

8. Die Materialität analog-digitaler Schnittstellen: Usability-Testung Stift-basierter Eingabegeräte für E-Assessment-Szenarien

Nadine Hahm, Erik Morawetz, Andreas Thor

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, Fakultät Digitale Transformation

1 Hintergrund der Untersuchung

E-Assessment-Aufgaben können nur das abdecken, was technisch bereits möglich ist.

Im Projekt Feedback-basiertes E-Assessment in Mathematik, Informatik und Ingenieurwissenschaften (FAssMII) werden verschiedene Ansätze im E-Assessment verfolgt, welche die Motivation Studierender zum kontinuierlichen Lernen im Semesterverlauf erhöhen. Für die technische Umsetzung von E-Assessment-Aufgaben bestehen zahlreiche Lösungen, jedoch fehlt bislang die Möglichkeit, Freihand-eingaben für grafische Abbildungen digital zu bewerten und auf die eingereichten Lösungen automatisiert Feedback zu generieren. An der technischen Lösung hierzu wird im Projekt Automatisiertes Prüfen von Kompetenzen im Erstellen von grafischen Zusammenhängen in MINT-Fächern gearbeitet.

Das Projekt möchte Studierende in der Phase der Wissensfestigung anhand eines E-Assessment-Systems aktivieren und damit die Lernmotivation und Kompetenzentwicklung erhöhen. Untersuchungen ähnlich gelagerter Projekte ergaben, dass Studierende den Einsatz technischer Tools hierbei grundsätzlich stark befürworten (vgl. Ifland 2014). Der Einsatz digitaler Technologien kann auf Basis didaktischer

Überlegungen dazu beitragen, die individuellen Bedürfnisse von Lernenden stärker zu berücksichtigen (vgl. Rampelt/Wagner 2020). Digitale Self-Assessments erleichtern Studierenden das zielgerichtete und eigenverantwortliche Lernen (vgl. Gruttmann 2010). Dabei ist Feedback einer der stärksten Einflussfaktoren auf Lernprozesse und Leistung (vgl. Hattie/Timperley 2007). Entsprechend setzen wir in der Entwicklung der E-Assessment-Umgebung auf effektives Feedback, welches nicht nur die Fehler in der Lösung fokussiert, sondern auch Hinweise zum Lernprozess enthält (vgl. Cavalcanti 2021). Das infrastrukturelle Fundament des Lehr-Lern-Prozesses beinhaltet zum einen eine Web-basierte Assessment-Umgebung mit automatisiertem Feedback und zum anderen ansprechende und leicht anwendbare Eingabegeräte für die Freihandeingabe der Modelle. In dieser Arbeit legen wir den Fokus auf Letzteres.

Es wird untersucht, auf welchen Stift-basierten Eingabegeräten Freihandeingaben durch Studierende im Übungs- und Prüfungsbetrieb möglichst reibungslos umzusetzen sind.

2 Ziele der Untersuchung

Sobald etwas technisch nicht funktioniert oder frustriert, sinkt die Motivation.

Nicht jedes Grafiktablett ist per se für den Einsatz in digitalen Lehr-Lern-Settings geeignet. Anzunehmen ist, dass bei stockender Funktionsweise eines Stift-basierten Eingabegeräts bereits das erste Motivationsloch für Studierende entsteht, das zur Verfügung stehende E-Assessment-Angebot zu nutzen. Entsprechend sind wir in dieser Studie der Frage nachgegangen, auf welchen derzeit auf dem Markt verfügbaren Stift-basierten Eingabegeräten/Grafiktablets Studierende möglichst reibungslos grafische Modelle erstellen können. Relevant ist

diese Frage u.a. für alle diejenigen, welche planen, hochschulinterne PC-Pools mit (Grafik-)Tablets auszustatten.

Ziel der Untersuchung ist es eine Orientierung darüber zu erhalten, welche Funktionalitäten die reibungslose und niedrigrschwellige Nutzung von Stift-basierten Eingabegeräten ermöglichen und welche Aspekte dies verhindern. Ebenso können für die ausgewählten und getesteten Geräte Empfehlungen abgegeben werden, worauf bei der Auswahl zu achten ist. Ferner gibt die Studie Auskunft darüber, welche Aspekte für Studierende bei der Auswahl von (Grafik-)Tablets relevant sind.

Das Projekt FAssMII ist noch nicht abgeschlossen und weitere Arbeitspakete, wie die Web-basierte Assessment-Umgebung, werden die nächsten Schritte darstellen und sollen nicht Teil dieser Studie sein.

3 Studienaufbau

Die Studie nutzte verschiedene Ansätze zur qualitativen und quantitativen Untersuchung der Geräte.

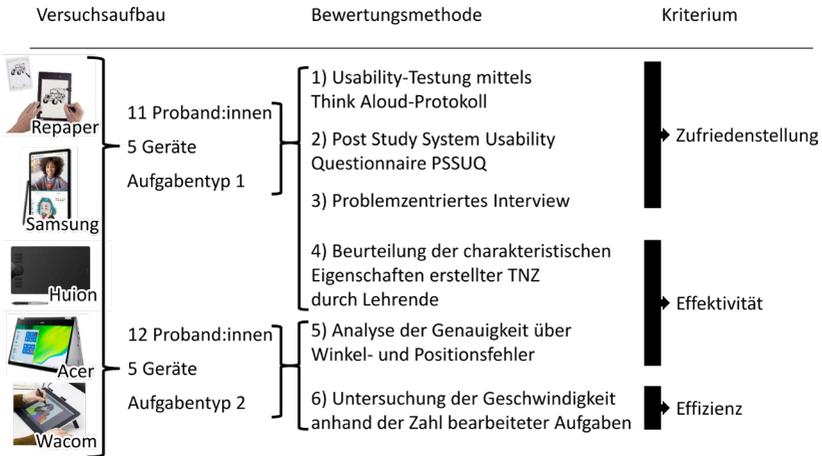


Abb. 1: Versuchsaufbau, Bewertungsmethoden und Kriterien.

