

zh
aw

School of
Engineering

ENGINEERS
2022



AVIATIK 7



**ELEKTRO-
TECHNIK** 17

**ENERGIE- UND
UMWELTECHNIK** 29



**MASCHINEN-
TECHNIK** 53



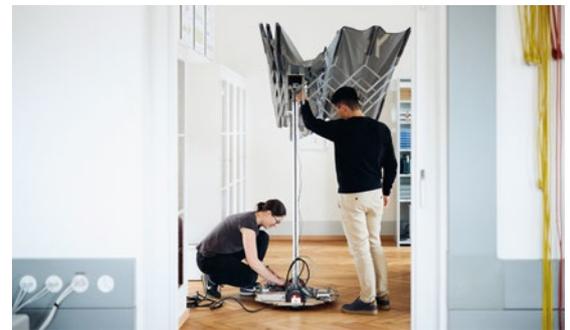
INFORMATIK 41



**SYSTEM-
TECHNIK** 65



**VERKEHRS-
SYSTEME** 77



**WIRTSCHAFTS-
INGENIEURWESEN** 89



AUSGEZEICHNET 118



STARTUPS 120

**MASTER OF SCIENCE
IN ENGINEERING** 103



**FORMULA
STUDENT** 122



ALUMNI 124



«Die Intelligenz besteht nicht nur im Wissen, sondern auch in der Fähigkeit, das Wissen anzuwenden.» Aristoteles

Vom Problem zur Lösung – Wissen in der Praxis anwenden

Liebe Leserin, lieber Leser

Fachhochschulen sind bekannt für ihre Praxisorientierung und den engen Austausch mit der Wirtschaft. Hierin unterscheiden sie sich von universitären Hochschulen, deren Fokus auf der Vermittlung von Grundlagenwissen liegt. An der ZHAW School of Engineering legen wir Wert darauf, dass unsere Studierenden das Gelernte vom ersten Semester an in unterschiedlichen Aufgabenstellungen anwenden. Damit sind sie besonders auf die Bachelor- und Masterarbeit am Ende ihres Studiums vorbereitet, in der sie eigene Lösungen für reale Problemstellungen entwickeln.

In der vorliegenden Publikation stellen wir Ihnen eine Auswahl der diesjährigen Abschlussarbeiten aus verschiedenen technischen Studiengängen vor. Zum Teil sind sie in Zusammenarbeit mit einem Industrie- oder Dienstleistungsunternehmen entstanden. Ich würde mich freuen, wenn dieser Einblick weitere junge Menschen dazu motiviert, ein technisches Studium in Angriff zu nehmen. Die Zukunftsaussichten für Informatikerinnen und Ingenieure waren nie besser als heute.

Insgesamt haben rund 450 junge Frauen und Männer ihr Studium im Sommer 2022 an der ZHAW School of Engineering abgeschlossen. Ich wünsche ihnen viel Glück und Erfolg für die Zukunft und hoffe, dass sie ihre Studienzeit in guter Erinnerung behalten.



