

Auswirkungen der Umstellung auf einen paperless Campus an der Ferdinand Porsche FernFH

Bachelorarbeit

eingereicht von: **Robert Diewald**
Matrikelnummer: 01578523

im Fachhochschul-Bachelorstudiengang Wirtschaftsinformatik (0470)
der Ferdinand Porsche FernFH

zur Erlangung des akademischen Grades <einer/eines>

Bachelor of Arts in Business

Betreuung und Beurteilung: Prof. (FH) DI Dr. Martin Staudinger

Wiener Neustadt, Juni 2024

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit,

1. dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Inhalte, die direkt oder indirekt aus fremden Quellen entnommen sind, sind durch entsprechende Quellenangaben gekennzeichnet.
2. dass ich diese Bachelorarbeit bisher weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit zur Beurteilung vorgelegt oder veröffentlicht habe.

Wien, 8. Juni 2024



Unterschrift

Creative Commons Lizenz

Das Urheberrecht der vorliegenden Arbeit liegt bei Robert Diewald. Sofern nicht anders angegeben, sind die Inhalte unter einer Creative Commons <„Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz“ (CC BY-NC-SA 4.0)> lizenziert.

Die Rechte an zitierten Abbildungen liegen bei den in der jeweiligen Quellenangabe genannten Urheber*innen.

Die Kapitel 1 bis 4 der vorliegenden Bachelorarbeit wurden im Rahmen der Lehrveranstaltung „Bachelor Seminar 1“ eingereicht und am 31.05.2024 als Bachelorarbeit 1 angenommen.

Kurzzusammenfassung: Auswirkungen der Umstellung auf einen paperless Campus an der Ferdinand Porsche FernFH

Seit der Umstellung auf einen paperless Campus an der Ferdinand Porsche FernFH werden Studienhefte nur noch digital bereitgestellt. Ob Studierende die Studienhefte dennoch ausdrucken, war nicht bekannt. Ziel dieser Arbeit ist es, Einblick in das Verhalten der Studierenden zu bekommen, um festzustellen, ob die Umstellung auf paperless insgesamt einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit leistet. Eine dafür unter 52 Wirtschaftsinformatik-Studierenden durchgeführte Umfrage zeigt auf, dass rund 40 % der digitalen Studienhefte ausgedruckt werden, wodurch der Papierverbrauch von 10 kg auf 3,8 kg pro Student*in und Bachelorstudiengang gesunken ist. Die Untersuchungen legen nahe, dass die Umweltauswirkungen der Herstellung und Bedruckung von Papier weitaus größer sind als der Energieverbrauch für die Bereitstellung digitaler Materialien und Betrieb digitaler Lesegeräte. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Umstellung auf paperless einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit leistet.

Schlagwörter:

paperless Campus, Nachhaltigkeit, digitale Lesegeräte, digitale Studienhefte, Papierverbrauch, Stromverbrauch

Abstract: Implications of the transition to a paperless campus at Ferdinand Porsche FernFH

Since the transition to a paperless campus at Ferdinand Porsche FernFH, textbooks have become digital only. It was not known whether students still print out the textbooks. The aim of this study is to gain insight into student behavior in order to determine whether the transition to paperless makes a positive contribution to environmental sustainability overall. A survey conducted among 52 business informatics students shows that around 40% of digital textbooks are printed out, which has reduced paper consumption from 10 kg to 3.8 kg per student and Bachelor's degree program. The research suggests that the environmental impact of producing and printing Paper is far greater than the energy consumption of providing digital materials and operating digital readers. The results indicate that the transition to paperless makes a positive contribution to sustainability.

Keywords:

paperless campus, sustainability, electronic reading devices, digital textbooks, paper consumption, power consumption

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei den Menschen bedanken, die dieser Arbeit den Weg geebnet haben.

Ich möchte meinem Betreuer Prof. (FH) DI Dr. Martin Staudinger meinen aufrichtigen Dank aussprechen für seinen Beitrag zur Themenfindung und für die geduldige und fachkundige Unterstützung während meiner Bachelorarbeit. Seine wertvollen Ratschläge, sein Feedback, seine Gedanken Anregungen und vor allem auch seine Ermutigung haben maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Ein besonderer Dank gilt auch meiner Lebensgefährtin Lena, die mich während dieser intensiven Phase bedingungslos unterstützt und bestärkt hat. Trotz der Herausforderungen des Alltags und der Fürsorge für unseren kleinen Sohn hat sie mir stets Zeit und Raum für meine akademischen Bemühungen gewährt. Ihre Geduld, ihr Verständnis und ihre Liebe haben mir die nötige Ruhe und Konzentration geschenkt, um meine Bachelorarbeit erfolgreich abzuschließen.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	1
1.1 Geschichte des Begriffs „paperless“	3
1.2 Warum Paperless?	3
1.2.1 Umweltauswirkungen	3
1.2.2 Allgemeine, administrative und organisatorische Vorteile eines Paperless Campus	6
1.3 Herausforderungen und potenzielle negative Auswirkungen eines paperless Campus	7
1.3.1 Leseeffizienz	7
1.3.2 Mögliche Abwälzung der Kosten auf Studierende und dadurch resultierende Ungleichheiten	8
1.3.3 Umweltauswirkungen digitaler Bereitstellung von Lernunterlagen	8
1.4 SWOT-Analyse	13
2. SITUATION AN DER FERDINAND PORSCHE FERNFH	14
3. METHODISCHE VORGANGSWEISE	15
4. FRAGEBOGEN	16
5. ERGEBNISSE	21
5.1 Fragengruppe 1: Studiengang und Erfahrung mit Studienheften	21
5.2 Fragengruppe 2: Lernpräferenzen, Nutzung von Materialien, Prüfungsvorbereitung und Prüfungen	25
5.3 Fragengruppe 3: Technologische Ausstattung und digitale Zugriffsmethoden	35
6. SCHLUSSFOLGERUNGEN	43
7. ZUSAMMENFASSUNG	44
8. AUSBLICK	46
LITERATURVERZEICHNIS	48

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	51
TABELLENVERZEICHNIS	53

1. Einleitung

Immer mehr Betriebe und Institutionen stellen zum Zweck der Ressourceneinsparung, Umweltentlastung und Workflow-Verbesserung von papierbasierten Prozessen auf „paperless“ um. Die Ferdinand Porsche FernFH ist hierbei bereits einen großen Schritt in Richtung eines paperless Campus gegangen und stellt ihren Studierenden seit dem Sommersemester 2022 ausschließlich digitale Lernmaterialien zur Verfügung.

Es ist bekannt, dass die Herstellung und Bedruckung von Papier einen relativ hohen Energie-, Ressourcenverbrauch und CO₂-Ausstoß mit sich bringt. Wenn gedrucktes Lernmaterial bei den Studierenden angekommen ist, verursacht die Nutzung beim Lesen jedoch keine weiteren Umwelteinflüsse. Digitale Lernunterlagen müssen wiederum rund um die Uhr, sieben Tage die Woche, im Internet zur Verfügung stehen, digital übertragen werden und können nur mit einem digitalen Lesegerät angesehen werden, was alles mit Energieverbrauch in Verbindung steht. Zusätzlich bleibt unklar, inwieweit die Studierenden die digitalen Studienunterlagen möglicherweise dennoch ausdrucken.

Diese Situation wirft eine zentrale Frage auf: Leistet die ausschließliche Bereitstellung von paperless Lernmaterialien insgesamt einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit?

Die vorliegende Bachelorarbeit widmet sich dieser Forschungsfrage und untersucht anhand des Beispiels der Wirtschaftsinformatik Studiengänge der Ferdinand Porsche FernFH, ob der Umstieg auf ausschließlich digitale Lernmaterialien insgesamt zu einer nachhaltigeren Bildungsumgebung beitragen kann. Die Hypothese dieser Arbeit besagt, dass die Bereitstellung von ausschließlich digitalen Lernunterlagen einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit leistet.

Der Hauptfokus dieser Arbeit liegt nicht primär auf einer technischen Analyse des CO₂-Verbrauchs, sondern auf dem Verhalten der Studierenden. Wenn Studierende Lernunterlagen privat ausdrucken, könnte dies gegebenenfalls sogar zu einer schlechteren Umweltbilanz führen, als wenn der Druck von der Fachhochschule in einer nachhaltigen Druckerei in Auftrag gegeben wird. Damit genauer auf mögliche Zusammenhänge und Auswirkungen eingegangen werden kann, muss daher nicht nur bekannt sein, was auf Seiten der Hochschule passiert, sondern auch was auf Seiten der Studierenden passiert. Um die Forschungsfrage zu beantworten, ob die zur Verfügungsstellung von ausschließlich paperless Lernunterlagen insgesamt einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit leistet, wird daher eine Umfrage durchgeführt.

Bevor in dieser Arbeit auf die Umfrage näher eingegangen wird, werden die Umweltauswirkungen der Papierherstellung und -nutzung beleuchtet. Dabei werden Faktoren wie Boden-, Wasser- und Luftverschmutzung sowie die Abholzung von Wäldern für die Papierproduktion betrachtet.

Anschließend werden die allgemeinen Vorteile eines paperless Campus sowohl für die Bildungseinrichtung als auch für die Studierenden aufgezeigt, darunter unter anderem die Einsparung von Kosten und Papier sowie die Ermöglichung innovativer Lern- und Lehrmethoden.

Es werden jedoch auch potenzielle negative Auswirkungen und Herausforderungen eines paperless Campus betrachtet, wie beispielsweise die Leseeffizienz von Bildschirmen im Vergleich zu Papier sowie mögliche Ungleichheiten und Kostenübertragungen auf Studierende. Zudem wird auch der Energieverbrauch untersucht, der bei der Verwendung von digitalen Studienheften anfällt.

Von besonderer Relevanz ist die Situation an der Ferdinand Porsche FernFH, die bereits größtenteils auf paperless umgestellt hat. Es wird analysiert, wie die Hochschule zuvor Papier verwendete und welches Ausmaß die Papierverwendung für Wirtschaftsinformatik Studiengänge hatte.

In Verbindung mit der Umfrage dienen diese Informationen als Ausgangspunkt, um den Gesamtbeitrag der paperless Lernunterlagen zur Nachhaltigkeit zu beurteilen.

1.1 Geschichte des Begriffs „paperless“

Der Begriff „paperless“ wurde bereits 1975 in einer Ausgabe der Fachzeitschrift „Businessweek“ erwähnt, in welcher Vincent E. Giuliano prognostizierte, dass in den 90er-Jahren ein Großteil der Aktenführung und Schriftverkehr von Unternehmen elektronisch und paperless stattfinden wird. (vgl. Giuliano 1975)

Die technologische Entwicklung und das damit verbundene Aufkommen von Personal Computern begünstigte zwar theoretisch eine Entwicklung in Richtung einer „paperless Society“, in der Praxis wurde es jedoch auch einfacher, z. B. Dokumente mittels Druckergerät auszudrucken oder zu kopieren und so erhöhte sich der Papierverbrauch, wie in Abb. 1 ersichtlich, weiter. (vgl. Liu und Stork 2000; vgl. FAO 2022)

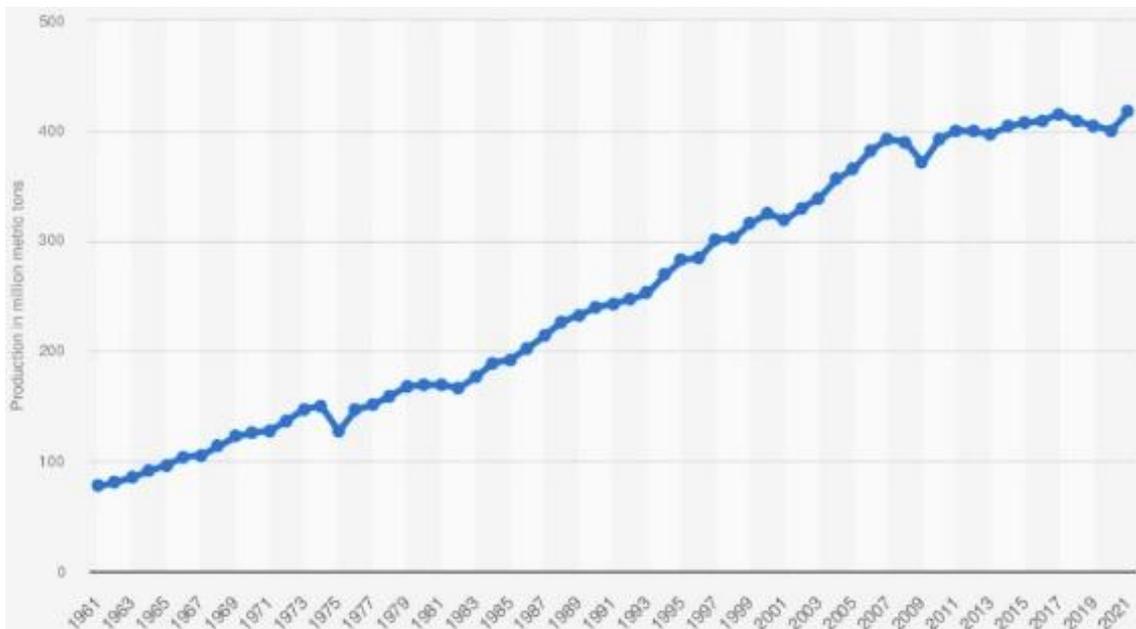


Abb. 1 - Produktionsvolumen von Papier und Karton weltweit von 1961 bis 2021 (in Mio. Tonnen) (FAO 2022)

1.2 Warum Paperless?

1.2.1 Umweltauswirkungen

Die Herstellung und Bedruckung von Papier trägt zur Boden-, Wasser- und Luftverschmutzung bei und das hergestellte Papier ist für rund 25 % der Hausmüllabfälle verantwortlich. (vgl. Epa 2015) Wobei anzumerken ist, dass in Europa im Jahr 2021 die Recyclingquote für Papier bei 71,4 % lag, was den Energie- und Rohstoffverbrauch für die Papierherstellung reduziert. (vgl. EPRC 2021; vgl. Laurijssen u. a. 2010)

Da Papier üblicherweise aus Holzfasern und Holz hergestellt wird, kann auch die Abholzung von Wäldern für die Papierherstellung ein Problem für die Umwelt darstellen. Laut Deutschem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), wird jeder fünfte gefällte Baum für die Papierproduktion verwendet. (vgl. BMUV-Bildungsservice 2018) Wenn man nur das industriell genutzte Holz in Betracht zieht und Brennholz außer Acht lässt, zeigt sich, dass beinahe die Hälfte aller weltweit gefällten Bäume für die Papierproduktion genutzt werden. (vgl. WWF 2021)

Die Initiative Print Power Austria/Two Sides, welche u. a. von Austropapier, Europapier, Verband der österr. Zeitungen und der österr. Post unterstützt wird, betont in ihrer Broschüre „Papier und Printmedien: Mythen & Fakten“: *„Die Rohstoffe für die europäische Papierindustrie stammen aus nachhaltigen, rückverfolgbaren und kontrollierten Quellen. Dies bedeutet, dass mindestens genauso viel Holz nachwächst wie eingeschlagen wird und der Zyklus des Verjüngens, des Wachsens und des Erntens sorgfältig kontrolliert wird.“* (Two Sides 2015)

Die Webseite des Worldwide Fund For Nature (WWF) informiert diesbezüglich: *„Das Holz für die Papierprodukte stammt aus den Wäldern der ganzen Welt. Das Traurige dabei ist, dass man beim Kauf eines Papierprodukts nicht automatisch sicher sein kann, dass illegaler Holzeinschlag und Raubbau ausgeschlossen sind. Nach einer Recherche des WWF gelangten allein 2006 Papier in der Größenordnung von 2,6 Millionen Kubikmetern und zusätzliche 1,3 Millionen Kubikmeter Zellstoff aus potenziell illegalen Quellen in die EU.“*(WWF 2021)

Je nach Herstellungsverfahren, Rohstoffherkunft und Abfallbehandlung variieren die Auswirkungen auf die Umwelt. Ein Projekt des finnischen Umweltinstituts illustrierte, wie diese Variation der Umweltauswirkungen in der Praxis aussehen kann.

Im LEADER-Projekt (2007-2010) des finnischen Umweltinstituts (SYKE) wurde untersucht, welche Umweltauswirkungen während des gesamten Lebenszyklus von Druckerzeugnissen auftreten. Der Fokus dieser Untersuchungen waren Zeitungen, Zeitschriften, Bücher und Werbematerial. Da Zeitschriften den an der Ferdinand Porsche FernFH verwendeten Studienheften am ähnlichsten sind, werden die Emissionen dieser Produktkategorie in Abb. 2 dargelegt. In dieser Abbildung wird aufgeschlüsselt, wie die Emissionen verschiedener Kategorien den CO₂-Fußabdruck von Zeitschriften beeinflussen. Die dargestellten Kategorien repräsentieren verschiedene Phasen im Lebenszyklus der Zeitschriften, beginnend mit der Herstellung über den Druck bis hin zur Entsorgung. Dabei werden spezifische Einflüsse wie Transport, Energieverbrauch für den Druck, direkte Emissionen aus dem Druck sowie die Verwendung chemischer Materialien und Brennstoffe im Druck und in der Papier- und Druckproduktion berücksichtigt. Diese Faktoren tragen gemeinsam zum Gesamt-CO₂-Fußabdruck der Zeitschriften bei und verdeutlichen die Vielfalt der Umweltauswirkungen im gesamten Lebenszyklus.

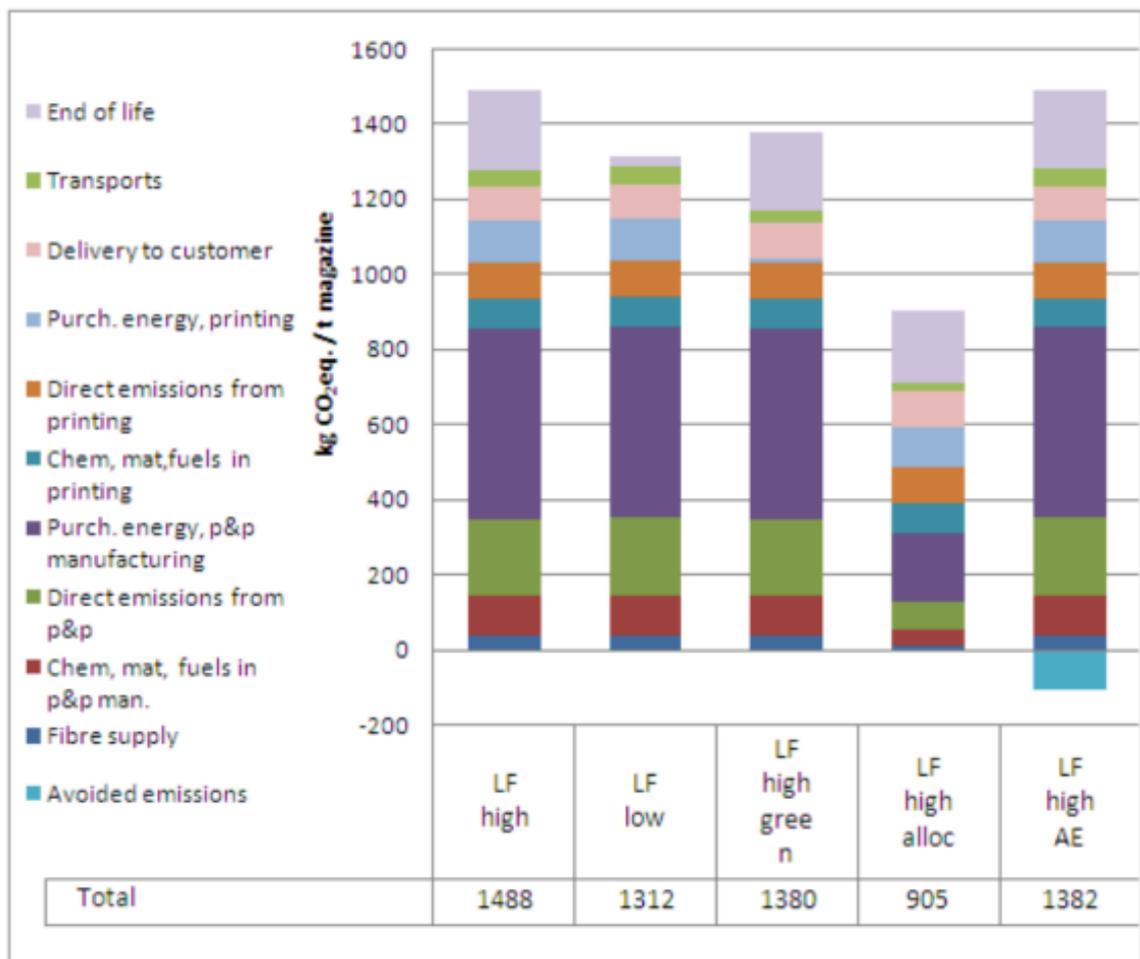


Abb. 2 - CO₂-Fußabdruck für eine Tonne Zeitschriften in verschiedenen Szenarien (Pihkola u.a. 2010)

Erklärung der in Abb. 2 verwendeten Abkürzungen:

„LF High“ = Basisszenario mit höheren Deponieemissionen,

„LF Low“ = Basisszenario mit niedrigeren Deponieemissionen,

„LF high green“ = höhere Deponieemissionen und Ökostrom im Druck,

„LF high alloc“ = höhere Deponieemissionen und offene Kreislaufführung von Recyclingfasern,

„LF high AE“ = höhere Deponieemissionen Emissionen und vermiedene Emissionen durch die Produktion von Recyclingfasern.