Zum einen wurde eine Usability-Testung der Geräte mit Think-Aloud-Methodik umgesetzt (vgl. Richter 2013). Zudem wurden die Studierenden gebeten, ihre Einschätzung des jeweiligen Geräts mittels des Post Study System Usability Questionnaire (PSSUQ) anzugeben. Dieser erfasst die Zufriedenstellung mit dem jeweiligen Gerät anhand der Kriterien Systemqualität, Informationsqualität, Schnittstellenqualität und Gesamteindruck (vgl. Lewis 2002, vgl. Fruhling/ Lee 2005, vgl. Hodrien/Terrence 2021). Drittens verglichen die Studierenden die getesteten Geräte nach der Nutzung miteinander in einem problemzentrierten Interview (vgl. Witzel 2000). Die erstellten TNZ wurden viertens von Lehrenden auf ihre charakteristischen Eigenschaften hin bewertet (vgl. ISO 9241-112:2017, vgl. Beispiellösung Abbildung 2).

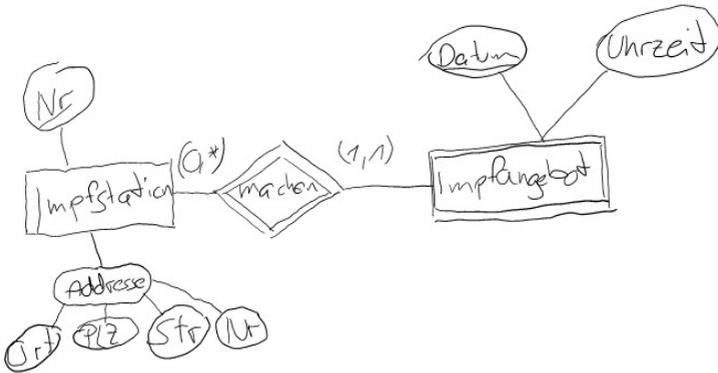


Abb. 2: Studentische Lösung des Aufgabentyps 1 bei der Beurteilung der Zufriedenstellung.

Schließlich wurden die Geräte daraufhin untersucht, inwiefern sie zügiges und möglichst genaues Zeichnen ermöglichen (vgl. Beispiellösung Abbildung 3). Diesem letzten Schritt der Geräteuntersuchung lag ein separater Aufgabenpool zugrunde, der auch von einer separaten Gruppe von Proband:innen bearbeitet wurde.

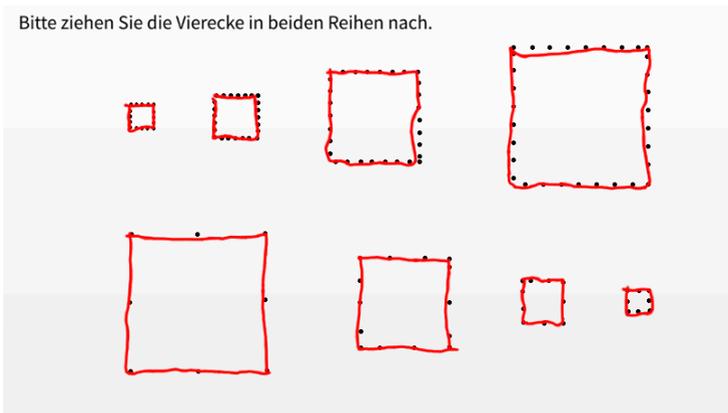


Abb. 3: Studentische Lösung des Aufgabentyps 2 bei der Beurteilung der Effektivität und Effizienz (Repräsentation).

Insgesamt nahmen im ersten Teil der Studie elf, im zweiten Teil zwölf Studierende eines ingenieurwissenschaftlichen Studiengangs an der Untersuchung teil. Alle Proband:innen hatten Vorerfahrungen mit der Stift-basierten Eingabe.

Die Stift-basierten Eingabegeräte wurden so ausgewählt, dass sie die Bandbreite der aktuell vorhandenen technischen Lösungen möglichst vollständig abbilden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Funktionalitäten der ausgewählten Geräte.

Gerät	Produkt-kategorie & -bezeichnung	Eingabe-oberfläche	Drucktasten am Gerät	Arbeitsweise mit / ohne externen Anschluss	Stiftform	Drucktasten am Stift	Stiftdruck- & Neigungs-funktion	Preis-kategorie
Acer	Konvertibles Notebook Spin 3	Aktiv, glatt, Touch, 14 Zoll	Keine	Autark	12 cm Zylindrisch Schmal	Keine	Stiftdruck-funktion	900 – 1.500 €
Huion	Grafik-tablett HS610	Inaktiv, rau, 11,8 Zoll	28x 1-Finger Touching	Abhängig	16,5 cm Ergonomisch	2x	Stiftdruck- und Neigungs-funktion	80 – 100 €
Repaper	Grafik-tablett mit Stiftring Faber-Castell Edition	Papier, 10,4 Zoll	5x	Abhängig	16 cm Bleistift mit Stiftring	Keine	Stiftdruck- und Neigungs-funktion	150 – 200 €
Samsung	Tablet Galaxy Tab S6 Lite	Aktiv, glatt, Touch, 10,4 Zoll	Keine	Autark	14,5 cm Zylindrisch Gerade Seitenfläche	1x	Stiftdruck-funktion	300 – 400 €
Wacom	Grafik-tablett One 13	Aktiv, entspiegelt, 13,3 Zoll	Keine	Abhängig	15 cm Ergonomisch	1x	Stiftdruck- und Neigungs-funktion	300 – 400 €

In die Auswahl integriert wurden beispielsweise Geräte mit aktiver/ inaktiver Oberfläche, verschiedenen Stift-Funktionen, (keinen) Drucktasten am Gerät, (keiner) Neigungsfunktion und sehr heterogenen Preiskategorien. Einige Geräte waren multifunktional einsetzbar, andere waren reine Grafiktablets.