Prof. Dr. Dirk Wilhelm
Direktor ZHAW School of Engineering

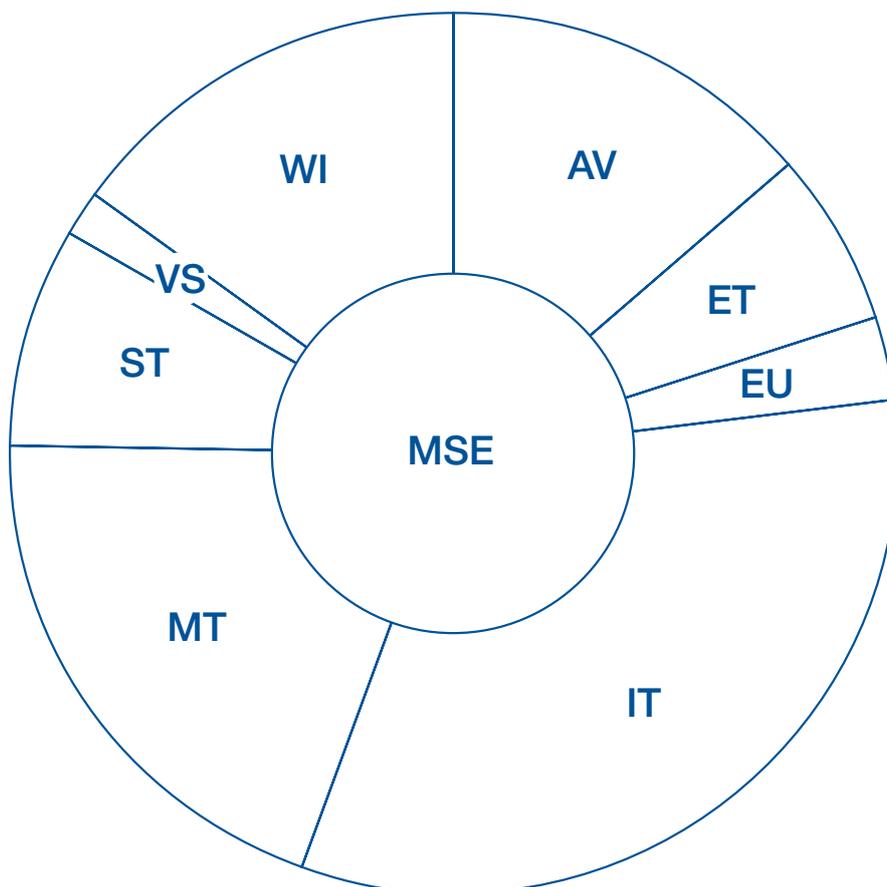


Studiengänge im Überblick

Das Studienangebot der ZHAW School of Engineering orientiert sich an den Bedürfnissen der Wirtschaft und vermittelt eine wissenschaftlich fundierte Ingenieurausbildung mit starkem Praxisbezug und interdisziplinärem Ansatz. Neun* Bachelorstudiengänge und der Master of Science in Engineering bieten ideale Voraussetzungen für eine erfolgreiche Karriere als Ingenieurin oder Ingenieur.

* Der Studiengang **Data Science** startete erstmalig im Herbstsemester 2021.

ZHAW School of Engineering
Abschlussjahrgang 2022
 Total 521 Studierende



AV Aviatik
62 (54M/8F)

ET Elektrotechnik
29 (29M/0F)

EU Energie- und Umwelttechnik
13 (11M/2F)

IT Informatik
146 (134M/12F)

MT Maschinentechnik
89 (82M/7F)

ST Systemtechnik
36 (33M/3F)

VS Verkehrssysteme
8 (7M/1F)

WI Wirtschaftsingenieurwesen
67 (58M/9F)

MSE Master of Science in Engineering
71 (59M/12F)



THINK
COLL SCAS STOP

ENGINE

NT % 44

RD % 0

ROT % 0

PP LBSA 0

TRIM

CONTROL SURFACES

C.G.

25%

AUTO-PILOT

MODE

Roll (deg)	0
Pitch (deg)	0
Yaw (kt)	0.00206758
Gamma (deg)	2.75306e-07
LDG (-)	1
CPLP (deg)	0
DETR (deg)	1
YawRate L/R	-0.434783
YawRate R/L	-0.434783
-APPR	625.802
Roll pitch (N)	1.80335
Roll (N)	-0.0757947
Yaw (N)	1.1045
DE (deg)	8
PA (deg)	-1.07363
DR (deg)	0.0879544
AP_ALT (ft)	0
AP_SPEED (kt)	100
AP_VS (ft/min)	0
AP_HDG (deg)	0



Knock

- No op
- cockpit
- propeller
- flaps
- brake

In der Luftfahrt gilt es, innerhalb kurzer Zeit eine Vielzahl unterschiedlicher Aufgaben zu bewältigen. Das erfordert von allen Beteiligten umfangreiche Fachkenntnisse, eine vernetzte Denkweise, Team- und Kommunikationsfähigkeit sowie Selbstständigkeit bei der Arbeit im Spannungsfeld von Mensch, Technik und Umwelt. Das Bachelorstudium Aviatik vermittelt dafür fundierte naturwissenschaftliche und fachspezifische Grundlagen.

