Hans Pongratz, Reinhard Keil (Hrsg.): Die 13. E-Learning Fachtagung Informatik,
Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2015 157

Entwicklung und Evaluation eines Prüfungssystems zur Durchführung elektronischer Volltextklausuren im juristischen Staatsexamen

Fritjof Kollmann[1] und Andreas Hoffmann[2]

Abstract: Im Rahmen eines Kooperationsprojektes mit dem Justizministerium Düsseldorf wurde ein Prüfungssystem zur Durchführung elektronischer Volltextklausuren unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen im juristischen Staatsexamen entwickelt. Durch die Integration eines Textverarbeitungsprogramms und einer angepassten Benutzeroberfläche wurde ein innovativer Ansatz zur Durchführung von Volltextklausuren implementiert. Zur Evaluation (n=119) wurde das entwickelte System in 5-stündigen Klausuren unter Prüfungsbedingungen eingesetzt. Ausgehend von einer Nutzerbefragung werden durch Analysen zum Datenvolumen, Messdaten zur Prüfungsumgebung und einer Bewertung der Arbeitsplatzsituation neue Kriterien zur Beurteilung von elektronischen Prüfungen erörtert.

Keywords: Elektronische Volltextklausuren, E-Prüfung, A-Assessment

1 Einleitung

Zukünftige Juristen wenden schon in der Ausbildung regelmäßig Textverarbeitungsprogramme an und so stellt sich die Frage, ob elektronische Volltextklausuren in den Prüfungsablauf des juristischen Staatsexamens integriert werden können. Nach Aussagen des Landesjustizprüfungsamtes NRW entsprechen handschriftliche Texte schon heute kaum noch der Arbeitswirklichkeit [Ho2013]. Im Prüfungsalltag werden jedoch ausschließlich handschriftliche Examensprüfungen durchgeführt, die eine Korrektur aufgrund der schlechten Lesbarkeit von Klausurtexten deutlich erschweren.

Im Kontext dieser Entwicklungsperspektive ist aus der Sicht der Prüfungsteilnehmer neben der Akzeptanz elektronischer Systeme zu hinterfragen, wie durch den Einsatz die Prüfungsabläufe ergonomischer gestaltet werden können. Gängige Textverarbeitungsprogramme bieten bei der Klausurerstellung eine große Anzahl von Zusatzfunktionen. Im Vergleich zu einer handschriftlichen Erstellung von Klausurtexten könnten durch diese Funktionen redundante Arbeitsabläufe verringert werden. Gleichzeitig wird durch eine Integration von Computern die Prüfungsumgebung grundlegend verändert. In Bezug auf mehrstündige Klausuren muss durch Messverfahren geklärt werden, welchen Einfluss mögliche Emissionen auf die Prüfungsumgebung haben.

[1] Universität Siegen, ZöBiS, Kohlbettstr. 15, 57068 Siegen, kollmann@wid.wiwi.uni-siegen.de
[2] Universität Siegen, Betriebssysteme / verteilte Systeme, Hölderlinstr. 3, 57068 Siegen, andreas.hoffmann@uni-siegen.de

Im Kontext dieser Fragestellungen wurde im Projekt „JUSTSIE“ des Lehrstuhls für Betriebssysteme und verteilte Systeme der Universität Siegen in Kooperation mit dem Justizministerium Düsseldorf ein Prüfungssystem zur Durchführung elektronischer Volltextklausuren entwickelt.

Ausgehend von einer Systembeschreibung werden die Evaluationsergebnisse aus Sicht der Arbeitswissenschaft und einer begleitenden Nutzerbefragung erörtert. In einer abschließenden Zusammenfassung werden Anforderungen zur Durchführung von elektronischen Volltextklausuren beschrieben.

2 Projektbeschreibung

Die Anforderungen zur Durchführung elektronischer Volltextklausuren konnten aufgrund der bestehenden Abläufe ermittelt werden. Juristische Staatsprüfungen werden über eine Dauer von fünf Stunden an mehreren Prüfungsorten (z.B. OLG Köln / OLG Düsseldorf) gleichzeitig durchgeführt. Die Verteilung der Prüfungsaufgaben und Koordination der Gutachten werden zentral vom Landesjustizprüfungsamt organsiert. Nachfolgende Anforderungen wurden als notwendige Bedingungen zur Systementwicklung formuliert.

- **Nutzung gängiger Textverarbeitungssysteme**
  Die Bearbeitung der Klausuraufgaben soll durch gängige Textverarbeitungsprogramme ermöglicht werden. Die Funktionen des Programms müssen entsprechend den Vorgaben des Prüfungsamtes angepasst werden.

- **Automatische Speicherung**
  Die automatische und ausfallsichere Speicherung von Klausurdaten stellt eine zentrale Anforderung dar.

