

# bwLehrpool: Durchführung von elektronischen Prüfungen in virtualisierten Umgebungen

Steffen Ritter,<sup>1</sup> Stephan Trahasch,<sup>1</sup> Sven Slotosch,<sup>2</sup> Dirk von Suchodoletz<sup>2</sup> und Jan Münchenberg<sup>1</sup>

**Abstract:** Aufgrund der zunehmenden Bedeutung von E-Prüfungen an Hochschulen und Universitäten werden Lösungen benötigt, die eine einfache, schnelle und sichere Nutzung von bestehenden Poolräumen für verschiedene Prüfungsszenarien ermöglichen. Das Projekt bwLehrpool hat in der Vergangenheit gezeigt, dass mit Hilfe von Virtualisierung eine große Anzahl an unterschiedlichen, individualisierten Lehrumgebungen flexibel und räumlich unabhängig verteilt werden kann. Im nächsten Schritt sollen nun Erweiterungen entwickelt werden, die diese Flexibilität auch für elektronische Prüfungen nutzbar macht. Dabei gilt es vor allem, die Vorteile, wie z.B. die Nutzung von Softwareunterstützung für realitätsnahe Aufgabenstellungen, mit der Notwendigkeit nach größtmöglicher Sicherheit und schneller Umrüstzeit der Infrastruktur in Einklang zu bringen. Um den aktuellen Entwicklungsstand zu testen, wurde im Wintersemester 2015/2016 an der Hochschule Offenburg eine E-Prüfung unter bwLehrpool durch über 140 Studierende durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anforderungen bisher erfolgreich umgesetzt werden konnten, allerdings noch mehr manueller Aufwand nötig ist, als gewünscht. Der Ablauf soll in Zukunft weiter vereinfacht und verstetigt werden.

**Keywords:** bwLehrpool, bwEKlausuren, E-Prüfung

## 1 Einleitung

E-Prüfungen spielen eine zunehmende Rolle in der Abwicklung von verschiedenen Arten von Prüfungsleistungen, insbesondere bei Lehrveranstaltungen mit größeren Zahlen an Studierenden. Die Durchführung bedarf entsprechender technischer Grundlagen, die flexibel und skalierend zur Verfügung gestellt werden können. Die hohe Flexibilität des bwLehrpool-Konzeptes[Su14] schafft bereits etliche Voraussetzungen, die eine einfache Einrichtung von E-Prüfungs-Pools mit einer theoretisch beliebig großen Anzahl an per LAN angeschlossenen Prüfungscomputern realisieren kann. Auf Basis eines über Netzwerk gebooteten Linux-Systems können beliebige Virtuelle Maschinen gestartet werden. Diese Virtuellen Maschinen werden von den Lehrenden im Vorfeld eigenständig vorbereitet und individuell angepasst. Im Projekt bwLehrpool wurde testweise die Unterstützung

---

<sup>1</sup> Hochschule Offenburg, Badstraße 24, 77652 Offenburg, steffen.ritter@hs-offenburg.de, stephan.trahasch@hs-offenburg.de, jan.muenchenberg@hs-offenburg.de

<sup>2</sup> Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fahnbergplatz, 79085 Freiburg im Breisgau, sven.slotosch@rz.uni-freiburg.de, dirk.von.suchodoletz@rz.uni-freiburg.de