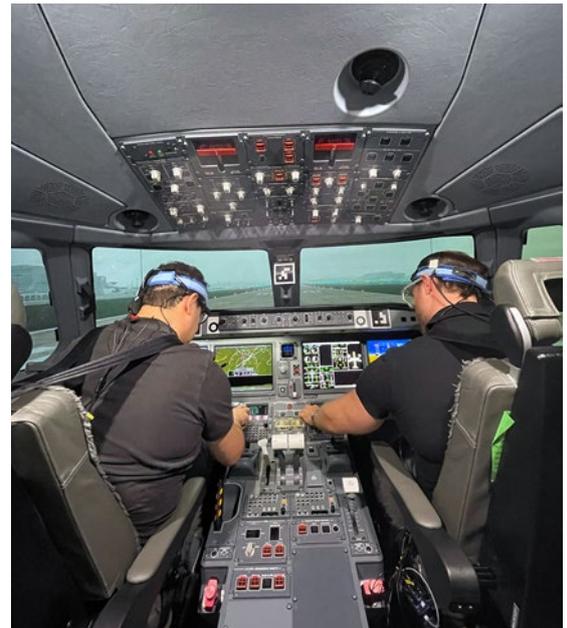
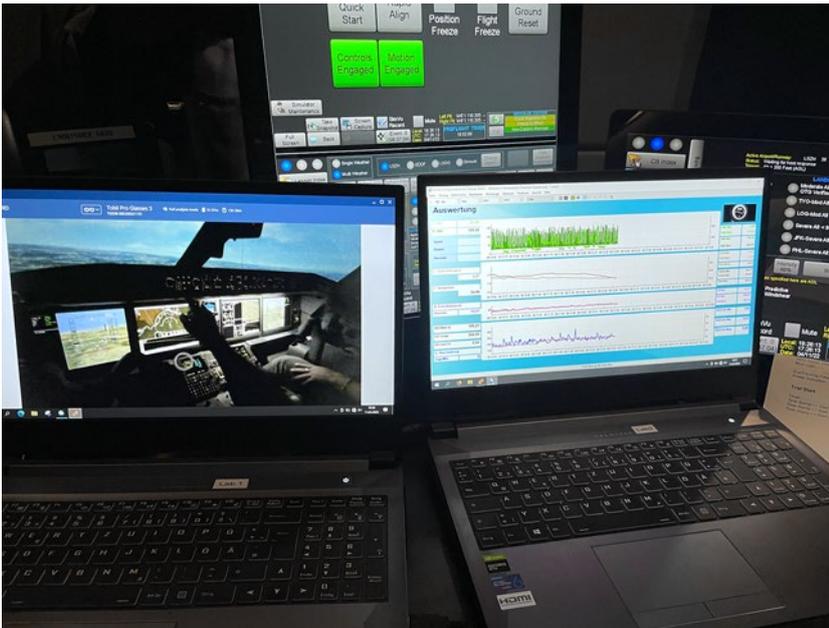
Mit Daten das Piloten- training verbessern

Die alljährlichen Checks von Pilotinnen und Piloten entwickeln sich stetig weiter. Serafin Curti, Joshua Scheurer und Lukas Jungo haben für ihre Bachelorarbeit untersucht, inwieweit psychophysiologische Daten, die während des Trainings im Flugsimulator erhoben werden, in Kombination mit Eye-Tracking zu besseren Piloten-Trainings führen.

Serafin Curti, Joshua Scheurer und Lukas Jungo haben untersucht, welche psychophysiologischen Daten und welche Eye-Tracking Analysen das Pilotentraining verbessern können.

«Zwar haben am Ende alle Daten Sensivität angezeigt, letztendlich am meisten Aussagekraft hatte unseren Untersuchungen zufolge jedoch das Eye-Tracking.» Lukas Jungo





1

2

1 Echtzeitdaten des Eye-Trackers (linker Bildschirm, roter Kreis) und der Biosensoren (rechter Bildschirm) im Feldversuch im Embraer-E2 Simulator von Lufthansa Aviation Training.

2 Helvetic-Piloten bereiten sich für den Start eines weiteren Manövers des BA-Teams auf der Piste 28 des Flughafens Zürich vor.

