Bauphysikalische Grundlagenausbildung an der OTH Regensburg während der COVID-19-Pandemie

Christoph Höller[1], Oliver Steffens[2]

[1] Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg, Email: christoph.hoeller@oth-regensburg.de

[2] Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg, Email: oliver.steffens@oth-regensburg.de

Einleitung

An der Ostbayerischen Technischen Hochschule (OTH) Regensburg wurden wegen der COVID-19-Pandemie mit Beginn des Sommersemesters 2020 alle Lehrveranstaltungen auf Online-Unterricht umgestellt. Auch die bauphysikalischen Grundlagenmodule mussten kurzfristig virtuell durchgeführt werden. In diesem Beitrag werden die gewählten Methoden für die Durchführung der virtuellen Lehrveranstaltungen vorgestellt und diskutiert.

Vorlesungen und Übungen

Die von den Autoren vertretenen Bauphysik-Lehrveranstaltungen sind in den Studiengängen Bauingenieurwesen sowie Bauklimatik beheimatet. Ein wesentlicher Schwerpunkt der (bau)physikalischen Grundlagenausbildung liegt auf der Lehrveranstaltung „Bauphysik 1“ im ersten Semester, die gemeinsam mit dem Praktikum Bauphysik die physikalischen Grundlagen eines technischen Studiengangs legt sowie die grundlegenden Zusammenhänge der thermischen, hygrischen und akustischen Bauphysik vermittelt. Darauf aufbauend vertiefen die Lehrveranstaltungen „Bauphysik 2“ bzw. „Bauphysik II“ im 6. Semester die Inhalte Schallschutz, Hygrothermik sowie sommerlicher Wärmeschutz. Im Masterstudiengang Bauingenieurwesen werden in einem weiteren Modul ausgewählte Kapitel der Bauphysik behandelt.

Die Lehrveranstaltungen sind, wie an Hochschulen für angewandte Wissenschaft üblich, als „seminaristischer Unterricht“ konzipiert, d. h. als Kombination aus Vorlesung, Übung und ggf. praktischen Elementen. In den Corona-Semestern wurden die Bauphysik-Lehrveranstaltungen i.d.R. als Live-Online-Veranstaltungen via Zoom durchgeführt. Besondere Bedeutung haben für dieses Format die interaktiven Elemente. Die Interaktion und Aktivierung der Studierenden gestaltet sich in Online-Lehrveranstaltungen als deutlich schwieriger als in Präsenz. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Online-Tools benutzt, die im folgenden kurz vorgestellt werden.

Die Bereitstellung von Materialien zu Vorlesung und Übung erfolgte über die Lernplattform Moodle. Es zeigte sich hier, dass eine übersichtliche Organisation der Materialien von höchster Bedeutung ist. Auch muss darauf geachtet werden, Wesentliches von Unwesentlichem zu trennen und die Moodle-Lernräume nicht zu überfrachten. Rückmeldungen von Studierenden legen nahe, dass sich viele Studierenden angesichts der Flut an Materialien schlichtweg erschlagen fühlen. Dies gilt insbesondere für leistungsschwächere Studierende sowie Studierende in niedrigeren Semestern, wo die eigenständige Organisationsfähigkeit noch nicht sehr ausgeprägt ist. Ebenfalls in Moodle wurden die Vorlesungsmitschnitte bereitgestellt. Diese erlauben den Studierenden, relevante Inhalte nochmals anzuschauen und wurden von den Studierenden sehr begrüßt. Auch hier ist jedoch auf eine gute Auswahl und Organisation zu achten.

Zentrale Anlaufstelle der Online-Vorlesungen von C. Höller war (neben Moodle) ein OneNote-Notizbuch, auf das die Studierenden über einen SharePoint-Server jederzeit (Lese-)Zugriff haben. In diesem OneNote-Notizbuch sind das Skript sowie Übungsaufgaben, Terminpläne und weitere Inhalte übersichtlich organisiert, siehe Abbildung 1. Das OneNote-Notizbuch dient somit nicht nur als virtuelle Tafel, sondern als zentrale Materialsammlung für die gesamte Lehrveranstaltung. Zu diesem Zweck wurden auch alle PowerPoint-Folien umgestellt und in OneNote importiert.