spezieller Prüfungssituationen durch eigens angelegte Umgebungen für ausgewählte Fachgebiete erprobt. Allgemeine, abgesicherte Prüfungssysteme, die beispielsweise mit Lernmanagementumgebungen interagieren, können ebenfalls Teile der bwLehrpool-Infrastruktur nutzen, wobei sie jedoch einiger Ergänzungen bedürfen. Das aktuelle Projekt bwE-Klausuren hat das Ziel, die in den letzten zwei Jahren entwickelte bwLehrpool-Plattform[Tr15] so anzupassen und zu verstetigen, dass eine Vielzahl verschiedener EDV-gestützter Prüfungsformen und Tests an den Landeshochschulen und Universitäten durchgeführt werden können. Das Projekt baut hierzu auf den Erfahrungen durchgeführter E-Prüfungen an der Universität Freiburg und der Hochschule Offenburg auf. Im Projekt werden die notwendigen Module entwickelt, um elektronische Prüfungen und Tests bzw. Zertifizierungsprüfungen verschiedener Anbieter und unterschiedlicher Systeme “auf Knopfdruck” in bwLehrpool oder stationären oder mobilen Testzentren durchführen zu können. Hierbei stehen die Aspekte der technischen Absicherung, der Systemsteuerung und des Monitorings sowie organisatorische und rechtliche Fragen im Zusammenhang mit der Nutzung von bwLehrpool im Vordergrund. Das bestehende System muss um einige Bausteine erweitert werden, um diesen Ansprüchen genügen zu können.

## 2 Ziel

Das Projekt gliedert sich unter anderem in folgende Teilziele:

- Verschiedene Varianten von E-Prüfungen auf Basis von bwLehrpool anzubieten und zu evaluieren
- Flexible Nutzung bestehender Räume und IT-Infrastrukturen für bedarfsweise, zeitlich beschränkt anfallende E-Prüfungs- und E-Assessment-Aufgaben
- Bereitstellung eines Frameworks zur Einrichtung von stationären und bei positiver Evaluation von mobilen Testzentren
- Reduktion des administrativen Aufwands für das Angebot verschiedener Prüfungsformen
- Evaluation geeigneter Prüfungs- und Assessment-Szenarien für einzelne Fachbereiche und Teilfächer z.B. Tests von Anbindung an Learningmanagementsysteme und bestehender E-Prüfungssysteme

Um den aktuellen Entwicklungsstand in der Praxis zu überprüfen, wurde im Wintersemester 2015/2016 an der Hochschule Offenburg eine E-Prüfung mit rund 140 Erstsemesterstudenten aus den Studiengängen AI, WIN und WIN-plus durchgeführt. Diese wurden in fünf Poolräumen gleichzeitig über 90 Minuten am Computer in einer durch bwLehrpool abgesicherten Umgebung geprüft. Bei der durchgeführten Klausur handelte es sich um eine gemeinsame Modulprüfung der Veranstaltungen “Webtechnologien” und “Softwareergonomie”. Im Folgenden werden der Ablauf, die dafür nötigen Durchführungsschritte sowie die Erfahrungen mit dieser Prüfung vorgestellt.

### 3 Vorbereitung

Bisher scheitern viele E-Prüfungen bereits an der aufwendigen Vorbereitung, vor allem die der Poolräume. In der Regel werden die Poolräume ständig von Lehrveranstaltungen, Laborpraktika oder frei arbeitenden Studierenden genutzt. Diese erwarten somit ihre bekannte Umgebung samt benötigter Software. Um eine E-Prüfung durchzuführen ist es jedoch unbedingt notwendig, eine sichere Plattform mit spezifischen Anforderungen bereitzustellen[VS09]. So muss der Zugriff auf Netzwerkressourcen beschränkt und die Verwendung möglicher Hilfsgeräte wie etwa mitgebrachte USB-Sticks unterbunden werden. Außerdem benötigen unterschiedliche Prüfungen häufig unterschiedliche Softwarepakete.

Um einen Poolraum vom regulären Betrieb auf solch eine Prüfungsumgebung umzustellen, werden im Normalfall mehrere unterschiedliche Akteure, wie z.B. Netzwerkadministratoren und die Pool-Verantwortlichen benötigt. Nach Ende der Prüfung müssen alle Änderungen zudem wieder rückgängig gemacht werden. Dies erfordert einen immensen Arbeits- und Zeitaufwand. Zusätzlich kommt hinzu, dass kaum eine Hochschule oder Universität einen einzelnen Poolraum in der nötigen Größe für eine Prüfung mit einer relevanten Anzahl an zu Prüfenden bereitstellen kann.

