

# Papier oder elektronisch? Eine Prozesskostenanalyse von Klausuren im universitären Umfeld

Simone Pörzgen<sup>1</sup>, Hannes Olivier<sup>2</sup>, Jürgen Lars Sackbrook<sup>1</sup>, Niels Pinkwart<sup>2</sup>  
Technische Universität Clausthal

(1) Institut für Wirtschaftswissenschaft, (2) Institut für Informatik  
Julius-Albert-Str. 4 und 6  
38678 Clausthal-Zellerfeld

{simone.poerzgen} {hannes.olivier} {juergen.lars.sackbrook} {niels.pinkwart}  
@tu-clausthal.de

**Abstract:** In der heutigen Zeit werden E-Prüfungen immer häufiger an Universitäten eingesetzt. Die Umstellung auf diese Art von Prüfungen ist mit finanziellen Investitionen und laufenden Kosten verbunden. In diesem Artikel werden mit Hilfe der Prozesskostenrechnung modellhaft die Kosten traditioneller Klausuren ermittelt und mit den geschätzten Kosten von E-Prüfungen verglichen.

## 1 Einleitung

Aufgrund des doppelten Abiturjahrgangs und der Aussetzung der Wehrpflicht sind vor allem im Wintersemester 2011/2012 niedersächsische Hochschulen von einem enormen Studierendenandrang betroffen. Mit einer erhöhten Studierendenanzahl gehen mehr Prüfungen einher. Die traditionelle (schriftliche) Prüfungsform ist dabei zeitaufwendig und in Anbetracht der anfallenden Personalkosten auch kostenintensiv. Dieses und die Tatsache, dass Studierende heutzutage tagtäglich neue Kommunikations- und Informationstechniken nutzen, initiiert Hochschulen zu der Überlegung, Prüfungen in elektronisch gestützter Form (E-Prüfungen) durchzuführen. Hierbei erstellt ein Professor die Klausur im Vorfeld in einer Prüfungssoftware an einem Computer und legt gleichzeitig fest, in welcher Art die E-Prüfung durchgeführt werden soll. Je nach Art der Prüfung absolvieren die Studierenden diese an einem Computer oder füllen erstellte Prüfungsbogen aus, die im Nachhinein in den Computer eingescannt werden. Die Korrektur erfolgt anschließend (teil-)automatisch, jedoch ist es hierfür erforderlich, dass zuvor die Musterlösungen in den Computer eingegeben werden. Kleinefeld hat 2009 verschiedene Varianten von E-Prüfungen vorgestellt [K09]. Im Folgenden werden in diesem Artikel EKlausuren nach Vogt [VS09] betrachtet.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie viel Kosten eingespart werden, wenn von der traditionellen auf eine elektronisch gestützte Prüfungsform umgestellt wird. Im Rahmen dieser Fragestellung ist relevant, ob es Einsparpotenziale gibt, die bei der

Durchführung einer elektronisch gestützten Prüfung erzielt werden. Hierfür müssen die Kosten beider Prüfungsformen ermittelt werden, welches in diesem Beitrag unter Einsatz der Prozesskostenrechnung (PKR) geschieht. Sind die Kosten beider Prüfungsformen bekannt, wird ermittelt, ob eventuelle Aktivitäten im Rahmen einer elektronischen Prüfung wegfallen oder sogar hinzukommen. Ist auch dieser Punkt abgeschlossen, können die Kosten miteinander verglichen werden, um mögliche Einsparungspotentiale zu identifizieren.

Die PKR kann nicht alle Aspekte des Themenfeldes E-Prüfungen abbilden und daher bleiben beispielsweise nicht quantifizierbare Vorteile der Didaktik und andere Aspekte bei diesem Modell unbehandelt. Die Erfahrung zeigt allerdings, dass genau der monetäre Aspekt an vielen Universitäten die Grundsatzdiskussion anfeuert.

Für Professoren liegt der Nutzen einer E-Prüfung darin, dass es keine „Leseschwierigkeiten“ mehr gibt. Dem Korrektor werden die Antworten der Studierenden in digitaler Form vorgelegt, so dass das Schriftbild eines einzelnen Studierenden belanglos ist. Dies reduziert die Korrekturzeit oft erheblich (zwischen 30 und 50% bei Freitextaufgaben, siehe u.a. [SA11]). Im Fall von geschlossenen Prüfungsfragen wird die Korrektur vom Computer automatisch durchgeführt und der Prüfer muss nur im Falle von Problemen eingreifen. Letztere Kontrollen verhindern ein komplettes Einsparen jeglicher Korrekturzeit, es ergibt sich aber immerhin noch eine Zeitersparnis von ca. 90% [SA11].

Die E-Prüfung bietet auch den Studierenden verschiedene Vorteile. So wird durch eine schnelle Auswertung der Klausuren die Wartezeit der Studierenden auf das Ergebnis erheblich verkürzt. Ebenso erfolgt eine objektivere Leistungsbewertung, da dem Korrektor bei seiner Arbeit keinerlei Informationen über den Prüfling vorliegen.