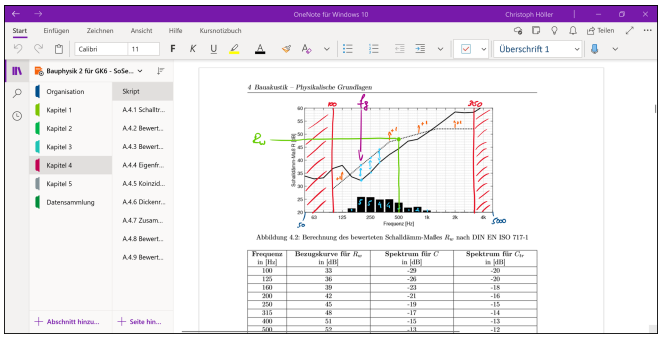

Abbildung 1: OneNote-Notizbuch zur Vorlesung „Bau- und Raumakustik“

Das Projekt *PhET* der University of Colorado [5] bietet eine Vielzahl an interaktiven Simulationen, die sich zur Grundlagenausbildung in den Naturwissenschaften nutzen lassen. Viele der Simulationen sind eher auf Schulniveau ausgerichtet, vereinzelt lassen sie sich aber auch gut in die Hochschullehre einbauen. Die Simulationen behandeln Themen aus der Mathematik, Physik und Chemie und sind auch in Deutsch verfügbar. Anhand der Simulationen lässt sich z. B. die Orts- und Zeitabhängigkeit einer Welle demonstrieren, siehe Abbildung 2. Da die Simulationen zum großen Teil in HTML5 programmiert sind und somit direkt in jedem Browser laufen, können die Studierenden schon während der Vorlesung die behandelten Sachverhalte nachvollziehen und selbst ausprobieren. Außerdem laufen die PhET-Animationen auch direkt in OneNote.

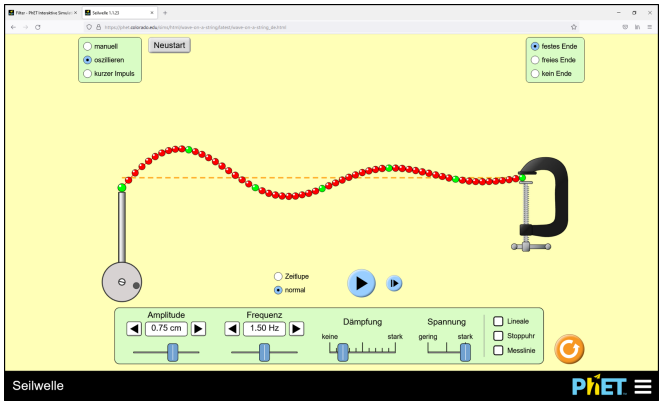

Abbildung 2: Interaktive Simulation einer Welle mit PhET

Das Tool *Padlet* [3] bietet eine einfache Möglichkeit, die Studierenden zum Selberdenken anzuregen. Dazu werden Fragen oder Kategorien erstellt, zu denen die Studierenden ihre Gedanken aufschreiben sollen. Auf Basis der Beiträge lässt sich dann eine Diskussion anleiten. Padlet eignet sich auch sehr gut zur Einholung von Feedback.

Das Tool *FragJetzt* [4] hat gewisse Ähnlichkeiten mit Padlet, jedoch stehen hier die (anonymisierten) Fragen der Studierenden im Vordergrund. Jeder kann jederzeit eine Frage stellen, die von den anderen Teilnehmern der Lehrveranstaltung per Up- und Downvote priorisiert werden kann. Auf dieser Basis kann der Dozent auf Fragen und Unklarheiten der Studierenden eingehen. Ein Vorteil von Tools wie Padlet und FragJetzt ist, dass die Hemmschwelle, mit dem Dozenten Kontakt aufzunehmen, abgebaut wird und so auch eher schüchterne Studierende die Gelegenheit bekommen, ihre Gedanken zu äußern. Ein Nachteil ist sicherlich die Unverbindlichkeit und Unpersönlichkeit der Kommunikation.