- **Bereitstellung von juristischen Dokumenten**
  Zur Bearbeitung einer juristischen Aufgabenstellung werden in der Regel verschiedene Dokumente benötigt (z.B. Gesetze, Gesetzestexte, Urteile und Kommentare), die im Prüfungssystem mit unterstützenden Funktionen (Suchfunktion, Gliederung, Markierungen und Unterstreichungen in den Dokumenten) bereitgestellt werden sollen.

- **Management der Prüfungen**
  Die Koordination der Prüfung (z.B. Anlegen und Freigabe der Prüfung) durch das Landesjustizprüfungsamt soll zentral über ein webbasiertes Portal erfolgen. Am jeweiligen Prüfungsstandort haben die Aufsichtspersonen ebenfalls Zugriff auf eine webbasierte Prüfungsverwaltung, um auf individuelle Anforderungen der Teilnehmer eingehen zu können (z.B. die Ermöglichung einer Schreibverlängerung).

Auf Grundlage dieser Anforderungen wurde ein Prüfungssystem entwickelt, das nachfolgend aus technischer Perspektive erörtert wird.

3 Systemarchitektur

In Abhängigkeit von der Anzahl der Prüfungsstandorte besteht die Systemarchitektur aus einem zentralen Prüfungssystem und einem oder mehreren lokalen Prüfungssystemen. Während in den lokalen Prüfungssystemen die Klausurdurchführung erfolgt, werden über das zentrale Prüfungssystem die Prüfungen aller lokalen Prüfungssysteme verwaltet. Im Kontext dieser Aufteilung verfügen die Prüfungs-Clients im lokalen Prüfungssystem nur über einen Zugriff auf das Intranet des Prüfungsstandortes. Ein Zugriff auf das Internet ist aus den lokalen Prüfungssystemen nur durch den lokalen Prüfungsserver möglich, um eine Verbindung zum zentralen Prüfungsserver aufzubauen.

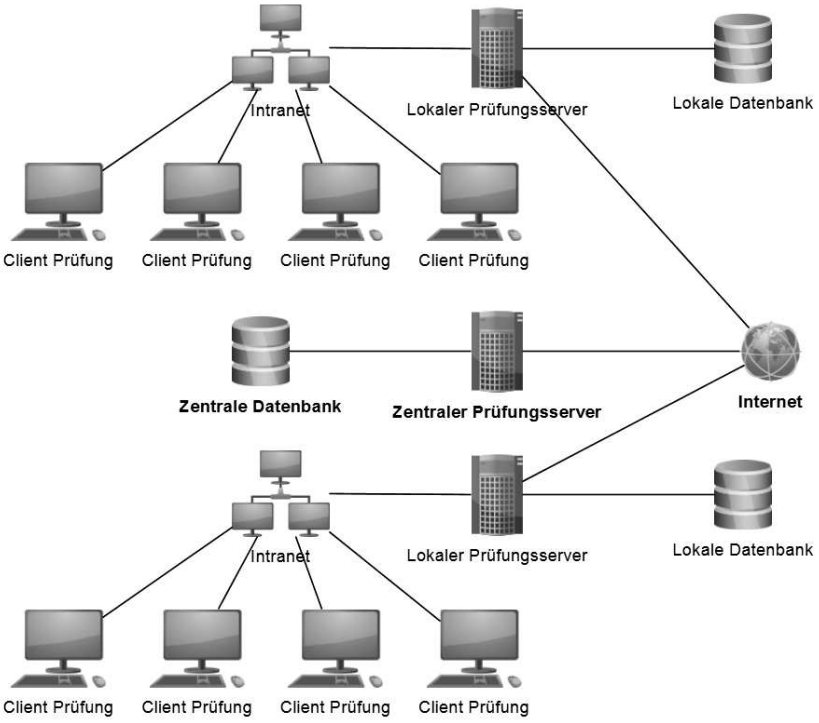

Abb. 1: Systemarchitektur mit zwei Prüfungsstandorten

Abb. 1 zeigt die Systemarchitektur in der eine Prüfung in zwei lokalen Prüfungssystemen durchgeführt wird und die Verwaltung über einen zentralen Prüfungsserver erfolgt.

3.1 Lokales Prüfungssystem

Das lokale Prüfungssystem basiert auf einer Client-Server Struktur, das in das Intranet der jeweiligen Prüfungsorte integriert wird. Im Mittelpunkt des lokalen Prüfungssystems steht ein lokaler Prüfungsserver, der alle Dienste für die Durchführung der Prüfung bereitstellt.

Lokale Prüfungsserver

Auf dem lokalen Prüfungsserver ist auf Grundlage eines LAMP Stacks die php-basierte Prüfungsumgebung KLAUSIE [HWB10] installiert, die um zwei Module zur Authentifizierung und Speicherung ergänzt wurde.