Für die Studierenden ändert sich bei der E-Prüfung die Art der Prüfungsbearbeitung. Statt die Prüfungsfragen mit Stift auf Papier zu bearbeiten, erfolgt die Eingabe der Antworten anhand von Computer-Maus und Tastatur. Unterschiedliche PC-Kenntnisse, z.B. hinsichtlich der Tippgeschwindigkeit, sind wie die Schreibgeschwindigkeit bei handschriftlichen Prüfungen als unvermeidbar hinzunehmen und bedeuten keine Beeinträchtigung des Grundsatzes der Chancengleichheit. Zudem haben die Studierenden ein Semester lang Zeit, sich mit diesem Medium vertraut zu machen, da eine E-Prüfung bereits zu Beginn des Semesters angekündigt wird. In vielen Universitäten führte die deutlich höhere Tippgeschwindigkeit von Studierenden im Vergleich zur Schreibgeschwindigkeit zu einer Einführung von Zeichenbegrenzungen bei Freitextantworten. Die Antworten werden in existierenden Systemen wie z.B. [LPLUSS] und [CODI] während der ganzen Prüfung auf einem Server abgelegt und im Sekundentakt gespeichert. So wird bei einem eventuellen Systemabsturz gewährleistet, dass eine bis dahin abgelegte Prüfung nicht abhandenkommt.

## 2 Analyse von Klausurformen

Um die verschiedenen Prüfungsformen miteinander zu vergleichen, wurden die bisher vorhandenen Prüfungsarten der Technischen Universität Clausthal analysiert. Die konkreten Ergebnisse (Kostensätze der TU Clausthal) werden hier nicht veröffentlicht, jedoch möchten wir die in der Untersuchung verwendeten Verfahren der Öffentlichkeit zugänglich machen. Diese stehen mit diesem Beitrag somit anderen Hochschulen zur Verfügung, um beide Prüfungsarten kostenrechnerisch auf Basis ihrer Daten zu vergleichen. Um einen groben Vergleich mit E-Prüfungen zu erlauben, werden Erfahrungen der Partner des N2E2-Netzwerkes<sup>1</sup> für eine Grobanalyse von E-Prüfungen herangezogen.

### 2.1 Traditionelle Prüfungsformen an der TU Clausthal

An der TU Clausthal werden aktuell zwei Prüfungsformen angeboten. Neben einer mündlichen Prüfung kann der Studierende auch in einer schriftlichen Prüfung getestet werden. In diesem Elaborat werden die mündlichen Prüfungsformen nicht weiter berücksichtigt. Schriftliche Prüfungen sind in der Regel summative Prüfungen am Ende des Lehrabschnittes (meist ein Semester). Dieser Typ der Wissenskontrolle wird zumeist an einem zuvor festgelegten Tag durchgeführt. Damit diese Prüfung stattfinden kann, sind mehrere Vorgänge nötig. In einem ersten Schritt muss die Klausur erstellt werden.

#### Klausurvorbereitung

An der TU Clausthal sind bei der Erstellung der Klausur bis zu drei unterschiedliche Statusgruppen eingebunden. Diese Statusgruppen sind Professoren, wissenschaftliche Mitarbeiter und studentische Hilfwissenschaftler (Hiwis). Ein Professor ist permanent an der Klausurerstellung beteiligt. Er entwirft den Prüfungsbogen und lässt diesen von wissenschaftlichen Mitarbeitern überprüfen. Selbst wenn die Klausur durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter erarbeitet wird, muss der Professor als Prüfungsberechtigter stets die Klausur genehmigen. Der Einsatz eines Hiwis ist bei der Klausurerstellung nur gelegentlich der Fall. Er kommt zum Einsatz, wenn beispielsweise eine Aufgabe zur Probe gerechnet werden soll. Verwaltungskräfte werden in den Prozess der Klausurerstellung nicht involviert.

Während der Anfertigung der Klausur nutzen die Professoren bzw. die wissenschaftlichen Mitarbeiter eine Auswahl von mehreren Fragetypen. Hierbei besteht die Wahl aus sechs Möglichkeiten: Multiple Choice (bzw. andere Antwort-Wahl-Verfahren), Lückentext, Rechenaufgabe, Zeichnung, Textaufgabe und ein Essay.

---

<sup>1</sup> <http://n2e2.elan-ev.de>

Natürlich ist der Aufwand der Klausurerstellung auch von der zu erwartenden Länge der Bearbeitungszeit abhängig.

Nachdem die Klausur erstellt ist, wird sie ausgedruckt, zusammengeheftet und in Kartons eingelagert. Diese Aufgaben erledigen in der Regel die wissenschaftlichen Mitarbeiter oder Verwaltungskräfte. Für die Durchführung der Klausur ist es außerdem erforderlich, einen bzw. mehrere Räume zu reservieren. Die Anzahl der Räume ist dabei an die Anzahl der Studierenden gekoppelt, die die Klausur mitschreiben. Im Normalfall wird diese Aufgabe eine Verwaltungskraft, in Ausnahmefällen auch der wissenschaftliche Mitarbeiter erledigt. Anschließend wird ein Raumebelegungsplan erstellt. Diese Einteilung fertigt ebenfalls typischerweise ein wissenschaftlicher Mitarbeiter bzw. eine Verwaltungskraft an. Professoren oder Hiwis sind in den seltensten Fällen in diesen Prozess mit eingebunden.

Nach der Buchung der benötigten Räume muss für die Klausurdurchführung Aufsichtspersonal bestimmt werden. An der TU Clausthal besteht die Aufsicht pro Raum grundsätzlich aus einem wissenschaftlichen Mitarbeiter und einem Hiwi. Die Bestimmung des benötigten Personals geschieht durch eine Verwaltungskraft.

