges E-Examinations Prüfungszentrum in Berlin-Brandenburg
- Zweitgrößtes Prüfungszentrum in Deutschland



## Phase III: Schaffen der Rahmenbedingungen

- **Aufbau eines Support-Teams:**

- Seit 2011: 2 x WiMi
- Seit 2013: 2 x StudHK + 2 x WiMi

- **Rechtliche Grundlagen:**

- Seit 2013: Aufnahme computergestützter Prüfungen in die universitätsweit geltende Rahmenstudienprüfungsordnung (RSPO) der Universität
- Erarbeitung einer Formulierung zur Ergänzung der individuellen Prüfungsordnungen

- **Betriebskonzept:**

- gesicherte finanzielle Ausstattung des Arbeitsbereichs (zunächst bis 2016)

## Phase III: Das E-Examination Center in a Nutshell

- **Vorteile:**

- Infrastruktur vollständig in Hand der Universität
- Vollständige Konfigurierbarkeit der Endgeräte
- Homogenität der Endgeräte
- Niedrige Kosten für Administration



- **Nachteile**

- Sehr hoher initialer Investitionsaufwand
- Geringere Einsatzflexibilität (nicht als „normaler“ PC-Pool nutzbar)
- Folgeinvestitionen in Erneuerung des Gerätelparks unumgänglich



# Gliederung

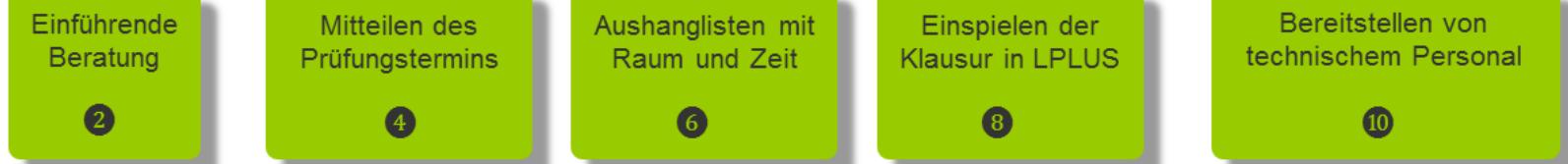
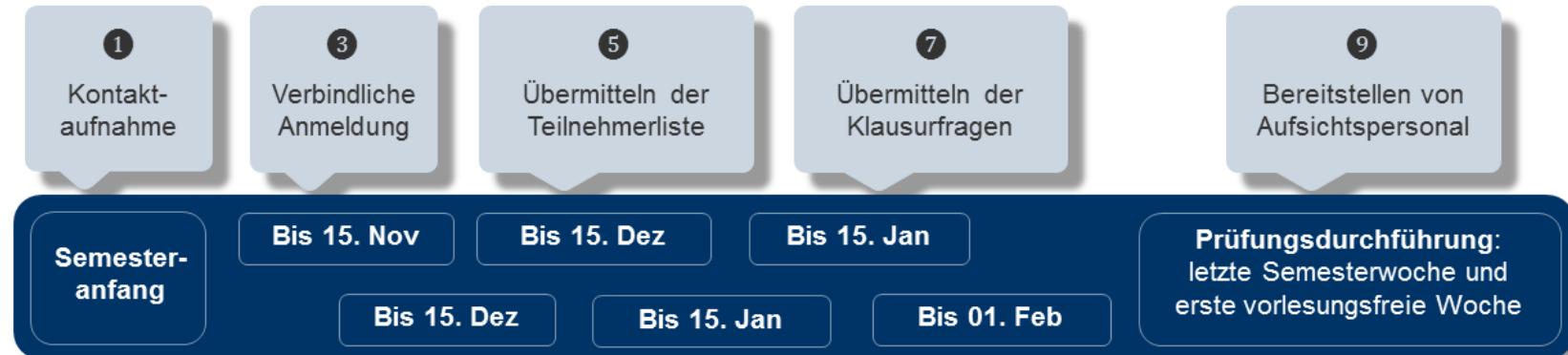
- Das E-Examination Center
- Entwicklung des Bereichs E-Examinations
- **Themen des Arbeitsbereichs E-Examinations**
- Vertiefung: Effizienz und Qualität
- Weiterführende Informationen



## Themen des Arbeitsbereichs E-Examinations

# Wintersemester

### Lehrende





## Themen des Arbeitsbereichs E-Examinations



## Didaktische Perspektive

- **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?