Das Konzept des Evidence Based Training (EBT) soll bei den jährlichen Checks den Pilotinnen und Piloten mehr Entscheidungsfreiheit geben, um so mehrere Wege der Problemlösung zuzulassen. Das Training wird anhand eines normalen Linienflugs simuliert, wobei die Crew auf verschiedene Szenarien, etwa den Ausfall eines Triebwerks, reagieren muss. Für die Verbesserung des EBT haben die Aviatik-Absolventen Serafin Curti, Joshua Scheurer und Lukas Jungo in zwei Feldversuchen in Flugsimulatoren der Lufthansa Aviation Training in Zusammenarbeit mit Helvetic Airways neben Eye-Tracking-Daten auch psychophysiologischen Daten der Pilotinnen und Piloten erfasst. Anhand dieser soll die Belastung der Testpersonen ermittelt werden. «Untersucht dabei haben wir auch, welche Daten für das Training Aussagekraft besitzen und welche nicht», erklärt Serafin Curti. Neben Hauttemperatur, Hautleitfähigkeit, Puls, Muskelaktivität, Atemrate wurde auch die Hirnaktivität gemessen.

Grösse der Pupille mit viel Aussagekraft

«Zwar haben am Ende alle Daten Sensivität angezeigt, letztendlich am meisten Aussagekraft hatte unseren Untersuchungen zufolge jedoch das Eye-Tracking», nennt Lukas Jungo eines ihrer Forschungsergebnisse. Mit-

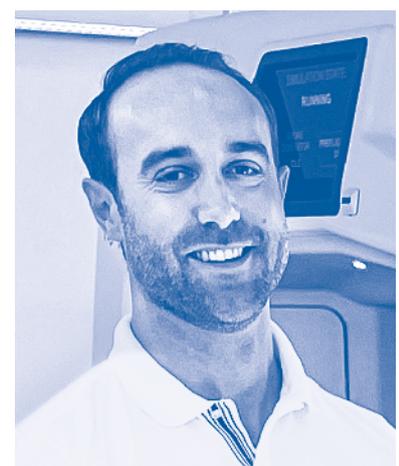
hilfe der Eye-Tracking-Brille konnten sie nicht nur die Blickbewegung erfassen, sondern auch den Pupillendurchmesser beobachten, den die drei Aviatiker als interessantesten Testparameter einschätzen. «Bei Situationen, in denen man schnell reagieren muss und unter Stress steht, weitet sich die Pupille. In stressfreien Momenten passiert das Gegenteil», erläutert Lukas Jungo. Inwieweit Eye-Tracking das Training verbessert, gibt es unterschiedliche Ansichten. «Einig ist man sich, dass man Pilotinnen und Piloten damit zeigen kann, wo sie einen Fehler gemacht haben», erklärt Serafin Curti. Etwa, ob bestimmte festgelegte Abläufe, in der Fachsprache Scanning Patterns genannt, eingehalten worden sind oder nicht.

Fertiges Trainingstool als langfristiges Ziel

Ob und für wen, Anfänger oder erfahrene Pilotinnen, die Daten Bestandteil des Training werden, ist noch nicht festgelegt. Für die Absolventen steht aber fest, dass das Eye-Tracking für alle Gruppen wertvolle Inputs liefert. «Ziel ist es, dass in sechs bis sieben Jahren ein fertiges System entsteht, das in das Training integriert werden kann. Mit unserer Vorstudie haben wir den ersten Schritt gemacht, worauf weitere Bachelorarbeiten aufbauen können», fasst Joshua Scheurer zusammen.

«Als innovative Schweizer Airline möchten wir unsere Pilotentrainings stets auf dem neusten Stand der Technik halten. Durch die Zusammenarbeit mit Joshua, Lukas und Serafin sowie dem Zentrum für Aviatik ZHAW haben wir einen wichtigen Schritt in Richtung noch besserer Trainingsauswertung machen können.»

Sandro Huber, First Officer bei Helvetic, externer Berater für das ZHAW-Zentrum für Aviatik