Dem Klausurerstellungsprozess inklusive der notwendigen Zusatzschritte folgt die Durchführung der Klausur am festgelegten Tag.

### **Klausurdurchführung**

Voraussetzung für die Klausurdurchführung sind neben des Vorliegens der Papierklausur, wie zuvor bereits erwähnt, Aufsichtspersonen und Räume. Neben den grundsätzlich bestehenden Aufsichtspersonen ist häufig auch der Professor in die Prüfungüberwachung mit eingebunden.

Die beteiligten Mitarbeiter führen nun durch alle Schritte der Klausur. Dies beinhaltet die Aufklärung über rechtliche Aspekte, die Klärung von Verständnisfragen, die Aufdeckung und die Unterbindung von Täuschungsversuchen und das Austeilung/Einsammeln der Klausuren.

### **Klausurabwicklung**

Im Normalfall wird die Klausur von wissenschaftlichen Mitarbeitern und Hiwis (vor)korrigiert. In einigen Fällen wirkte der Professor bei der Korrektur mit. Wenn mehrere Personen an der Klausurkorrektur beteiligt sind, wird i.d.R. arbeitsteilig vorgegangen, indem Teilaufgaben immer nur von einer Person bewertet werden, um eine möglichst objektive und damit gerechte Bewertung der Leistungen der Studierenden zu

gewährleisten. Die endgültige Benotung liegt als Prüfungsberechtigten in der Verantwortung des Professors.

Wenn das Prüfungsergebnis feststeht, wird ein Notenspiegel erstellt. Dies geschieht meistens durch den Professor oder einen wissenschaftlichen Mitarbeiter. Eine Verwaltungskraft hat in der Phase der Klausurabwicklung vor allem die Funktion, das Prüfungsergebnis an das Prüfungsamt zu übermitteln. Sobald Mitarbeiter des Prüfungsamtes die Ergebnisse in das Onlineportal übertragen haben, ist es jedem Studierenden möglich, sein persönliches Ergebnis zu sehen. Zusätzlich kann sich der Studierende den Klausurdurchschnitt ansehen. Das Ergebnis wird aus Datenschutzgründen nicht öffentlich ausgehängt.

Ihr Einsichtsrecht können die Studierenden im Rahmen von Gruppeneinsichten oder individuell vereinbarten Terminen wahrnehmen. Beide werden meist durch wissenschaftliche Mitarbeiter durchgeführt.

## **2.2 E-Prüfungen**

Der Ablauf einer traditionellen Klausur beansprucht im Großen und Ganzen sehr viele Personen unterschiedlichster Statusgruppen und ist sehr zeitintensiv. Aufgrund der damit verbundenen hohen Personalkosten gibt es seitens der Hochschulen zunehmend den Wunsch, diesen Prozess effizienter zu gestalten. Dies kann z.B. durch elektronisch gestützte Prüfungen geschehen. Bei einer E-Prüfung erfolgt die Abfrage der Studierenden unter Einsatz von Technik, die vor allem im Bereich Kommunikation und Information eingesetzt wird.

Bei einer elektronischen Klausur sind viele Vorgänge ähnlich zur Papierklausur. In der Klausurvorbereitung müssen die Aufgaben wie bisher erstellt werden. Anstelle des Ausdrucks auf Papier müssen die Aufgaben jedoch in die Prüfungssoftware überführt werden. Wenn sich die Aufgaben nicht von den Papierklausuren unterscheiden, erfordert dies meist nur einen geringen Extraaufwand. Beim Einsatz neuer Medien wie Videos und Audios (welche per Papier gar nicht möglich sind) kann der Aufwand auch steigen.

Eine Prüfungsdatenbank ermöglicht die Bewertung der hinterlegten Fragen beispielsweise mit einem Ampel-System, wobei grüne Fragen leichter und rote Fragen schwerer sind. Mit diesem in den Jahren anwachsenden Fragepool ist eine schnelle Klausurerstellung mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden möglich.

Bei der Klausurabwicklung lassen sich elektronische Prüfungen vergleichsweise schneller korrigieren. Je nach Aufgabentyp werden die Lösungen der Studenten teilweise direkt vom Computer automatisch ausgewertet. Der Professor sollte allerdings überprüfen, ob besondere statistische Auffälligkeiten fehlerhafte Fragen implizieren und

gegebenenfalls passend reagieren. Bei Freitextaufgaben muss immer noch eine traditionelle Korrektur stattfinden. Diese gelingt jedoch oft schneller als bei traditionellen Klausuren [SA11]. Die Eingabe von Notenlisten und die Weiterleitung ans Prüfungsamt ließen sich meist automatisieren. Die Klausureinsicht erfolgt an einem (internetfähigen) Computer und bringt keinen größeren Aufwand mit sich.

### **Aufgaben im technischen Bereich**

Der Ablauf einer E-Prüfung stellt einige Anforderungen an den technischen Bereich. Eine solche ist beispielsweise die Suche eines passend ausgestatteten Raumes, in dem die Prüfung stattfinden kann. Die notwendige Technik variiert mit der genutzten Hardware (können Akkus genutzt werden, gibt es ein sicheres WLAN oder LAN,...). Wie auch bei Papierprüfungen müssen bei einer großen Studierendenzahl evtl. mehrere Räume oder Gruppen eingeplant werden. Je nach Aufgabenverteilung müssen nun ein externer Dienstleister für E-Prüfungen oder die lokalen technischen Dienste für die Klausur beauftragt werden.