Das ausgestoßene CO₂-Äquivalent variiert, je nach Szenario, zwischen 905 und 1488 kg, pro Tonne Zeitschriften. (vgl. Pihkola u. a. 2010)

Was diese Ergebnisse in Bezug auf die bis zum SS2022 an der Ferdinand Porsche FernFH verwendeten Studienhefte bedeuten, wird im Kapitel 2 „Situation an der Ferdinand Porsche FernFH“ dargelegt.

Da nicht nur die Herstellung und das Bedrucken von Papier, sondern auch die Herstellung und Entsorgung von digitalen Lesegeräten umweltbelastend ist, stellt sich die Frage, ob das Lesen von Papier oder das Lesen von digitalen Geräten nachhaltiger ist. Diese Fragestellung wurde im Library & Information Science Research Volume 43, Ausgabe 3 vom Juli 2021 untersucht, welche zu inkonsistenten Ergebnissen kam. Es wurde darauf hingewiesen, dass die Resultate je nach Szenarien und Annahmen stark variieren. (Kang, Lu, und Xu 2021)

Jeswani und Azapagic (2015) kamen zu dem gemittelten Ergebnis, dass ein E-Reader erst dann nachhaltiger ist als gedruckte Bücher, wenn damit beispielsweise 50 Bücher, 290 Zeitungen und 70 Berichte gelesen werden. Wenn gedrucktes Material mehrmals gelesen wird, erhöht sich der Kompensationspunkt für E-Reader noch weiter. Daher kann E-Reading nur bei einer sehr hohen Nutzungsrate des E-Readers bzw. des elektronischen Geräts, von welchem gelesen wird, ökologisch nachhaltiger sein als das Lesen von Papier. (vgl. Jeswani und Azapagic 2015)

Ob im Falle der Wirtschaftsinformatik-Studiengänge an der Ferdinand Porsche FernFH die Einführung ausschließlich digitaler Studienhefte die Studierenden motiviert hat, ein neues digitales Gerät zu kaufen, wird anhand der im Kapitel 3 vorgestellten Umfrage festgestellt.

1.2.2 Allgemeine, administrative und organisatorische Vorteile eines Paperless Campus

Die Umstellung auf einen paperless Campus bringt zahlreiche Vorteile für Hochschulen und Studierende. Mit der ausschließlichen Ausgabe von digitalem Lernmaterial besteht das Potenzial einer deutlichen Reduzierung von Papier- und Druckkosten (vgl. Arney, Jones, und Wolf 2012), und es eröffnen sich auch Möglichkeiten für innovative Lehr- und Lernmethoden (vgl. Enriquez 2010).

Digitale Arbeitsabläufe ermöglichen eine effiziente und schnelle Verwaltung sowie Speicherung von Daten und Dokumenten, zudem können Prüfungsunterlagen digital archiviert werden, was Zeit, Kosten und den immensen Platzbedarf für die manuelle bzw. physische Archivierung einspart. Auch die Suche nach bestimmten Dokumenten kann durch eine zentrale Datenbank schneller und mit weniger Aufwand erfolgen.

Weiters bietet ein paperless Campus Vorteile bezüglich der Ortsunabhängigkeit für Studierende, da digitale Lernmaterialien jederzeit und von überall aus abgerufen werden können. Das hat zur Folge, dass Studierende, welche viel unterwegs sind, ihre Studienhefte nicht physisch mitführen müssen, was eine erhebliche Gewichtsreduzierung ihres Gepäcks bedeutet und auch spontanes Lernen ermöglicht.

Zusätzlich erleichtert die digitale Verfügbarkeit der Studienunterlagen die gezielte Suche nach Informationen. Durch die Nutzung von Suchfunktionen können Studierende schnell und effizient nach bestimmten Inhalten innerhalb der Unterlagen suchen. Durch die Eingabe relevanter Stichwörter lassen sich gezielt Kapitel, Abschnitte oder einzelne Sätze finden, was den Lernprozess erheblich erleichtert. (vgl. Hancock u. a. 2016) Dieses verbesserte Sucherlebnis spart nicht nur Zeit, sondern fördert auch die effektive Wissensaneignung. Die Studierenden können sich auf das Wesentliche konzentrieren, relevante Informationen schneller erfassen und ihren Lernbedarf gezielter erfüllen.

Für Lehrkräfte und Verwaltungspersonal bedeutet ein paperless Campus auch mehr Flexibilität bei der Erstellung und Bearbeitung von Lehrmaterialien und Dokumenten. Alle notwendigen Unterlagen können digital bereitgestellt werden, was den Bedarf an physischen Materialien und damit verbundenem Aufwand reduziert. Bei Korrekturen oder Aktualisierungen von Lehrmaterial durch Lehrkräfte können Studierende beispielsweise eine überarbeitete Version eines Studienhefts einfach erneut herunterladen und sind somit sofort wieder auf dem neuesten Stand.

Auch die Möglichkeit, handgeschriebenes Material zu vermeiden, kann zur Effizienzsteigerung beitragen, da das Lesen und Entziffern von Handschriften zeitaufwendig und mühsam sein kann.

1.3 Herausforderungen und potenzielle negative Auswirkungen eines paperless Campus

1.3.1 Leseeffizienz

Im Journal *Computers & Education* erschien 2018 eine Meta-Studie, in welcher 17 Studien untersucht wurden, mit dem Ergebnis, dass das Lesen von Papier im Hinblick auf das Leseverständnis besser sein könnte als das Lesen von Bildschirmen. Die Lesegeschwindigkeit sei jedoch gleich. (vgl. Kong, Seo, und Zhai 2018)

In einer ähnlichen Meta-Analyse des *Journal of Research in Reading* von 2019, wurden 33 Studien zu diesem Thema untersucht. Auch diese Analyse kam zu dem Ergebnis, dass Menschen von Papier tendenziell effizienter lesen können als von Bildschirmen und dass sie zudem ihre Leistung besser einschätzen können. (vgl. Clinton 2019)

Bei beiden Meta-Analysen wurde jedoch darauf hingewiesen, dass die Unterschiede eher gering sind, und noch ausgiebiger in diese Richtung geforscht werden müsste, um solidere Ergebnisse zu erhalten.

1.3.2 Mögliche Abwälzung der Kosten auf Studierende und dadurch resultierende Ungleichheiten

Die Übertragung der Kosten auf die Studierenden im Zusammenhang mit der Umstellung auf einen paperless Campus kann potenziell zu einem Ungleichgewicht der Chancengleichheit führen. In Studiengängen, in welchen die Studienordnung bei „Open-Book-Prüfungen“ die Verwendung eines E-Readers und ausgedrucktes Lernmaterial, aber keine Laptops, welche meistens schon vorhanden wären, vorsieht, entstehen möglicherweise Kosten für Studierende. Dies kann dazu führen, dass Studierende, die sich einen E-Reader leisten können oder bereits einen besitzen, Vorteile haben, während Studierende, welche das nicht können, benachteiligt sind. Denn im Gegensatz zu ausgedrucktem Lernmaterial haben die meisten E-Reader eine integrierte Suchfunktion, mit welcher man Textstellen schneller finden kann als durch händisches Blättern. (vgl. Hancock u. a. 2016) Diese Funktion kann bei Prüfungen dieser Art entscheidende Vorteile bringen.

Ein weiterer Aspekt, der bei der Umstellung auf einen paperless Campus berücksichtigt werden sollte, betrifft das Ausdrucken von Studienheften für Lern- bzw. Prüfungszwecke. Es besteht die Möglichkeit, dass nicht alle Studierenden das Lesen und Lernen von Bildschirmen befürworten, sondern es vorziehen, physische Unterlagen in gedruckter Form zu nutzen. Studierende müssen möglicherweise Drucker, Tinte und Papier erwerben oder Copyshops besuchen, um ihre Lernbedürfnisse zu erfüllen. Diese Zusatzkosten können gegebenenfalls eine finanzielle Belastung darstellen. (vgl. Ji, Michaels, und Waterman 2014) Eine großangelegte, weltweite Studie aus dem Jahr 2018 ergab, dass 68,85 % der Studierenden ihr Lernmaterial ausdrucken, obwohl dies mit zusätzlichen Kosten verbunden ist. (vgl. Mizrachi u. a. 2018)

1.3.3 Umweltauswirkungen digitaler Bereitstellung von Lernunterlagen

Wenn gedruckte Skripte bei den Studierenden angekommen sind, ist der CO₂-Ausstoß der Produktion und der Auslieferung vorbei. Das Lesen dieses Lehrmaterials verursacht dann weder Stromverbrauch noch sonstigen CO₂ Ausstoß. Digital zur Verfügung gestellte Skripte wiederum müssen rund um die Uhr, 7 Tage die Woche von den Servern abgerufen werden können. Zusätzlich verbraucht das Lesen digitaler Skripte auf digitalen Lesegeräten Strom, was beides mit CO₂ Ausstoß verbunden ist.

Welche digitalen Lesegeräte am häufigsten für akademische Zwecke verwendet werden, ist in Abb. 3 ersichtlich, basierend auf einer globalen Umfrage aus dem Jahr 2018.

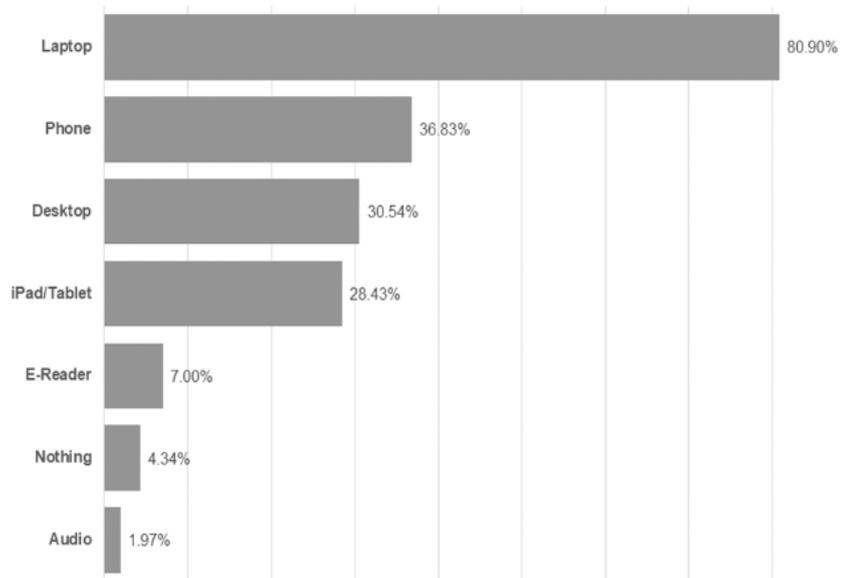


Abb. 3 - Häufigkeit der Verwendung digitaler Lesegeräte unter Studierenden weltweit (Mizrachi u. a. 2018, 10)

Der durchschnittliche Stromverbrauch der Geräte, die üblicherweise zum Lesen von Lernunterlagen verwendet werden, sowie die Energieintensität des Abrufens und der Bereitstellung digitaler Studienhefte werden in den folgenden Abschnitten eruiert.

1.3.3.1 Office Computer

In einer Studie des deutschen Öko-Instituts e.V. aus dem Jahr 2016, wurden Messungen in einer Bundesbehörde durchgeführt, um den durchschnittlichen Energieverbrauch von Monitoren, Desktop-Computern und Laptops zu ermitteln. Die in Tabelle 1 ersichtlichen Ergebnisse basierten auf Office-PCs, also vergleichsweise energieeffizienten Geräten. Es ist daher zu beachten, dass in Fällen, in denen Studierende z. B. leistungsstarke Gamer-PCs verwenden, die tatsächliche Leistungsaufnahme erheblich höher ausfallen kann. (vgl. Prakash u. a. 2016)

Geräte Typ	Leistungsaufnahme Aktivzustand
Computer-Monitor	47 W
Desktop-Computer	39,4 W
Laptop-Computer	13,2 W

Tabelle 1 – Stromverbrauch üblicher Office PCs, eigene Darstellung (vgl. Prakash u. a. 2016)

1.3.3.2 E-Reader

In einer etwas älteren Studie des deutschen Öko-Instituts e.V. aus dem Jahr 2011, wurde der Stromverbrauch von E-Readern untersucht. Hierbei wurde zwischen E-Readern mit „eInk“-Display, welche hauptsächlich beim Umblättern Strom verbrauchen und E-Readern mit LCD-Farbdisplay, welche über Multimediafunktionalitäten verfügen und einen höheren Stromverbrauch aufweisen, unterschieden. (vgl. Manhart, Brommer, und Gröger 2011)

„Festzuhalten ist, dass die Produktparte der eBook-Reader keiner so rasanten Weiterentwicklung ausgesetzt ist, wie manch anderes technisches Gerät (z.B. Smartphones). Das liegt daran, dass die Technik schon weitestgehend ausgereift ist und meist nur Kleinigkeiten am Gehäusedesign oder den Funktionen geändert werden.“ (Beck 2023) Daher wird davon ausgegangen, dass die gemessenen Daten, auch wenn diese zu diesem Zeitpunkt schon 13 Jahre alt sind, immer noch relevant sind. Tabelle 2 zeigt den Stromverbrauch der E-Reader im Detail, einschließlich der Effizienz- und Leerlaufverluste. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Geräte täglich für 2 Stunden bzw. für 200 Seitenumschläge verwendet werden.

Gerätetyp	Akkulaufzeit bei tägl. 2h / 200 Seitenumschläge Nutzung	Ladevorgänge pro Jahr	Strombedarf	Effizienzverluste	Leerlaufverluste	Jahresstromverbrauch
E-Book-Reader mit eInk-Display	14 Tage	26	15 Wh	5 Wh	3 Wh	598 Wh
E-Book-Reader mit LCD-Farbdisplay und Multimediafunktionalitäten	4 Tage	91	25 Wh	11 Wh	3 Wh	3549 Wh

Tabelle 2 - Stromverbrauch von E-Readern, eigene Darstellung (vgl. Manhart, Brommer, und Gröger 2011)

1.3.3.3 Smartphones

Aus der „Datensammlung zur Abschätzung von Herstellungsaufwand, Energieverbrauch und Nutzung digitaler Endgeräte und Dienste“, ebenfalls vom Deutschen Öko-Institut e.V., ergab sich für Smartphones ein geschätzter täglicher Energieverbrauch von 31 Wh bzw. eine durchschnittliche Leistungsaufnahme von rund 1,29 W. (vgl. Gröger 2020) Dabei wurde davon ausgegangen, dass das Smartphone 24 Stunden pro Tag eingeschaltet ist und täglich aufgeladen wird.

1.3.3.4 Vergleich

Um die Energieverbrauchsangaben auf eine einfach zu vergleichende Einheit (Watt) zu bringen, wird folgende Formel angewandt:

$$\text{Leistung (Watt)} = \frac{\text{Energieverbrauch (Wh)}}{\text{Zeit (Stunden)}}$$

Tabelle 3 fasst die durchschnittlichen Leistungsaufnahmen der üblichen Geräte zusammen, welche für das Lesen digitaler Lernunterlagen verwendet werden können:

Geräte Typ	Leistungsaufnahme Aktivzustand
(Office) Desktop-Computer mit Monitor	86,4 W
Laptop-Computer	13,2 W
E-Reader mit LCD-Farbdisplay / Tablet	4,9 W
Smartphone	1,3 W
E-Reader mit eInk	0,8 W

Tabelle 3 – Übersicht der gerundeten Leistungsaufnahmen aller zuvor genannten Geräte Typen (vgl. Manhart, Brommer, und Gröger 2011; vgl. Prakash u. a. 2016; vgl. Gröger 2020)

1.3.3.5 Datenübertragung

Damit Studierende auf digitale Lernunterlagen zugreifen können, ist eine Datenübertragung zwischen den Servern der Fachhochschule und den Studierenden notwendig. Diese Datenübertragung ist ein weiterer Bereich, welcher mit Stromverbrauch, CO₂ Ausstoß und somit Umweltbelastung in Verbindung steht. Dabei wird zwischen Datenübertragung im Kernnetzwerk und Datenübertragung in Mobilfunknetzwerken unterschieden. Wie hoch der Stromverbrauch ist, variiert vor allem je nach Netzauslastung. Das Kernnetzwerk ist dabei in der Regel energiesparender als Mobilfunknetze. (vgl. Gröger 2020)

Datenmengen:

Im Laufe des Ferdinand Porsche FernFH Wirtschaftsinformatik Bachelorstudiengangs sind flexible Lernpfade zu individuellen Spezialisierungen möglich. Daher gibt es leichte Variationen der Datenmengen, welche beim Download der Studienhefte anfallen.

Beispielvertiefungsrichtungen:

Business-Engineering und IT-Consulting: 167 MB

Organisation, Systemmanagement und Security: 170 MB

Software-Engineering: 175 MB

Im Durchschnitt beträgt die Datenmenge für das Herunterladen der Studienhefte in den Beispielvertiefungsrichtungen 170,7 MB (Stand: 11/2023).

Datenübertragung im Kernnetzwerk

Bei der Datenübertragung im Kernnetzwerk wird von einem Stromverbrauch von 52 Wh/GB und einer Leistungsaufnahme von 4 W des Internetzugangspunktes ausgegangen. (vgl. Gröger 2020; vgl. Schien u. a. 2015)

Um den Stromverbrauch für den Download der Studienhefte im Kernnetzwerk zu berechnen, wird folgende Formel verwendet:

$$W_{\text{Netzwerk}}[\text{Wh}] = t [\text{h}] * 4 \text{ W} + \text{Datenmenge} [\text{GB}] * 52 \text{ Wh/GB} \text{ (Gröger 2020, 23)}$$

Zur Bestimmung von t muss berechnet werden, wie lange es durchschnittlich dauert, die Datenmenge herunterzuladen.