Zur Authentifizierung wird das Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) eingesetzt, um eine Authentifizierung der Prüfungs-Clients gegen den LDAP Dienst des lokalen Prüfungsserver zu ermöglichen. Ausgehend von der Authentifizierung stellt die Speicherung von Klausurangaben eine zentrale Funktionalität für einen reibungslosen Prüfungsablauf dar. Bei der implementierten Speicherung wird zwischen einer automatischen und einer manuellen Speicherung unterschieden. Eine automatische Speicherung erfolgt, wenn eine definierte Zeit abgelaufen ist und der Klausurtext durch den Studierenden verändert wurde. Dagegen erfolgt ein vom Benutzer ausgelöster Speichervorgang, wenn eine Veränderung des Klausurtextes vorgenommen wurde. Durch die Speichervorgänge werden die Klausurdaten gleichzeitig an drei verschiedenen Speicherorten abgelegt, um auf mögliche Störungen (z.B. Client-Absturz oder Netzwerkstörungen) reagieren zu können. Durch einen Speichervorgang werden die Klausurdaten zuerst vom Prüfungs-Client an den lokalen Prüfungsserver gesendet, der die Daten in einem dem Studierenden zugeordneten Repository ablegt. So kann durch eine Versionsverwaltung auf alle gespeicherten Versionen der Klausur zugegriffen werden. Darüber hinaus werden die Klausurdaten auf einem Laufwerk des Prüfungs-Clients und auf einem externen USB-Stick angeschlossen am Prüfungs-Client gespeichert.

Neben der Speicherung von Klausurdaten werden durch den lokalen Prüfungsserver auch Daten an den Prüfungs-Client übertragen. Zur Durchführung von Prüfung werden vom lokalen Prüfungsserver die Prüfungsaufgabe, eine Anzahl von juristischen Dokumenten und eine Formatvorlage für das Textverarbeitungsprogramm bereitgestellt.

Prüfungs-Clients

Zur Integration der Prüfungs-Clients in das lokale Prüfungssystem wurde ein Textverarbeitungsprogramm durch ein vb.net Plug-In angepasst. Nachdem das Textverarbeitungsprogramm gestartet wird, werden nach erfolgreicher Authentifizierung gegen den LDAP-Dienst des lokalen Prüfungsservers von diesem Konfigurationsdaten für den Prüfungs-Client bereitgestellt. Diese xml-strukturierte Datei enthält eine Auflistung von freigeschalteten Funktionen des Textverarbeitungsprogramms, eventuelle Informationen über den letzten Bearbeitungsstand der Klausur und die Speicherorte der juristischen Dokumente. Liegen zu der gestarteten Prüfung bereits Klausurangaben vor, dann wird

dem Anwender eine Sicht mit den gespeicherten Versionen angezeigt. Nach Abschluss dieses Initialisierungsvorgangs gelangt der Anwender zur Benutzeroberfläche des Prüfungssystems. Im Rahmen der verfügbaren Monitorgröße von 24 Zoll wurde die Benutzeroberfläche (vgl. Abb. 2) über einen geteilten Bildschirm in zwei Bereiche eingeteilt. Bei diesem Konzept werden auf der rechten Seite die Klausuraufgabe und die juristischen Dokumente dargestellt. Auf der linken Seite kann vom Anwender der Klausurtext bearbeitet werden. Im oberen Bereich werden in der Multifunktionsleiste des Textverarbeitungsprogramms neben den freigeschalteten Funktionen über den Tab „KlausieWriter" alle Funktionen (z.B. Abgabe der Prüfung oder Version der Klausur laden) und Informationen (z.B. restliche Klausurzeit oder letzte automatische Speicherung) zur Bearbeitung der Prüfung angezeigt.

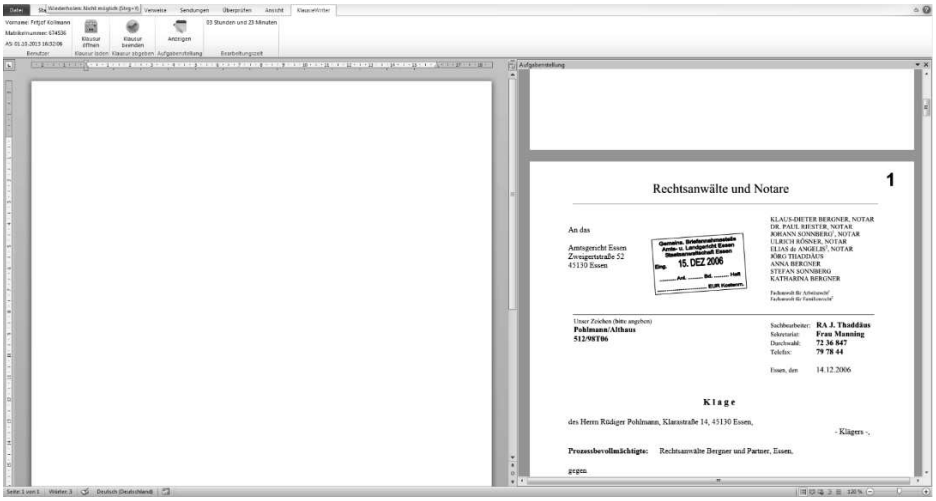

Abb. 2: Benutzeroberfläche Prüfungs-Client

Durch das lokale Prüfungssystem werden so die Anforderungen und Funktionen an den jeweiligen Prüfungsstandorten abgebildet.