## Didaktische Perspektive: Prüfungstypen

### • Diagnostische Prüfungen:

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



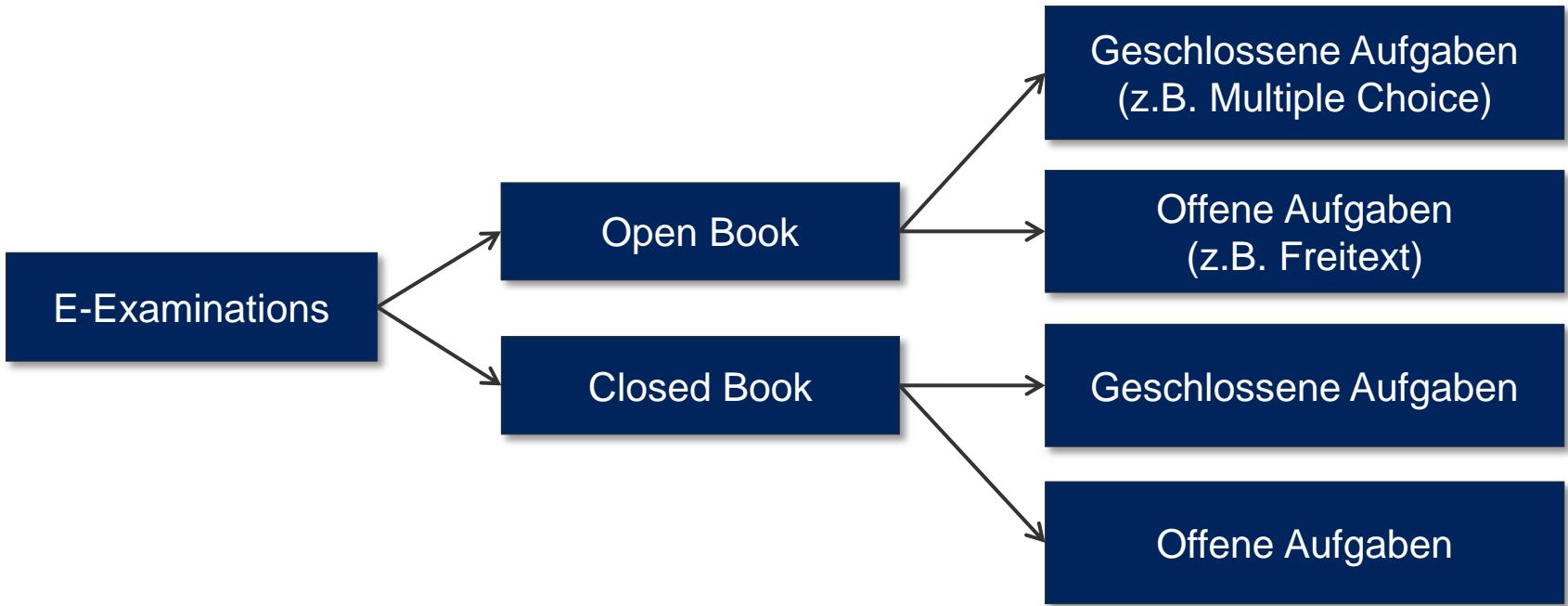
### • Formative Prüfungen:

- 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 meist während des Semesters statt.

### • Summative Prüfungen:

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

vgl. Crisp (2009)





## Didaktische Perspektive: Aufgabenformate

Format	Geschlossene Aufgabenformate	Offene Aufgabenformate
Inhalt	<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>• Komposition von Freitexten</li><li>• Verwendung von Drittsoftware</li></ul>
Korrektur	Automatisiert auswertbar	Teilautomatisiert oder manuell auswertbar

## Psychologische Perspektive

- **Prüfungsangst:**

- Senken von Prüfungsängsten durch ganzheitlichen Einsatz von E-Learning-Technologien
- (Verwenden studentischer Notebooks: Vertrautheit)