Die durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit im Kernnetzwerk in Österreich betrug im September 2023: 75,97Mbit/s (vgl. „Speedtest Global Index - Internet Speed around the World“ 2023) Was bedeutet, dass der Download von 170,7 MB = 1365,6 Mbit bei 75,97 Mbit/s, rund 18 Sekunden lang dauert.

$$t = 18 \text{ s} = 0,005 \text{ h}$$

$$\text{Kernnetzwerk: } 0,005 * 4 + 0,1707 * 52$$

$$\approx \underline{8,9 \text{ Wh}}$$

Datenübertragung in Mobilfunknetzwerken

Bei der Datenübertragung in 4G (LTE) Mobilfunknetzwerken, wird von einem Stromverbrauch von 252 Wh/GB ausgegangen. (vgl. Gröger 2020; vgl. Schien u. a. 2015)

Um den Stromverbrauch für den Download der Studienhefte in Mobilfunknetzen zu berechnen, wird folgende Formel verwendet:

$$W_{\text{Mobile Daten}}[\text{Wh}] = \text{Datenmenge} [\text{GB}] * 252 \text{ Wh/GB} \text{ (Gröger 2020, 25)}$$

$$\text{Mobile Daten: } 0,17 \text{ GB} * 252 \text{ Wh}$$

$$\approx \underline{42,8 \text{ Wh}}$$

Ergebnisse der Berechnungen

Das Herunterladen der Studienhefte pro Wirtschaftsinformatik Bachelorstudiengang an der Ferdinand Porsche FernFH benötigt in Mobilfunknetzen im Durchschnitt rund 42,84 Wh, im Kernnetzwerk im Durchschnitt rund 8,89 Wh Strom.

Es ist jedoch zu beachten, dass je nach Serverauslastung seitens der FernFH, Netzwerkauslastung und Empfangsqualität seitens der Studierenden, der Stromverbrauch variieren kann. Zusätzlich hat auch das Verhalten der Studierenden einen großen Einfluss. Wenn die Studienhefte beispielsweise nicht lokal gespeichert werden, sondern jedes Mal erneut heruntergeladen werden, führt dies selbstverständlich zu einem höheren Stromverbrauch als bei einem einmaligen Download. Im Fragebogen (siehe Kapitel 4), erfolgt deswegen eine Abfrage bezüglich des Herunterladens von Studienheften.

1.4 SWOT-Analyse

Aus der Literatur lassen sich folgende Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken eines paperless Campus zusammenfassen:

Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none">▪ Gezieltere Suche nach Informationen in digitalen Studienheften (vgl. Hancock u. a. 2016)▪ Einsparung von Papier (Arney, Jones, und Wolf 2012)	<ul style="list-style-type: none">▪ Leseeffizienz tendenziell geringer von digitalen Studienheften (vgl. Kong, Seo, und Zhai 2018; vgl. Clinton 2019)
Chancen (Opportunities)	Risiken (Threats)
<ul style="list-style-type: none">▪ Kostenersparnis (vgl. Ji, Michaels, und Waterman 2014; vgl. Arney, Jones, und Wolf 2012)▪ Umweltschonung (vgl. Epa 2015; vgl. BMUV-Bildungsservice 2018; vgl. WWF 2021)▪ Innovative Lehr- und Lernmethoden (vgl. Enriquez 2010)	<ul style="list-style-type: none">▪ Mögliche Zusatzkosten für Studierende (vgl. Ji, Michaels, und Waterman 2014)▪ Studierende könnten gedrucktes Lernmaterial bevorzugen bzw. digitales Lernmaterial ablehnen (vgl. Mizrachi u. a. 2018)

Tabelle 4 - SWOT Analyse

2. Situation an der Ferdinand Porsche FernFH

Verwendung von Papier an der Ferdinand Porsche FernFH vor der Umstellung:

1. Bis vor einigen Jahren mussten Bachelorarbeiten in ausgedruckter Form abgegeben werden.
2. Bei administrativen Abläufen im Studiengang wurden Dokumente ausgedruckt, ausgefüllt und eingescannt.
3. Zeugnisse wurden in Papierform ausgehändigt.
4. Bis zum Sommersemester 2022 wurden neben digital verfügbaren Studienheften auch gedruckte Exemplare an die Studierenden versendet oder bei Präsenzveranstaltungen verteilt.

Zentraler Bestandteil dieser Arbeit ist die Untersuchung der Studienhefte als Lehrmaterialien.

Wie in Tabelle 5 ersichtlich ist, betrug der Papierverbrauch pro Studierendem*r für einen 3-jährigen Bachelorstudiengang in Wirtschaftsinformatik vor der Umstellung auf ausschließlich digitale Studienhefte rund 10 kg. Das ausgestoßene CO₂-Äquivalent variiert je nach Szenario, wie in Kapitel 1.2.1 näher erläutert wurde, zwischen 8,92 und 15,25 kg CO₂-Äquivalent pro Bachelorstudiengang und pro Studierendem*r, abhängig von der gewählten Vertiefungsrichtung.

Vertiefungsrichtung	Gesamtseitenanzahl der Studienhefte	Papierverbrauch	CO₂-Äquivalent (vgl. Pihkola u. a. 2010)
Business-Engineering und IT Consulting	3788 Seiten	9,86 kg	8,92 - 14,67 kg
Organisation, Systemmanagement und Security	3938 Seiten	10,25 kg	9,28 - 15,25 kg
Software-Engineering	3797 Seiten	9,88 kg	8,94 - 14,70 kg

Tabelle 5 – Papierverbrauch, Gesamtseitenanzahl und CO₂-Äquivalent verschiedener Vertiefungsrichtungen pro Studierendem*r im Rahmen eines Wirtschaftsinformatik Bachelorstudiengangs (Stand: 12/2021).

3. Methodische Vorgangsweise

Wie bereits in der Einleitung beschrieben, erfolgt die Beantwortung der Forschungsfrage durch eine Umfrage unter den Studierenden. Die Zielgruppe des Fragebogens ist dabei auf Studierende der Studiengänge Wirtschaftsinformatik Bachelor und Wirtschaftsinformatik Master an der Ferdinand Porsche FernFH beschränkt.

Die Fragen des Fragebogens sind in drei Hauptgruppen unterteilt.

Die erste Fragengruppe richtet ihren Fokus auf den Studiengang (Bachelor oder Master) und darauf, wie vertraut die Studierenden mit den beiden Studienheftsyste­men sind: ausschließlich digital oder gedruckt und digital. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, dass Personen, die den Übergang zu ausschließlich paperless Studienheften miterlebt haben, ihre Bewertung dieser Umstellung anzugeben. Zudem werden Studierende, die mit gedruckten Studienheften vertraut waren, nach der Häufigkeit ihrer Verwendung befragt. Ob ein Bachelor- oder Masterstudiengang absolviert wird, ist von Interesse, weil durch die Abfrage gegebenenfalls Zusammenhänge mit dem Studiengang erkannt werden können.

Die zweite Fragengruppe konzentriert sich auf individuelle Lernpräferenzen und die Vorbereitung auf Prüfungen. Dabei werden Einschätzungen zur Lerneffizienz mit digitalen Studienheften eingeholt. Weiters werden Vorlieben für papier- oder bildschirmbasiertes Lernen, die Präferenz von Online-Tests im Vergleich zu Paper-Pencil Prüfungen sowie das Druckverhalten von Studienunterlagen abgefragt. Hierbei interessiert auch, welche Arten von Lernmaterialien bevorzugt ausgedruckt werden, ob diese in Farbe gedruckt werden und ob ein privater Drucker dafür verwendet wird. Durch diese Einblicke in das Druckverhalten der Studierenden kann die Sinnhaftigkeit von digitalem Lernmaterial in Bezug auf Nachhaltigkeit eingeschätzt werden. Es lassen sich gegebenenfalls potenzielle weitere Papiereinsparungsmöglichkeiten aufzeigen sowie mögliche Verbesserungsoptionen wie die Anpassung der Kompatibilität von Studienmaterialien für den Schwarz-Weiß-Druck. Zusätzlich interessiert die Frage, ob Studienhefte und nicht mehr benötigtes gedrucktes Lernmaterial möglicherweise noch eine zweite Verwendung als Schmierzettel oder für ähnliche Zwecke finden.

Die dritte Fragengruppe widmet sich den technologischen Facetten des Lernens. Hierbei werden die für das Fernstudium in Frage kommenden Geräte ermittelt und welche Geräte die Studierenden am häufigsten für das Lesen von Studienheften der FernFH einsetzen. Diese Informationen ermöglichen Rückschlüsse darauf, wie verbreitet energieeffiziente Geräte genutzt werden. Weiters wird abgefragt, wie oft die Studierenden im Durchschnitt dasselbe Studienheft herunterladen, was Aufschluss über den durch Datenverkehr verursachten Energieverbrauch geben soll. Zusätzlich interessiert die Frage, ob die Umstellung auf ausschließlich digitale Studienhefte die Studierenden dazu motiviert hat, ein neues digitales Gerät zu kaufen.

4. Fragebogen

Fragegruppe 1: Studiengang und Erfahrung mit Studienheften

1. Bist du im Wirtschaftsinformatik Bachelor- oder Masterstudiengang?
 - Bachelor [Gehe zu Frage 3.]
 - Master

2. Hast du am Bachelorstudiengang der Ferdinand Porsche FernFH auch teilgenommen?
 - Ja
 - Nein

3. Seit dem Sommersemester 2022 werden an der FernFH keine gedruckten Studienhefte mehr ausgehändigt. Hast du diese Umstellung miterlebt?
 - Ich habe die Umstellung miterlebt (vor und nach SS2022)
 - Ich kenne nur die paperless Situation mit ausschließlich digitalen Studienheften (nach SS2022) [Gehe zu Frage 6.]
 - Ich kenne nur die Situation, in welcher es digitale und gedruckte Studienhefte gab (vor SS2022) [Gehe zu Frage 5.]
 - Sonstiges: _____

4. Empfindest du die Umstellung auf ausschließlich paperless Studienhefte als positive Veränderung?
 - Ja
 - Nein
 - Teilweise
 - mir ist es egal

5. Wie oft hast du, als zusätzlich zu den digitalen Studienheften gedruckte Studienhefte ausgegeben wurden, die gedruckten Studienhefte verwendet? (1 - gar nicht verwendet, 5 - immer verwendet)
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5

Fragengruppe 2: Lernpräferenzen, Nutzung von Materialien, Prüfungsvorbereitung und Prüfungen

6. Ich lerne grundsätzlich lieber von Papier als von Bildschirmen. (1 - trifft nicht zu, 5 trifft zu)
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
7. Ich bevorzuge Online-Tests gegenüber „Paper-Pencil“ Prüfungen. (1 - trifft nicht zu, 5 - trifft zu)
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
8. Druckst du deine digitalen Studienhefte aus, wenn dir keine gedruckten Studienhefte zur Verfügung gestellt wurden?
- Ja
 - Nein [Gehe zu Frage 13.]
 - Teilweise
9. Wie viele A4-Seiten von digitalen Studienheften druckst du ungefähr **pro Semester** aus? Info: Im Bachelorstudiengang Wirtschaftsinformatik umfassen die Studienhefte eines Semesters durchschnittlich 640 Seiten.
- Geben Sie eine Zahl größer als oder gleich 0 ein. _____
10. Welche Art von Lerninhalten führt dazu, dass du Lernunterlagen bevorzugt ausdruckst? Wähle alle zutreffenden Optionen aus:
- Lernunterlagen mit vielen Formeln (z.B. Mathematik)
 - Lernunterlagen mit wenigen Weblinks
 - Lernunterlagen mit vielen Abbildungen
 - Der Inhalt beeinflusst meine Druckentscheidung nicht.
 - Sonstiges _____

11. Wo druckst du normalerweise deine Lernunterlagen aus?

- Zu Hause mit einem privaten Drucker
- In einer Druckerei
- In meiner Arbeit
- Sonstiges

12. Welche Druckoption bevorzugst du normalerweise für deine Lernunterlagen?

- Schwarz-weiß
- In Farbe
- Es variiert je nach Bedarf
- Keine Präferenz

13. Würdest du öfter Lernmaterial ausdrucken, wenn es dich nichts kosten würde?

- Ja
- Nein
- es kostet mich nichts

14. Druckst du Prüfungsangaben bei ortsunabhängigen Paper-Pencil Prüfungen aus?

- nie
- manchmal
- immer
- ich hatte nie ortsunabhängige Paper-Pencil Prüfungen

15. Hast du das Gefühl, dass du deine Lernziele effizienter mit digitalen Studienheften erreichen kannst? (1 - überhaupt nicht, 5 - auf jeden Fall)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

16. Ein WIBA-Studienheft der FernFH umfasst im Durchschnitt knapp 100 Seiten. Wie viele Stunden schätzt du, im Schnitt mit einem solchen hundertseitigen Studienheft auf einem digitalen Gerät zu verbringen? *Rechne dabei auch evtl. überflogene und übersprungene Seiten mit ein. ;)*

Da es möglicherweise schwierig einzuschätzen ist, hier eine Hilfe für die Eingabe (umgerechnet auf 10 Seiten u. 1 Seite):

0 h =	wenn alle Studienhefte in Papierform gelesen werden
<1 h =	< als 6 Min für 10 Seiten = < 36 Sek. für 1 Seite
1-3 h =	6-18 Min. für 10 Seiten = 1-3 Min. für 1 Seite
3-5 h =	18-30 Min. für 10 Seiten = 2-3 Min. für 1 Seite
5-7 h =	30-42 Min. für 10 Seiten = 3-4 Min. für 1 Seite
7-9 h =	42-54 Min. für 10 Seiten = 4-5 Min. für 1 Seite
9-11 h =	54-66 Min. für 10 Seiten = 5-7 Min. für 1 Seite
11-13 h =	66-78 Min. für 10 Seiten = 7-8 Min. für 1 Seite
13-15 h =	78-90 Min. für 10 Seiten = 8-9 Min. für 1 Seite
15-17 h =	90-102 Min. für 10 Seiten = 9-10 Min. für 1 Seite
17-19 h =	102-114 Min. für 10 Seiten = 10-11 Min. für 1 Seite
19-21 h =	114-126 Min. für 10 Seiten = 11-13 Min. für 1 Seite
21-23 h =	126-138 Min. für 10 Seiten = 13-14 Min. für 1 Seite
23-25 h =	138-150 Min. für 10 Seiten = 14-15 Min. für 1 Seite
25-27 h =	150-162 Min. für 10 Seiten = 15-16 Min. für 1 Seite

...

Bitte in **Stunden** angeben:

Geben Sie eine Zahl größer als oder gleich 0 ein. ____

17. Verwendest du nicht mehr benötigtes gedrucktes Lernmaterial als „Schmierzettel“, zum Einheizen oder ähnliches? (1 - ich verwende es nie für andere Zwecke, 5 - ich verwende es immer für andere Zwecke)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

18. Bewahrst du Studienhefte nach Abschluss des Semesters/Studiums in Papierform auf? (1 - ich bewahre kein einziges auf, 5 - ich bewahre alle auf)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Fragengruppe 3: Technologische Ausstattung und digitale Zugriffsmethoden

19. Welches Gerät verwendest du am häufigsten zum Lesen von Studienheften der FernFH?

Wähle bitte das Gerät aus, das du am häufigsten dafür verwendest. Falls du zwei Geräte gleich häufig nutzt, kannst du beide auswählen.

Wähle höchstens 2 Optionen aus.

- Desktop Computer
- Laptop
- Tablet
- Smartphone
- E-Reader
- Sonstiges _____

20. Hat dich die Tatsache, dass nun ausschließlich digitale Studienhefte zur Verfügung stehen, dazu motiviert, ein neues digitales Gerät (z.B. E-Reader, Tablet, Laptop, etc.) zu kaufen? (1 - gar nicht dazu motiviert, 5 - stark dazu motiviert)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

21. Für den Zugriff bzw. Download von digitalen Studienheften, nutze ich meistens...

Wähle höchstens 2 Optionen aus.

- Mobiles Internet (Mobilfunknetz)
- Kernnetzwerk (Festnetz)
- Ich weiß es nicht.

22. Wie oft lädst du im Durchschnitt dasselbe Studienheft aus dem Internet herunter?

Egal ob vom FernFH-Server oder aus einer Webcloud (z.B.: eigene OneDrive, iCloud,...)

Hinweis: Auch das Öffnen der Datei direkt im Browser oder im PDF-Reader, ohne sie zu speichern, wird als Herunterladen betrachtet.

Geben Sie eine Zahl ein. ____

Mithilfe dieses Fragebogens wird im folgenden Schritt das Verhalten der Studierenden untersucht, um mögliche Zusammenhänge festzustellen und die Forschungsfrage beantworten zu können.

5. Ergebnisse

Zur Durchführung der Umfrage wurde der konzipierte Fragebogen manuell in das Online-Umfragetool Microsoft Forms übertragen. Die Einladung zur Teilnahme wurde über das an der Ferdinand Porsche FernFH eingerichtete Umfrage-Forum verbreitet, das standardmäßig eine E-Mail-Benachrichtigung an alle Studierenden sendet, sofern sie diese Funktion nicht deaktiviert haben. Der Teilnahmezeitraum erstreckte sich vom 15. März 2024 bis zum 3. Mai 2024. Es wurde ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Umfrage ausschließlich an aktuelle oder ehemalige Wirtschaftsinformatikstudierende der Ferdinand Porsche FernFH gerichtet war. Die Umfrage erfolgte anonym. Insgesamt nahmen 52 Personen daran teil.

5.1 Fragengruppe 1: Studiengang und Erfahrung mit Studienheften

Wie in Abb. 4 ersichtlich ist, antworteten auf die Frage

„1. Bist du im Wirtschaftsinformatik Bachelor- oder Masterstudiengang?“

34 Stimmen (65 %) mit Bachelor und 18 Stimmen (35 %) mit Master.



Abb. 4 – Auswertung der Frage 1: „Bist du im Wirtschaftsinformatik Bachelor- oder Masterstudiengang?“

Abb. 5 zeigt die Ergebnisse der Zusatzfrage, welche nur gestellt wurde, wenn in Frage 1 „Masterstudiengang“ ausgewählt wurde.

„2. Hast du am Bachelorstudiengang der Ferdinand Porsche FernFH auch teilgenommen?“

Es antworteten 56 % (10) mit „ja“ und 44 % (8) mit „nein“.