3.2 Zentrales Prüfungssystem

Durch das zentrale Prüfungssystem werden Funktionen und Berechtigungen des Landesjustizprüfungsamts zur Organisation der Prüfungen ermöglicht. Als wichtigste Komponente im gesamten Prüfungssystem werden durch den zentralen Prüfungsserver die Prüfungsdaten für die lokalen Prüfungssysteme bereitgestellt. Mitarbeiter des Prüfungsamtes greifen über eine webbasierte Ansicht auf den zentralen Prüfungsserver zu und erstellen dort eine Prüfung mit den dazugehörigen juristischen Dokumenten. Dieser Prüfung werden die jeweiligen Prüfungsstandorte und ein Freigabezeitraum zugeordnet. Zum Schutz der Klausuraufgaben werden diese erst Minuten vor Beginn der Prüfung verschlüsselt an die lokalen Prüfungsserver über das Internet übertragen. Die Verteilung

auf die Prüfungs-Clients erfolgt dann durch den lokalen Prüfungsserver. Im Falle eins „Single Point of Failure“ wäre es so auch möglich, die Daten direkt über die lokalen Prüfungsserver an die Prüfungs-Clients zu verteilen.

Neben der Bereitstellung von Klausurdaten wird über die webbasierte Ansicht des zentralen Prüfungsservers ein Monitoring der lokalen Prüfungssysteme ermöglicht. Zur Bereitstellung eines Monitoring werden beispielsweise Informationen von den lokalen Prüfungsservern abgerufen. In der Monitoring-Sicht werden u.a. die Teilnehmerzahlen, die Namen der nicht anwesenden Teilnehmer und die Anzahl von Client-Wechseln in einem Protokoll angezeigt.

Neben der Bereitstellung von Klausurdaten werden vom zentralen Prüfungsserver die gesamten Prüfungsdaten von den lokalen Prüfungsservern in regelmäßigen Abständen abgerufen. So verfügt das Prüfungsamt unmittelbar nach Abschluss der Prüfung über alle Klausurangaben der Teilnehmer und kann diese an die Gutachter weiterleiten.

4 Evaluationsergebnisse

Zur Evaluation wurde das entwickelte Prüfungssystem „JUSTSIE“ in drei Testklausuren (n=119) eingesetzt, die unter Prüfungsbedingungen in den jeweiligen Computer-Laboren der Ausbildungsstandorte stattfanden. Zur Bewertung des Systemeinsatzes wurden Daten zu den Speichervorgängen, Daten aus den Nutzerbefragungen und Messdaten zur Arbeitsumgebung ausgewertet.

4.1 Nutzerbefragung

Das eingesetzte Verfahren zur Durchführung von elektronischen Volltextklausuren wurde von den Teilnehmern durchgehend positiv beurteilt. 93 % der Befragten gaben an, dass sie sich auch in Zukunft vorstellen können Prüfungen in der juristischen Ausbildung elektronisch durchzuführen. Grundsätzlich bewerteten 86 % der Befragten das Arbeiten am Prüfungs-Client als sehr gut bzw. gut. Über eine Prüfungsdauer von fünf Stunden schätzen 79 % der Befragten die Fähigkeit sich über einen längeren Zeitraum auf den Bildschirm zu konzentrieren mit sehr gut oder gut ein. Das angepasste Textverarbeitungsprogramm wurde von 79 % der Befragten mit sehr gut oder gut bewertet. Die eingesetzten PC-Monitore mit einer Bildschirmdiagonale von 24 Zoll empfanden 93 % der Befragten als genau richtig. In diesem Kontext wurde auch die geteilte Darstellung von dem Textbearbeitungsfeld und der Prüfungsdokumente von 75 % der Befragten als sehr gut bzw. gut eingestuft. Dieses Ergebnis zur Arbeit an den Prüfungs-Clients kann vor allem damit begründet werden, dass bei den Anwendern ausreichend Erfahrung in der Bedienung des Textverarbeitungsprogramms vorlagen. Trotzdem geben 39 % der Befragten den Wunsch an, vor der Klausur mit der Software üben zu können. Im Vergleich von handschriftlichen zu elektronischen Volltextklausuren wurde besonders das Bearbeiten von Texten im Textverarbeitungsprogramm als vorteilhaft hervorgehoben.

„Das Schreiben mit der Hand ist nicht mehr zeitgemäß. Durch die angenehmere Körperhaltung beim Arbeiten am Computer ist ein konzentrierteres Arbeiten möglich. Zudem sind die Lesbarkeit und die direkten Korrekturmöglichkeiten vorteilhaft."

„Es ist sehr viel praktischer, die Hand tut nicht weh, die Arbeit ist viel übersichtlicher. Selbst das Tippen ist leiser, als das ständige Blättern."