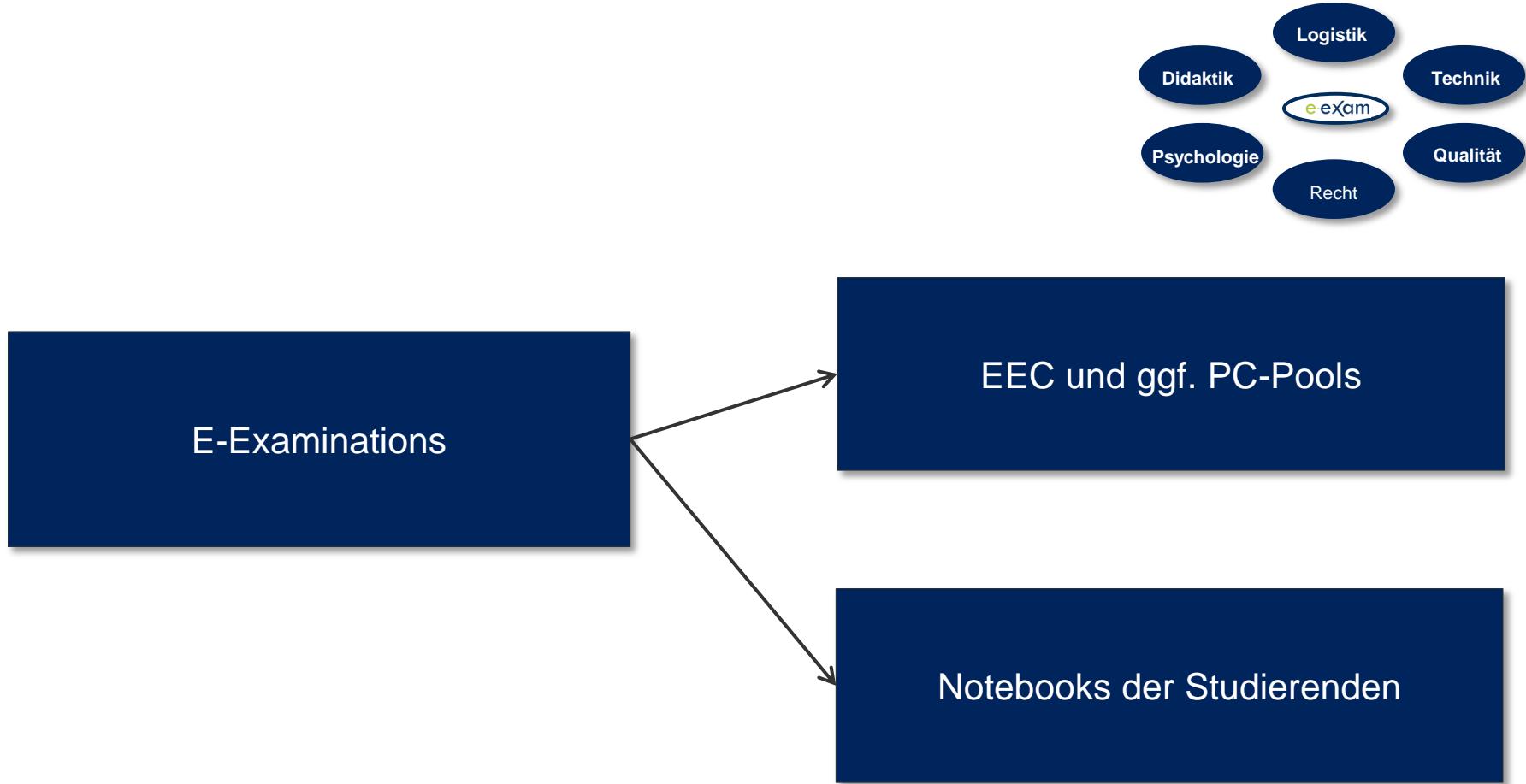
- **Vorbehalte gegenüber neuen Technologien:**

- Lehrende und Studierende
- Rechtliche Einstufung
- Verschulung durch Vereinfachung der Prüfung
- Technik: Betrugssicherheit und Stabilität
- Qualitätsverlust
- Bedienungsschwierigkeiten