Während der Durchführung werden nun ein bis zwei Personen benötigt, die für die Betreuung der Technik zuständig sind. Sie ersetzen nicht die Aufsicht einer traditionellen Klausur. Der finanzielle Zusatzaufwand in dieser Phase hängt von vielen Faktoren ab und konnte an der TU Clausthal bisher nicht abgeschätzt werden.

## **3 Der Prozess „Klausur“**

Ziel und Aufgabe der Prozesskostenrechnung ist es, Gemeinkosten verursachungsgerecht zu planen, zu steuern und zu kontrollieren. Ihren Ursprung findet die Prozesskostenrechnung im Jahre 1985 durch den Artikel „The hidden factory“ von Miller und Vollmann in der Zeitschrift „Harvard Business Review“ [MV85].

Die Bildung des Prozessmodells erfolgt in vier Schritten. Zuerst werden alle Vorgänge analysiert, die bei einer Klausur anfallen. Einige Beispiele hierfür sind: Klausur erstellen, Klausur drucken, Klausur zusammenheften, Klausur kartonieren, Räume buchen, Raumaufteilung vornehmen, Aufsichtspersonal bestimmen, Aufsicht während der Klausur führen, Klausur korrigieren, Klausureinsicht anbieten, Notenspiegel erstellen und Noten an das Prüfungsamt übermitteln.

Im nächsten Schritt werden die Vorgänge teilstrukturiert. Die Vorgänge „Klausur drucken“ und „Klausur zusammenheften“ bilden zum Beispiel den Teilprozess „Klausurdruck“. Neben diesem Teilprozess entstehen zudem die Teilprozesse „Klausurerstellung“, „organisatorische Klausurvorbereitung“, „Klausuraufsicht“,

„Raumkosten“, „Klausurkorrektur“, „Klausureinsicht“ und „organisatorische Klausurabwicklung“.

Der zweite Schritt beinhaltet die Bestimmung von Kostentreibern. Zu diesem Zweck werden zuerst die Prozesse in leistungsmengeninduzierte (lmi) und leistungsmengenneutrale (lmn) Prozesse untergliedert. Der Zeitaufwand bei der Klausurerstellung ist unabhängig von der späteren Klausurteilnehmeranzahl, sondern hängt von der Länge der Klausur bzw. von dem aus der Länge resultierenden Umfang der Klausur ab. Unter der Annahme, dass die Klausureinsicht eine fest vorgegebene Dauer hat, da in der Regel ein Zeitrahmen hierfür festgelegt ist, hat diese keinen Kostentreiber und fällt unter leistungsmengenneutrale Prozesse. Schwierig ist die Zuordnung im Fall der Klausuraufsicht. Diese ist generell von der Anzahl der Räume und der Klausurdauer abhängig, welche einen Kostentreiber darstellen. Da die zur Verfügung stehenden Räume ihrer Größe nach variieren und somit unterschiedliche Kosten verursachen, wird zur Vereinfachung die Annahme getroffen, dass die Klausuraufsicht ein leistungsmengenneutraler Prozess ist. Die übrigen Teilprozesse sind leistungsmengeninduziert (lmi) und werden durch die an der Klausur teilnehmenden Studierenden und die zu bedruckende Anzahl an Seiten der Klausur beeinflusst

In der Folge werden Prozesskostensätze gebildet. Hier stellen sich drei Kostenarten heraus, mit denen Kostensätze gestaltet werden: Die Raumkosten, die Druckkosten und die Personalkosten.

### **3.1 Entwicklung der Prozesskostensätze**

Die TU Clausthal hat eine genauere Analyse der mit traditionellen Klausuren einhergehenden Kosten mittels eines Fragebogens durchgeführt. Da diese Daten nur die Clausthaler Verhältnisse widerspiegeln und keine Allgemeingültigkeit für andere Hochschulen besitzen, werden daher im Folgenden die Beispielberechnungen mit hypothetischen Daten durchgeführt. Sie können aber auch einfach mit realen Werten anderer Hochschulen durchgeführt werden.

Die nachfolgende Abbildung soll den Geschäftsprozess darstellen, der im Folgenden diskutiert wird:

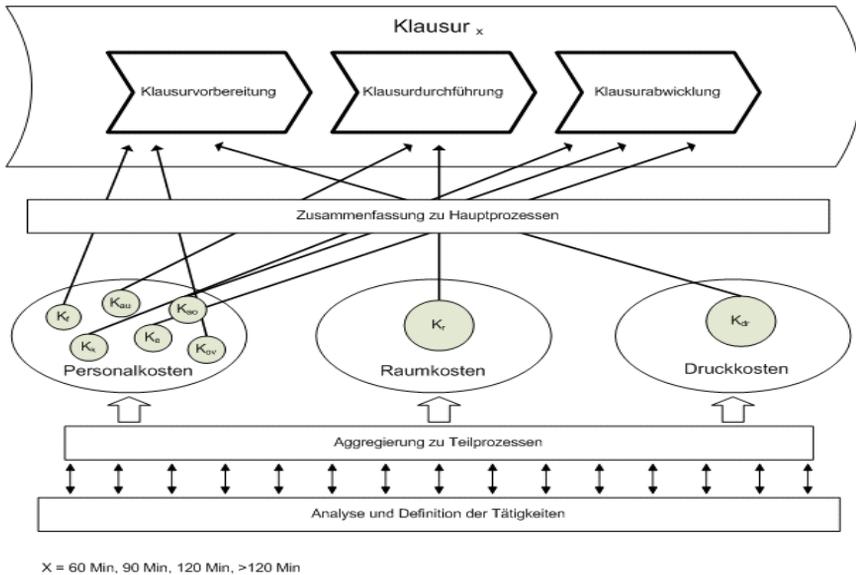


Abbildung 1: Struktur des Prozessmodells „Klausur an der TU Clausthal (in Anlehnung an [DIM06])“

### 3.2 Prozesskostensätze

Der Prozesskostensatz für die Druckkosten ist leicht zu bilden. An unserer Beispieluniversität werden vier Cent pro gedruckte Seite berechnet. In diesen vier Cent sind die Kosten für das Papier sowie Tinte und Toner enthalten. Dieser Betrag wird mit der Seitenanzahl, aus der eine Klausur besteht, sowie der Studierendenanzahl, die diese Klausur mitschreiben, multipliziert. Der Prozesskostensatz für die Druckkosten ergibt sich gemäß

$$K_{dr} = 0,04 \text{ €} * X * Y$$

wobei  $K_{dr}$  für die Druckkosten,  $X$  für die Anzahl der Studierenden und  $Y$  für die Anzahl an Seiten, aus denen die Klausur besteht, steht.

Als nächstes sind die Prozesskostensätze für die Personalkosten zu erstellen. Bei den Personalkosten wird zwischen vier verschiedenen Statusgruppen unterschieden: Neben der Gruppe „Professoren“ gibt es auch die Gruppen „wissenschaftlicher Mitarbeiter“, „Verwaltungskraft“ und „studentische Hilfskraft“. Zunächst wird der Kostensatz für die

Erstellung der Klausur gebildet. Hierbei handelt es sich um einen leistungsmengenneutralen Prozesskostensatz, d.h. es fallen nur die Arbeitsstunden der unterschiedlichen Statusgruppen an. Diese werden mit dem entsprechenden Stundenlohn einer Statusgruppe multipliziert. Formal ergibt sich dies zu

$$K_{erst} = t_P * StdL_P + t_{wM} * StdL_{wM} + t_V * StdL_V + t_H * StdL_H$$

Hierbei steht  $K_{erst}$  für die Erstellung der Klausur,  $t$  für die benötigte Zeit,  $StdL$  für den Stundenlohn,  $P$  für die Statusgruppe Professor,  $wM$  für die Statusgruppe wissenschaftlicher Mitarbeiter,  $V$  für Verwaltungskraft und  $H$  für Hiwi.

Der Prozesskostensatz für die organisatorischen Vorbereitungen setzt sich aus der Zeit der verschiedenen Statusgruppen multipliziert mit den entsprechenden Stundenlöhnen zusammen

$$K_O = t_P * StdL_P + t_{wM} * StdL_{wM} + t_V * StdL_V + t_H * StdL_H$$

mit  $K_O$  für die Kosten der organisatorischen Vorbereitung. Um diese Funktion als lmi-Prozess darzustellen, wird die Funktion durch  $\emptyset X$ , den Durchschnitt der Studentenzahl bei Klausuren, geteilt und dann mit der aktuellen Studentenzahl für eine Klausur  $X$  multipliziert:

$$K_{OS} = (t_P * StdL_P + t_{wM} * StdL_{wM} + t_V * StdL_V + t_H * StdL_H / \emptyset X) * X$$

Für die Berechnung von Raumkosten werden Faktoren wie Strom, Heizung oder Miete des Raumes aufsummiert durch die Klausurzeit und die Anzahl der Studenten geteilt, die diesen Raum nutzen. Für eine vereinfachte Rechnung wurde für die Formel der größte Prüfungsraum zu Grunde gelegt und angenommen, dass dieser alle Studierenden, die an einer Klausur teilnehmen, fassen kann.

$$K_R = 0,2\text{€} * X * (T + 30\text{Min})$$

mit  $K_R$  für die Raumkosten und  $T$  für die Dauer der Klausur. Die Formel erhält zusätzlich 30 Minuten, da die eigentliche Prüfungszeit Tätigkeiten wie zum Beispiel das Austeilen der Klausur oder die Einhaltung der rechtlichen Vorschriften (z.B. Ausweiskontrolle) nicht beinhaltet.

Für die Klausuraufsicht ist bereits die Annahme getroffen worden, dass die Räumlichkeit, in denen die Klausur geschrieben wird, beliebig groß ist und dieser Prozess daher als leistungsmengenneutral betrachtet werden kann. Folglich werden die

Anzahl der Personen der unterschiedlichen Statusgruppen mit dem entsprechenden Stundenlohn multipliziert gemäß

$$K_{Au} = t_P * StdL_P + t_{wM} * StdL_{wM} + t_V * StdL_V + t_H * StdL_H$$

mit  $K_{Au}$  als Kosten für die Klausuraufsicht.