Ausgehend von der Bewertung der Software wurden durch zwei Prüfungsteilnehmer Überlegungen zu prüfungsrechtlichen Auswirkungen angestellt. Sie gaben an, dass durch die individuellen Fähigkeiten zum „schnellen Tippen" Abweichungen und Ungerechtigkeiten bei der Durchführung von elektronischen Volltextklausuren auftreten können.

„Meines Erachtens ist für die gerechte Durchführung von juristischen PC-Klausuren ein verbindlicher Tastschreibkurs während des Studiums erforderlich, in dem man das Tastaturschreiben in hinreichender Geschwindigkeit erlernt (180 Anschläge /Minute?)."

Zusammenfassend zeigt sich bei den Befragten eine hohe Akzeptanz von elektronischen Volltextklausuren. In den durchgeführten Testklausuren wurde jedoch deutlich, dass die Ausstattung des Arbeitsplatzes einen zentralen Einfluss auf Beurteilung des Prüfungsverfahrens hat.

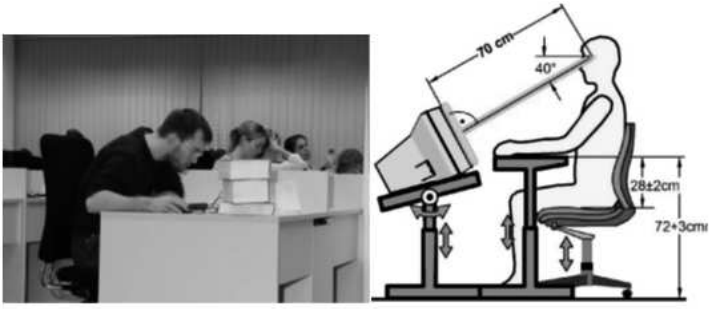

Abb. 3: Ist-Zustand der Arbeitsplatzsituation (links) und Soll-Zustand (rechts)

In einem Raum waren die Computer-Bildschirme in den Tisch eingelassen und durch eine Glasplatte geschützt, wodurch keine ergonomische Körperhaltung möglich ist. Abb. 3 zeigt den Zustand im Computerlabor im Vergleich zu der Empfehlung zur ergonomischen Sitzhaltung am Arbeitsplatz. Erschwert wurde die Erkennbarkeit der Monitore durch eine stark spiegelnde Glasplatte auf der Tischoberfläche, was durch die Prüfungsteilnehmer besonders negativ bewertet wurde.

„Der Arbeitsplatz muss größer werden, die Unterbringung von Gesetz und Kommentaren war kaum möglich. Der Lichteinfall der Deckenleuchten auf das Sichtfeld über dem Monitor war extrem störend. Die Sitzposition führt zu Nackenschmerzen."

„Es ist dringend erforderlich, dass die Tische größer sind! Ich musste ständig Bücher auf den Bildschirm legen."

Im diesem Kontext stellt eine der Körpergröße angepasste Stuhl- und Tischeinstellung in Verbindung mit einem im Blickfeld des Anwenders aufgestellter Monitor eine notwendige Bedingung für mehrstündige Volltextklausuren dar.

4.2 Speichervorgänge

Zur Berechnung der Auslastung der lokalen Prüfungsserver wurde eine Auswertung der manuellen Speichervorgänge eines Klausurdurchganges (n=28) durchgeführt. Innerhalb der Prüfungszeit von fünf Stunden wurden 792 manuelle Speichervorgänge von den Prüfungsteilnehmern ausgeführt, mit einer durchschnittlichen Anzahl von 27 Speichervorgängen pro Teilnehmer. Damit werden über die gesamte Prüfungsdauer im Durchschnitt alle 22,68 Sekunden ein manueller Speichervorgang durchgeführt.

Eine deutliche Differenz zeigt sich im Speicherverhalten der Teilnehmer. Im Vergleich wurden zwischen 8 und 124 Speichervorgänge durchgeführt. Insgesamt wurden durch die Anwender 16.635 KiB Klausurdaten auf dem lokalen Prüfungsserver gespeichert. Pro Anwender wurden im Durchschnitt 592,71 KiB Klausurdaten erzeugt. In Bezug auf die Speichervorgänge zeigt sich auch bei der Gesamtmenge der erzeugten Daten pro Anwender eine deutliche Differenz zwischen 592,71 KiB und 2428,9 KiB. Abb. 4 zeigt die manuellen Speichervorgänge aller Prüfungsteilnehmer im zeitlichen Verlauf.