Mit dem Tool *Kahoot* [2] lassen sich auf spielerische Weise Lerninhalte abfragen, Vorwissen aktivieren und die Motivation der Studierenden erhöhen. Dazu wird zu einem Thema ein Multiple-Choice-Quiz erstellt, bei dem die Studierenden gegeneinander antreten. Schnelle und richtige Antworten werden mit einer hohen Punktzahl belohnt, am Ende gibt es ein Siegerpodest für die besten Mitspieler. Der Wettkampfcharakter eines Kahoot-Quiz kommt insbesondere bei den leistungsstarken Studierenden gut an, die leistungsschwächeren Studierenden verlieren schneller die Motivation. Es sollten daher auch nur zufällige Spitznamen verwendet werden, damit die Privatsphäre der Teilnehmer gewahrt bleibt. Ein Kahoot-Quiz lässt sich im Übrigen auch in Präsenz im Hörsaal sehr gut durchführen, benötigt wird neben dem vorbereiteten Quiz nur ein Smartphone für jeden Teilnehmer.

Für die Bearbeitung der Übungsaufgaben wurde regelmäßig auf Breakout-Sessions (d. h. virtuelle Kleingruppen) zurückgegriffen. Diese kamen anfangs sehr gut an, allerdings ist die Effektivität dieser Kleingruppen sehr von den Teilnehmern abhängig. Insbesondere im dritten Corona-Semester war eine deutliche Breakout-Session-Müdigkeit zu verspüren.

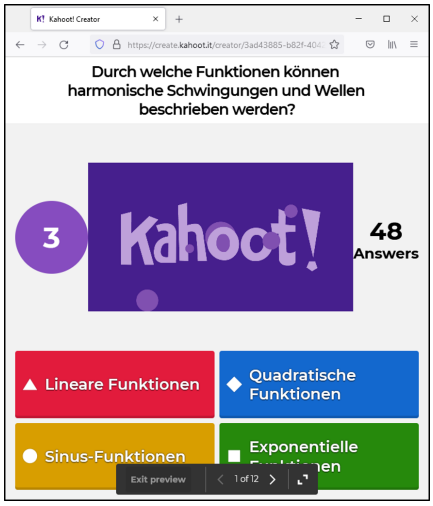

Abbildung 3: Ausschnitt aus einem Kahoot-Quiz

Neben den hier beschriebenen Tools und Live-Online-Lehrveranstaltungen wurde vereinzelt auch andere Lehrformate ausprobiert, z. B. Flipped-Classroom-Ansätze.

Virtualisierung des Praktikums

Das Bauphysik-Praktikum ist ein wichtiger Bestandteil der (bau)physikalischen Grundlagenausbildung an der OTH Regensburg. Im Praktikum werden die Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens, die Auswertung experimenteller Daten unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten sowie die technische Dokumentation von Messungen erlernt. Daneben steht natürlich auch der Erwerb praktischer Erfahrungen mit physikalischen Instrumenten (Hands-On-Experience) im Vordergrund. Die Versuche umfassen z. B. die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von verschiedenen Materialien, die Messung des Schalldämm-Maßes, die Messung der Schallgeschwindigkeit im Kundt'schen Rohr sowie die Auswertung von freien Schwingungen am Pohl'schen Rad.

Aufgrund der Corona-Hygienemaßnahmen war es im SoSe 2020, WiSe 2020/21 und SoSe 2021 nicht möglich, das Bauphysik-Praktikum im Labor durchzuführen. Die Virtualisierung des Praktikums stellte im Vergleich zur Umstellung der Vorlesungen eine besonders große Herausforderung dar. Es wurden drei Ansätze gewählt:

Für einige Laborversuche wurden *Videos des Versuchsaufbaus und der Versuchsdurchführung* gedreht. Die Studierenden mussten sich zur Vorbereitung auf den Praktikumsversuch diese Videos ansehen und sollten sich Fragen notieren. Außerdem wurden reale (aber randomisierte) Messdaten zur Verfügung gestellt, die von den Studierenden entsprechend der regulären Versuchsanleitung ausgewertet und interpretiert werden sollten. In zwei Online-Besprechungen wurden die Versuche und die Auswertungen mit dem Praktikumsbetreuer besprochen.