Die Kosten für die Korrektur der Klausur sind dagegen wieder leistungsmengeninduziert. Hier wird die Annahme getroffen, dass jeder Korrektor gleich viel Zeit für jede individuelle Klausur benötigt. Aus diesem Grund werden die unterschiedlichen Zeiten der Statusgruppen, die die Klausur korrigieren, mit den jeweiligen Stundenlöhnen multipliziert:

$$K_k = (t_P * StdL_P + t_{wM} * StdL_{wM} + t_V * StdL_V + t_H * StdL_H / \emptyset X) * X$$

mit  $K_k$  für die Kosten der Klausurkorrektur.

Der Prozesskostensatz für die Klausureinsicht ist unter der Annahme, dass eine Einsicht unabhängig von der Anzahl der Studierenden ist, leistungsmengenneutral. Somit wird dieser durch die Multiplikation der jeweiligen Dauer der Einsicht mit den korrespondierenden Stundenlöhnen gemäß

$$K_{ein} = t_P * StdL_P + t_{wM} * StdL_{wM} + t_V * StdL_V + t_H * StdL_H$$

bestimmt, wobei  $K_{ein}$  für die Kosten der Klausureinsicht steht.

Abschließend wird der Prozesskostensatz für die organisatorische Klausurabwicklung bestimmt. Hier verhält es sich wie mit den organisatorischen Vorbereitungskosten. Es werden die entsprechenden Stundenlöhne der Statusgruppen mit den angefallenen Zeiten multipliziert

$$K_{oa} = (t_P * StdL_P + t_{wM} * StdL_{wM} + t_V * StdL_V + t_H * StdL_H / \emptyset X) * X$$

mit  $K_{oa}$  für organisatorische Kosten im Rahmen der Klausurabwicklung.

### 3.3 Hauptprozesse

Nachdem die Prozesskostensätze gebildet sind, werden im letzten Schritt der Prozesskostenrechnung die Teilprozesse zu Hauptprozessen gruppiert. Dabei stellen die Teilprozesse „Klausurdruck“, „Klausurerstellung“ und „organisatorische

Klausurvorbereitung“ den Hauptprozess „Klausurvorbereitung“ dar. Die Kosten dieses Prozesses errechnen sich anhand der folgenden Formel

$$K_v = K_{dr} + K_{erst} + K_{OS}$$

mit  $K_v$  für Klausurvorbereitung.

Der Hauptprozess „Klausurdurchführung“ besteht aus den Teilprozessen „Klausuraufsicht“ und „Raumkosten“. Auch diese Kosten lassen sich durch Addition der beiden Teilprozesse berechnen gemäß

$$K_d = K_R + K_{Au}$$

mit  $K_d$  für Klausurdurchführung.

Zuletzt wird der dritte Hauptprozess aus den Teilprozessen „Klausurkorrektur“, „Klausureinsicht“ und „organisatorische Klausurabwicklung“ gebildet. Analog zu den anderen Hauptprozessen ist es auch hier möglich, die Kosten zu berechnen nach

$$K_a = K_k + K_{ein} + K_{oa}$$

mit  $K_a$  für Klausurabwicklung.

### 3.4 Geschäftsprozess

Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung der Hauptprozesse zu einem Geschäftsprozess „Klausur“. Auch dieser lässt sich einfach durch Addition der Hauptprozesse berechnen

$$GPK_x = K_v + K_d + K_a$$

Wobei  $GPK_x$  für den Geschäftsprozess der Klausur  $x$  steht.

## 4 Kollation traditioneller Prüfung mit E-Prüfung

Damit eine Kollation zwischen der traditionellen Prüfung mit der E-Prüfung möglich ist, müssen hier zuvor mangels empirischer Ergebnisse einige Annahmen für die E-Prüfung getroffen werden. Zunächst stellt sich die Frage, ob die Erstellung einer E-Prüfung vollautomatisiert abläuft oder nicht. Dies ist meist nicht der Fall. Der Professor muss vor allem bei der ersten elektronisch durchgeführten Prüfung einen sogenannten Fragepool auf dem Server anlegen. Erst wenn ein solcher Fragepool besteht, kann die

Klausurerstellung am Computer erfolgen. Sollte ein Fragepool für die Klausuren noch nicht bestehen und die Fragen erstellt und eingegeben werden müssen, ist davon auszugehen, dass bei der Klausurerstellung keine Zeit eingespart, sondern im Gegenteil 10% mehr an Zeit in Anspruch genommen wird. Bei E-Prüfungen entstehen keine Druckkosten, wenn die Prüfung komplett am Computer geschrieben wird. Im organisatorischen Bereich der Klausurvorbereitung werden keine Unterschiede zwischen traditioneller und E-Prüfung erwartet, so dass die Kosten unverändert bleiben.