Mit Hilfe von bwLehrpool lässt sich eine beliebige Anzahl an Poolrechnern praktisch auf Knopfdruck vom regulären Lehrbetrieb in eine abgesicherte Prüfungsumgebung umschalten. Da es zum Zeitpunkt der vorgestellten E-Prüfung noch nicht möglich war, innerhalb des bwLehrpool-Servers unterschiedliche Räume mit unterschiedlichen Konfigurationen, wie z.B. Netzwerkregeln, über eine einfache Oberfläche einzurichten, musste hier auf einen zweiten Server zurückgegriffen werden. Auf diesem Server wurden passende Regeln angelegt, die den Zugriff der Clients auf Netzwerk und angeschlossene USB-Geräte regeln. So wurde der Zugriff auf den notwendigen DNS-, DHCP- und LMS-Server (in diesem Fall Moodle) zugelassen, während jeglicher restlicher Netzwerkverkehr blockiert wurde. Somit war es nicht möglich, auf Netzlaufwerke oder andere Internetressourcen zuzugreifen. Zusätzlich wurde der Zugriff auf USB-Geräte blockiert. Diese Regeln werden während des Bootvorgangs an das Linux-Grundsystem der bwLehrpool-Clients ausgeliefert und gelten daher unabhängig von der verwendeten Virtuellen Maschine[Tr15]. Somit mussten innerhalb der Virtuellen Maschine keinerlei Anpassungen dahingehend vorgenommen werden.

Damit die Studierenden keinen Zugriff auf bereits bestehende Materialien wie z.B. Vorlesungsfolien innerhalb des regulär verwendeten Learning-Management-Systems (LMS) haben, wurde dafür ein separater Moodle-Server verwendet. Der Server wurde speziell abgesichert, so dass ausschließlich IP-Adressen aus den Prüfungsräumen darauf zugreifen konnten. Die Dozierenden bereiteten die Prüfungen vor und gaben diese an das für den Moodle-Server zuständige Informationszentrum (IZ) weiter. Der initiale Aufwand, die Prüfung innerhalb Moodle zu erstellen, ist vor allem zu Beginn aufwendiger als bei einer vergleichbaren Papierklausur. Allerdings sinkt dieser Aufwand von Prüfung zu Prüfung, da bestehende Fragen weiterverwendet oder angepasst werden können. Außerdem steigt das Verständnis der Verantwortlichen für die bislang ungewohnten Abläufe. Das IZ

legte entsprechend der Vorgaben die Klausur als Kurs mit Testmodul innerhalb von Moodle an. Da an der Prüfung Studierende unterschiedlicher Studiengänge teilnahmen, wurden mehrere Kurse mit teilweise unterschiedlichem Inhalt angelegt. Die Kurse wurden zusätzlich passwortgeschützt. Da die Studierenden in den Prüfungsräumen aufgrund der nur begrenzt verfügbaren Rechner direkt nebeneinander sitzen mussten, wurden die Prüfungsaufgaben zusätzlich in einen A- und einen B-Teil aufgeteilt. Auf dem an die Studierenden ausgeteilten Prüfungsbeiblatt stand lediglich das Kennwort für den A- bzw. B-Teil. Dieses wurde direkt vor der Prüfung an die zu Prüfenden verteilt. Das Kennwort, um den Kurs zu betreten, wurde von der Aufsicht erst bei Prüfungsbeginn an die Tafel geschrieben und markierte damit den Startzeitpunkt.

Die eigentliche Stärke von E-Prüfungen mit Hilfe von bwLehrpool ist die Möglichkeit, während der Prüfung zusätzliche Software zu nutzen. Dies ermöglicht deutlich praxisnähere Aufgabenstellungen als bisher. Durch die Einrichtung einer Virtuellen Maschine (VM) mit ausschließlich für die Prüfung zulässiger Software, stellt dies kein zusätzliches Sicherheitsrisiko dar. Es ist immer nur die Software vorhanden, die für eine Prüfung benötigt wird. Für die besprochene Prüfung war jedoch keine zusätzliche Software nötig. Alle Aufgaben waren textbasiert und somit über Moodle zu erledigen. Daher wurde als Prüfungs-VM lediglich ein aktuell gepatchtes Windows 7 mit Firefox verwendet. Zusätzlich wurde der Windows-Taschenrechner für das Standard-Benutzerkonto deaktiviert.