Zwei Versuche wurden durch eine *softwarebasierte Versuchsdurchführung* ersetzt. Im ersten Fall wurde der reguläre Versuch am Pohl'schen Rad durch einen neu erstellten Versuch mit der PhET-Simulation „Massen und Federn" ersetzt, siehe Abbildung 4 [6]. Mit Hilfe der Simula-

tion lassen sich freie Schwingungen des harmonischen Oszillators sehr anschaulich darstellen und evaluieren. Praktikumsaufgaben waren z. B. die Bestimmung der Federkonstante, der Eigenfrequenzen, der Dämpfungskonstante sowie der unbekannten Masse. Im zweiten Fall wurde der Wärmeschutznachweis gemäß Gebäudeenergiegesetz für ein Modellgebäude geführt. Dazu wurde die Software BAUTHERM GEG 18 benutzt [7], für die vom Hersteller BMZ freundlicherweise Studierendenlizenzen zur Installation auf dem eigenen Computer bereitgestellt wurden. Die Betreuung des Versuchs erfolgte live über ZOOM. In diesem Fall bietet der Online-Modus der Veranstaltung sogar Vorteile gegenüber der Präsenzveranstaltung, da die Studierenden und die Betreuer ihre Bildschirme teilen können und so effektiv zusammenarbeiten können.

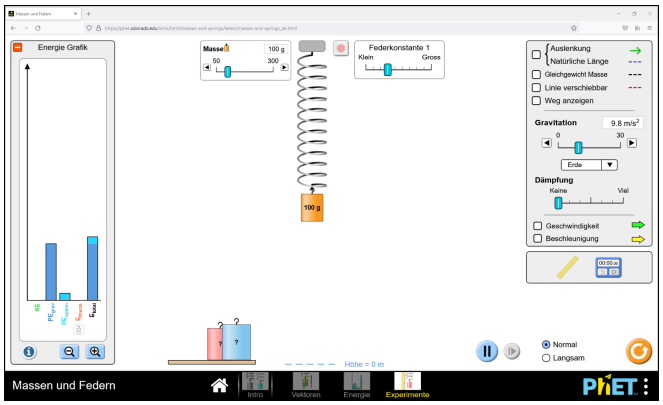

Abbildung 4: Interaktive Simulation des harmonischen Oszillators mit Hilfe der PhET-Simulation „Massen und Federn“

Damit die Studierenden nicht gänzlich ohne praktische Erfahrungen durch das Bauphysik-Praktikum gehen, wurden zwei neue Versuche (Akustik@Home und Wärme@Home) konzipiert, bei denen *Alltagsversuche zuhause* durchgeführt wurden. So sollte z. B. mit Hilfe der Smartphone-App PHYPHOX [8] die Schallgeschwindigkeit bestimmt werden. Außerdem sollten typische Lärmpegel sowie Nachhallzeiten in verschiedenen akustischen Umgebungen gemessen werden. Im Versuch Wärme@Home wurde z. B. allein mit Küchenutensilien (siehe Abbildung 5) der thermische Widerstand von Thermoskannen bestimmt, inspiriert von einem ähnlichen Versuch an der TH Rosenheim [9]. Es wurden außerdem Infrarot-Thermometer an die Studierenden ausgegeben, um Messungen zum Emissionsgrad und zu typischen Oberflächentemperaturen von Bauteilen durchzuführen. Die Versuchsaufbauten und Fragen zur Auswertung wurden in zwei Online-Besprechungen diskutiert. Neben den praktischen Erfahrungen war ein positiver Nebeneffekt, dass die Gruppenteilnehmer auch gemeinsame Präsenz-Experimente durchführen mussten. Dies war also eine Gelegenheit, die Isolation und Einsamkeit während der Corona-Semester zu überwinden. Gerade auch aus diesem Grund waren die Alltagsversuche zuhause ein wichtiger Bestandteil des Bauphysik-Praktikums, auch wenn der Anspruch an die Wissenschaftlichkeit und Genauigkeit der Messergebnisse sicher im Vergleich zu den regulären Laborversuchen gemindert werden musste.