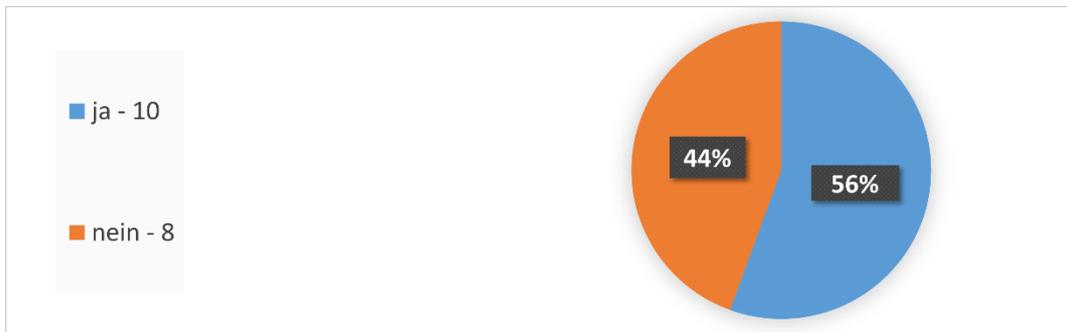


Abb. 5 – Auswertung der Frage 2: „Hast du am Bachelorstudiengang der Ferdinand Porsche FernFH auch teilgenommen?“

Frage 3, „Seit dem Sommersemester 2022 werden an der FernFH keine gedruckten Studienhefte mehr ausgehändigt. Hast du diese Umstellung miterlebt?“

brachte folgende Antworten:

ich habe die Umstellung miterlebt (vor und nach SS2022): 24 Stimmen (46 %)

ich kenne nur die paperless Situation mit ausschl. digitalen Studienheften (nach SS2022): 25 Stimmen (48 %)

ich kenne nur die Situation, in welcher es Digitale und gedruckte Studienhefte gab (vor SS2022): 2 Stimmen (4 %)

Sonstiges („SS2020“): 1 Stimme (2 %)

Eine Person, welche angab, im Masterstudiengang zu sein und auch den Bachelorabschluss an der FernFH gemacht zu haben, schrieb „SS2020“ unter „Sonstiges“, was darauf hindeutet, dass die Umstellung miterlebt wurde. Daher wurde diese Stimme zu „ich habe die Umstellung miterlebt (vor und nach SS2022)“ gezählt.

Die korrigierten Ergebnisse zeigen, wie in Abb. 6 ersichtlich, dass fast die Hälfte der Befragten (48 %) die Umstellung auf ausschließlich digitale Studienhefte miterlebt hat, während die andere Hälfte nur die neue paperless Situation kennt (48 %). Ausschließlich die frühere Kombination aus digitalen und gedruckten Studienheften erlebt hat nur ein kleiner Teil der Befragten (4 %).

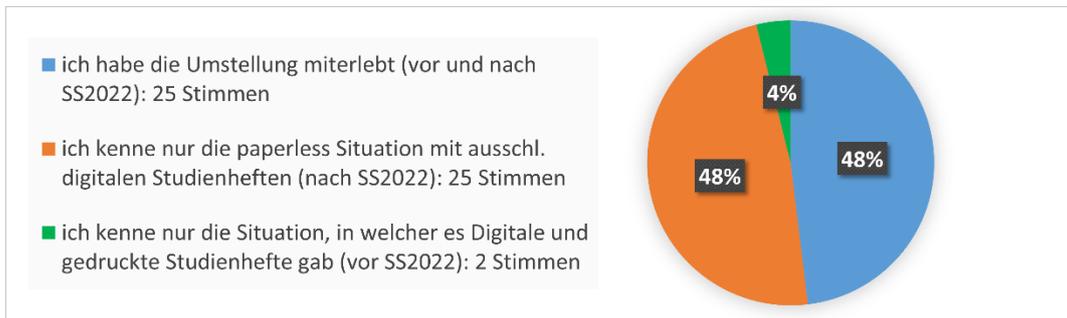


Abb. 6 – Auswertung der Frage 3: „Seit dem Sommersemester 2022 werden an der FernFH keine gedruckten Studienhefte mehr ausgehändigt. Hast du diese Umstellung miterlebt?“

In der nächsten Frage wurden jene 25 Studierenden, welche die Umstellung auf ausschließlich paperless Studienhefte miterlebt haben, aufgefordert, diese Veränderung nach ihrem Empfinden zu bewerten.

„4. Empfindest du die Umstellung auf ausschließlich paperless Studienhefte als positive Veränderung?“

Wie in Abb. 7 zu erkennen ist, gab es 8 Stimmen (32 %) für „ja“, 6 Stimmen (24 %) für „nein“, 9 Stimmen (36 %) für „teilweise“ und 2 Stimmen (8 %) gab es für „mir ist es egal“.

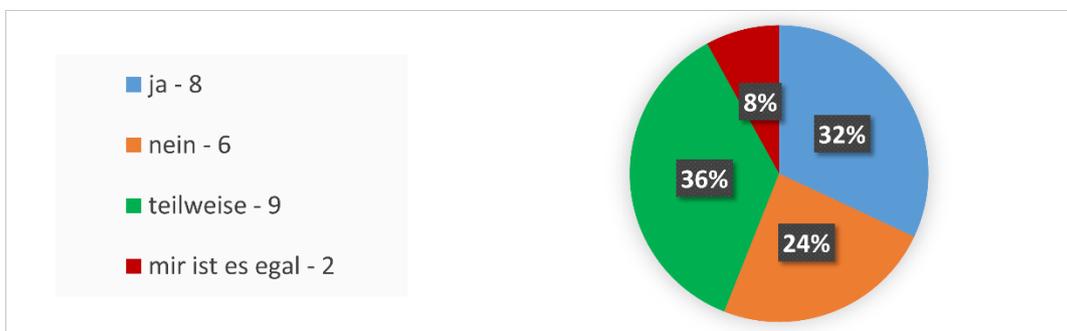


Abb. 7 - Auswertung der Frage 4: „Empfindest du die Umstellung auf ausschließlich paperless Studienhefte als positive Veränderung?“

Die Frage 5, wurde an 27 Studierende gestellt, und zwar an jene, die bei Frage 3 angaben, „*ich habe die Umstellung miterlebt (vor und nach SS2022)*“, „*ich kenne nur die Situation, in welcher es digitale und gedruckte Studienhefte gab (vor SS2022)*“ oder „*sonstiges*“.

„5. Wie oft hast du, als zusätzlich zu den digitalen Studienheften gedruckte Studienhefte ausgegeben wurden, die gedruckten Studienhefte verwendet? (1 - gar nicht verwendet, 5 - immer verwendet)“

Wie in Abb. 8 illustriert, gab es keine Stimme mit „1“, somit hat keiner der Befragten die gedruckten Studienhefte gar nicht verwendet. 6 Stimmen (22 %) gab es für „2“, 3 Stimmen (11 %) für „3“, 2 Stimmen (7 %) für „4“ und 16 Stimmen (59 %) für „5 – immer verwendet“. Diese Frage wurde im Durchschnitt mit 4,04 bewertet.

Betrachtet man die klaren Tendenzen, so haben 6 Befragte (22 %) die gedruckten Studienhefte eher selten bis gar nicht verwendet (Stimmen für „1“ und „2“), während 18 Befragte (66 %) die Studienhefte häufig bis immer verwendet haben (Stimmen für „4“ und „5“), was eine eindeutige Tendenz zur Verwendung von Studienheften aufzeigt, wenn diese ausgegeben wurden.

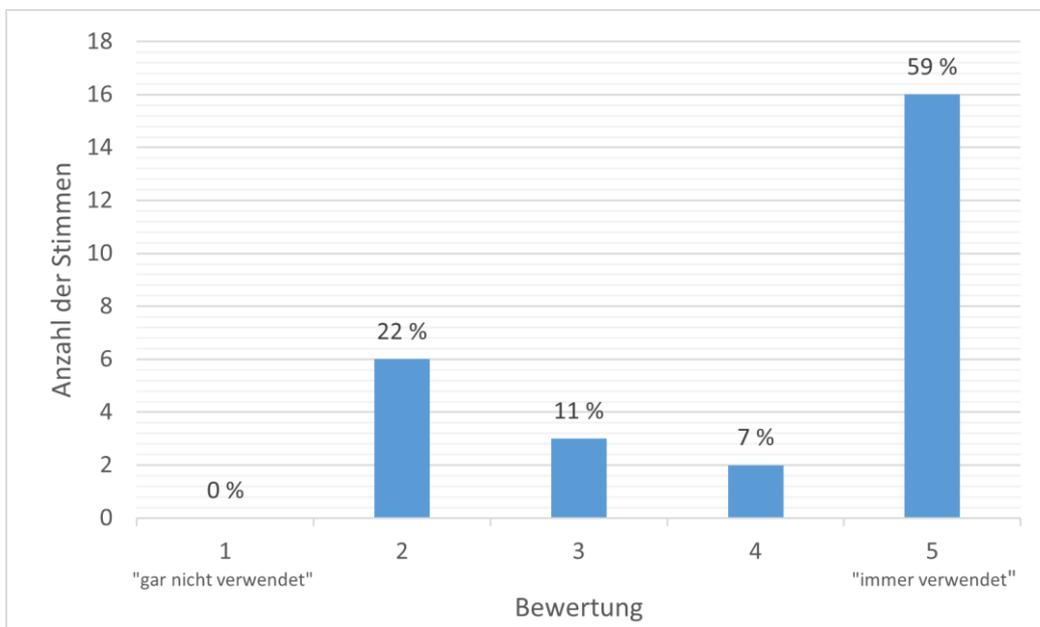


Abb. 8 - Auswertung der Frage 5: „Wie oft hast du, als zusätzlich zu den digitalen Studienheften gedruckte Studienhefte ausgegeben wurden, die gedruckten Studienhefte verwendet? (1 - gar nicht verwendet, 5 - immer verwendet)“

5.2 Fragengruppe 2: Lernpräferenzen, Nutzung von Materialien, Prüfungsvorbereitung und Prüfungen

In Fragegruppe 2 angekommen, wurden alle Studierenden, welche den Fragebogen ausfüllten, um folgende Bewertung gebeten:

„6. Ich lerne grundsätzlich lieber von Papier als von Bildschirmen. (1 - trifft nicht zu, 5 trifft zu)“.

Wie ersichtlich aus Abb. 9, gab es 9 Stimmen (17 %) für „1 – trifft nicht zu“, 6 Stimmen (12 %) für „2“, 9 Stimmen (17 %) für „3“, 11 Stimmen (21 %) für „4“ und 17 Stimmen (33 %) für „5 – trifft zu“. Im Durchschnitt wurde die Frage mit 3,4 bewertet.

Wenn man die Stimmen, die eine neutrale Bewertung abgaben („3“) außer Acht lässt und nur die klaren Tendenzen ins Auge fasst, so ergeben sich 15 Stimmen (29 %) in Richtung der Bevorzugung von Bildschirmen (Stimmen für „1“ und „2“) und 28 Stimmen (54 %) in Richtung der Bevorzugung von Papier (Stimmen für „4“ und „5“).

Dies macht eine leichte Tendenz der Studierenden deutlich, lieber von Papier als von Bildschirmen zu lernen.

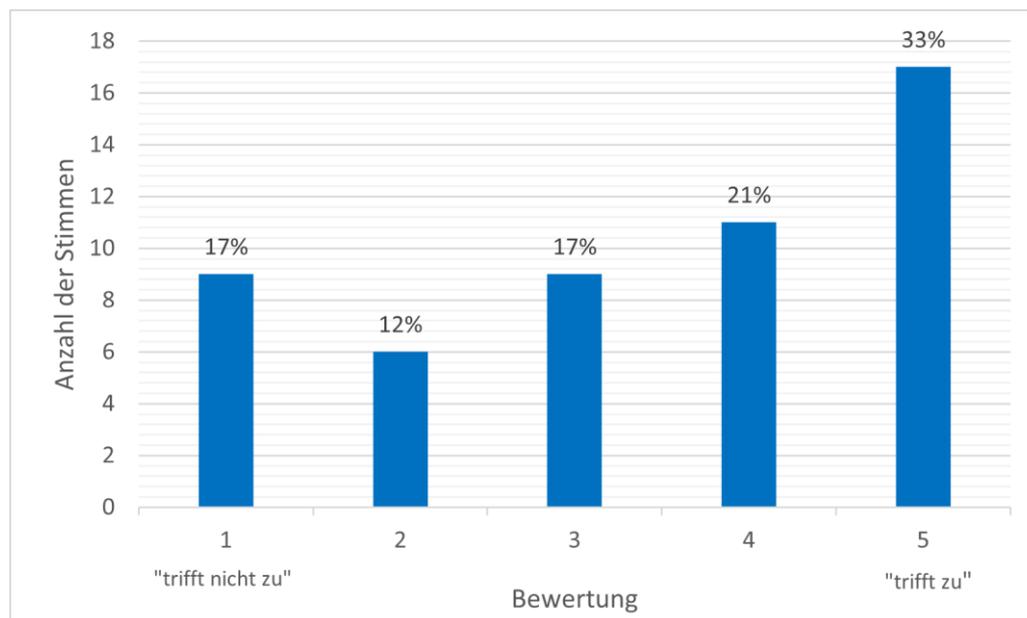


Abb. 9 – Auswertung der Frage 6: „Ich lerne grundsätzlich lieber von Papier als von Bildschirmen. (1 - trifft nicht zu, 5 trifft zu)“

Frage 7 "Ich bevorzuge Online-Tests gegenüber „Paper-Pencil“ Prüfungen. (1 - trifft nicht zu, 5 - trifft zu)" wurde folgendermaßen bewertet:

Wie in Abb. 10 zu erkennen ist, gab es eine Stimme (2 %) für „1 – trifft nicht zu“, keine Stimme für „2“, 12 Stimmen (23 %) für „3“, 9 Stimmen (17 %) für „4“ und 30 Stimmen (58 %) für „5 – trifft zu“. Die durchschnittliche Bewertung beträgt 4,29.

Wenn nur die klaren Tendenzen betrachtet werden, gab es eine Stimme (2 %) für trifft nicht zu oder trifft eher nicht zu (Stimmen für „1“ und „2“), während 39 Befragte (75 %) Online-Tests eher bevorzugen oder bevorzugen (Stimmen für „4“ und „5“), was eine eindeutige Tendenz zeigt, dass Studierende Online-Tests gegenüber Paper-Pencil Prüfungen bevorzugen.

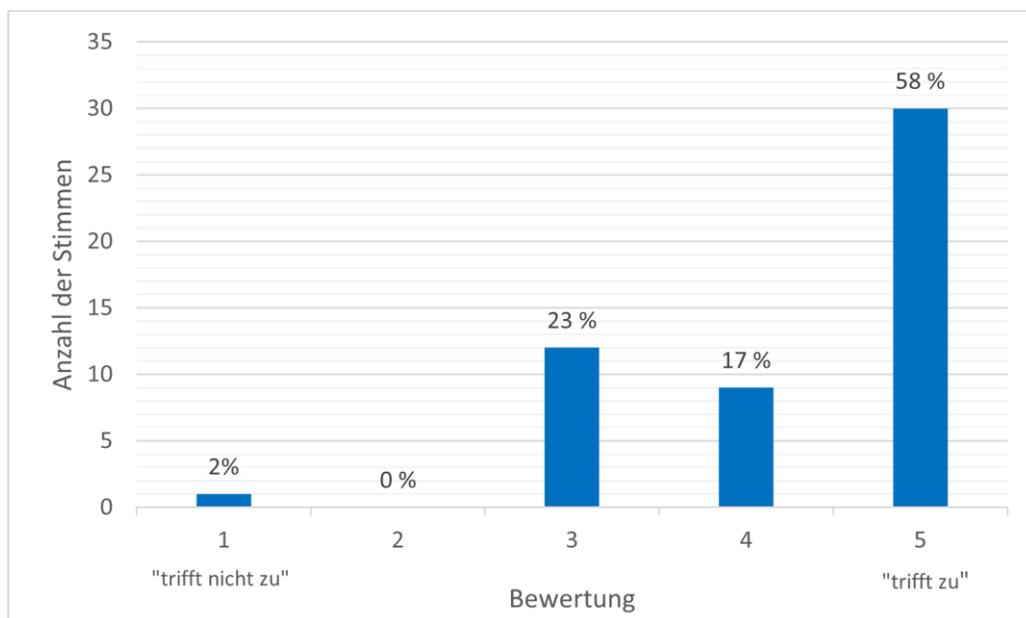


Abb. 10 - Auswertung der Frage 7: „Ich bevorzuge Online-Tests gegenüber „Paper-Pencil“ Prüfungen. (1 - trifft nicht zu, 5 - trifft zu)“

Eine der wichtigsten Fragen, um die Sinnhaftigkeit der Umstellung auf ausschließlich paperless Lernunterlagen zu beurteilen, ist Frage 8. „Druckst du deine digitalen Studienhefte aus, wenn dir keine gedruckten Studienhefte zur Verfügung gestellt wurden?“

Wie in Abb. 11 illustriert, gab es:

16 Stimmen (~30,77 %) für „Ja“,

18 Stimmen (~34,62 %) für „Nein“ und

18 Stimmen (~34,62 %) für „teilweise“.

Hier ist klar erkennbar, dass die Mehrheit, mit rund zwei Dritteln, ihre Studienhefte entweder vollständig oder zumindest teilweise ausdruckt. Ein Drittel der Befragten gab an, Studienhefte nicht auszudrucken.

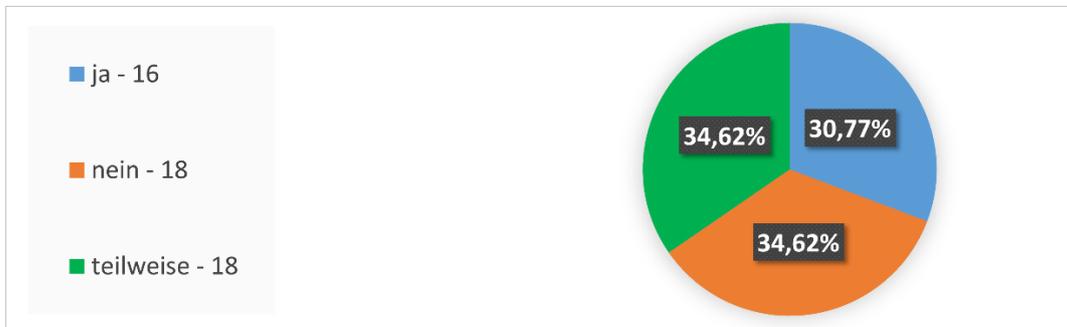


Abb. 11 - Auswertung der Frage 8: „Druckst du deine digitalen Studienhefte aus, wenn dir keine gedruckten Studienhefte zur Verfügung gestellt wurden?“

Wie viel Papier von den Studierenden verbraucht wird, wird in Frage 9 untersucht.

Studierende, welche in Frage 8 mit „ja“ oder „teilweise“ antworteten, wurden zusätzlich die Fragen 9 bis 12 gestellt:

„9. Wie viele A4-Seiten von digitalen Studienheften druckst du ungefähr pro Semester aus?“

Diese 34 Personen antworteten, dass sie im Durchschnitt rund 386 Seiten pro Semester ausdrucken. In Abb. 12 ist dieses Ergebnis aufgeschlüsselt ersichtlich. Wenn dabei auch Studierende, welche angaben, Studienhefte nicht auszudrucken, mit einberechnet werden, ergibt sich ein Papierverbrauch von 252,3 Seiten pro Semester. Es gab dabei keinen auffälligen Unterschied zwischen Master- und Bachelorstudierenden (prozentuale Differenz: 4 %). Die Gesamtseitenanzahl der digitalen Studienhefte eines Semesters beträgt durchschnittlich 640,2 Seiten. Dies bedeutet, dass 39,4 % der digitalen Studienhefte ausgedruckt werden. Unter der Annahme, dass Standarddruckerpapier mit einem Gewicht von 80 g/m² beidseitig bedruckt wird, ergibt sich ein durchschnittlicher Papierverbrauch von 3,775 kg im Bachelorstudiengang Wirtschaftsinformatik seit der Umstellung auf ausschließlich paperless Studienhefte. Durch die Umstellung wurde laut diesen Ergebnissen somit eine Papiereinsparung von 6,22 kg pro Studierendem*r und Studiengang erreicht.