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse anhand der drei zentralen Kriterien für Gebrauchstauglichkeit – Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung – dargestellt (vgl. ISO 9241-11:2018). Ergebnisse einzelner Studienteile, welche neben den hier dargestellten Ergebnissen keine neuen Erkenntnisse erbrachten, werden aus Platzgründen nicht gesondert aufgeführt.

4.1 Effektivität

Effektivität beschreibt die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der Benutzer:innen ein bestimmtes Ziel erreichen.

Die durch die Geräte erreichbare Genauigkeit beim Zeichnen von TNZ wurde anhand von Positions- und Winkelfehlern ermittelt. Hierzu wurden Proband:innen gebeten, vorgefertigte Formen nachzuziehen (vgl. Abbildung 3). Aus der Differenz von Originalvorgabe und tatsächlicher Zeichnung ergab sich ein quantitatives Maß für die Genauigkeit. Am genauesten waren im Schnitt diejenigen TNZ, welche am Grafiktablett von Wacom und am konvertiblen Notebook von Acer erstellt wurden (vgl. Abbildung 4).

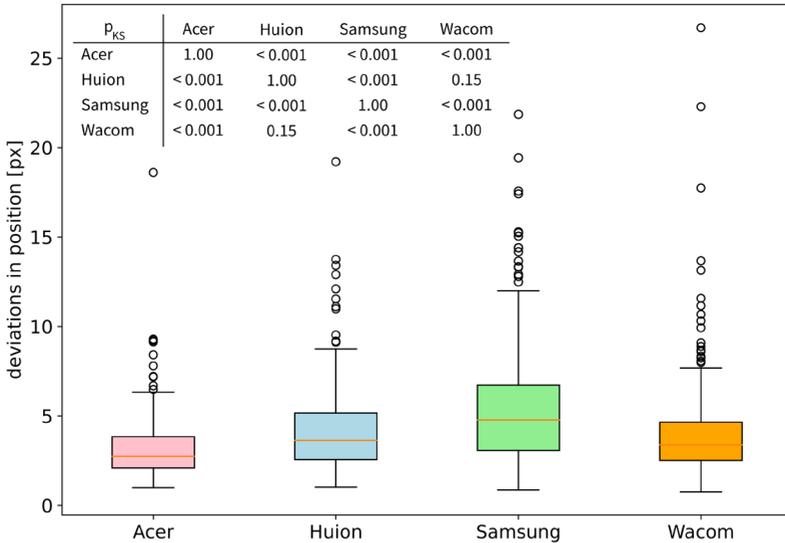


Abb. 4: Boxplot der Positionsfehler in Pixel der vier verglichenen Geräte von Acer, Huion, Samsung und Wacom. Das Gerät Repaper wurde aufgrund eines Defektes nicht integriert. Die Datenpunkte stellen die gemittelten Positionsfehler innerhalb einzelner, mittels der entsprechenden Geräte gezeichneter Objekte dar. Die Tabelle im Bild zeigt die durch einen Kolmogorow-Smirnow-Test ermittelten Signifikanzwerte der Gerätepaarungen.

Die stabilsten Werte über alle Grafiken und den zeitlichen Verlauf der Untersuchung hinweg lieferte das Zeichentablett von Wacom (vgl. Abbildung 5). Die Fehlerentwicklung wurde errechnet aus einer linearen Regression der gemittelten, absoluten Fehler innerhalb einzelner Objekte über die Zahl der gezeichneten Objekte. Sie stellt dar, ob es eine Veränderung der Positions- bzw. Winkelfehler während des Gerätetests gab. Generell kann jede Form von Fehlerentwicklung als nicht wünschenswert angesehen werden. Es traten sowohl positive (der Fehler wird mit der Arbeit am Gerät größer) als auch negative (der Fehler wird mit der Arbeit am Gerät kleiner) Fehlerentwicklungen auf. Eine negative Fehlerentwicklung bedeutet, dass das Gerät nicht von Anfang

an mit vollem Potential genutzt werden konnte. Als Wertungsmaßstab ist also eine minimale, absolute Fehlerentwicklung zu betrachten. Es zeigte sich, dass beim Zeichentablet von Wacom sowohl die Winkel- als auch die Positionsfehlerentwicklung am geringsten ausfielen. Im Mittelfeld bewegten sich die Geräte Acer und Samsung. Das Zeichentablet von Wacom schien die Proband:innen eher dabei zu unterstützen, im Zeitverlauf nicht nachlässig bei der Eingabe zu werden, wie es bspw. für das Tablet Samsung zu vermuten war, da hier der Positionsfehler zunahm. Die Fehlerentwicklung war am deutlichsten am schwarzen Brett Huion zu verzeichnen.