Abbildung 5: Utensilien zur Bestimmung des thermischen Widerstands einer Thermoskanne

Prüfungen

Die Prüfungsleistung in den Grundlagenmodulen im Bachelor besteht in der Regel aus einer schriftlichen Prüfung (90 min oder 120 min). Da die Einhaltung der Abstands- und Hygieneregeln bei Präsenzprüfungen mit großem Organisationsaufwand verbunden ist, wurde durch eine Änderung der Allgemeinen Prüfungsordnung (APO) der OTH Regensburg eine Abweichung von den in den Studienprüfungsordnungen (SPOen) festgelegten Prüfungsformen erlaubt. Infrage kamen im SoSe 2020 bis SoSe 2021 u. a. die folgenden Prüfungsformen:

- schriftliche Prüfung, mit Begrenzung der maximal möglichen Prüfungsdauer auf 90 min
- mündliche Prüfung
- Studienarbeit
- Take-Home-Exam

Eine *mündliche Prüfung* ist aufgrund der großen Anzahl an Prüflingen und der Anforderung, dass zwei Prüfer teilnehmen müssen, praktisch mit sehr hohem Aufwand verbunden. Aus diesem Grund wurden mündliche Prüfungen in den Bauphysik-Modulen nicht angeboten.

Studienarbeiten führen im ersten Semester oft zu oberflächlichen Ergebnissen und bedürfen einer angemessenen Themenauswahl. Bei vielen Prüflingen wird die Themenfindung zunehmend schwieriger. Daher wurden Studienarbeiten nur für Wiederholungsprüfungen eingesetzt.

Ein *Take-Home-Exam* ist eine schriftliche Prüfung, die von den Prüflingen zum Prüfungstermin von einem Prüfungsportal (z. B. MOODLE) heruntergeladen wird, eigenständig und ohne Aufsicht bearbeitet wird und nach einer vorgegebenen Zeit wieder auf das Prüfungsportal hochgeladen wird. Die Prüflinge müssen eine Erklärung abgeben, die Arbeit selbstständig und ohne Hilfe Dritter bearbeitet zu haben. Diese im SoSe 2020 neu eingeführte Prüfungsform ist seitdem relativ häufig an der OTH Regensburg durchgeführt worden, mit gemischtem Erfolg. Neben vielen unproblematischen THE-Prüfungen gab es immer wieder technische Probleme beim Up- und Download der Prüfungen, beim Einhalten der Zeitvorgaben

sowie Fälle von Unterschleif (Gruppenarbeit).

Auf Basis dieser Möglichkeiten wurde (auch im Sinne der Chancengleichheit und der Wiederholbarkeit) zunächst entschieden, die Prüfungen in den Bauphysik-Grundlagenmodulen regulär als schriftliche Prüfungen in Präsenz durchzuführen (SoSe 2020). Informelle Umfragen zeigten, dass auch die Studierenden diese Prüfungsform bevorzugen. Dies liegt wahrscheinlich daran, dass eine alternative Prüfungsform wie z. B. ein THE zu viele Unwägbarkeiten für die Studierenden mit sich bringt. Die Prüfungen im SoSe 2020 wurden dementsprechend regulär durchgeführt (unter Beachtung des zu diesem Zeitpunkt geltenden Hygienekonzepts der OTH Regensburg) und funktionierten reibungslos.

Im Prüfungszeitraum des WiSe 2020/21 befand sich Regensburg in der „zweiten Welle“, mit hohen Inzidenzzahlen und ohne nennenswerten Anteil an Geimpften. Aus diesem Grund wurden an der gesamten Hochschule sehr viele Prüfungen auf alternative Prüfungsformen umgestellt. Das Modul „Bauphysik 1“ (für Bauingenieure und für Bauklimatik) wurde auf die Prüfungsform THE umgestellt. Im Großen und Ganzen verliefen die THE-Prüfungen zufriedenstellend, abgesehen von einigen technische Problemen auf Seiten der Prüflinge, die aber gelöst werden konnten. Die Korrektur der Prüfungen und der auffallend gute Notenspiegel offenbarten jedoch, dass offensichtlich nicht alle Studierenden sich an die abgegebene Erklärung der eigenständigen Bearbeitung gehalten haben. Die Vermeidung von Unterschleif ist ein grundsätzliches Problem der Prüfungsform THE, der Nachweis von Unterschleif sehr schwierig.

Im Prüfungszeitraum des SoSe 2021 waren die Inzidenzzahlen in Regensburg sehr niedrig, daher wurde (auch mit den Erfahrungen des WiSe 2020/21) wieder auf reguläre schriftliche Prüfungen umgestellt. Die Ergebnisse der Prüfungen legen den Schluss nahe, dass die Studierenden in den niedrigen Semestern zunehmend „Zoommüde“ sind und die Motivation zur Eigenarbeit im Vergleich zu den ersten Corona-Semestern gesunken ist. In den höheren Semestern scheint dies nach Erfahrung der Autoren nicht in gleichem Maße der Fall zu sein.