Im Hauptprozess „Klausurdurchführung“ werden ebenfalls keine Änderungen erwartet, so dass sich die Prozesskostensätze in diesem Punkt ebenfalls nicht ändern. Die Klausurdauer bleibt unverändert, da sie nicht von der Prüfungsart sondern von der Prüfungsordnung bzw. den Ausführungsbestimmungen abhängt. Auch wird bei E-Prüfungen trotz eventuellem Sichtschutz zwischen den Prüflingen Aufsichtspersonal benötigt. Die Identitätsüberprüfung erfolgt ebenfalls am Computer. Hierbei wird genauso eine halbe Stunde auf die eigentliche Klausurdauer addiert, um zum Beispiel die Computer aufzubauen und miteinander zu vernetzen. Jedoch gibt es gerade in der Durchführung der Klausur einer E-Prüfung einen neuen, erheblichen Kostenfaktor. Dies sind die Technik und deren Betreuung. Für diese Faktoren liegen keine Daten vor und sie sind auch schwer abzuschätzen, da es verschiedene Modelle dafür gibt, wie z.B. das Nutzen von externen Dienstleistern oder die Anschaffung einer eigenen Infrastruktur. Die später berechneten Differenzen müssen genau diesen Punkt ausgleichen, um wenigstens eine Kostenneutralität zu gewährleisten.

Abhängig von den unterschiedlichen Fragetypen können die meisten Kosten im Bereich der Klausurkorrektur eingespart werden. In diesem konkreten Beispiel wird für die Berechnung die Annahme getroffen, dass die E-Prüfung aus 40 % Multiple Choice Aufgaben und 60 % Freitext-Aufgaben besteht. Dies führt dazu, dass 80% der Korrekturzeit für Freitext-Aufgaben verwendet wird und 20% für Multiple Choice. In diesem Zusammenhang wird die weitere Annahme getroffen, dass bei der Korrektur einer elektronischen Multiple Choice Frage ca. 90 % weniger Aufwand entsteht als bei einer entsprechenden Frage auf Papier, und dass dieser Einsparfaktor für die Korrektur von Freitext-Aufgaben ca. 30 % beträgt ([SA11]).

Die Klausureinsicht verläuft ähnlich der Einsicht der traditionellen Klausur. Lediglich das Medium ist hier unterschiedlich. Während bei der traditionellen Klausur der Studierende seine Klausur in Papierform einsieht, sitzt er bei der Einsicht der E-Prüfung vor einem Computer und sieht sich am Bildschirm seine abgelegte Prüfung an. Hier wird die These aufgestellt, dass sich die Kosten in diesem Prozesskostensatz ebenfalls nicht ändern.

Abschließend bleibt der Prozess der organisatorischen Klausurabwicklung zu nennen. Hier wird ebenfalls angenommen, dass im organisatorischen Bereich keinerlei Änderungen entstehen. Somit ändern sich die Kosten für diesen Prozess nicht.

Laut den getroffenen Annahmen ist der Aufwand, der während der Durchführung beider Prüfungsformen entsteht, folgender Grafik zu entnehmen:

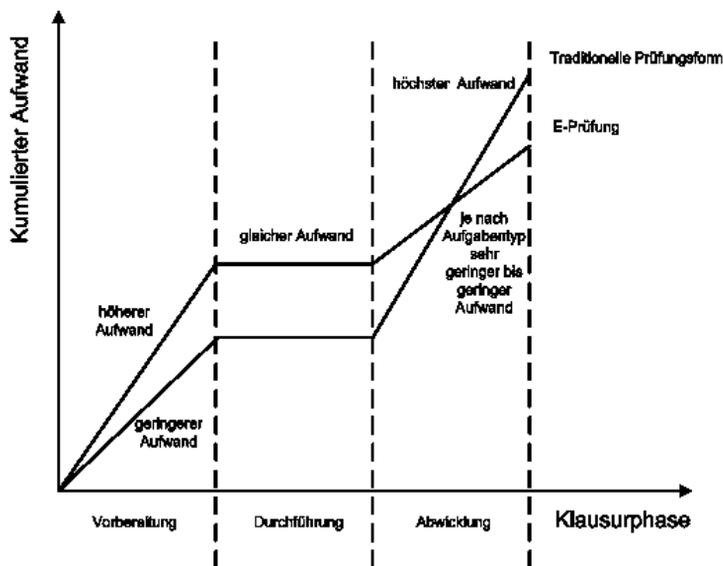


Abbildung 2: Aufwandsvergleich der Prüfungsformen. Der gleiche Aufwand in der Durchführung berücksichtigt nicht die Technischen Dienste.

Zusammengefasst treten beim Vergleich der traditionellen Klausur mit einer E-Prüfung lediglich Änderungen im Bereich des Druckes, der Klausurerstellung und der Klausurkorrektur auf. Was als neuer Punkt für E-Prüfungen hinzukommt sind die Kosten im technischen Bereich, die durch die Einsparungen abgedeckt werden sollten, um kostenneutral zu planen.

Für eine genauere Kalkulation muss eine Universität die oben genannten Daten erheben und mit diesen Werten eine exaktere Kalkulation durchführen. Wir geben hier eine Beispielrechnung für eine 60-minütige Papierklausur mit 90 Studenten und einem Umfang von zehn Seiten an. Personalkostensätze und -arbeitsaufwand sind hypothetische Beispielwerte (siehe 3.1). Für einen Professor nehmen wir einen Stundenlohn von 40 € an, für einen wissenschaftlichen Mitarbeiter einen Stundenlohn von 35 €, für eine Verwaltungskraft 30 € und für einen Hiwi 15 €.