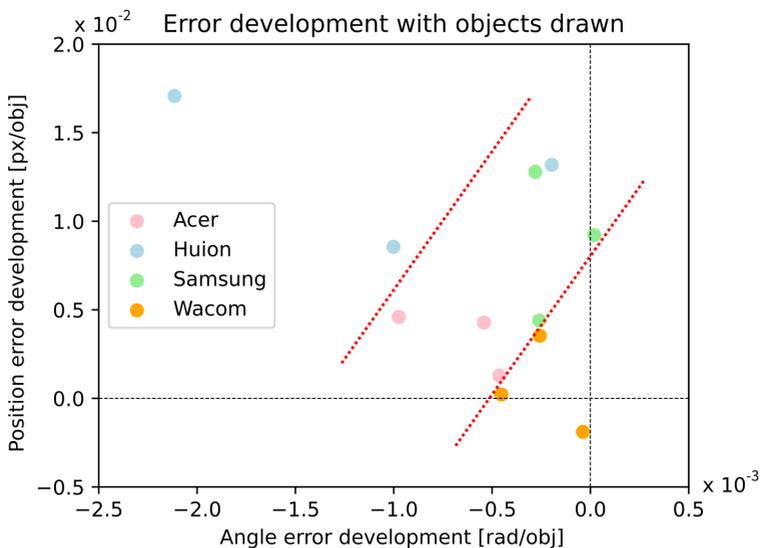


Abb. 5: Entwicklung der Positions- und Winkelfehler innerhalb eines Zeitraums von 15 Minuten für die vier getesteten Geräte von Acer, Huion, Samsung und Wacom. Das Gerät Repaper wurde aufgrund eines Defekts nicht integriert. Jeder Datenpunkt zeigt die Fehlerentwicklung während einer Gerätetestung. Es ist darauf hinzuweisen, dass die numerischen Werte der Fehlerentwicklung für sich genommen keine Bedeutung tragen, sondern nur dem Vergleich zwischen den Geräten dienen.

Die durch die Proband:innen erstellten TNZ wurden durch zwei unabhängige Lehrpersonen auf ihre charakteristischen Eigenschaften der dargestellten Information (vgl. ISO 9241-112:2018) bewertet. Abbildung 6 zeigt das arithmetische Mittel der Überprüfung je Kriterium und Gerät. Die Ergebnisse des Grafiktablets von Huion und konvertiblem Notebook von Acer unterschieden sich bei dieser Bewertung kaum. Das Grafiktablett von Wacom und das Tablet von Samsung lieferten konstant gute Werte. Das Samsung Tablet lieferte in allen Kategorien die besten Ergebnisse – im Gegensatz zu der Beurteilung der Grafiken, welche am Gerät Repaper mit dem Stiftring erstellt worden sind. Auffällig war die schlechte Beurteilung der Grafiken, welche am konvertiblen Notebook von Acer erstellt wurden, in der Kategorie „eindeutige Interpretierbarkeit“. Diese kann dadurch erklärt werden, dass einige Proband:innen an diesem Gerät Probleme mit der Handballenerkennung hatten, sodass hier nicht interpretierbare Strich- und Punktmuster neben den Zeichnungen auftraten. Insgesamt war festzustellen, dass alle Geräte brauchbare Grafiken oder TNZ lieferten, und dass hierbei durchaus Unterschiede auftraten, aber nicht im gravierenden Bereich (so sind sämtliche Bewertungen >3.5 , also in einem Bereich der Zustimmung).

Die Proband:innen äußerten sich hinsichtlich der Frage nach der Genauigkeit und Vollständigkeit (als Elemente der Effektivität) vor allem zu zwei Aspekten. Zum einen war dies die Herausforderung, gerade Linien auf einem Gerät zu zeichnen und zum anderen die Unterschiede der Geräte bei der Stifterkennung. Für diese beiden Aspekte schienen Geräte mit aktiver Oberfläche, optionaler Schrägstellung und eine etwaiges Handzittern verzeihende Stifterkennung bzw. Kantenglättung von Vorteil zu sein.

Beurteilung erstellter TNZ anhand ihrer charakteristischen Eigenschaften

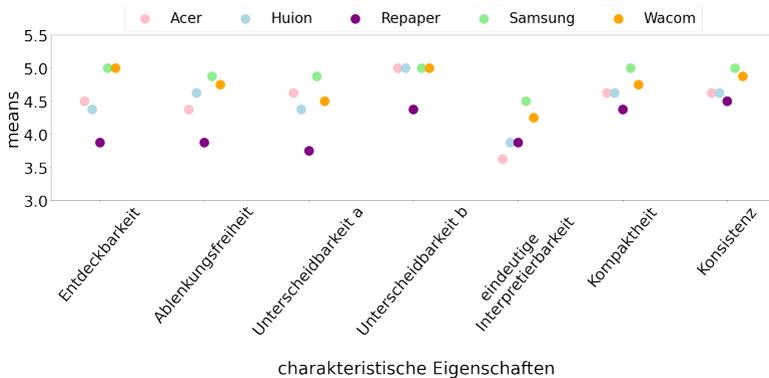


Abb. 6: Beurteilung der charakteristischen Eigenschaften der erstellten TNZ anhand einer Likertskala mit 1: "trifft überhaupt nicht zu"; 5: "trifft voll und ganz zu". X-Achse nicht vollständig abgebildet, da alle Werte > 3.5.

Insgesamt fiel auf, dass die (Zeichen-)Tablets mit aktiver Oberfläche, wie bei Samsung (Tablet), Acer (konvertibles Notebook) und Wacom (Zeichentablet), bei der Effektivität/Erkennbarkeit tendenziell bessere Ergebnisse lieferten als die Zeichentabletts mit inaktiver Oberfläche (Huion) oder eingespanntem Papier und Stiftring (Repaper).

4.2 Effizienz

Die Effizienz beschreibt den eingesetzten Aufwand, mit dem Benutzer:innen ein bestimmtes Ziel erreichen. Je höher der eingesetzte Aufwand beim Erstellen von TNZ ist, desto weniger TNZ können in einer bestimmten Zeit erstellt werden. Im vorliegenden Fall mit kleiner Stichprobengröße wurde die Effizienz ermittelt, indem die maximale Anzahl bearbeiteter Aufgaben in einem festen Zeitfenster erfasst wurde (vgl. Tabelle 2). Die Geschwindigkeit wurde hier als Maß genutzt

um den Aufwand zu bestimmen, mit dem ein Ziel erreicht wird (vgl. Bastien 2010).