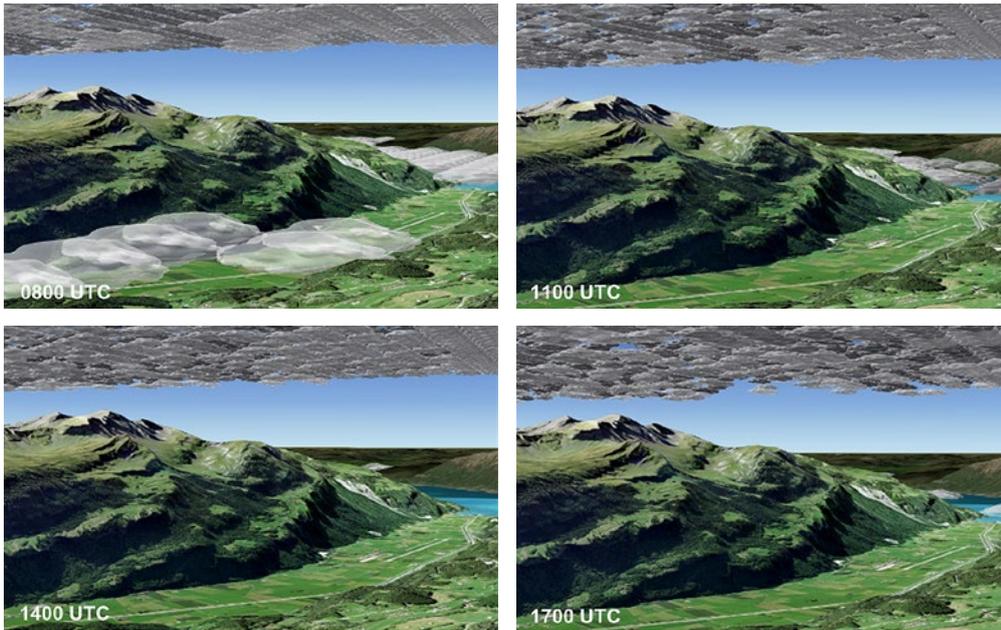
Visualisierung von Flugwettergefahren in 3D

Tim Tschannen und Niculin Zurbrügg wollten eine praktische Arbeit mit Mehrwert durchführen, um ihr Bachelorstudium abzuschliessen. Mit dem Prototyp einer Web-App, die Piloten und Pilotinnen Wetterinformationen im dreidimensionalen Raum darstellt, haben sie genau das erreicht.

Tim Tschannen und Niculin Zurbrügg haben eine Web-App zur Visualisierung von Flugwettergefahren programmiert.

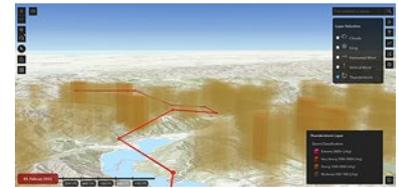
«Mit der Entwicklung des Prototyps haben wir ein Produkt entwickelt, welches in Zukunft hoffentlich Pilotinnen und Piloten bei ihrer Flugplanung eine Hilfe sein kann.» Tim Tschannen





1 In der Web-App werden unter anderem Wolkenschichten und Nebelfelder angezeigt.

2 Pilotinnen und Piloten können ihre Flugrouten in der Web-App eingeben.



1

2

Private Piloten und Pilotinnen müssen vor dem Start in einem Briefing überprüfen, ob die aktuelle Wetterlage einen Flug überhaupt zulässt. Dazu nutzen sie zweidimensionale Flugwetterkarten von unterschiedlichen Anbietern. Gerade für unerfahrene Piloten oder Pilotinnen kann es eine Schwierigkeit sein, sich die zweidimensionalen Angaben dreidimensional vorzustellen. Mit dem Ziel, das Wetter verständlicher zu präsentieren, haben die Aviatik-Absolventen Tim Tschannen und Niculin Zurbrügg in ihrer Bachelorarbeit einen Prototypen einer Web-App entwickelt, welche die Wetterdaten dreidimensional visualisiert.

Von der Evaluation zum Prototyp

«Wir haben schon in unserer Projektarbeit eine erste Machbarkeitsstudie durchgeführt», sagt Niculin Zurbrügg. «Die anschliessende Bachelorarbeit besteht nun aus zwei Teilbereichen – einerseits der Datenverarbeitung und andererseits der Web-App». Als Basis dienen meteorologische Modelldaten von MeteoSchweiz, welche in einem ersten Schritt für die Visualisierung vorbereitet und in einem weiteren Schritt in der Web-App angezeigt werden. Diese stellt nebst der Gewitterwahrscheinlichkeit, der Bewölkung und der Vereisungsgefahr auch horizontalen und vertikalen Wind dar – allesamt wichtige Faktoren für die Flugplanung.