Im Modul „Bauphysik II“ bestand der Leistungsnachweis aus Studienarbeiten, z. B. ein Thema im Gebiet der Gebäudesimulation, die mithilfe eines durch das Rechenzentrum eingerichteten Remote-Zugriffs auf Hochschulrechner und -Software problemlos in virtuellen Kleingruppen bearbeitet und in Breakout-Sessions betreut werden konnten. Dieses Format hat die Interaktion zwischen Studierenden und Lehrenden deutlich intensiviert und fand großen Anklang bei den Studierenden.

Im Masterstudiengang Bau besteht die Prüfungsleistung im Modul „Ausgewählte Kapitel der Bauphysik“ regulär aus einer 15-minütigen Präsentation zu einem vorgegebenen Thema. In den Corona-Semestern wurde diese Prüfungsleistung auf eine Videopräsentation derselben Länge umgestellt. Dies wurde von den Studierenden begrüßt, da es hier mehr Möglichkeiten für kreative Ansätze gibt als bei einer regulären Präsentation in Präsenz (Animationen usw.). Zusätzlich wurde ein Peer-Review-Format eingeführt, bei dem die Studierenden sich in Kleingruppen angeleitet gegenseitig Feedback zu ihren Präsentationen gaben und die Inhalte vertiefen konnten. Auch dieses neue Format fand großen Anklang.

Diskussion

Die Umstellung der bauphysikalischen Grundlagenmodule auf Online-Lehrveranstaltungen war mit zahlreichen Herausforderungen versehen. Online-Lehre war sowohl für die Lehrenden als auch für die Studierenden eine neue Erfahrung, und so wurde viel Neues ausprobiert und vieles improvisiert. Von Seiten der Studierenden gab es großes Verständnis, auch wenn anfangs nicht immer alles optimal lief. Insgesamt ist der Umstieg auf Online-Lehre aber gut gelungen. Als wesentliche Herausforderung im Alltag der Lehre hat sich die mangelnde Interaktion zwischen Lehrenden und Studierenden sowie unter den Studierenden herausgestellt. Interaktive Elemente und Gruppenarbeiten in den seminaristischen Lehrveranstaltungen sind daher kritische Bestandteile. Hier hat sich jedoch gezeigt, dass sich auch bei den Studierenden mittlerweile eine gewisse „Zoom-Müdigkeit“ breitgemacht hat. Dies lässt sich auch an den Prüfungsergebnissen ablesen, die im Laufe der drei Coronasemester tendenziell schlechter geworden sind (obwohl das Niveau der Prüfungen gleich geblieben ist oder sogar abgesenkt wurde). Nicht unterschätzt werden darf auch der Einfluss der fehlenden sozialen Interaktionen außerhalb der Lehrveranstaltungen auf die Leistungen und das allgemeine Wohlbefinden der Studierenden. Aus diesen Gründen ist es sehr wünschenswert, möglichst bald wieder zu Präsenzunterricht zurückzukehren (unter Berücksichtigung der geltenden Hygienemaßnahmen). Viele der neu gewonnenen Erkenntnisse, Fähigkeiten und Tools werden dabei in Zukunft die Präsenzlehre bereichern.

Literatur

[1] Microsoft OneNote. https://www.microsoft.com/de-de/microsoft-365/onenote/digital-note-taking-app

[2] Kahoot. www.kahoot.com

[3] Padlet. www.padlet.com

[4] FragJetzt. https://frag.jetzt/home

[5] PhET. https://phet.colorado.edu/de/

[6] PhET-Simulation *Masse und Federn*. https://phet.colorado.edu/de/simulation/masses-and-springs

[7] Bautherm GEG 18. https://bmz-shop.de/BAUTHERM-GEG-18

[8] phyphox – physical phone experiments. https://phyphox.org/de/home-de/

[9] C. Schäfle: Physics Lab at Home – Wärmedurchlasskoeffizient eines Thermobechers. Technische Hochschule Rosenheim, 2020.