Hier ergeben sich folgende Raum- und Druckkosten:

$$K_R = 0,2\text{€} * 90 * 1,5 = 27\text{€} \text{ und } K_{dr} = 0,04\text{€} * 90 * 10 = 32\text{€} .$$

Für einen Professor ergeben sich für die Erstellung einer Klausur drei Arbeitsstunden und für einen wissenschaftlichen Mitarbeiter sieben Arbeitsstunden. Verwaltungskräfte oder Hiwis sind in diesen Prozess nicht eingebunden.

$$K_{erst} = 3Std * 40€ + 7Std * 35€ = 365€$$

Für die anderen Prozesse ergibt sich:

$$K_O = (0,2Std * 40€ + 3Std * 35€ + 2Std * 30€) = 173€$$

$$K_{au} = 0,4Std * 40€ + 4Std * 35€ + 2Std * 15€ = 186€$$

$$K_k = (9Std * 40€ + 26Std * 35€ + 4Std * 30€) = 1.390€$$

$$K_{ein} = 0,5Std * 40€ + 3Std * 35€ = 125€$$

$$K_{oa} = (0,2Std * 40€ + 1Std * 35€ + 0,7Std * 30€) = 64€$$

Dies ergibt bei 90 Studenten folgende Endsumme:

$$GPK_{60MinPapier} = (K_{dr} + K_{erst} + K_O) + (K_R + K_{Au}) + (K_k + K_{ein} + K_{oa})$$

$$GPK_{60MinPapier} = 32 + 365 + 173 + 27 + 186 + 1.390 + 125 + 64 = 2.362€$$

Im Mittel kostet also eine 60-minütige Papierklausur 2.362€ oder 26,24€/Student.

Bei der Erstellung einer E-Prüfung (analog: 60 Minuten, 90 Studenten) gehen wir von 10% erhöhtem Aufwand aus:

$$K_{erst} = 3,3Std * 40€ + 7,7Std * 35€ = 401,5€$$

Für die Korrektur wird (bei der Papierversion) im Schnitt 20% der Zeit auf MC-Fragen und 80% der Zeit auf Freitext-Fragen verwendet. Dies ergibt 278 € (für MC) und 1.112 € (für Freitext). Bei Einsparnissen von 90% (MC) und 30% (Freitext) ergibt sich für die Korrektur der eKlausur 27,8 € + 778,4 € = 806,2€. Das ergibt insgesamt (bei wegfallenden Druckkosten):

$$GPK_{60MinEPrüf} = 401,5 + 173 + 27 + 186 + 806,2 + 125 + 64 = 1.782,7€$$

Dies ergibt eine Differenz von 579,3 € oder 6,44 €/Student. Dieser Betrag stünde der Hochschule also zur Verfügung, um den technischen Support samt Soft- und Hardware von einem externen Anbieter oder hochschulintern von der IT/dem Rechenzentrum zu erwerben. Kann die Dienstleistung zu einem geringeren Preis erworben werden, dann

spart die Hochschule Geld im Vergleich zur traditionellen E-Prüfung. Wird sie allerdings teurer eingekauft, dann ist die traditionelle Klausur preiswerter.

## 5 Fazit und Ausblick

Ziel des vorliegenden Elaborates ist die Untersuchung der Kostenstruktur bei der Durchführung einer traditionellen Klausur und einer E-Prüfung im Hinblick auf mögliche Kosteneinsparungen. Hierfür ist anhand der Prozesskostenrechnung ein Modell für den Geschäftsprozess „Klausur“ erstellt worden.

Die berechneten Kosten ohne Technik und mit Technik ergeben einen Preisrahmen, in den sich die Universität oder ein externer Dienstleister mit den technischen Kosten bewegen muss, damit die E-Prüfung finanziell vergleichsweise wenigstens kostenneutral ist. Die nicht-monetären Vorteile werden, wie anfangs erwähnt, nicht von diesem Modell berücksichtigt.

Eine vollautomatisierte Durchführung einer E-Prüfung ist typischerweise nicht möglich, da beispielsweise bei der Klausurerstellung immer noch Personen eingebunden werden müssen. Im Fall einer vollautomatisierten E-Prüfung wäre es sicher, dass bei einer großen Studierendenzahl die Kosten einer E-Prüfung viel geringer sind als die Kosten einer traditionellen Klausur. Im Gegensatz dazu sind die Kosten identisch bzw. höher, sobald es sich um eine Vielzahl unterschiedlicher Aufgabentypen handelt, da eine Freitext-Aufgabe trotz E-Prüfung immer noch manuell korrigiert werden muss.

## Literaturverzeichnis

- [CODI] IQUL GmbH: <http://www.iqul.de/> (Unternehmen der Firma Codiplan)
- [DIM06] Deimel, K.; Isemann, R.; Müller, S.: *Kosten- und Erlösrechnung*, Pearson Studium (2006), München
- [K09] Kleinfeld, N.: E-Prüfungen an deutschen Hochschulen und der Bologna-Prozess – Eine Momentaufnahme und ein erster Überblick. *Hamburger eLMagazin* (2009), #02 – 08/09
- [LPLUS] Lplus GmbH: <http://www.lplus.de/>
- [MV85] Miller, J.G.; Vollmann, T.: *The hidden factory*. Harvard Business Review, 1985
- [SA11] Schulz, A.; Apostolopoulos, N.: eExaminations Put To Test – Potenziale computer gestützter Prüfungen. *Hamburger eLMagazin* (2011), #07
- [VS09] Vogt, M.; Schneider, S.: E-Klausuren an Hochschulen. Koordinationsstelle Multimedia (2009), JLU Gießen