Gemäß der im Kapitel „1.2.1 – Umweltauswirkungen“ vorgestellten Studie, bedeutet das in Treibhausgasemissionen umgerechnet: 3,42 – 5,62 kg CO₂-Äquivalent für den Druck, sowie eine Einsparung von 5,63 – 9,26 kg CO₂-Äquivalent pro 3-jährigem Wirtschaftsinformatik Bachelorstudiengang und pro Studierendem*r, seit der Umstellung auf ausschließlich digitale Studienhefte. (vgl. Pihkola u. a. 2010)

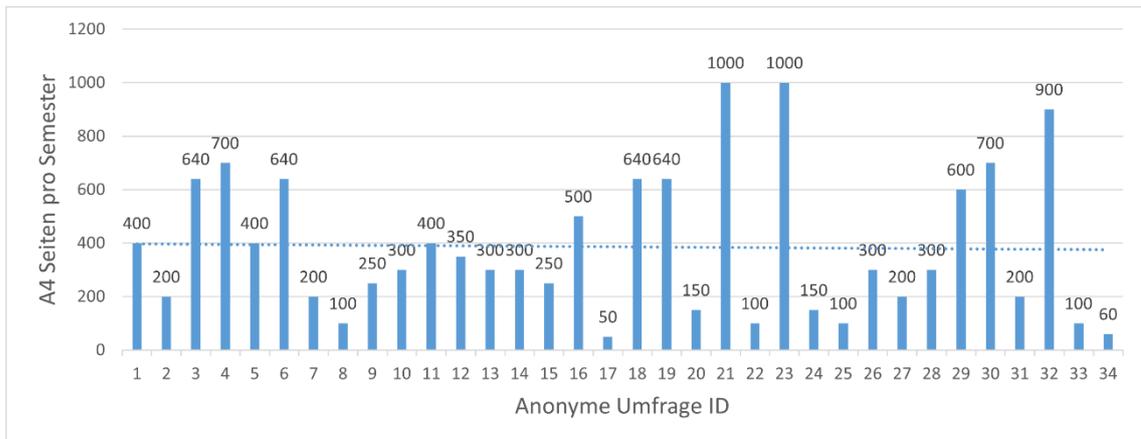


Abb. 12 - Auswertung der Frage 9: „Wie viele A4-Seiten von digitalen Studienheften druckst du ungefähr pro Semester aus?“

Die Ergebnisse der Frage 10, „Welche Art von Lerninhalten führt dazu, dass du Lernunterlagen bevorzugt ausdruckst? Wähle alle zutreffenden Optionen aus:“, zeigen, wie in Abb. 13 dargestellt, dass sich 19 Stimmen (40 %), unabhängig vom Inhalt der Lernunterlagen, für den Druck entscheiden. Lernunterlagen, die vielen Formeln enthalten, sind mit 15 Stimmen (32 %), die am häufigsten gewählte spezifische Art von Lehrinhalten.

Unter sonstiges wurden folgende 6 Antworten (13 %) von den Studierenden angegeben:

- „Prüfungsrelevante“
- "Lernunterlagen für Paper-Pencil-Prüfungen (Open Book) vor Ort in der FernFH."
- "Open Book Prüfung"
- „Prüfungen“
- „Zusammenfassungen“
- "Wichtige Informationen die zu lernen sind bzw. Bei der Prüfung benötigt werden
Stichwort: Open Book Prüfung "

Diese Antworten unter der Rubrik "Sonstiges" verdeutlichen, dass Studierende ihre Lernunterlagen auch ausdrucken, wenn es um prüfungsrelevante Inhalte oder spezifische Prüfungsformate wie Open Book Prüfungen geht.

Die am seltensten gewählten Optionen waren „Lernunterlagen mit vielen Abbildungen“ (4 Stimmen, 9 %) und „Lernunterlagen mit wenigen Weblinks“ (3 Stimmen, 6 %).

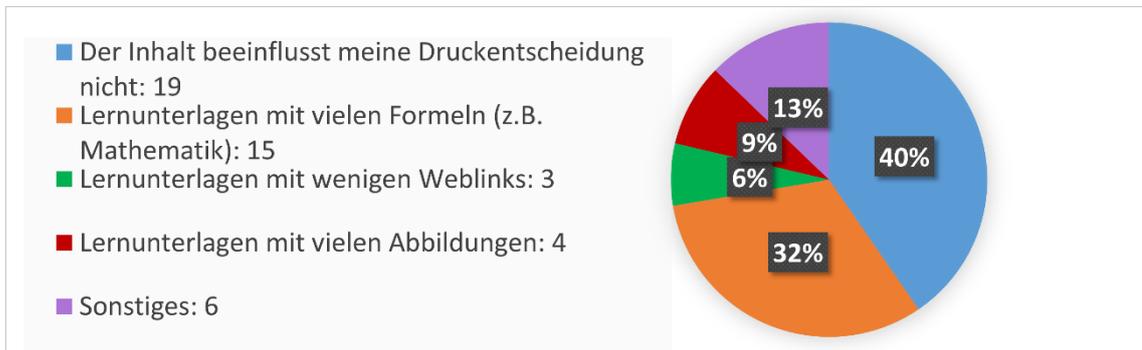


Abb. 13 - Auswertung der Frage 10: „Welche Art von Lerninhalten führt dazu, dass du Lernunterlagen bevorzugt ausdruckst? Wähle alle zutreffenden Optionen aus:“

„11. Wo druckst du normalerweise deine Lernunterlagen aus?“

Wie in Abb. 14 deutlich zu erkennen ist, überwiegt bei den Antworten der Frage 11 mit 22 Stimmen (50 %) der Druck mit einem privaten Drucker, gefolgt vom Druck am Arbeitsort mit 16 Stimmen (36 %). Drei Stimmen (7 %) gaben an in einer Druckerei zu drucken und weitere drei Stimmen (7 %) gaben „Sonstiges“ an.

Unter „Sonstiges“ wurden folgende Antworten von den Befragten angegeben:

- „mein Mann druckt sie für mich in seiner Firma“
- "Druckster"
- "Druckster"

Druckster, ist ein österreichisches Unternehmen, welches Studenten ermöglicht, 100 Seiten Lernunterlagen im Monat kostenlos zu drucken. Die Finanzierung erfolgt durch Werbebanner, die unter dem gedruckten Dokument angezeigt werden. („Druckster - Wir drucken's dir gratis.“ 2024)

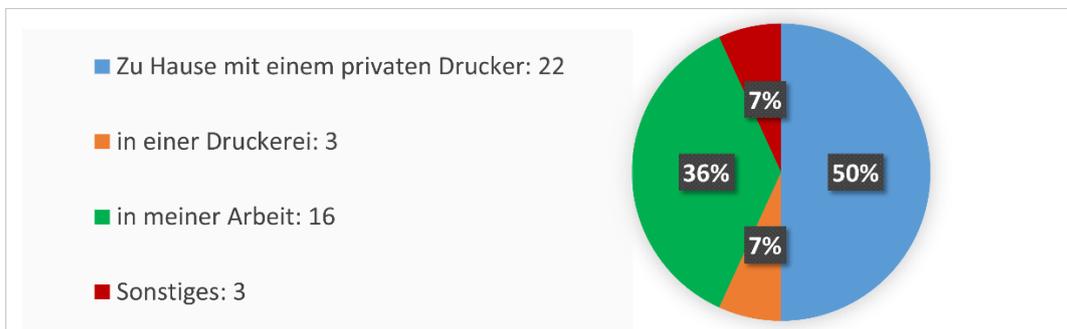


Abb. 14 - Auswertung der Frage 11: „Wo druckst du normalerweise deine Lernunterlagen aus?“

Die Antworten auf die Frage 12 „Welche Druckoption bevorzugst du normalerweise für deine Lernunterlagen?“ zeigen, wie in Abb. 15 dargestellt, folgendes Bild: Fast die Hälfte der Befragten (47 %, 16 Stimmen) bevorzugt den Schwarz-Weiß-Druck. Eine Anzahl von 41 % (14 Stimmen) gibt an, dass ihre Druckoption je nach Bedarf variiert. Nur 9 % (3 Stimmen) der Teilnehmer bevorzugen den Farbdruck, während 3 % (1 Stimme) keine Präferenz angeben. Dies verdeutlicht, dass die Mehrheit der Befragten entweder eine feste Vorliebe für Schwarz-Weiß-Druck hat oder ihre Entscheidung abhängig vom spezifischen Bedarf trifft.

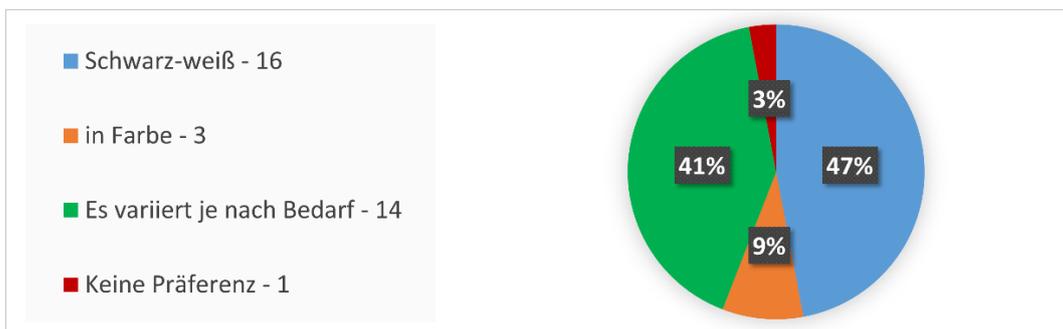


Abb. 15 - Auswertung der Frage 12: „Welche Druckoption bevorzugst du normalerweise für deine Lernunterlagen?“

Die Frage 13, „Würdest du öfter Lernmaterial ausdrucken, wenn es dich nichts kosten würde?“, ging wieder an alle 52 Personen, die den Fragebogen ausfüllten. Es zeigt sich, in Übereinstimmung mit Abb. 16, folgendes Bild: 33 % der Befragten (17 Stimmen) würden öfter Lernmaterial ausdrucken, wenn es kostenlos wäre, 42 % (22 Stimmen) würden, auch wenn es kostenlos wäre, nicht öfter Lernmaterial ausdrucken und für 25 % (13 Stimmen) entstehen bereits keine Kosten für das Drucken von Lernmaterial.

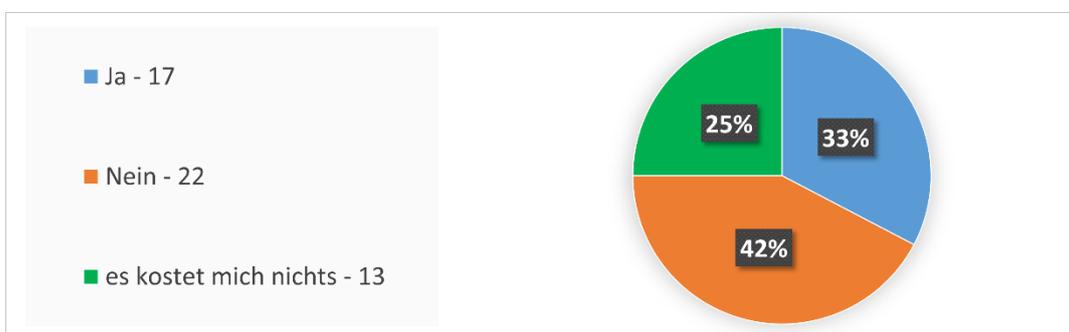


Abb. 16 - Auswertung der Frage 13: „Würdest du öfter Lernmaterial ausdrucken, wenn es dich nichts kosten würde?“

Die Antworten auf die Frage 14 „Druckst du Prüfungsangaben bei ortsunabhängigen Paper-Pencil Prüfungen aus?“ verteilen sich, wie in Abb. 17 ersichtlich, folgendermaßen: Jeweils 34 % der Befragten (18 Stimmen) drucken die Prüfungsangaben entweder nie oder immer aus. 15 % (8 Stimmen) drucken die Prüfungsangaben manchmal aus. Ebenfalls 15 % (8 Stimmen) haben noch nie an ortsunabhängigen Paper-Pencil Prüfungen teilgenommen.

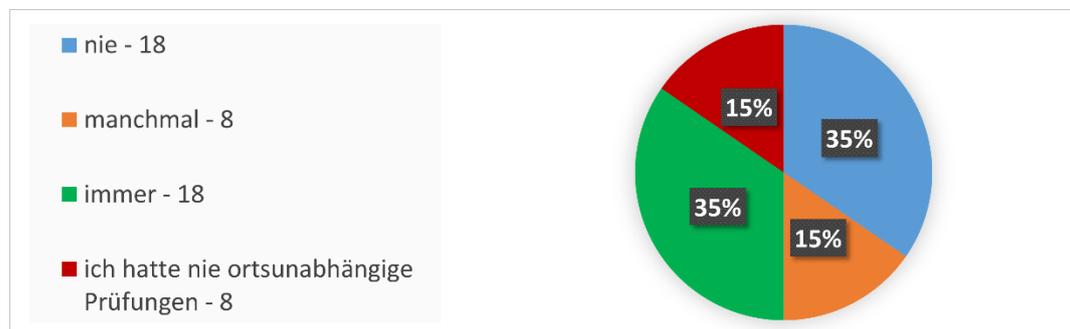


Abb. 17 – Auswertung der Frage 14: „Druckst du Prüfungsangaben bei ortsunabhängigen Paper-Pencil Prüfungen aus?“

Auf die Frage 15. Hast du das Gefühl, dass du deine Lernziele effizienter mit digitalen Studienheften erreichen kannst? (1 - überhaupt nicht, 5 - auf jeden Fall) konnten die Befragten ihre Wertung zwischen 1 und 5 abgeben. 15 % (8 Personen) stimmten für „1 – überhaupt nicht“, weitere 15 % (8 Personen) stimmten für „2“, 50 % (26 Personen) stimmten für „3“, 8 % (4 Personen) stimmten für „4“ und 12 % (6 Personen) stimmten für „5“. Die durchschnittliche Bewertung beträgt 2.85. Diese Ergebnisse, wie auch in Abb. 18 illustriert, zeigen, dass die Mehrheit der Befragten ihre Bewertung mit „3“, mittig zwischen „überhaupt nicht“ und „auf jeden Fall“ abgaben, was auf keinen merkbaren Unterschied hindeutet.

Wenn nur die klaren Tendenzen der restlichen Stimmen betrachtet werden, gab es 16 Stimmen (30 %) für „1“ und „2“, während 10 Befragte (20 %) für „4“ und „5“ stimmten. Das zeigt eine geringfügige Tendenz Richtung gefühlter geringerer Lerneffizienz mit digitalen Studienheften. Insgesamt stimmt dieses Ergebnis mit den Meta-Analysen überein, welche im Kapitel 1.3.1 - Leseeffizienz vorgestellt wurden.

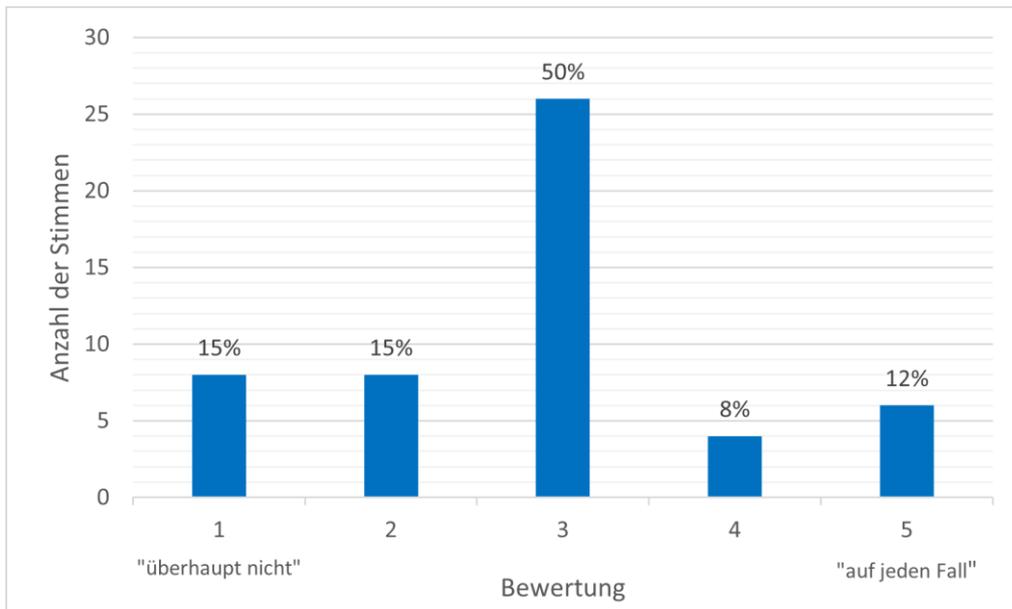


Abb. 18 - Auswertung der Frage 15: „Hast du das Gefühl, dass du deine Lernziele effizienter mit digitalen Studienheften erreichen kannst? (1 - überhaupt nicht, 5 - auf jeden Fall)“

Frage 16: „Ein WIBA-Studienheft der FernFH umfasst im Durchschnitt knapp 100 Seiten. Wie viele Stunden schätzt du, im Schnitt mit einem solchen hundertseitigen Studienheft auf einem digitalen Gerät zu verbringen?“

Wie in Abb. 19 detailliert dargestellt, liegt der Großteil der Antworten im Bereich von 0 bis 25 Stunden. Es gibt jedoch einzelne Ausreißer, bei denen 39 bzw. sogar 162 Stunden angegeben wurden. Im Durchschnitt wurde diese Frage mit 13,7 Stunden pro 100-seitigem Studienheft beantwortet. Diese Ergebnisse, auch wenn es sich nur um grobe Schätzungen handelt, sind ein wichtiger Bestandteil, um den durch die Verwendung von digitalen Studienheften erzeugten Energieverbrauch berechnen zu können.

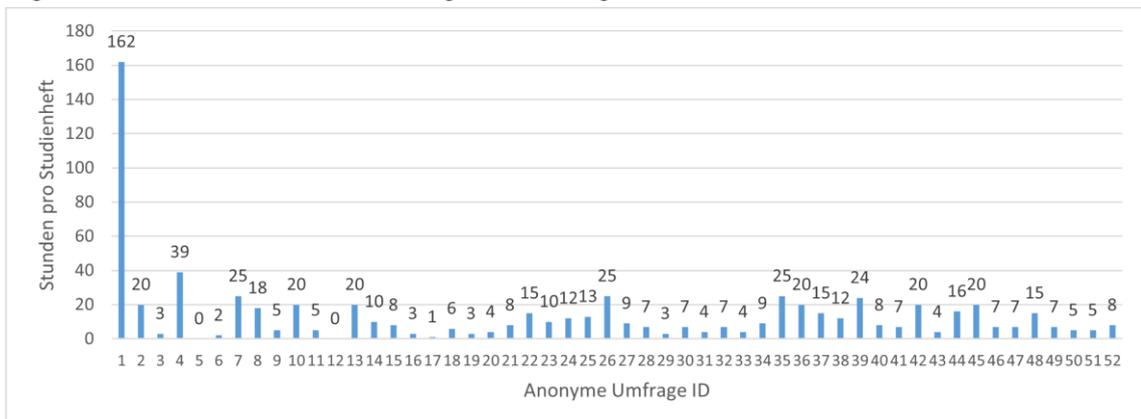


Abb. 19 - Auswertung der Frage 16: „Ein WIBA-Studienheft der FernFH umfasst im Durchschnitt knapp 100 Seiten. Wie viele Stunden schätzt du, im Schnitt mit einem solchen hundertseitigen Studienheft auf einem digitalen Gerät zu verbringen?“

Frage 17, „Verwendest du nicht mehr benötigtes gedrucktes Lernmaterial als ‚Schmierzettel‘, zum Einheizen oder ähnliches? (1 - ich verwende es nie für andere Zwecke, 5 - ich verwende es immer für andere Zwecke)“, wurde auf einer Skala von 1 bis 5 mit durchschnittlich 2,27 bewertet.