Tabelle 2: Zahl der von den Proband:innen innerhalb von 15 Minuten bearbeiteten Aufgabenblätter. Jeder Test wurde von einer:m anderen Proband:in durchgeführt. Die Zahl der bearbeiteten Arbeitsblätter lässt auf die Effizienz in der Nutzung des Gerätes schließen. Das Gerät Repaper wurde aufgrund eines Defekts nicht betrachtet.

	Acer	Huion	Samsung	Wacom
Bearbeitete Blätter Test 1	12	12	20	20
Bearbeitete Blätter Test 2	20	13	13	22
Bearbeitete Blätter Test 3	13	5	27	24
Durchschnitt	15	10	20	22

Die Effizienz am Zeichentablett von Wacom war durch eine geringe Streuung bei vergleichsmäßig hohen Werten ausgezeichnet (vgl. Tabelle 2). Bei Tests mit dem Tablet Samsung und konvertiblen Notebook von Acer war die Effizienz im Vergleich zumindest durchschnittlich bis hoch, sodass hier von einer durchschnittlichen bis hohen Effizienz der Geräte ausgegangen werden kann. Am schwarzen Brett des Herstellers Huion arbeiteten die Proband:innen am langsamsten, vermutlich verhinderte die nötige Umgewöhnung der Blickrichtung das zügige Arbeiten.

Es ist zu berücksichtigen, dass die hier erhobenen Daten nur eine Tendenz aufzeigen. Bei der geringen Stichprobengröße können keine statistischen Aussagen getroffen werden.

4.3 Zufriedenstellung

Zufriedenstellung beschreibt laut der Norm ISO 9241-11:1998 das Ausmaß, in dem Benutzer:innen von Beeinträchtigungen frei sind und die Einstellung der Benutzer:innen zum Produkt positiv ist (vgl. ISO 9241-11:1998). In der aktuellen Fassung der Norm beschreibt Zufriedenstellung das „Ausmaß der Übereinstimmung der physischen, kognitiven und emotionalen Reaktionen des Benutzers, die aus der Benutzung eines Systems, eines Produkts oder einer Dienstleistung resultieren, mit den Benutzererfordernissen und Benutzererwartungen“ (ISO 9241-11:2018). Von den drei Kriterien der Gebrauchstauglichkeit ist es das am schwersten zu greifende Konstrukt (vgl. Ollermann 2007: 19). Aus diesem Grund näherten wir uns der Zufriedenstellung sowohl mittels Post Study System Usability Questionnaire (PSSUQ), welcher die Einstellung zur Produktqualität erfasst, als auch qualitativ durch Think-Aloud Protokoll und problemzentriertes Interview. Die qualitative Herangehensweise ermöglichte es, diejenigen Kategorien zu ermitteln, welche das subjektive Konstrukt der Zufriedenstellung aus Proband:innenperspektive beinhaltet.

Zufriedenstellung anhand des Post Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)

Wie die Proband:innen die Qualität des jeweiligen Systems beurteilen, wurde mittels PSSUQ erfasst. Es zeigte sich, dass sich die zentralen Tendenzen zwischen den Geräten zum Teil stark unterschieden. Die (Zeichen-)Tablets von Samsung und Wacom wurden von den Proband:innen stark vor den Geräten Huion und Repaper bevorzugt. Die Untersuchung der Mittelwertsunterschiede mittels Dunn-Bonferroni ließ lediglich die Aussage zu, dass sich die Mittelwerte der beurteilten Gesamtqualität zwischen den Geräten Samsung und Huion signifikant unterschieden. Das Gerät Acer bewegte sich dabei im Mittelfeld (vgl. Abbildung 7).

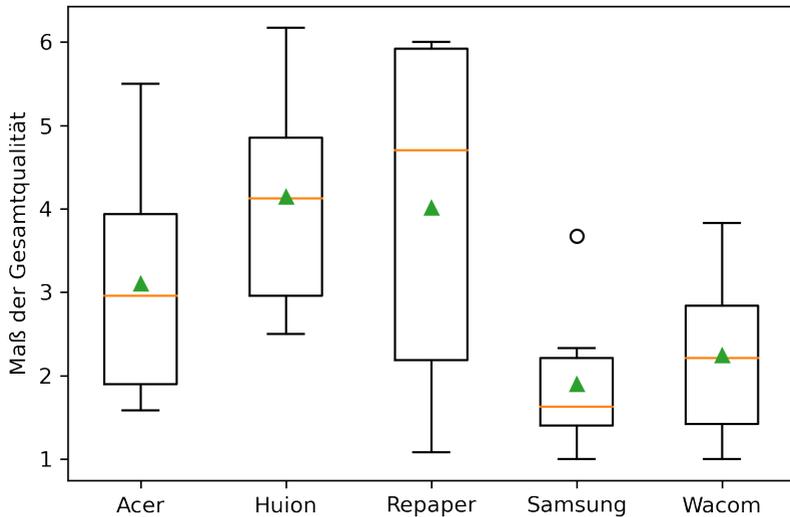


Abb. 7: Beurteilte Gesamtqualität der getesteten Geräte. Maß der Gesamtqualität: 1="strongly agree"; 7="strongly disagree", beurteilt durch jeweils acht Proband:innen.

Auffällig war die große Standardabweichung beim Gerät mit Stifttring von Repaper (MW=4.01; STD = 2.12; N=8) im Vergleich zum recht einheitlich beurteilen Tablet von Samsung (MW=1,90; STD = .84; N=8). Anhand der Interviews und Think-Aloud-Methodik konnte erfasst werden, was diese Unterschiede in den Standardabweichungen bewirkte.