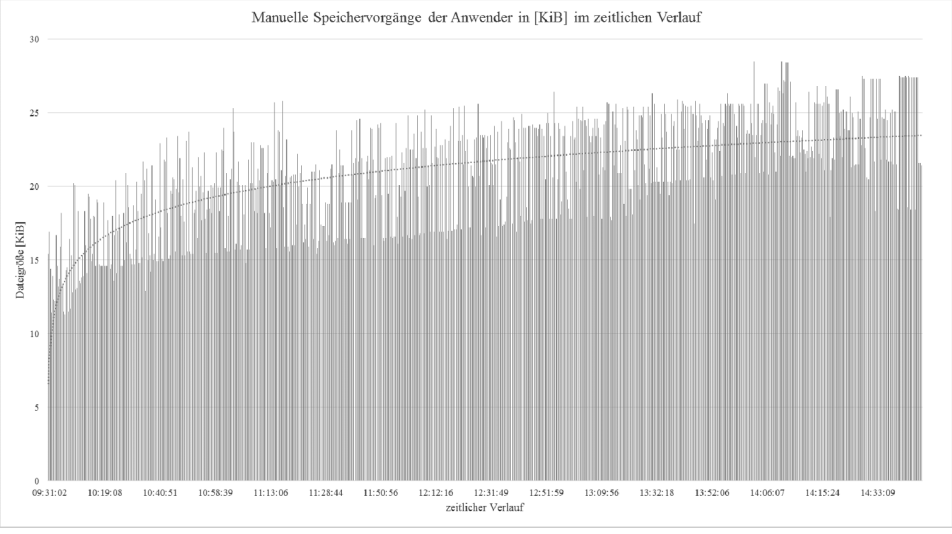

Abb. 4: Die Speichervorgänge der Anwender im zeitlichen Verlauf

Ausgehend von einer „leeren“ Klausurdatei mit einer Dateigröße von 12 KiB konnte im gesamten Prüfungsverlauf eine Maximalgröße einer Speicherung von 28,5 KiB gemessen werden. In der letzten Stunde wurden 226 Speichervorgänge durchgeführt. Dagegen wurden in der ersten Stunde nur 76 Speichervorgänge ausgeführt, was damit begründet

werden kann, dass zu Beginn der Prüfung viele Teilnehmer mit der Aufgabenstellung und dem Lesen der juristischen Texte beschäftigt sind. Aufgrund der Zunahme der Speichervorgänge in der letzten Stunde kann hier von einer intensiven Texterstellung ausgegangen werden. Innerhalb einer Minute wurde ein maximales Datenvolumen von 331 KiB an den lokalen Prüfungsserver übertragen. Wie anzunehmen können durch die angeführten Daten eine zunehmende Belastung des lokalen Servers gezeigt werden. Parallel zu den manuellen Speichervorgängen findet zudem eine Belastung durch die automatischen Speichervorgänge statt. Im Kontext der Skalierbarkeit eines Prüfungssystems sollte demzufolge eine adaptive Strategie zwischen manueller und automatischer Speicherung definiert werden.

Zusammenfassend zeigt sich aufgrund der Auswertung der Speichervorgänge eine geringe Belastung des lokalen Prüfungsservers durch die Prüfungs-Clients. Durch einen Vergleich mit den zur Verfügung stehend Ressourcen (Netzwerk und lokalen Prüfungsserver) können nun Berechnungen zur Auslastung und Skalierbarkeit vorgenommen werden.

4.3 Arbeitsumgebung

An zwei Prüfungstagen wurden Messungen durch das Institut für Arbeitswissenschaft/Ergonomie der Universität Siegen zur Arbeitsumgebung durchgeführt.

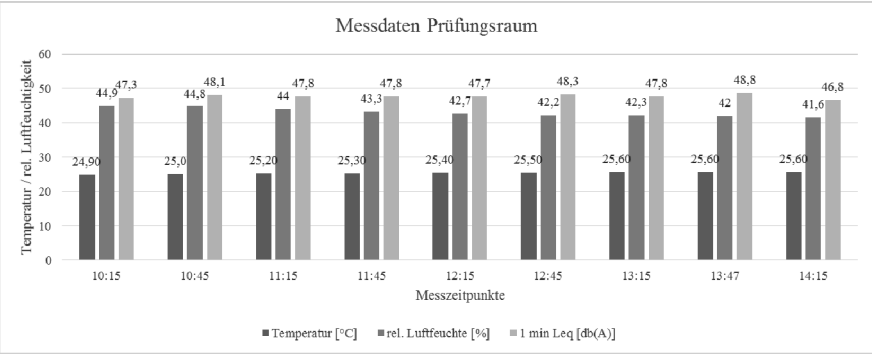

Abb. 5: Messdaten zur Prüfungsumgebung

Zur Erfassung des Raumklimas (n=56) wurden die Lufttemperatur [°C], die relative Luftfeuchtigkeit [%] und die Windgeschwindigkeit [m/s] sowie der Schalldruckpegel [db(AF)] als 1 min Mittelwert an jeweils 6 Messpunkten erfasst. Über ein Kunstkopfmesssystem wurden alle 30 Minuten Schallaufzeichnungen mit einer Dauer von 10 Minuten erstellt. Zusätzlich wurde die Körpertemperatur einzelner Prüfungsteilnehmer durch eine Wärmebildkamera erfasst.