«Fear» by «stuart63», CC BY-NC 2.0  
Quelle: Flickr

## Logistische Szenarien



## 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



«The Law» by «smlp.co.uk», CC BY 2.0  
Quelle: Flickr

## Qualitätssicherung und Effizienzsteigerung

### • Qualitätssicherung:

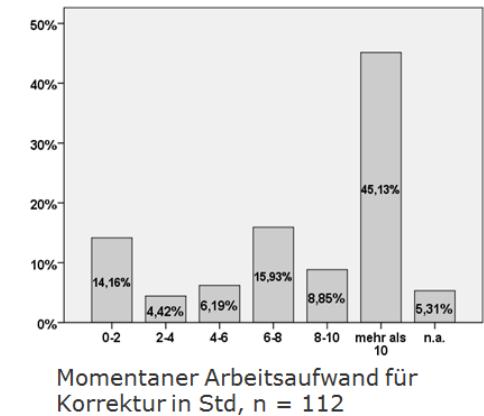
- Möglichkeit der statistischen Auswertung der Prüfungsergebnisse sowohl makroskopische (Vergleich der Studierenden) als auch mikroskopisch (z.B. Trennschärfe)
- Direkte Befragungen der Studierenden und Lehrenden



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

### • Effizienzsteigerung:

- Schnellere Bewertung der Prüfungsergebnisse bei gleichbleibender oder besserer Qualität



## Technik: Rahmenbedingungen und Operationalisierung

### • Prüfungssoftware:

- Stabile, ausgereifte und erprobte Software
- Rechtliche Sicherheit
- Möglichkeit von Customizations



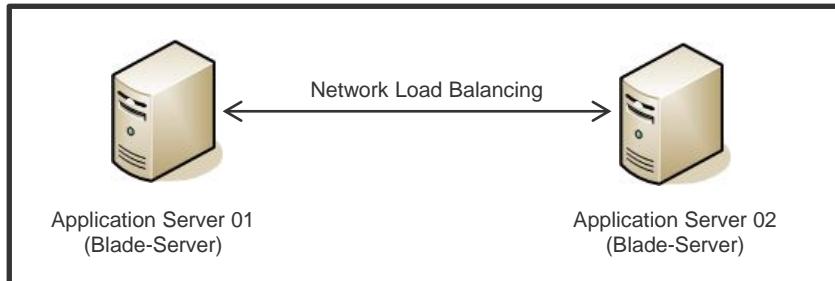
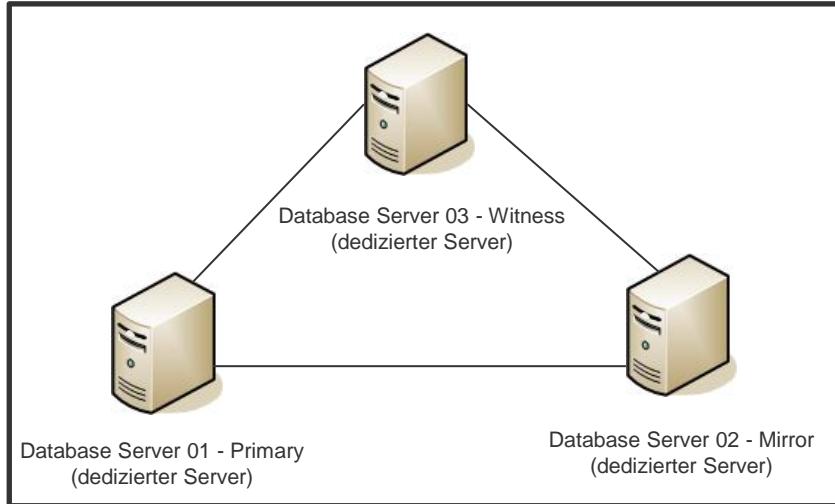
### • Prüfungsserver und Sicherheitsmaßnahmen:

- Mehrfach redundantes Produktivsystem
- Erreichbarkeit der Server nur innerhalb des Universitätsnetzwerks

### • Operationalisierung:

- E-Examination Center der Universität (nur ausgewählte Dienste erreichbar)
- Ggf. PC-Pools der Fachbereich oder des Rechenzentrums

## Technik: Struktur des Produktivsystems



- **Produktiv-System (phys.):**

- 2 Application-Server
- 3 Datenbank-Server

- **Staging-System (virt.):**

- 2 Application-Server
- 3 Datenbank-Server

## Technik: LPLUS Frontend für Studierende

Zurück Vor Markieren Alle n.b. Anlagen Hinweis Rechner Kommentar Ende Verbleibende Zeit: 00:29:55

**Aufgabe** 1

Welcher weltbekannte Architekt hat neben der Reichstagskuppel auch die Philologische Bibliothek der Freien Universität entworfen?