Zufriedenstellung anhand des problemzentrierten Interviews sowie des Think-Aloud Protokolls

Aus dem problemzentrierten Interview sowie dem Think-Aloud Protokoll ergaben sich durch Auswertung der Daten mittels Grounded Theory (vgl. Glaser/Strauss 2005) folgende Kategorien, welche die Zufriedenstellung der Nutzer:innen hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit, User Experience und Vermeidung nutzungsbedingter Schäden beeinflussten:

- Design der Geräte (Unterkategorien Größe, Gewicht, Stabilität, Optik, Handbeweglichkeit)
- Nutzungsoptionen (Unterkategorien Schlankheit der Funktionen, Freiheiten der Nutzung)
- Reibungslose Funktionsweise und sofortige Bedienbarkeit
- Stifterkennung
- Schreibgefühl
- Kantenglättung

Die größte Zufriedenstellung ließ sich anhand der Daten aus Interviews und Think-Aloud Protokoll für die (Zeichen-)Tablets mit aktiver Oberfläche, Samsung und Wacom, feststellen (vgl. Tabelle 3). Diese Geräte bewerteten die Proband:innen in fast allen Kategorien positiv. Das Zeichentablet von Wacom wurde hinsichtlich der Nutzungsoptionen sowie des Designs kontrovers diskutiert und erhielt damit einen Punktabzug: es musste an einen PC angeschlossen werden (dies erweitert jedoch gleichzeitig die Bildschirmanzeige), erschien etwas behäbig (dies wurde auch als „stabil“ bezeichnet) und war auf die Nutzungsoption „Zeichnungen erstellen“ in besonderer Weise bzw. einseitig ausgerichtet, und somit aber auf die Aufgabenstellung zugeschnitten. Spannend ist, dass obwohl nicht danach gefragt wurde, die Proband:innen das Design der Geräte als relevant für die Nutzung

beurteilen. Dieser Umstand wird in der Literatur auch als hedonische Qualität diskutiert (vgl. Hassenzahl 2003).

Tabelle 3: Kriterien und Beurteilung der Zufriedenstellung durch die Proband:innen.

Gerät	Design	Nutzungs- optionen	Reibungslose Funktions- weise	Stift- erkennung	Schreib- gefühl
Samsung	+ Klein & schick	+ Multifunktional & beweglich	+ Funktioniert wie gewohnt	+	+ Oberflächen- feedback & Stiftfederung
Wacom	+/- Behäbig & stabil	+/- Klarer & begrenzter Einsatzbereich	+ Sicher	+	+ Oberflächen- feedback & Stiftergonomie
Huion	+ Interessant & leicht	+/- Bewegbare Tasten für Shortcuts	- Verzerrt & löscht	+	+ Angenehm & Stiftergonomie
Repaper	+ Interessant & neuartig	+/- Beweglich & Papier- sowie Digitalanzeige	- Korrekturen schwierig & Funktionsweise eingestellt	-	+ Stift & Papier
Acer	+/- Groß & zu glatt	+/- Multifunktional & beweglich	- Handballen- erkennung	+	- Oberfläche künstlich & Stift zu klein

Das konvertible Notebook von Acer punktete v.a. bei der Stiftererkennung und Multifunktionalität. Das Zeichenbrett mit inaktiver Oberfläche von Huion beeindruckte beim Schreibgefühl und Design. Im Gegensatz zum Repaper war hier auch die Stiftererkennung sehr gut gelöst: *„Das Huion Zeichenbrett, das hatte schon eine sehr gute Erkennung. Also man hat wirklich verschiedene Druckstärken darin, die Buchstaben werden sehr smooth gemacht und alles sieht schon gut aus und da kann man auch wirklich gut mit zeichnen, das funktioniert mit dem*

Gerät prima.“ (Proband-ID ER14LA: 5). Das mit Stift, Ring und Papier arbeitende Repaper wirkte zwar durch seine technische Lösung mit dem Stiftring auf die Proband:innen sehr interessant, wies aber leider zu viele Nutzungshindernisse und Schwachstellen, insbesondere bei der Stifterkennung, auf um reibungslos genutzt werden zu können.

Die qualitative Auswertung deckte sich weitgehend mit der quantitativen Auswertung des PSSUQ-Fragebogens. Die (Zeichen-)Tablets von Samsung und Wacom wurden hier als sehr zufriedenstellend, als Testsieger, beurteilt. Die weitere Reihung der Geräte wechselte je nach untersuchter Kategorie zwischen dem konvertiblen Notebook von Acer (zufriedenstellend aber kontrovers diskutierte Ausführung von Stift, Oberfläche, Handballenerkennung und Schreibgefühl) und dem schwarzen Zeichentablett von Huion (Umgewöhnung der Blickrichtung nötig bei sehr angenehmen Ausführungen von Stift und Oberfläche). Das Gerät Repaper, welches mit Stiftring und Papier arbeitet, bildete in nahezu allen Kategorien das Schlusslicht bei der Beurteilung der Zufriedenstellung und musste aufgrund eines Defekts aus Teilen der Untersuchung ausgeschlossen werden (spannende Idee, gleichzeitig auf Papier sowie digital zu zeichnen, aber leider kaum für die Erstellung von TNZ im Lehrbetrieb nutzbar).

4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Mit der vorliegenden Usability-Studie wurde untersucht, welche technischen Bedingungen der Wissens- und Medienproduktion bei der Erstellung von TNZ mit Stift-basierten Eingabegeräten aus der Perspektive von Studierenden zentral sind.