Wie in Abb. 20 erkennbar, gaben 44 % der Befragten an, dass sie es nie für andere Zwecke verwenden (Bewertung 1), 17 % verwendeten es selten für andere Zwecke (Bewertung 2), 19 % gaben an, es gelegentlich für andere Zwecke zu nutzen (Bewertung 3), 6 % nutzten es häufig für andere Zwecke (Bewertung 4), und 13 % gaben an, es immer für andere Zwecke zu verwenden (Bewertung 5).

Zusammengefasst zeigt das, dass 61 % gedrucktes Lernmaterial nie oder selten für andere Zwecke nutzen, während 19 % es gelegentlich für andere Zwecke nutzen und weitere 19 % es oft oder immer für andere Zwecke nutzen

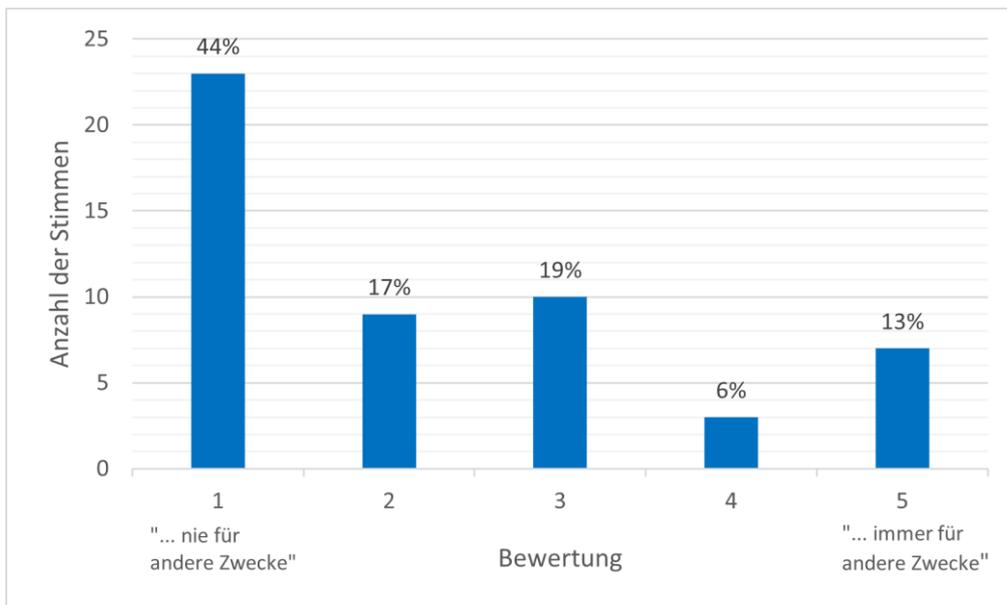


Abb. 20 - Auswertung der Frage 17: „Verwendest du nicht mehr benötigtes gedrucktes Lernmaterial als ‚Schmierzettel‘, zum Einheizen oder ähnliches? (1 - ich verwende es nie für andere Zwecke, 5 - ich verwende es immer für andere Zwecke)“

Frage 18, „Bewahrst du Studienhefte nach Abschluss des Semesters/Studiums in Papierform auf? (1 - ich bewahre kein einziges auf, 5 - ich bewahre alle auf)“, wurde auf einer Skala von 1 bis 5 mit durchschnittlich 3,06 bewertet.

Die Antworten verteilten sich folgendermaßen:

1 – 19 Stimmen (37 %)

2 – 4 Stimmen (8 %)

3 – 2 Stimmen (4 %)

4 – 9 Stimmen (17 %)

5 – 18 Stimmen (35 %)

Diese Ergebnisse zeigen, dass das Verhalten der Studierenden stark variiert. 37 % der Befragten bewahren kein einziges Studienheft auf, während fast ebenso viele (35 %) alle Studienhefte aufbewahren, was wie auch in Abb. 21 ersichtlich, auf eine klare Spaltung zwischen denjenigen, die alle Studienhefte aufbewahren, und denen, die kein einziges aufbewahren, hindeutet.

Dazwischen gibt es noch die Nuancen zwischen den Stimmen „2“ bis „4“, welche sich folgendermaßen interpretieren lassen: 8 % bewahren nur einzelne auf, 4 % bewahren etwa die Hälfte auf und 17 % bewahren einen Großteil auf. Insgesamt bewahren daher mehr Studierende, zumindest teilweise Studienhefte auf, als dass sie kein einziges aufbewahren.

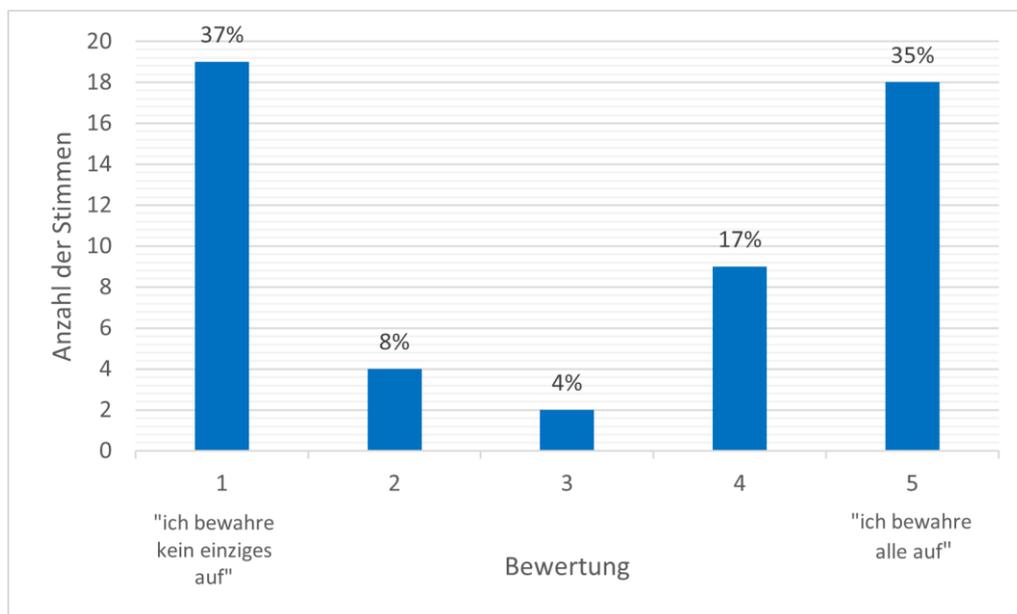


Abb. 21 - Auswertung der Frage 18: „Bewahrst du Studienhefte nach Abschluss des Semesters/Studiums in Papierform auf? (1 - ich bewahre kein einziges auf, 5 - ich bewahre alle auf)“

5.3 Fragengruppe 3: Technologische Ausstattung und digitale Zugriffsmethoden

Bei Frage 19, „Welches Gerät verwendest du am häufigsten zum Lesen von Studienheften der FernFH?“, gab es die Möglichkeit, maximal zwei Optionen auszuwählen, wenn zwei Geräte gleich häufig verwendet werden.

Um zwei verschiedenen Zwecken zu dienen, werden die Antworten auf zwei verschiedene Arten ausgewertet:

1. Um Daten zu sammeln, die beispielsweise der Fachhochschule dabei helfen könnten zu erkennen, für welche Geräte es am sinnvollsten ist, die Studienhefte zu optimieren, wird die Häufigkeit der gewählten Geräte ermittelt. Dabei erhält jede gewählte Option eine Stimme, auch wenn mehrere Optionen ausgewählt wurden.
2. Für die Berechnung des Stromverbrauchs werden die Antworten folgendermaßen gewertet: Wenn zwei Optionen ausgewählt wurden, zählt jede Geräteauswahl der gleichen Person 0,5 Stimmen. Es wird dabei davon ausgegangen, dass das erste gewählte Gerät sich die Nutzungsdauer mit dem zweiten gewählten Gerät teilt.

Auswertungsform 1 (z.B. für Studienheftoptimierung) zeigt folgendes Ergebnis:

Desktop Computer: 12 (15 %)
Laptop: 30 (37 %)
Tablet: 23 (28 %)
Smartphone: 8 (10 %)
E-Reader: 7 (9 %)
Sonstiges ("nichts digitales, nur Papier"): 1 (1 %)

Auswertungsform 2 (für Stromverbrauchsberechnung):

Desktop Computer: 5,5 (11 %)
Laptop: 20,5 (40 %)
Tablet: 15,5 (31 %)
Smartphone: 4 (8 %)
E-Reader: 4 (8 %)
Sonstiges ("nichts digitales, nur Papier"): 1 (2 %)

Ursprünglich wurde bei „Sonstiges“, neben „nichts digitales, nur Papier“ auch „E-Ink Tablet“ angegeben, welches aufgrund des E-Ink Displays zu den E-Readern gezählt wurde. Diese Verteilungen, wie auch in Abb. 22 und Abb. 23 zu sehen, zeigen, dass bei beiden Auswertungsformen Laptops am häufigsten zum Lesen von Studienheften verwendet werden, gefolgt von Tablets. Desktop Computer, Smartphones und E-Reader werden seltener genutzt, und nur eine kleine Minderheit verwendet ausschließlich Papier.

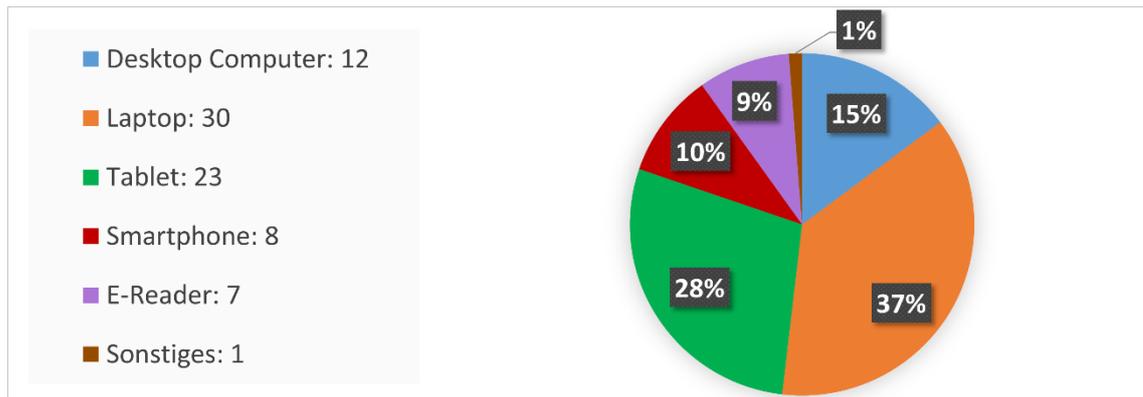


Abb. 22 - Auswertung der Frage 19 – Auswertungsform 1: „Welches Gerät verwendest du am häufigsten zum Lesen von Studienheften der FernFH?“

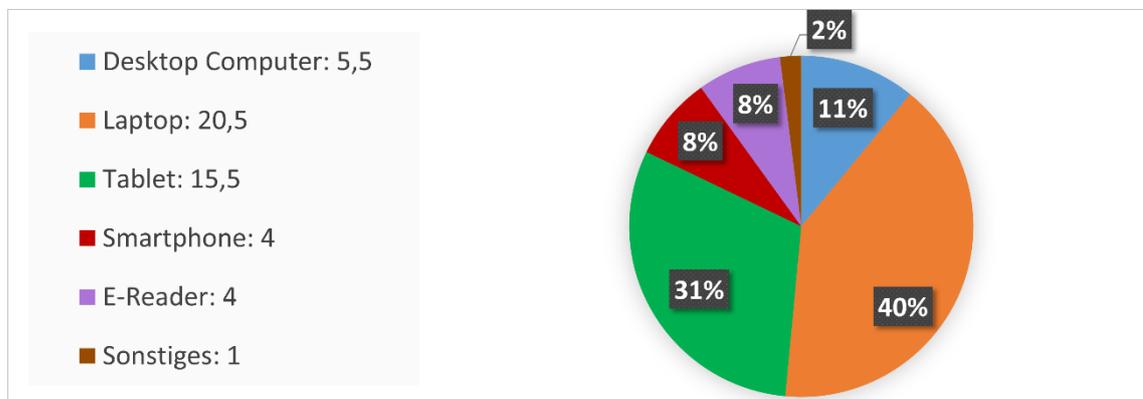


Abb. 23 - Auswertung der Frage 19 – Auswertungsform 2: „Welches Gerät verwendest du am häufigsten zum Lesen von Studienheften der FernFH?“

Die Ergebnisse der Auswertungsform 2 bieten in Verbindung mit den Ergebnissen der Frage 16 („Ein WIBA-Studienheft der FernFH umfasst im Durchschnitt knapp 100 Seiten. Wie viele Stunden schätzt du, im Schnitt mit einem solchen hundertseitigen Studienheft auf einem digitalen Gerät zu verbringen?“) und den Leistungsaufnahmedaten der Geräte aus Kapitel 1.3.3.4 „Vergleich“, die Möglichkeit den durch das Lesen von digitalen Studienheften erzeugten Stromverbrauch zu berechnen:

Geschätzte durchschnittliche Nutzungsdauer in Stunden, wie in Frage 16 erfasst:

13,7 Stunden pro 100 Seiten

Ein sechs Semester langer Bachelorstudiengang in Wirtschaftsinformatik umfasst insgesamt durchschnittlich 3841 Seiten an Studienheften.

Berechnung der Nutzungsdauer:

$$(13,7 \text{ Stunden} / 100 \text{ Seiten}) \times 3841 = 526,217 \text{ Stunden}$$

Häufigkeit der Geräteverwendung in Dezimalform:

Desktop: 0,11

Laptop: 0,40

Tablet: 0,31

Smartphone: 0,08

E-Reader: 0,08

Stromaufnahme der Geräte in Watt:

Desktop: 86,4 W

Laptop: 13,2 W

Tablet: 4,9 W

Smartphone: 1,3 W

E-Reader: 0,8 W

Stromverbrauch pro Gerät in kWh:

Verbrauch Desktop:

$$(526,217 \text{ Stunden} \times 86,4 \text{ W} \times 0,11) / 1000 = 5,001 \text{ kWh}$$

Verbrauch Laptop:

$$(526,217 \text{ Stunden} \times 13,2 \text{ W} \times 0,40) / 1000 = 2,778 \text{ kWh}$$

Verbrauch Tablet:

$$(526,217 \text{ Stunden} \times 4,9 \text{ W} \times 0,31) / 1000 = 0,799 \text{ kWh}$$

Verbrauch Smartphone:

$$(526,217 \text{ Stunden} \times 1,3 \text{ W} \times 0,08) / 1000 = 0,055 \text{ kWh}$$

Verbrauch E-Reader:

$$(526,217 \text{ Stunden} \times 0,8 \text{ W} \times 0,08) / 1000 = 0,034 \text{ kWh}$$

Gesamtverbrauch der Geräte:

Addiert, ergibt das einen Gesamtverbrauch von 8,67 kWh.

Weiters zeigen diese Ergebnisse, wie in Abb. 24 ersichtlich, dass Desktop-Computer, obwohl sie relativ selten verwendet werden (11 %) und bei der Berechnung von einem sparsamen Office Desktop-Computer ausgegangen wurde, trotzdem den meisten Stromverbrauch verursachen, was die Wichtigkeit der Verwendung von sparsamen Geräten im Sinne der Nachhaltigkeit verdeutlicht.

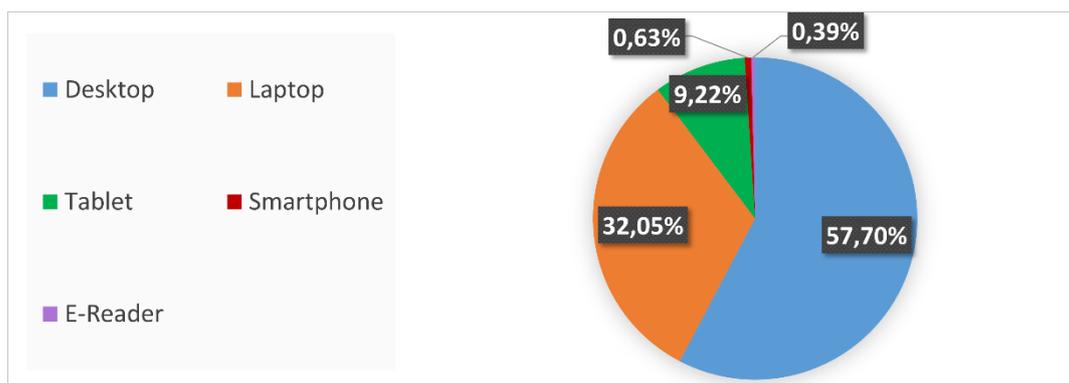


Abb. 24 - Aufschlüsselung des von digitalen Lesegeräten für das Lesen von digitalen Studienheften verursachten Stromverbrauchs eines Wirtschaftsinformatik-Bachelorstudiengangs

Frage 20, „Hat dich die Tatsache, dass nun ausschließlich digitale Studienhefte zur Verfügung stehen, dazu motiviert, ein neues digitales Gerät (z.B. E-Reader, Tablet, Laptop, etc.) zu kaufen? (1 - gar nicht dazu motiviert, 5 - stark dazu motiviert)“, wurde auf einer Skala von 1 bis 5 mit durchschnittlich 2,58 bewertet.

Wie in Abb. 25 grafisch dargestellt, gab es 25 Stimmen (48 %) für die Bewertung „1“, zwei Stimmen (4 %) für „2“, drei Stimmen (6 %) für „3“, 14 Stimmen (27 %) für „4“ und acht Stimmen (15 %) für „5“.

Zusammengefasst zeigt sich, dass 52 % der Befragten nicht oder kaum motiviert wurden ein digitales Gerät zu kaufen, 6 % eine mittelstarke Motivation und 42 % eine moderate oder starke Motivation verspürt haben. Wobei die Ausprägung „gar nicht dazu motiviert“ wesentlich stärker ist als die von „stark dazu motiviert“.