Abb. 5 zeigt einen Ausschnitt der Temperaturentwicklung und der Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit im Prüfungsraum. Gemittelt über alle Messzeitpunkte wurde

eine Temperatur im Prüfungsverlauf von 25,3 C° gemessen. Aufgrund der Raumbelegung und der mit maximaler Leistung laufenden Klimaanlage ist diese Raumtemperatur zu hoch. 66 % der Prüfungsteilnehmer bestätigten diese Messung, indem Sie angaben, dass sie die Raumtemperatur mit „zu warm“ einstuften.

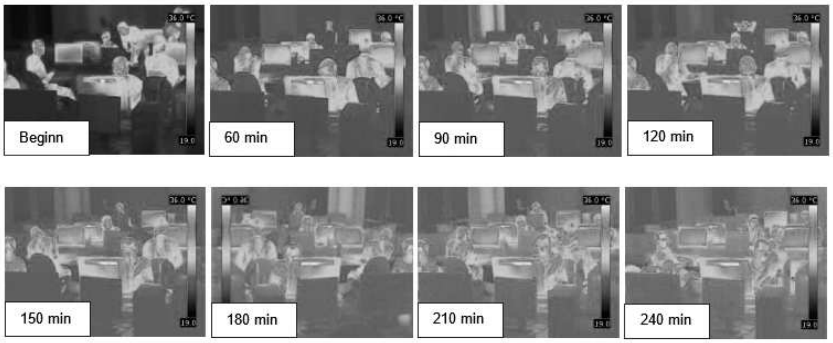

Abb. 6: Temperaturmessung im Prüfungsverlauf

Die Entwicklung der Raumtemperatur kann zudem durch die Bilder der Wärmebildkamera begründet werden (vgl. Abb. 6). Grundsätzlich können durch die Prüfungsteilnehmer und die Prüfungs-Clients zwei Wärmequellen identifiziert werden, die einen entscheidenden Einfluss auf die Raumtemperatur darstellen. Die Veränderung der Raumtemperatur ist durch die veränderte Farbgebung eindeutig erkennbar. Während zu Beginn der Klausur der blaue Bereich mit Temperaturwerten um 20°C überwiegt, ist nach 240 min durch eine stetige Erwärmung die Farbe Grün mit Temperaturwerten um 25°C vorherrschend. Insgesamt betrachtet, zeigen die Temperaturverteilungen ein für konzentriertes Arbeiten gerade noch akzeptables Temperaturniveau. Grenzwertig erscheinen Werte von über 26°C, da nach BGI 7004 [Dg2007] für die gegebene Arbeitsumgebung ein Wert von 22°C empfohlen wird. Ausgehend von der Raumtemperatur befanden sich die Luftfeuchte und die Luftbewegungen in einem komfortablen Bereich.

Im Vergleich zu papierbasierten Volltextklausuren wurde zudem hinterfragt, wie die Prüfungsteilnehmer die Geräusche von Computern in der Prüfungsumgebung beurteilen. Neben Gehäuselüftern der Computer können besonders durch die Benutzung von Tastaturen die wahrgenommene Lautstärke beeinflusst werden. In diesem Kontext wurde bei einer Prüfung eine Schallaufzeichnung durch ein Kunstkopfmesssystem durchgeführt. Die in der Prüfung eingesetzten Computer waren nicht mit speziellen Komponenten (z.B. Tastatur, Lüfter) zur Lautstärkereduzierung ausgestattet. Durch die Messung ergab sich ein über den im Tagesverlauf über alle Messpunkte gemittelte Schalldruckpegel von 47,8 dB(A). Nach Vorgabe der Arbeitsstättenverordnung ist bei überwiegend geistiger Tätigkeit am Arbeitsplatz ein Beurteilungspegel von Leq = 55 dB(A) zulässig (§15Arb.Stätt.V. / 2002).

Eine Auswertung des Pegel-Zeit-Verlaufs (vgl. Abb. 7) der Schallaufzeichnung ergab

keine Beeinflussung durch Lüfter- oder Tastaturgeräusche. In der Nutzerbefragung gaben jedoch einige Prüfungsteilnehmer an, dass die Tastaturgeräusche gegen Ende der Prüfung zunahmen, aber nicht als störend empfunden wurden. Im Rahmen dieser subjektiven Wahrnehmung sollten die Prüfungs-Clients mit „gedämpften" Tastaturen ausgestattet werden. Ein relevanter Effekt konnte durch das Abschalten der Klimaanlage festgestellt werden, die in den meisten Computer-Laboren zur Grundausstattung zählt. Die Klimaanlage wurde im Prüfungsverlauf abgeschaltet, da diese durch die Teilnehmer als störend empfunden wurde. Durch die Abschaltung konnte eine Verringerung des Schallpegels um ca. 3 dB(A) gemessen werden.