Geht man davon aus, dass das ein System nutzende Subjekt und das genutzte Objekt im Sinne des «constitutive entanglement» konstitutiv miteinander verwoben sind (vgl. Allert/Asmussen/Richter 2018: 146),

so beeinflussen nicht nur digitale Werkzeuge das Handeln Studierender, sondern die Studierenden erzeugen in der Interaktion mit den Systemen ebenfalls eine Nutzungsrealität (vgl. Knaus 2018a: 7). Die Subjekte bringen ihr „Gewordensein-in-Praktiken und damit verbundene Erwartungen und Möglichkeiten (die sich in neuen Praktiken wieder verändern können) mit ein“ (Allert/Asmussen/Richter 2018: 145). Dies wurde deutlich an den Kriterien, welche die Proband:innen explizit formulierten oder implizit erwarteten. Technologien werfen bei ihrer Nutzung zudem Fragen auf, die im Vorfeld nicht absehbar sind (vgl. Allert/Asmussen/Richter 2018: 144) und entfalten sich im Gebrauch, beispielsweise anhand von Problemstellen. Infolgedessen unterschieden sich die Kriterien, welche Studierende an die Geräte anlegten (Design, Schreibgefühl, Stifterkennung, Nutzungsoptionen), teilweise von den Problemstellen, welche die Geräte den Studierenden beim Erstellen von TNZ bereiteten (bspw. Umgewöhnung der Blickrichtung, unklare Funktionen und Funktionstasten, Schwierigkeiten beim Korrigieren und Löschen von Eingaben).

Die Kriterien, welche vonseiten der Usability-Forschung angelegt werden, sind die der Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung. An diesen drei Überkategorien orientierte sich die vorliegende Untersuchung. Über alle Einzelerhebungen hinweg unterstützten diejenigen Geräte die sofortige Usability, welche mit a) einer aktiven Oberfläche ausgestattet waren, b) in ihrer Funktionalität bekannt waren und keine Eigenschaften besaßen, für die eine Einarbeitung notwendig war (wie bspw. mit Funktionen belegbare Knöpfe), c) ablenkungsfrei und in ihren Nutzungsoptionen eingeschränkt waren und d) welche mit ergonomisch geformten Stifte ausgestattet waren.

Insbesondere der qualitative Teil der Studie konnte darüber hinaus ermitteln, welche Kriterien innerhalb der Kategorie Zufriedenstellung aus Studierendenperspektive relevant waren. Hier sind neben der reibungslosen Funktionsweise a) das Design der Geräte, b) vielfältige

Nutzungsoptionen, c) die Stifterkennung, d) das Schreibgefühl auf der Oberfläche und e) eine funktionierende Kantenglättung zu nennen.

Über alle Erhebungsmethoden ergaben sich die gleichen Spitzengeräte. Dies kann daran liegen, dass diese Geräte schlichtweg niedrigschwellig benutzbar und reibungslos in ihrer Funktionsweise waren. Die häufigsten Problemstellen der Studierenden waren die Folgenden:

- Einstiegshürden: Blickrichtung & Hand-Auge-Blindheit, Bildschirm-Verzerrung & Platzeinteilung
- Unterstützende Funktionen, die nicht intuitiv waren: Umständlichkeit & Aufwand, besonders Radierfunktion
- Handbeweglichkeit & Handballenerkennung

Die Untersuchung hat gezeigt, dass Technologien in ihrer Materialität die Nutzungsoptionen beschränken oder befördern. Generell haben Stift-basierte Eingabegeräte das Potenzial, beim Erstellen von TNZ im Übungs- oder Prüfungsbetrieb eingesetzt zu werden. Jedoch ist hierbei nicht jede Geräteklasse gleich gut geeignet. Mit Blick auf die im Hochschulbetrieb vorhandenen Ressourcen empfiehlt sich über alle untersuchten Kategorien der Gebrauchstauglichkeit hinweg entweder der Einsatz eines Grafiktablets mit aktiver Oberfläche und reduzierter Funktionalität, wie hier vom Hersteller Wacom, oder der Einsatz eines portablen Tablets, wie hier vom Hersteller Samsung. Unsere Studie ergab, dass diese Geräteklassen ein möglichst reibungsfreies Arbeiten mit hoher Zufriedenstellung, Effektivität und Effizienz ermöglichen.

5 Kritische Würdigung und Ausblick

Innerhalb des Forschungsfeldes Medienkritik befasste sich diese Untersuchung mit den technischen Voraussetzungen der Medienproduktion (vgl. Tulodziecki/Grafe 2018: 129), konkret dem Erstellen von TNZ an Stift-basierten Eingabegeräten. Somit befasst sich diese Untersuchung mit einem sehr spezifischen und ausgewählten Aspekt möglicher medien-pädagogischer Fragestellungen in einer Kultur der Digitalität. Für das übergreifende Ziel, Studierende in der Phase des Wissenstransfers und Wissensfestigung bei Erstellung von TNZ zu aktivieren und damit die Lernmotivation und Kompetenzentwicklung zu unterstützen, wird in unserem Projekt FAssMII ein E-Assessment-System erstellt, welches automatisiertes Feedback für die Studierenden bereitstellen soll. Zunächst war es dabei sinnvoll, einen Fokus auf die Materialität und Gestaltungsmerkmale der medienprozierenden Technik zu legen. Die Betrachtung der Qualitäten eines Stift-basierten Eingabegeräts sollte jedoch nicht „auf der Ebene des Mediums – der «äußeren Erscheinung» respektive dem Interface von Technik enden“ (Knaus 2018b: 91), sondern die kritische Betrachtung kann und sollte erweitert werden. Beispielsweise wurde die äußere Betrachtung der Technik erweitert um die Beurteilungskriterien, welche die die Technik nutzenden Studierenden anlegen, wie bspw. die Relevanz einer Kantenglättung oder der Wunsch nach sofortiger Bedienbarkeit (vgl. Tulodziecki/Grafe 2018: 130). Zukünftige Studien könnten sich ferner mit der Betrachtung der Interaktion (mediale Praktiken) oder der kreativen Teilhabe an und der Entwicklung von Technologien beschäftigen (vgl. Allert/Asmussen/Richter 2018: 146).



Stiftung
Innovation in der
Hochschullehre

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Projekts FAssMII realisiert, gefördert durch die Stiftung Innovation in der Hochschullehre.