Die Prüfungsräume wurden im voraus gebucht und dem Prüfungsamt gemeldet. Da durch die A/B-Aufteilung der Fragen ein Spicken beim direkten Nachbarn sinnlos ist, musste nur noch verhindert werden, dass die Studierenden beim direkten Vordermann abschauen konnten. Dafür wurden verschiedene Arten von Sichtschutz diskutiert und getestet.



Abb. 1: E-Prüfung - Blick von hinten

Die gewählte Lösung bestand aus Aluprofilen, die an den Enden der Tischreihen montiert wurden. Zwischen den Profilen wurde eine Schnur gespannt. Darüber wurden einfache Papiertischdecken gehängt (siehe Abbildung 1). Der Auf- und Abbau war mit zwei Personen innerhalb kürzester Zeit erledigt und ermöglicht die spätere Wiederverwendung sowie eine platzsparende Lagerung.

Die einzelnen Rechner waren bereits durch angebrachte Aufkleber eindeutig zu identifizieren. Die angebrachte ID musste kurz vor der Prüfung von jedem Studierenden in das ausgehändigte Prüfungsbeiblatt eingetragen werden. Somit konnte später jedem Rechner bzw. jeder IP ein Prüfling zugeordnet werden, falls Probleme oder Beschwerden im Nachgang auftauchen.

Wichtig war noch darauf zu achten, dass in jedem Prüfungsraum einige Überhangrechner zur Verfügung standen, falls während der Prüfung z.B. ein Defekt der Hardware auftreten sollte oder ein Rechner abstürzt. Sollte der Fall eintreten, wechselt der Studierende nach Rücksprache mit der Aufsicht den Platz und setzt die Prüfung fort. Moodle sichert laufend Zwischenstände, so dass keine Antworten verloren gehen. Die durch den Ausfall verlorene Zeit wird durch die Aufsicht notiert und anschließend als Verlängerung gewährt.

## 4 Durchführung

Die Prüfung wurde aufgrund der großen Anzahl der Prüflinge auf fünf Räume verteilt. Durch die räumliche Unabhängigkeit von bwLehrpool, war dies problemlos möglich und erforderte keinen zusätzlichen Aufwand. Pro Raum standen jeweils zwei Aufsichten zur Verfügung, die den Ablauf kurz vor der Prüfung erläuterten und das Prüfungsbeiblatt verteilten sowie bei fachlichen oder technischen Fragen bereitstanden. Die Studierenden konnten den Rechner bereits vor der Prüfung selbständig booten, sich mit ihren Hochschulzugangsdaten anmelden und die Prüfungs-VM starten. Bis zu diesem Zeitpunkt war der Ablauf für die Studierenden exakt wie im normalen Poolbetrieb und somit bekannt. Durch den Login mit den Hochschulzugangsdaten und den eingetragenen Rechner-IDs auf dem Prüfungsbeiblatt war eine spätere Zuordnung von Rechner und Studierendem jederzeit möglich. Da der Zugriff auf das Internet gesperrt war und die Aufgaben nur innerhalb des kennwortgeschützten Moodle-Kurses erreichbar war, konnte sich niemand einen zeitlichen Vorteil verschaffen. Erst nachdem alle Studierenden bereit waren, wurde das Klausurpasswort von der Aufsicht bekannt gegeben und somit die Klausur offiziell gestartet. Um die Prüfung abzugeben, musste innerhalb von Moodle ein stets eindeutig sichtbarer Button angeklickt werden. Anschließend waren keine Änderungen mehr möglich und die Studierenden konnten den Raum verlassen.

## 5 Nachbereitung

Die Dozierenden konnten sich über Ihren VPN Zugang auf dem Prüfungs-Moodle anmelden und die Prüfung korrigieren. Durch Nutzung von Fragetypen wie etwa Multiple-Choice, konnte ein Teil der Prüfungsfragen direkt durch die Prüfungsplattform automatisch ausgewertet werden. Hierbei wurden erneut einige Vorteile von E-Prüfungen deutlich wie z.B. Zeitersparnis durch automatische (Teil-)Korrektur sowie bessere Lesbarkeit von Freitextaufgaben.