Ein zukunftsfähiges Produkt

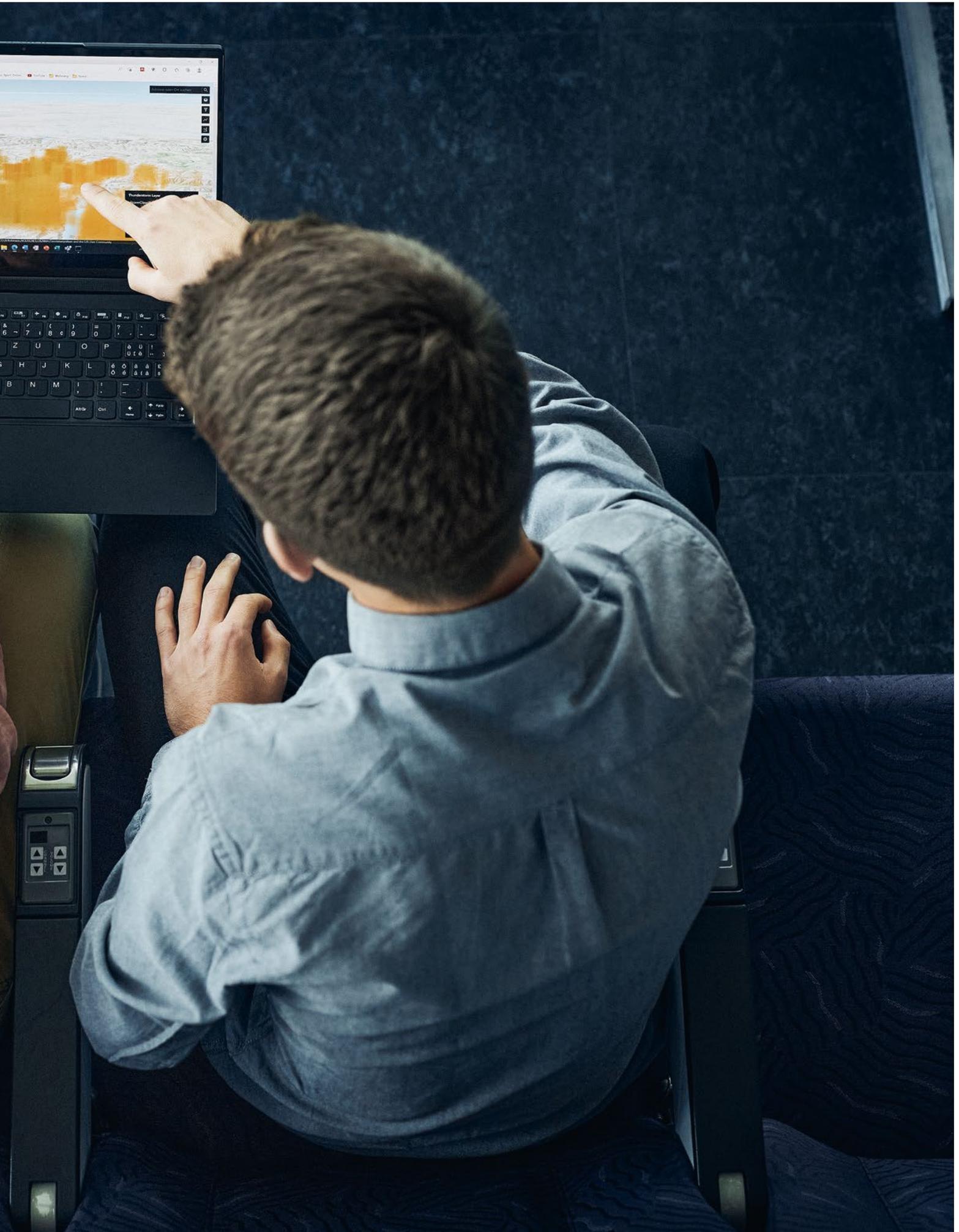
Das Ergebnis ist ein funktionierender Prototyp, der eine Grundlage für fortführende Arbeiten ist. Piloten und Pilotinnen steht in der Web-App nicht nur die Darstellung von Wettergefahren zur Verfügung, sie können in der Applikation ebenfalls ihren Flugweg eingeben und das Wetter auf der geplanten Flugroute analysieren. Die Studenten sehen noch Verbesserungspotential: «Es gibt noch viele Möglichkeiten, die Web-App zu verbessern, sei es aus meteorologischer oder aus technischer Sicht», sagt Niculin Zurbrügg. Dennoch finden die Aviatiker ihre Arbeit gelungen. «Unsere Motivation war, eine praktische Arbeit durchzuführen und einen Mehrwert zu schaffen», fasst Tim Tschannen zusammen. «Mit der Entwicklung des Prototyps haben wir ein Produkt entwickelt, welches in Zukunft hoffentlich Pilotinnen und Piloten bei ihrer Flugplanung eine Hilfe sein kann.»