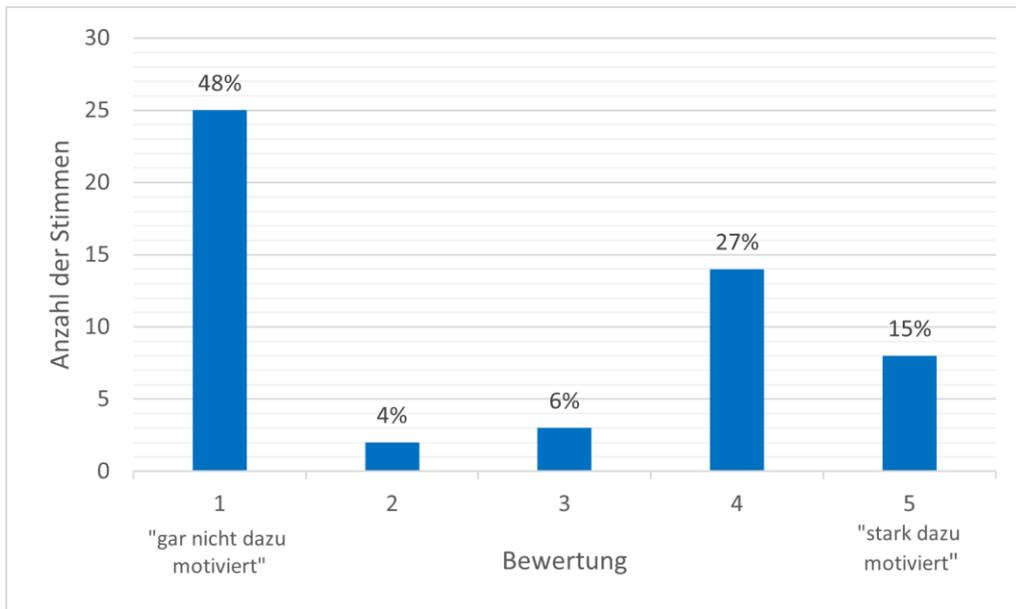


Abb. 25 - Auswertung der Frage 20: „Hat dich die Tatsache, dass nun ausschließlich digitale Studienhefte zur Verfügung stehen, dazu motiviert, ein neues digitales Gerät (z.B. E-Reader, Tablet, Laptop, etc.) zu kaufen? (1 - gar nicht dazu motiviert, 5 - stark dazu motiviert)“

Bei Frage 21, „Für den Zugriff bzw. Download von digitalen Studienheften, nutze ich meistens ...“, gab es, die Möglichkeit, zwei Optionen auszuwählen, wenn zwei Internetzugriffsarten gleich häufig verwendet werden. Da in diesem Fall ausschließlich der Energieverbrauch der Internetzugangsformen von Interesse ist, zählt bei der Auswahl von zwei Optionen, jede Auswahl der gleichen Person 0,5 Stimmen. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die erste gewählte Internetzugangsform sich die Benutzungszeit mit der zweiten Internetzugangsform teilt.

Die Antworten verteilten sich wie nachfolgend beschrieben:

Kernnetzwerk - 37,5 (72 %)

mobiles Internet - 13,5 (26 %)

ich weiß es nicht - 1 (2 %)

Die Ergebnisse zeigen, wie auch in Abb. 26 ersichtlich, dass 72 % der Befragten das Kernnetzwerk überwiegend für den Zugriff auf digitale Studienhefte nutzen. 26 % der Befragten verwenden überwiegend mobiles Internet, und eine Person (2 %), weiß es nicht.

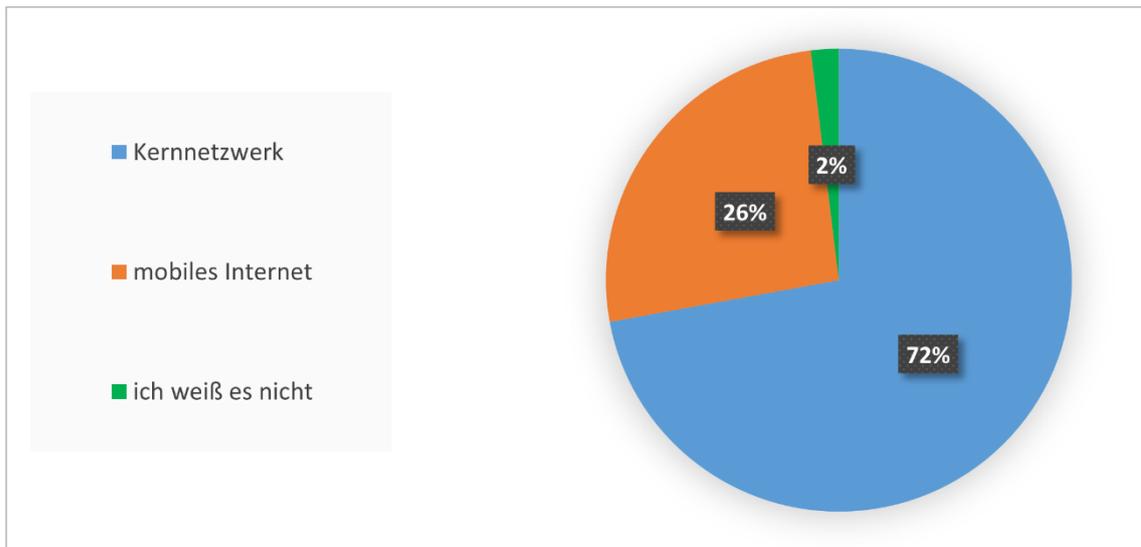


Abb. 26 - Auswertung der Frage 21: „Für den Zugriff bzw. Download von digitalen Studienheften, nutze ich meistens ...“

Anhand dieser Angaben lässt sich auf Basis der Daten von Kapitel 1.3.3.5 - Datenübertragung, folgender, durch Datenverkehr erzeugter Stromverbrauch bei einmaligem Download aller Studienhefte ermitteln:

$$Wh_{\text{Kernnetzwerk}} = 8,89 * 0,72 = 6,4008 \text{ Wh}$$

$$Wh_{\text{mobiles Internet}} = 42,84 * 0,26 = 11,0448 \text{ Wh}$$

$$Wh_{\text{unbekannt}} = \left(\frac{8,89 + 42,84}{2} \right) * 0,02 = 0,5173 \text{ Wh}$$

$$Wh_{\text{Gesamt}} = Wh_{\text{Kernnetzwerk}} + Wh_{\text{mobiles Internet}} + Wh_{\text{unbekannt}} = 17,9629 \text{ Wh}$$

Das bedeutet einen Stromverbrauch von rund 17,96 Wh für den einmaligen Download aller Studienhefte eines durchschnittlichen Wirtschaftsinformatik Bachelorstudiengangs.

Da jedoch die Möglichkeit besteht, dass Studierende die digitalen Studienhefte mehrmals herunterladen, wurde dies in der nächsten Frage untersucht:

Frage 22: „Wie oft lädst du im Durchschnitt dasselbe Studienheft aus dem Internet herunter?“

Die Ergebnisse dieser Frage zeigen, dass Studierende der Ferdinand Porsche FernFH im Durchschnitt rund 3,3-mal dasselbe Studienheft herunterladen. Wie in Abb. 27 ersichtlich, gab es auch einzelne Ausreißer mit 10 bis 15 Downloads pro Studienheft. Eine der 52 Stimmen (Anonyme Umfrage ID: 13) musste für ungültig erklärt werden, da eine negative Zahl (-1) angegeben wurde.

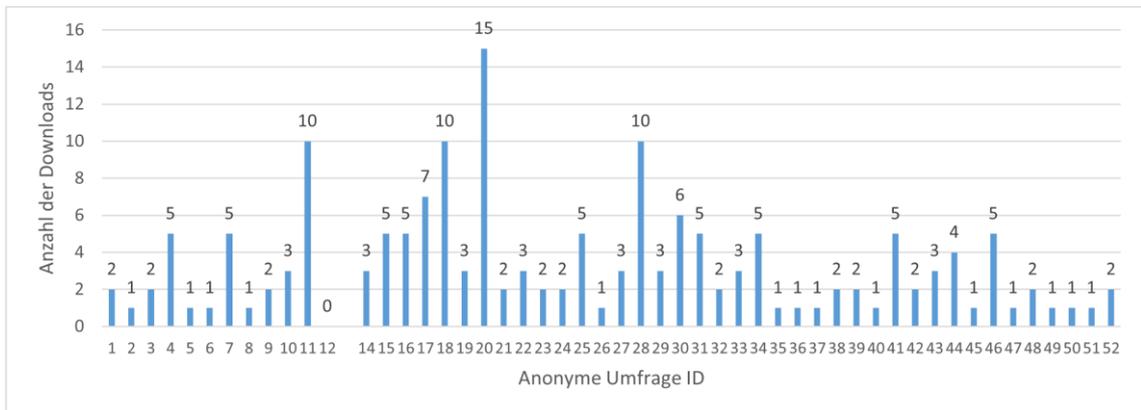


Abb. 27 - Auswertung der Frage 22: „Wie oft lädst du im Durchschnitt dasselbe Studienheft aus dem Internet herunter?“

Wenn man das Ergebnis aus Frage 21 (ungerundet: 17,9629 Wh) mit dem Ergebnis aus Frage 22 (ungerundet: 3,31372549-mal) multipliziert, ergibt sich ein Stromverbrauch von rund 59,52 Wh für den ~3,3-maligen Download aller durchschnittlich benötigten Studienhefte eines Wirtschaftsinformatik-Bachelorstudiengangs.

Wenn nun die Stromverbrauchsergebnisse miteinander addiert werden:

Stromverbrauch Datenverkehr: 59,52 Wh = 0,05952 kWh +

Stromverbrauch Gerätenutzung: 8,67 kWh,

ergibt sich ein Gesamtstromverbrauch von 8,73 kWh pro Studierendem*r und pro Wirtschaftsinformatik-Bachelorstudiengang für die Verwendung von digitalen Studienheften auf digitalen Lesegeräten.

Laut österreichischem Umweltbundesamt (Annahme „Stromaufbringung Österreich“), ergibt das, inklusive direkter und indirekter Treibhausgas-Emissionsfaktoren (einschließlich Vorkette), sowie einer angenommenen Netzverlustleistung von 6 %, eine Treibhausgas-Emission von 2,01 kg CO₂-Äquivalent. (vgl. Fritz u. a. 2023, 11) Wenn bei der Stromanbieterwahl auf das Umweltzeichen „UZ 46“ („grüner Strom“) geachtet wird, lassen sich die Treibhausgas-Emissionen um ein Vielfaches verringern. (vgl. „Strom- und Gaskennzeichnungsbericht 2023“ 2023, 7–22) Da jedoch in der Umfrage keine Informationen über gewählte Stromanbieter erhoben wurden, wird darauf in dieser Arbeit nicht näher eingegangen.

Wenn man die CO₂-Äquivalente der Stromverbrauchsergebnisse der Fragen 16, 19, 21 und 22 (2,01 kg) mit den CO₂-Äquivalenten der Papierverbrauchsergebnisse der Frage 9 (3,416 – 5,617 kg) addiert, ergibt sich der Gesamt-CO₂-Äquivalent-Ausstoß eines Wirtschaftsinformatik-Bachelorstudiengangs (pro Student*in) von 5,43 kg bis 7,63 kg.

Wie in Abb. 28 dargestellt, hat sich der Treibhausgasausstoß durch die Papierherstellung und -bedruckung nach der Umstellung auf paperless Studienhefte signifikant reduziert. Im Vergleich dazu ist der durch den Stromverbrauch der Lesegeräte

verursachte Ausstoß gering, und die durch den Datentransfer verursachten Emissionen sind so minimal, dass sie in dieser Darstellung kaum erkennbar sind.

Der Vergleich der durch Strom hervorgerufenen Emissionen der Lesegeräte, inklusive Datentransfer, mit den Emissionen der Studienhefte vor der Umstellung auf paperless zeigt, dass der Stromverbrauch der digitalen Studienhefte 77 % - 86 % weniger Treibhausgasausstoß verursacht als der Papierverbrauch der gedruckten Studienhefte.

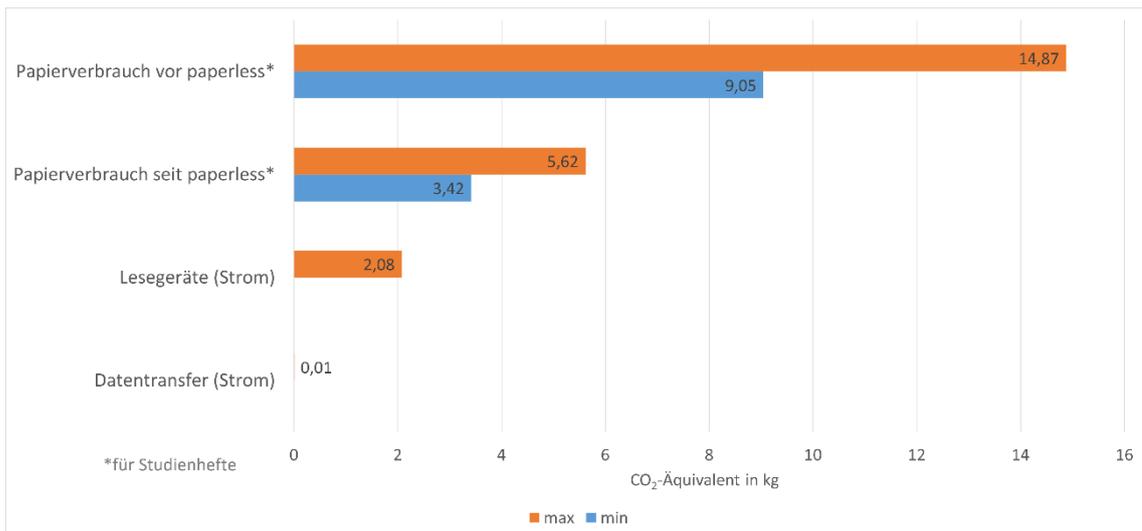


Abb. 28 - Vergleich der berechneten Treibhausgasemissionen pro Student*in in einem Wirtschaftsinformatik-Bachelorstudiengang

6. Schlussfolgerungen

Basierend auf den erhobenen Daten lässt sich schließen, dass die Umstellung auf ausschließlich paperless Lernmaterialien an der Ferdinand Porsche FernFH insgesamt einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit leistet. Die Hypothese, dass die Bereitstellung von ausschließlich digitalen Lernunterlagen einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit leistet, konnte somit durch die ermittelten Daten und Angaben der Studierenden bestätigt werden.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Umweltauswirkungen der Herstellung und Bedruckung von Papier weitaus größer sind als der Energieverbrauch für die Bereitstellung digitaler Materialien und den Betrieb digitaler Lesegeräte. Obwohl das Paperless-Konzept nicht von allen Studierenden vollständig umgesetzt wird und etwa 40 % der digitalen Studienhefte ausgedruckt werden, führt es dennoch zu einer signifikanten Einsparung von Papier im Vergleich zur Situation, in der standardmäßig alle Studienhefte von der Fachhochschule gedruckt wurden.

Zusätzlich lassen die Ergebnisse annehmen, dass die Motivation zur Anschaffung neuer Geräte nur in tendenziell selteneren Fällen hauptsächlich durch die Tatsache bedingt war, dass nun ausschließlich digitale Studienhefte zur Verfügung stehen. Andernfalls müssten die Umweltauswirkungen der Herstellung und Entsorgung dieser Geräte noch genauer untersucht und berücksichtigt werden, was die Nachhaltigkeitsbilanz verschlechtern würde. Das Ausmaß dieser Verschlechterung wäre jedoch ein interessantes Thema für zukünftige Studien, auf das im Kapitel „8. Ausblick“ näher eingegangen wird. Es ist jedoch anzunehmen, dass beispielsweise das am häufigsten genutzte Gerät, der Laptop, entweder bereits vor Studienbeginn vorhanden war oder, selbst wenn das Studium den Kauf eines neuen Geräts motiviert hat, das Studium nur einen Teil des Verwendungszwecks und der Lebensdauer dieses Geräts ausmacht.

7. Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, Einblick in das Verhalten der Studierenden zu bekommen, um mit diesen Informationen schlussfolgern zu können, ob die an der Ferdinand Porsche FernFH stattgefundene Umstellung auf ausschließlich paperless Studienhefte insgesamt positiv zur Nachhaltigkeit beiträgt. Mithilfe einer Umfrage unter den Studierenden im Studiengang Wirtschaftsinformatik ist dieser Einblick gelungen.

Es haben 52 Personen an der Umfrage teilgenommen, zwei Drittel der teilnehmenden waren Bachelorstudenten, ein Drittel aus dem Masterstudiengang. Etwa die Hälfte der Befragten hat die Umstellung miterlebt, die andere knappe Hälfte kennt nur die aktuelle paperless Situation und eine Minderheit kennt ausschließlich die Situation vor der Umstellung. Die Umstellung wurde mit gemischten Gefühlen wahrgenommen. 24 % der Befragten hat angegeben, die Umstellung nicht als positive Veränderung zu empfinden, 32 % empfinden es als positiv und 36 % empfinden es als teilweise positiv. Weiters hat diese Umfrage ergeben, dass als noch zusätzlich zu den digitalen Studienheften, gedruckte Studienhefte ausgehändigt wurden, der Großteil diese auch verwendet hat. Keiner der Studierenden hat angegeben, die Hefte „gar nicht“ verwendet zu haben.

Bezüglich Prüfungsvorbereitungen und Prüfungen, hat sich eine leichte Tendenz deutlich gemacht, dass grundsätzlich lieber von Papier als von Bildschirmen gelernt wird. Bei Prüfungen werden jedoch Online-Tests den „Paper-Pencil“ Prüfungen vorgezogen.

Eine der bedeutendsten Fragen im Hinblick auf die Sinnhaftigkeit der Umstellung auf ausschließlich digitale Lernunterlagen war, ob Studierende die digitalen Studienhefte ausdrucken. Es hat sich herausgestellt, dass laut eigenen Angaben der Studierenden, rund 40 % der paperless Studienhefte, keine paperless Studienhefte bleiben, sondern ausgedruckt werden. Meist zu Hause, mit einem privaten Drucker oder am Arbeitsplatz.

Für zwei Drittel der Befragten, spielen dabei Druckkosten keine Rolle, der Rest würde mehr ausdrucken, wenn es kostenlos wäre. Fast die Hälfte bevorzugt den Schwarz-Weiß-Druck. 41 % haben angegeben, dass es je nach Bedarf variiert, ob sie in Farbe oder Schwarz-Weiß drucken. Nur die wenigsten drucken immer in Farbe oder haben diesbezüglich keine Präferenz.

Basierend auf den Schätzungen der Befragten ergibt sich ein Papierverbrauch von rund 4 kg pro Student*in für einen Bachelorstudiengang in Wirtschaftsinformatik seit der Umstellung auf paperless Studienhefte, was im Vergleich zu den durchschnittlich zuvor verbrauchten 10 kg einen deutlichen Rückgang darstellt.

Was das Verhalten beim Umgang mit gedruckten Studienheften nach Abschluss des Studiums oder des Semesters betrifft, zeigt sich eine klare Spaltung zwischen den Student*innen, die gedruckte Studienhefte aufbewahren, und denen, die sie nicht aufbewahren.

Es hat sich eine geringfügige Tendenz gezeigt, dass Studierende das Gefühl haben, mit digitalen Studienheften ihre Lernziele etwas weniger effizient zu erreichen, der Großteil gab jedoch an, keinen Unterschied zu bemerken. Pro 100-seitigem digitalen Studienheft, verbringen Studierende laut eigenen Schätzungen 13,7 Stunden auf einem digitalen Gerät.

Die am häufigsten genutzten Geräte zum Lesen digitaler Studienhefte sind dabei Laptops, gefolgt von Tablets. Desktop-Computer stehen mit einer Verwendungshäufigkeit von nur 11 % bis 15 % (abhängig von der Auswertungsform) an dritter Stelle, tragen jedoch dennoch insgesamt fast 60 % zum Stromverbrauch aller Geräte bei, auch wenn bei der Berechnung von vergleichsweise sparsamen Office-Desktop-Computern ausgegangen wurde. Die sparsamsten Geräte, E-Reader und Smartphones, werden am seltensten für das Lesen von digitalen Studienheften benutzt. Der Download der Studienhefte macht nur einen verschwindend geringen Teil des gesamten Stromverbrauchs aus, obwohl dasselbe Studienheft im Durchschnitt dreimal heruntergeladen wird.

Berechnungen ergeben, dass der Stromverbrauch der digitalen Studienhefte 77 % - 86 % weniger Treibhausgasausstoß verursacht als der Papierverbrauch gedruckter Studienhefte.

Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass sich die Fachhochschule auf einem guten Weg in Richtung mehr Nachhaltigkeit befindet und dass die Umstellung auf ausschließlich paperless Studienhefte insgesamt positiv zur Nachhaltigkeit beiträgt.