Der Moodle-Kurs konnte abschließend gesichert und somit gegen spätere Veränderung bzw. Datenverlust geschützt werden.

Die Umstellung der Poolräume auf den Normalbetrieb war innerhalb von wenigen Minuten durch den bwLehrpool-Serveradmin erledigt. Nach einem Neustart booteten alle Rechner wieder die gewohnte Pool-Umgebung.

## 6 Fazit und Ausblick

Insgesamt war die Prüfung ein voller Erfolg. Es traten weder vor, während, noch nach der Prüfung größere Probleme auf. Es konnte gezeigt werden, dass es möglich ist, mehrere Poolräume innerhalb kürzester Zeit vom regulären Poolbetrieb auf eine abgesicherte, individualisierte Prüfungsumgebung umzustellen und diese Änderungen später wieder ohne Aufwand rückgängig zu machen.

Auch von den Studierenden wurde die Prüfung durchweg positiv aufgenommen. Hinweise wie z.B. die Lichteinstrahlung von hinten durch Fensterfronten auf die Bildschirme sowie die Anmerkung über teils laute Tastaturen blieben die größten Kritikpunkte, auf die in Zukunft eingegangen wird. Für die nächsten E-Prüfungen sind zusätzliche Umfragen geplant, um direkt im Anschluss konkrete Rückmeldungen zu erhalten.

Im Rückblick wird jedoch auch deutlich, dass für einen reibungslosen Ablauf bisher noch an einigen Stellen Handarbeit während der Vorbereitung nötig ist. So mussten beispielsweise Netzwerkregeln über eine spezielle Konfigurationsdatei angelegt und auf den bwLehrpool-Server übertragen sowie der Bootserver vom Administrator angepasst werden. Es zeigt sich aber auch bereits das enorme Potential von E-Prüfungen in Verbindung mit bwLehrpool. Die Prozesse werden in Zukunft noch genauer definiert und verstetigt werden. Viele Arbeiten die zur Zeit noch händisch ausgeführt werden, werden im Projektverlauf weiter automatisiert und über eine einheitliche Oberfläche zugänglich gemacht.

Es hat sich gezeigt, dass noch einige Vorbehalte gegenüber E-Prüfungen auf Seiten verschiedener Akteure bestehen. Diese beruhen hauptsächlich auf der Sorge vor instabilem Betrieb, dem Gefühl des "Ausgeliefertsein gegenüber der neuen Technik" und teilweise unklarer Definition von Ansprechpartnern. Diese Ängste und Vorurteile gilt es weiter abzubauen und Vertrauen zu gewinnen.

## Literaturverzeichnis

- [Su14] von Suchodoletz, Dirk; Münchenberg, Jan; Honigberger, Wolfgang; Rettberg, Simon; Wilson, Michael; Lohr, Markus: bwLehrpool - ein landesweiter Dienst für die Bereitstellung von PC-Pools in virtualisierter Umgebung für Lehre und Forschung. *Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation*, 37(1):33–40, 2014.
- [Tr15] Trahasch, Stephan; von Suchodoletz, Dirk; Münchenberg, Jan; Rettberg, Simon; Rößler, Christian; Wilson, Michael: bwLehrpool: Plattform für die effiziente Bereitstellung von Lehr- und Klausurumgebungen. In (Müller, Paul; Neumair, Bernhard; Reiser, Helmut; Rodosek, Gabi Dreo, Hrsg.): 8. DFN Forum Kommunikationstechnologien, Lübeck 2015, Germany. *Lecture Notes in Informatics (LNI - Proceedings, GI-Edition)*, S. 1–11, 2015.
- [VS09] Vogt, Michael; Schneider, Stefan: , E-Klausuren an Hochschulen : Didaktik Technik Systeme Recht Praxis, 2009.