Als nationaler Flugwetterdienst erstellt MeteoSchweiz Tag und Nacht möglichst genaue Wettervorhersagen für die Luftfahrt. Die verständliche Darstellung dieser in der Regel dreidimensionalen Information ist nicht trivial. Die Studie und der entwickelte Prototyp zeigen interessante Möglichkeiten für die Zukunft auf.

Andreas Asch, Meteorologe und Fachspezialist Flugwetter, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz







Sicher am Boden ankommen, bei jedem Wetter

Wie können Flugzeuge bei schlechter Sicht möglichst sicher landen? Valentin Fischer und Patrik Steiner nahmen zwei Präzisionslandesysteme genau unter die Lupe und konnten aufzeigen, dass ein System mit GPS-Daten besonders zuverlässig läuft. – Sofern die Flughäfen und Flugzeuge entsprechend ausgerüstet sind.

Patrik Steiner und Valentin Fischer liebten es, für ihre Bachelorarbeit auf und rund um den Flughafen unterwegs zu sein.

«Wir verbrachten den ganzen Tag vor Ort, die Flugzeuge direkt über unseren Köpfen.» Patrik Steiner





1 «Die Flugzeuge flogen direkt über unseren Köpfen!» Für Fischer und Steiner waren die Messungen vor Ort ein Highlight.

2 Auto und Westen durften die Aviatik-Absolventen vom Flughafen Zürich nutzen.

3 Das Equipment für die GBAS-Signalmessungen besorgten Fischer und Steiner auf eigene Faust, die Ergebnisse stellten sie in dieser Karte dar.



1

2

Im gelben Auto mit der Aufschrift «Airport Authority», gekleidet in Leuchtwesten des Flughafens Zürich führen die Aviatik-Absolventen Valentin Fischer und Patrik Steiner über das Flughafengelände und massen die Signale der Präzisionslandesysteme. «Das war das Highlight unserer Arbeit», sagt Steiner. «Wir verbrachten den ganzen Tag vor Ort, die Flugzeuge direkt über unseren Köpfen.» Steiner und Fischer wollten herausfinden, wie gross die Schwachstellen von zwei Landesystemen sind, die aktuell in Zürich eingesetzt werden. «Es ging darum, die Systeme zu vergleichen und anschliessend für das modernere der beiden Systeme zu prüfen, wie gut die Signal-Abdeckung auf dem gesamten Flughafen ist.» Wenn ein Flugzeug bei der Landung schlechte Sicht hat, übernimmt der Autopilot. Um die Maschine sicher und präzise zu landen, benötigt dieser möglichst genaue Daten.

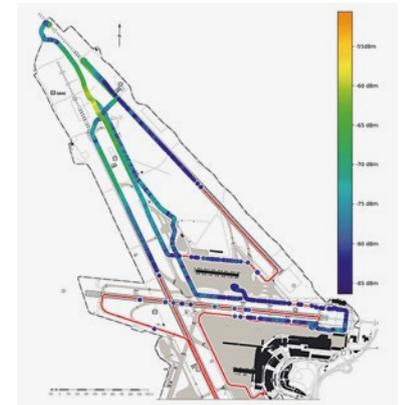
Wenn Signale den Autopiloten in die Irre führen

Die Daten erhält der Bordcomputer via eines der beiden Landesysteme «ILS» oder «GBAS». ILS ist ein älteres, analoges System. Dieses ist anfällig für Störungen. GBAS ist ein neueres System, das mit GPS-Daten arbeitet. Da auch hier Störungen zwischen Flugzeug und Satelliten auftreten können, verfügt der Flughafen Zürich über eine

Referenzstation am Boden, die diese Störungen korrigiert. «Dieses System funktioniert sehr gut und zuverlässig. Es ist weniger anfällig für Störungen als das ILS», sagt Fischer. «Es gab mit ILS schon Zwischenfälle aufgrund von Signalstörungen», ergänzt Steiner. «In München landete ein Flugzeug neben der Piste.» Da GBAS aber relativ neu ist und nur wenige Airlines ihre Flugzeuge damit ausgerüstet haben, kommt ILS häufiger zum Einsatz.