8. Ausblick

Da dies die erste Forschung zur Umstellung auf paperless Studienmaterialien an der Ferdinand Porsche FernFH ist, wurden während der Auswertung der Ergebnisse zahlreiche weitere potenzielle Forschungswege deutlich.

Einige Punkte bleiben in dieser Arbeit offen, was Möglichkeiten für zukünftige Forschung aufzeigt. Beispielsweise könnte eine detailliertere Untersuchung des Druckverhaltens der Studierenden erfolgen, um festzustellen, ob diese einseitig oder doppelseitig drucken. Es wurde von doppelseitigem Druck ausgegangen, wenn jedoch einseitig gedruckt wird, würde das eine Verdoppelung des Ergebnisses des verbrauchten Papiers bedeuten, was jedoch in dieser Untersuchung immer noch eine Verringerung des Papierverbrauchs bedeuten würde, verglichen mit der Situation vor der Umstellung auf paperless. Die Papierstärke hat ebenfalls einen direkten Einfluss auf den Gesamtpapierverbrauch und wurde nicht in der Befragung berücksichtigt. Weiters wäre es interessant zu untersuchen, ob bei der Wahl des Druckpapiers auf nachhaltige Kriterien wie Zertifikate, Herkunft oder die Verwendung von Recyclingmaterial geachtet wird. Zudem bleibt die Frage offen, ob es aus Nachhaltigkeitssicht bedeutende Unterschiede zwischen Schwarz-Weiß- und Farbdruk gibt. In dieser Arbeit wurden die Studierenden zwar gefragt, ob sie ihre ausgedruckten Lernmaterialien noch als Schmierzettel, zum Einheizen oder ähnliches verwenden, und ob sie die Studienhefte nach dem Studium weiter aufbewahren, diese Informationen wurden jedoch bei der Treibhausgasausstoßberechnung nicht berücksichtigt und könnten in weiteren Forschungen miteinbezogen werden. Ein denkbarer Ansatz wäre, die Umweltauswirkungen der Papierherstellung, des Drucks und der Entsorgung getrennt zu betrachten und zum Beispiel die Treibhausgasemissionen der Entsorgung nur dann in die Berechnungen einzubeziehen, wenn die Lernmaterialien tatsächlich entsorgt werden.

Insgesamt zeigt sich, dass ein nicht außer Acht zu lassender Anteil der Studierenden weiterhin stark an papierbasierten Lehrmaterialien festhält und dass die Effizienz und der Komfort der Nutzung digitaler Studienmaterialien unterschiedlich wahrgenommen werden. Es wäre interessant, in zukünftigen Forschungen zu untersuchen, ob beispielsweise das Alter der Studierenden eine Rolle dabei spielt, da ältere Personen möglicherweise stärker an traditionellen papierbasierten Lernmethoden festhalten, bedingt durch ihre längere Gewohnheit und Erfahrung damit. Um die Bedürfnisse aller Studierenden angemessen zu berücksichtigen und die potenziellen Auswirkungen auf das Lernverhalten zu evaluieren, wäre es von Interesse, einen tieferen Einblick zu erlangen, warum einige Studierende weiterhin Studienhefte ausdrucken. Mithilfe solcher Informationen könnten Anpassungen getroffen werden und gegebenenfalls aufklärende Informationsbroschüren erstellt werden, die den Studierenden motivieren und helfen, ihre Lernbedürfnisse so nachhaltig wie möglich zu erfüllen.

Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass Desktop-Computer die energieintensivsten Lesegeräte für das Lesen von Studienheften sind. Daher wäre es auch sinnvoll, in der Umfrage genauer zu untersuchen, welche Art von Desktop-Computern verwendet werden. In dieser Arbeit wurde von einem sparsamen Office-Desktop ausgegangen, jedoch ist es möglich, dass einige Studierende beispielsweise einen leistungsstarken Gaming-PC mit mehreren Bildschirmen nutzen, was zu höheren Stromverbrauchsergebnissen führen würde und statistisch relevante Unterschiede machen könnte.

Ein weiterer Aspekt, der in dieser Arbeit nicht berücksichtigt wurde, ist, wie bereits im Abschnitt „6. Schlussfolgerungen“ erwähnt, ob Geräte ausschließlich für die Nutzung an der FernFH angeschafft wurden oder in welchem Ausmaß sie auch für andere Zwecke genutzt werden. Dies wurde in der Umfrage nicht explizit ermittelt. In Verbindung mit diesen Informationen wäre es sinnvoll, genauer auf die Umweltbelastung durch die Herstellung und Entsorgung der Geräte einzugehen. Zum Beispiel zeigten die Ergebnisse, dass Tablets und Laptops weniger Strom verbrauchen und somit weniger Umweltbelastung darstellen. Jedoch müsste für ein umfassenderes Bild der Nachhaltigkeit auch berücksichtigt werden, dass für Laptops und Tablets Akkus hergestellt werden müssen, was möglicherweise komplexere Umweltauswirkungen verursacht, welche mit eingerechnet werden müssen.

Zusätzlich ist es für eine möglichst genaue Umrechnung von Stromverbrauch zu Treibhausgasausstoß von Bedeutung, welchen Stromanbieter die Studierenden gewählt haben und aus welchen Quellen die Energie stammt. In dieser Umfrage wurde nicht näher darauf eingegangen, und es wurde für die Berechnungen von einem österreichischen Standard-Strommix ausgegangen.

Es ist wichtig anzumerken, dass die Stichprobengröße von 34 Bachelor- und 18 Masterstudierenden vergleichsweise klein ist. Aus statistischer Sicht sollten daher einige Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden. Zudem beruhen die Berechnungsgrundlagen für die Papier- und Stromverbrauchswerte, wie z.B. die Zeit, die mit einem digitalen Gerät zum Lesen eines 100-seitigen Studienheftes verbracht wird oder der durchschnittliche Papierverbrauch pro Semester, nur auf groben Schätzungen der Studierenden. Bevor umfangreiche Schlussfolgerungen gezogen oder größere Änderungen entschieden werden, wäre es wahrscheinlich ratsam, eine umfangreichere Umfrage durchzuführen, an der auch Studierende anderer Studiengänge teilnehmen, um eine höhere Teilnahmezahl zu erreichen und statistisch aussagekräftigere Ergebnisse zu erzielen.

Abschließend ist anzumerken, dass Studienhefte nur einer von vielen Aspekten der Umstellung auf einen paperless Campus an der Ferdinand Porsche FernFH sind und auch Bereiche wie Verwaltungsdokumente, Zeugnisse und ähnliches in zukünftigen Untersuchungen betrachtet werden könnten.

Literaturverzeichnis

- Arney, Janna, Irma S Jones, und Angela Wolf. 2012. „Going Green: Paperless Technology and Feedback from the Classroom“. *Journal of Sustainability and Green Business*.
https://scholarworks.utrgv.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=mgmt_fac.
- Beck, Tom. 2023. „eBook-Reader Test 2023: Die besten E-Reader im Vergleich“. Preisvergleich.at. 18. August 2023. <https://www.preisvergleich.at/tag/ebook-reader.html>.
- BMUV-Bildungsservice. 2018. „Papierherstellung, Papierkonsum und die Folgen für die Umwelt | Umwelt im Unterricht: Materialien und Service für Lehrkräfte – BMUV-Bildungsservice | Umwelt im Unterricht“. 23. August 2018. <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/papierherstellung-papierkonsum-und-die-folgen-fuer-die-umwelt>.
- Clinton, Virginia. 2019. „Reading from Paper Compared to Screens: A Systematic Review and Meta-analysis“. *Journal of Research in Reading* 42 (2): 288–325.
<https://doi.org/10.1111/1467-9817.12269>.
- „Druckster - Wir drucken's dir gratis.“ 2024. 2024. <https://www.druckster.at/>.
- Enriquez, Amelito G. 2010. „Enhancing Student Performance Using Tablet Computers“. *College Teaching*, Juni.
<https://doi.org/10.1080/87567550903263859>.
- Epa, U. 2015. „Advancing sustainable materials management: 2014 fact sheet“. *United States Environmental Protection Agency, Office of Land and Emergency: Washington, DC, USA*.
- EPRC. 2021. „European Declaration on Paper Recycling 2021-2030“. European Paper Recycling Council. https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2022/09/DRAFT_EPRC-Monitoring-Report-2021_20220909.pdf.
- FAO. 2022. „Production volume of paper and paperboard worldwide from 1961 to 2021 (in million metric tons).“ Statista. <https://www-statista-com.wn.idm.oclc.org/statistics/270314/global-paper-and-cardboard-production/>.
- Fritz, David, Michael Gössl, Eva Hatzl, Stephan Poupa, Werner Pölz, und Hanna Schreiber. 2023. „Harmonisierte österreichische THG-Emissionsfaktoren relevanter Energieträger“. REP-0888. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0888.pdf>.
- Giuliano, Vincent E. 1975. „The Office of the Future“. *Businessweek*, Nr. 2445 (Juni), 48–70.
- Gröger, Jens. 2020. „Digitaler CO2-Fußabdruck“. *Öko-Institut e. V.*, Juli.

- Hancock, Gabriella M., Tarah N. Schmidt-Daly, Joseph Fanfarelli, Jurate L. Wolfe, and James L. Szalma. 2016. „Is E-Reader Technology Killing or Kindling the Reading Experience?“ *Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications* 24 (1): 25–30. <https://doi.org/10.1177/1064804615611269>.
- Jeswani, Harish K., und Adisa Azapagic. 2015. „Is E-Reading Environmentally More Sustainable than Conventional Reading?“ *Clean Technologies and Environmental Policy* 17 (3): 803–9. <https://doi.org/10.1007/s10098-014-0851-3>.
- Ji, Sung Wook, Sherri Michaels, und David Waterman. 2014. „Print vs. Electronic Readings in College Courses: Cost-Efficiency and Perceived Learning“. *The Internet and Higher Education* 21 (April). <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2013.10.004>.
- Kang, Qi, Jinyi Lu, und Jianhua Xu. 2021. „Is E-Reading Environmentally More Sustainable than Conventional Reading? Evidence from a Systematic Literature Review“. *Library & Information Science Research* 43 (3): 101105. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2021.101105>.
- Kong, Yiren, Young Sik Seo, und Ling Zhai. 2018. „Comparison of Reading Performance on Screen and on Paper: A Meta-Analysis“. *Computers & Education* 123 (August):138–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.005>.
- Laurijssen, Jobien, Marc Marsidi, Annita Westenbroek, Ernst Worrell, und Andre Faaij. 2010. „Paper and Biomass for Energy?: The Impact of Paper Recycling on Energy and CO2 Emissions“. *Resources, Conservation and Recycling* 54 (12): 1208–18. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.03.016>.
- Liu, Ziming, und David G. Stork. 2000. „Is Paperless Really More?“ *Communications of the ACM* 43 (11): 94–97. <https://doi.org/10.1145/353360.353370>.
- Manhart, Andreas, Eva Brommer, und Jens Gröger. 2011. „PROSA E-Book-Reader“. <https://www.oeko.de/oekodoc/1179/2011-037-de.pdf>.
- Mizrachi, Diane, Alicia M. Salaz, Serap Kurbanoglu, Joumana Boustany, und on behalf of the ARFIS Research Group. 2018. „Academic Reading Format Preferences and Behaviors among University Students Worldwide: A Comparative Survey Analysis“. Herausgegeben von Mitchell Rabinowitz. *PLOS ONE* 13 (5): e0197444. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197444>.
- Pihkola, Hanna, Minna Nors, Marjukka Kujanpää, Tuomas Helin, Merja Kariniemi, Tiina Pajula, Helena Dahlbo, und Sirkka Koskela. 2010. *Carbon footprint and environmental impacts of print products from cradle to grave: Results from the LEADER project (Part 1)*. VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes. VTT Technical Research Centre of Finland. <http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=80052789876&partnerID=8YFLoGxK>.
- Prakash, Siddharth, Florian Antony, Dr Andreas R Köhler, und Ran Liu. 2016. „Ökologische und ökonomische Aspekte beim Vergleich von Arbeitsplatzcomputern für den Einsatz in Behörden unter Einbeziehung des Nutzerverhaltens (Öko-APC)“.

- Schien, Daniel, Vlad C. Coroama, Lorenz M. Hilty, und Chris Preist. 2015. „The Energy Intensity of the Internet: Edge and Core Networks“. In *ICT Innovations for Sustainability*, herausgegeben von Lorenz M. Hilty und Bernard Aebischer, 310:157–70. Advances in Intelligent Systems and Computing. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09228-7_9.
- „Speedtest Global Index - Internet Speed around the World“. 2023. 15. November 2023. <https://www.speedtest.net/global-index>.
- „Strom- und Gaskennzeichnungsbericht 2023“. 2023. E-Control. https://www.e-control.at/documents/1785851/1810784/Strom-und-Gaskennzeichnungsbericht_Final.pdf/9e18a0a4-a216-960d-5f30-144bbd5fdd1c?t=1699868476216.
- Two Sides. 2015. „Papier und Printmedien: Mythen & Fakten“. Print Power Austria. <https://at.twosides.info/wp-content/uploads/sites/7/2018/02/MF-booklet-Austria.pdf>.
- WWF. 2021. „Zahlen und Fakten“. 10. November 2021. <https://www.wwf.de/themenprojekte/waelder/papierverbrauch/zahlen-und-fakten>.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 - Produktionsvolumen von Papier und Karton weltweit von 1961 bis 2021 (in Mio. Tonnen) (FAO 2022)	3
Abb. 2 - CO ₂ -Fußabdruck für eine Tonne Zeitschriften in verschiedenen Szenarien (Pihkola u.a. 2010)	5
Abb. 3 - Häufigkeit der Verwendung digitaler Lesegeräte unter Studierenden weltweit (Mizrachi u. a. 2018, 10).....	9
Abb. 4 – Auswertung der Frage 1: „Bist du im Wirtschaftsinformatik Bachelor- oder Masterstudiengang?“.....	21
Abb. 5 – Auswertung der Frage 2: „Hast du am Bachelorstudiengang der Ferdinand Porsche FernFH auch teilgenommen?“	22
Abb. 6 – Auswertung der Frage 3: „Seit dem Sommersemester 2022 werden an der FernFH keine gedruckten Studienhefte mehr ausgehändigt. Hast du diese Umstellung miterlebt?“	23
Abb. 7 - Auswertung der Frage 4: „Empfindest du die Umstellung auf ausschließlich paperless Studienhefte als positive Veränderung?“	23
Abb. 8 - Auswertung der Frage 5: „Wie oft hast du, als zusätzlich zu den digitalen Studienheften gedruckte Studienhefte ausgegeben wurden, die gedruckten Studienhefte verwendet? (1 - gar nicht verwendet, 5 - immer verwendet)“	24
Abb. 9 – Auswertung der Frage 6: „Ich lerne grundsätzlich lieber von Papier als von Bildschirmen. (1 - trifft nicht zu, 5 trifft zu)“	25
Abb. 10 - Auswertung der Frage 7: „Ich bevorzuge Online-Tests gegenüber „Paper-Pencil“ Prüfungen. (1 - trifft nicht zu, 5 - trifft zu)“	26
Abb. 11 - Auswertung der Frage 8: „Druckst du deine digitalen Studienhefte aus, wenn dir keine gedruckten Studienhefte zur Verfügung gestellt wurden?“	27
Abb. 12 - Auswertung der Frage 9: „Wie viele A4-Seiten von digitalen Studienheften druckst du ungefähr pro Semester aus?“.....	28
Abb. 13 - Auswertung der Frage 10: „Welche Art von Lerninhalten führt dazu, dass du Lernunterlagen bevorzugt ausdruckst? Wähle alle zutreffenden Optionen aus:“	29
Abb. 14 - Auswertung der Frage 11: „Wo druckst du normalerweise deine Lernunterlagen aus?“	29
Abb. 15 - Auswertung der Frage 12: „Welche Druckoption bevorzugst du normalerweise für deine Lernunterlagen?“	30

Abb. 16 - Auswertung der Frage 13: „Würdest du öfter Lernmaterial ausdrucken, wenn es dich nichts kosten würde?“	30
Abb. 17 – Auswertung der Frage 14: „Druckst du Prüfungsangaben bei ortsunabhängigen Paper-Pencil Prüfungen aus?“	31
Abb. 18 - Auswertung der Frage 15: „Hast du das Gefühl, dass du deine Lernziele effizienter mit digitalen Studienheften erreichen kannst? (1 - überhaupt nicht, 5 - auf jeden Fall)“	32
Abb. 19 - Auswertung der Frage 16: „Ein WIBA-Studienheft der FernFH umfasst im Durchschnitt knapp 100 Seiten. Wie viele Stunden schätzt du, im Schnitt mit einem solchen hundertseitigen Studienheft auf einem digitalen Gerät zu verbringen?“	32
Abb. 20 - Auswertung der Frage 17: „Verwendest du nicht mehr benötigtes gedrucktes Lernmaterial als ‚Schmierzettel‘, zum Einheizen oder ähnliches? (1 - ich verwende es nie für andere Zwecke, 5 - ich verwende es immer für andere Zwecke)“	33
Abb. 21 - Auswertung der Frage 18: „Bewahrst du Studienhefte nach Abschluss des Semesters/Studiums in Papierform auf? (1 - ich bewahre kein einziges auf, 5 - ich bewahre alle auf)“	34
Abb. 22 - Auswertung der Frage 19 – Auswertungsform 1: „Welches Gerät verwendest du am häufigsten zum Lesen von Studienheften der FernFH?“	36
Abb. 23 - Auswertung der Frage 19 – Auswertungsform 2: „Welches Gerät verwendest du am häufigsten zum Lesen von Studienheften der FernFH?“	36
Abb. 24 - Aufschlüsselung des von digitalen Lesegeräten für das lesen von digitalen Studienheften verursachten Stromverbrauchs eines Wirtschaftsinformatik-Bachelorstudiengangs.....	38
Abb. 25 - Auswertung der Frage 20: „Hat dich die Tatsache, dass nun ausschließlich digitale Studienhefte zur Verfügung stehen, dazu motiviert, ein neues digitales Gerät (z.B. E-Reader, Tablet, Laptop, etc.) zu kaufen? (1 - gar nicht dazu motiviert, 5 - stark dazu motiviert)“	39
Abb. 26 - Auswertung der Frage 21: „Für den Zugriff bzw. Download von digitalen Studienheften, nutze ich meistens ...“	40
Abb. 27 - Auswertung der Frage 22: „Wie oft lädst du im Durchschnitt dasselbe Studienheft aus dem Internet herunter?“	41
Abb. 28 - Vergleich der berechneten Treibhausgasemissionen pro Student*in in einem Wirtschaftsinformatik-Bachelorstudiengang.....	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Stromverbrauch üblicher Office PCs, eigene Darstellung (vgl. Prakash u. a. 2016).....	9
Tabelle 2 - Stromverbrauch von E-Readern, eigene Darstellung (vgl. Manhart, Brommer, und Gröger 2011).....	10
Tabelle 3 – Übersicht der gerundeten Leistungsaufnahmen aller zuvor genannten Geräte Typen (vgl. Manhart, Brommer, und Gröger 2011; vgl. Prakash u. a. 2016; vgl. Gröger 2020).....	11
Tabelle 4 - SWOT Analyse	13
Tabelle 5 – Papierverbrauch, Gesamtseitenanzahl und CO ₂ -Äquivalent verschiedener Vertiefungsrichtungen pro Studierendem*r im Rahmen eines Wirtschaftsinformatik Bachelorstudiengangs (Stand: 12/2021).....	14