Walter Gropius  
 Santiago Calatrava  
 Norman Foster

**Wussten Sie?**

"Bereits vor seiner Eröffnung trug das Gebäude den Beinamen 'Berlin Brain' (engl.): Wegen der charakteristischen, rundgewölbten Form seiner äußeren Hülle, sowie den gefalteten, in zwei Hemisphären angeordneten Gebäudeebenen im Inneren ähnelt die Architektur der Anatomie eines menschlichen Gehirns."

Quelle: Wikipedia / Philologische Bibliothek der FU Berlin

e-exam

## Technik: LPLUS Backend für Lehrende



The screenshot shows the TestStudio® software interface. At the top, there is a photo of a woman and the text "TestStudio®". Below that, the user is identified as "Jochen Dietz (Lehrender)". The main menu on the left includes:

- + Katalog-Verwaltung
- + Lizenz-Verwaltung
- + Freigabestatus
- + Prüfungsverwaltung
  - Teilnehmer importieren
  - Prüfungen freigeben
  - Anmeldeliste
  - Aktuell laufende Prüfungen
  - Prüfungen öffnen/schließen
  - Nachbewertung**

The "Nachbewertung" item is highlighted with a red border. The number "3" is displayed in the bottom right corner of the menu area.



The screenshot shows the LPLUS Backend interface. The menu structure is as follows:

- Dokumentation
  - Verlaufsprotokolle
  - Übersicht Prüfungsergebnisse
  - Kommentare der Teilnehmer
  - Statistiken Gesamtprüfung
  - Archiv der Einzelprüfungen
- Daten-Export
  - Export der Prüfungsergebnisse
  - Export der Statistiken**
  - Export der Prüfungsteilnehmer
  - Export der Einzelantworten bei MC
  - PTM Datenexport
  - PTM Schnellauswertung
- + System-Management

The "Export der Statistiken" item is highlighted with a red border. The numbers "4", "1", "2", "6", "5", and "3" are displayed in the bottom right corner of the menu area, corresponding to the highlighted items in the "Dokumentation" and "Daten-Export" sections.





# Gliederung

- Das E-Examination Center
- Entwicklung des Bereichs E-Examinations
- Themen des Arbeitsbereichs E-Examinations
- **Vertiefung: Effizienz und Qualität (?)**
- Weiterführende Informationen

## Vertiefung: Effizienz

- **Ausgangssituation:**

- Mit E-Examinations können Blended Learning Szenarien ganzheitlich gemacht werden und didaktische Brüche vermieden werden.
- Aber ist das Vermeiden der didaktischen Brüche auch die Hauptmotivation für den Einsatz von E-Examinations?
- Welche Effekte sind messbar, wenn traditionelle Paper-Pencil basierte Prüfungen nahezu 1:1 in computergestützte Prüfungen migriert werden?



## Vertiefung: Effizienz - Beispiel MC-Prüfungen

### 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



## Vertiefung: Effizienz - Beispiel MC-Klausuren

## Break-Even bei MC

	Anzahl Studierender	Prüfungs-dauer (min)	Kostenvorteil (Euro)	Break-Even (Anzahl d. Prüfungen)	BAT II a	Zeit
Basis	100	120	400,00	145	57.800,00€	Jahr
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		