Literaturverzeichnis

- Allert, Heidrun; Asmussen, Michael; Richter, Christoph (2018): Formen von Subjektivierung und Unbestimmtheit im Umgang mit datengetriebenen Lerntechnologien – eine praxistheoretische Position. In: *Z Erziehungswiss* 21 (1), S. 142–158.
- Allert, Heidrun; Richter, Christoph (2016): Kultur der Digitalität statt digitaler Bildungsrevolution. Erstveröffentlichung. Arbeitspapier. Online verfügbar unter: <https://www.ssoarinfo/ssoar/handle/document/47527>, zuletzt geprüft am 02.08.2022.
- Bastien, J.M. Christian (2010): Usability testing. A review of some methodological and technical aspects of the method. In: *International Journal of Medical Informatics*. 79 (4), e18–e23. Online verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.jimedinf.2008.12.004>, zuletzt geprüft am 21.03.2023.
- Cavalcanti, Anderson Pinheiro; Barbosa, Arthur; Carvalho, Ruan; Freitas, Fred; Tsai, Yi-Shan; Gašević, Dragan; Mello, Rafael Ferreira (2021): Automatic feedback in online learning environments: A systematic literature review. In: *Computers and Education: Artificial Intelligence* 2, Artikel 100027, S. 1–16.
- DIN EN ISO 9241-11:2018-11. Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN EN ISO 9241-112:2017-08. Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 112: Grundsätze der Informationsdarstellung. Berlin: Beuth Verlag.
- Fruhling, Ann; Lee, Sang (2005): Assessing the reliability, Validity and Adaptability of PSSUQ. *AMCIS 2005 Proceedings*. 378. Online verfügbar unter: <http://aisel.aisnet.org/amcis2005/378>, zuletzt geprüft am 18.10.2022.
- Glaser, Barney G.; Strauss, Anselm L. (2008): *Grounded Theory. Strategien qualitativer Forschung*. Bern: Huber Verlag.
- Gruttmann, Susanne Johanna (2010): *Formatives E-Assessment in der Hochschullehre. Computerunterstützte Lernfortschrittskontrollen im Informatikstudium*. Dissertationsschrift. Münster: MV-Verlag.
- Hassenzahl, Marc; Burmester, Michael; Koller, Franz (2003): AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In: *Mensch & Computer 2003: Interaktion in Bewegung* 57, S. 187–196.
- Hattie, John; Timperley, Helen (2007): The Power of Feedback. In: *Review of Educational Research*. 77 (1), S. 81–112.
- Hodrien, Andrew; Terrence, Fernando (2021): A Review of Post-Study and Post-Task Subjective Questionnaires to Guide Assessment of System Usability. In: *Journal of Usability Studies* 16 (3), S. 203–232. Online verfügbar unter https://uxpajournal.org/wp-content/uploads/sites/7/pdf/Hodrien_JUS_May2021.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2022.

- Iffland, Marianus (2014): Feedback-Generierung für offene, strukturierte Aufgaben in E-Learning-Systemen. Dissertationsschrift. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.
- Knaus, Thomas (2018a): [Me]nsh – Werkzeug – [I]nteraktion. Theoretisch-konzeptionelle Analysen zur «Digitalen Bildung» und zur Bedeutung der Medienpädagogik in der nächsten Gesellschaft. In: Medienpädagogik 31, S. 1–35.
- Knaus, Thomas (2018b): Technikkritik und Selbstverantwortung. Plädoyer für ein erweitertes Medienkritikverständnis. In: Horst Niesyto und Heinz Moser (Hg.): Medienkritik im digitalen Zeitalter. Veröffentlichungen des Interdisziplinären Zentrums für Medienpädagogik und Medienforschung an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg (IZMM). Unter Mitarbeit von Heinz Moser. München: kopaed (Medienpädagogik interdisziplinär, 11), S. 91–108.
- Lewis, James R. (2002): Psychometric Evaluation of the PSSUQ Using Data from Five Years of usability Studies. International Journal of Human-Computer Interaction. 14 (3-4), S. 463-488.
- Ollermann, Frank (2007): Entwicklung und Validierung eines Fragebogens zur Evaluation der Gebrauchstauglichkeit von Online-Shops. Dissertationsschrift. Universität, Osnabrück. Institut für Psychologie.
- Rampelt, Florian; Wagner, Barbara (2020): Digitalisierung in Studium und Lehre als strategische Chance für Hochschulen. Strategie-, Struktur- und Kulturentwicklung gestalten. In: Richard Stang und Alexandra Becker (Hg.): Zukunft Lernwelt Hochschule. Berlin, Boston: De Gruyter, S. 105–120.
- Richter, Gerd (2013): Methoden der Usability-Forschung. In: Konrad Umlauf Simone Fühles-Ubach und Michael S. Seadle (Hg.): Handbuch Methoden der Bibliotheks- und Informationswissenschaft. Bibliotheks-, Benutzerforschung, Informationsanalyse. Berlin, Boston: deGruyter, S. 203–256.
- Tulodziecki, Gerhard; Grafe, Silke (2018): Medienkritik angesichts von Digitalisierung und Mediatisierung aus handlungs- und entwicklungsorientierter perspektive. In: Horst Niesyto und Heinz Moser (Hg.): Medienkritik im digitalen Zeitalter. Veröffentlichungen des Interdisziplinären Zentrums für Medienpädagogik und Medienforschung an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg (IZMM). Unter Mitarbeit von Heinz Moser. München: kopaed (Medienpädagogik interdisziplinär, 11), S. 125–138.
- Witzel, Andreas (2000): Das problemzentrierte Interview [25 Absätze]. Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research, 1(1), Art. 22. Online unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0001228>, zuletzt geprüft am 01.11.2022.