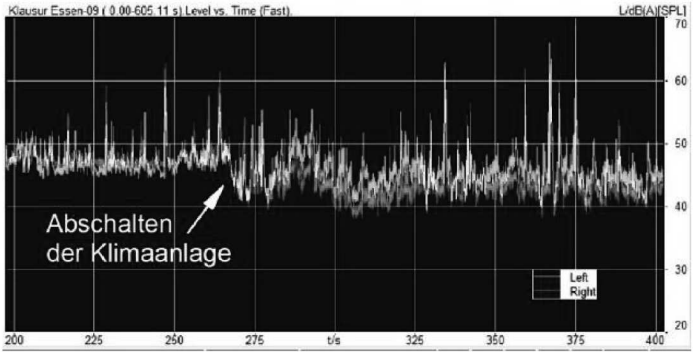

Abb. 7: Pegel-Zeit-Verlauf der Schallaufzeichnungen mit dem Kunstkopfmesssystem während der Prüfung

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von den Anforderungen des Landesjustizprüfungsamtes wurde eine Systemarchitektur zur Durchführung von elektronischen Volltextklausuren entwickelt. Diese Systemarchitektur wird in eine zentrale und eine oder mehrere lokale Prüfungssysteme gegliedert. Durch diese Aufteilung werden die Funktionen und Berechtigungen des Prüfungsamtes zentral abgebildet, gleichzeitig wird eine Ausfallsicherheit und ein individuelles Prüfungsmanagement durch die dezentralen (lokalen) Prüfungssysteme gewährleistet.

In Bezug auf die Zielgruppe wurde auf den Prüfungs-Clients ein angepasstes Textverarbeitungsprogramm installiert, das in den Nutzerbefragungen durchgehend positiv bewertet wurde. In Ergänzung wurden durch verschiedene Messverfahren neue Perspektiven zur Beurteilung von elektronischen Prüfungen erörtert. Aufgrund der Evaluationsergebnisse sollten nachfolgende Kriterien bei der Durchführung von elektronischen Volltextklausuren beachtet werden.

- *Fachspezifische Anforderungen bei der Bearbeitung von Klausurtexten*
  Am Beispiel von juristischen Klausuren wurde gezeigt, dass durch die alleinige Be-

reitstellung eines Textverarbeitungsprogramms die Vorteile elektronischer Prüfungssysteme nicht ausreichend genutzt werden. Erweiterungen sind notwendig, um fachspezifische Arbeitsabläufe (z.B. das Arbeiten mit Gesetztestexten) in die Klausurerstellung zu integrieren.

- *Einflüsse auf die Prüfungsumgebung*
  Der Einsatz von Computern kann eine Beeinflussung der Prüfungsumgebung darstellen. Durch die angeführten Messverfahren können Effekte identifiziert und durch gezielte Raumausstattungen reduziert werden.

- *Veränderung des Arbeitsplatzes*
  Die Nutzerbefragung zeigt eine hohe Akzeptanz für die Durchführung von elektronischen Volltextklausuren. Die Teilnehmer stufen die körperliche Belastung durch die verbesserte Sitzhaltung und das Schreiben mit Tastaturen im Vergleich zu papierbasierten Klausuren als geringer ein. Voraussetzung für diese Wahrnehmung ist einer der Körpergröße anpassbarer Arbeitsplatz.

Ausgehend von diesen Ergebnissen können weitere Entwicklungsperspektiven für Prüfungssystemen zur Durchführung elektronischer Volltextklausuren beschrieben werden. Eine Neubewertung der Ressourcenanforderung muss vorgenommen werden, wenn nicht nur Texte, sondern auch Klausurdaten (z.B. Bilder oder interaktive Elemente) mit einem größeren Datenvolumen integriert werden. Aus Sicht der Prüfungsverwaltung stellt das System-Monitoring einen zentralen Ansatz dar, der durch individuelle Anforderungen weiterentwickelt werden kann. Um den Prüfungsprozess umfassend zu verändern sollten auch die Gutachter bei der Bewertung der Klausurtexte durch inhaltsbezogene Auswertungsfunktionen unterstützt werden.

Literaturverzeichnis

[Dg07] Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften: DGUV Information 215-520 - Gesund und fit im Kleinbetrieb - Klima im Büro. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Köln, 2007, http://www.arbeitssicherheit.de/de/html/library/document/5004877,1, Stand: 13.03.2015.

[HWB10] Hoffmann, A.; Wismüller, R.; Bode, M: Realisierung eines Sicherheits- und Rechtemanagements für elektronische Prüfungen an Hochschulen mittels Software-Proxy In: Schwill, A.; Apostolopoulos, N. (Hrsg.): Lernen im Digitalen Zeitalter. DeLFI 2009 -- Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik, Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn, Sept. 2009, S. 271-282.

[Ho13] Hogrebe, L.: NRW plant das Computer-Examen Flinke Finger machen sich bezahlt. Legal Tribune ONLINE, Köln, 2013, http://www.lto.de/recht/studium-referendariat/s/staatsexamen-am-computer-klausuren-initiative-nrw/, Stand: 13.03.2015.