## Theoretische Ausgangsfrage:

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

## Vertiefung: Effizienz - Beispiel Freitext-Klausuren

### 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



## Vertiefung: Effizienz - Beispiel Freitext-Klausuren

## Break-Even bei Freitext

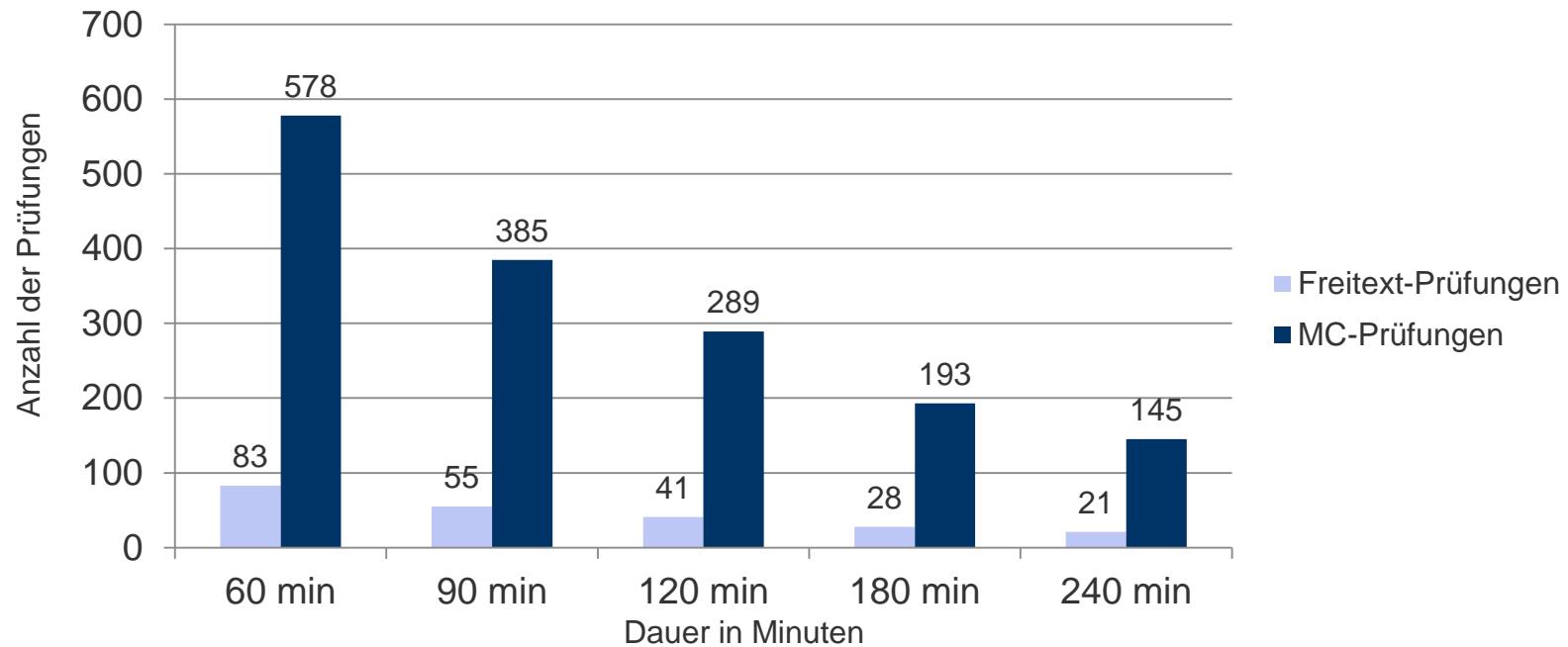
	Anzahl Studierender	Prüfungs-dauer (min)	Kostenvorteil (Euro)	Break-Even (Anzahl d. Prüfungen)	BAT II a	Zeit
Basis	100	60	1.400,00	41	57.800,00€	Jahr
Kurs 1	50	60	700,00	83		
Kurs 2	50	90	1.050,00	55		
<b>Kurs 3</b>	<b>50</b>	<b>120</b>	<b>1.400,00</b>	<b>41</b>		
Kurs 4	400	60	5.600,00	11		

## Theoretische Ausgangsfrage:

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



## Vertiefung: Effizienz - Vergleich MC-Prüfungen vs. Freitext-Prüfungen



**Theoretische Ausgangsfrage:**

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

## Vertiefung: Effizienz in a Nutshell

- **MC-Prüfungen:**

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



- **Freitext-Prüfungen:**

- Prozentual niedrigere Rationalisierung
- Effektiv höhere Rationalisierung
- Lohnt schon bei geringeren Prüfungszahlen

## Vertiefung: Qualitätssicherung in a Nutshell

- **Statistische Auswertungsmöglichkeiten:**

- Messbarkeit der Trennschärfe
- Messbarkeit des Schwierigkeitsgrads

- **Recht:**

- Vereinheitlichung der Prüfungsordnungen
- Schaffen von (formalen) Mindeststandards durch die Hintertür
- Überprüfen der Prüfungsgewohnheiten
- Erhöhung der Transparenz





# Gliederung

- Das E-Examination Center
- Entwicklung des Bereichs E-Examinations
- Themen des Arbeitsbereichs E-Examinations
- Vertiefung: Effizienz und Qualität
- **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 Statistiklernen“, 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 und Jochen Dietz

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