Technologie weiterentwickeln

«Das ist an sich kein Problem, da man Sicherheitsmassnahmen eingerichtet hat. Diese führen aber bei schlechtem Wetter immer wieder zu Verzögerungen im Flugverkehr», so Steiner. Der grösste Nachteil beim moderneren System GBAS liegt aktuell bei der Abdeckung. Die Signale werden am Flughafen Zürich am Boden stellenweise nur schwach oder gar nicht empfangen, wie Steiner und Fischer herausgefunden haben. Aus diesem Grund müssen Flugbesatzungen im letzten Teil des Landeanflugs Sichtkontakt zur Landebahn haben. «Noch ist die Technologie für Landungen ganz ohne Sicht aber nicht verfügbar und bis auch die Airlines umstellen, wird es eine Weile dauern», so Fischer.



3

Die Programme, die Valentin Fischer und Patrik Steiner genutzt haben, um ihre Messungen zu analysieren, stellte ihnen das Institute of Signal Processing and Wireless Communications ISC der ZHAW zur Verfügung. Dafür sind die beiden dankbar. Sie haben das Programm weiterentwickelt und zusätzliche Codes geschrieben.





ELEKTRO- TECHNIK

Ingenieurinnen und Ingenieure der Elektrotechnik erarbeiten optimale Lösungen für technisch anspruchsvolle Aufgaben, unter anderem in den Bereichen Energie- und Antriebstechnik, Mikroelektronik, Digitaltechnik, Informations- und Kommunikationstechnologie, Sensorik und Computer Engineering.

Aus Bildern werden Zahlen

Instrumente in Flugzeugcockpits von Kleinflugzeugen lassen sich meist nicht über herkömmliche Schnittstellen auslesen. Das erschwert die Arbeit von Aviatik-Studierenden im flugwissenschaftlichen Praktikum. Die Elektrotechnik-Absolventen Markus Bodenmann und Florian Ulmschneider haben dafür eine Software programmiert, welche wichtige Daten aus Videoaufzeichnungen ausliest.

Markus Bodenmann und Florian Ulmschneider haben eine Software entwickelt, die aus einer Videoaufnahme vom Cockpit wichtige Daten auslesen kann.

«Die ausgelesenen Werte können von den Dozierenden und Aviatik-Studierenden sehr gut genutzt werden für die Arbeiten im Praktikum.»

Florian Ulmschneider





1 Die perspektivisch korrigierten Aufnahme lassen sich die Instrumente markieren.

2 Die Piloten und Pilotinnen dürfen nicht durch die Kameras behindert werden, weshalb meist eine schräge Ansicht auf die Instrumente gewählt werden muss.

3 Die Software erkennt auch einzelne Ziffern.



1

2



3

Jedes Jahr absolvieren die Studierenden des Studiengangs Aviatik im deutschen Nordholz ein flugwissenschaftliches Praktikum. Dort lernen sie die Arbeitmethoden von Flugtestingenieurinnen und Testpiloten kennen. Sie lernen, wie Messflüge vorbereitet und durchgeführt werden. Die aufgezeichneten Daten werden mit wissenschaftlichen Methoden ausgewertet und in Berichten dokumentiert. Ein direktes Auslesen der Daten aus den Cockpitinstrumenten würde einen Eingriff in das Flugzeug bedeuten und ist deshalb nicht möglich. Daher werden die Anzeigen während der Testflüge mit einer Kamera aufgezeichnet. Die beiden Elektrotechnik-Absolventen Markus Bodenmann und Florian Ulmschneider haben eine Software entwickelt, welche die Anzeigewerte aus den Videoaufnahmen zuverlässig ausliest.

Ein Algorithmus für jedes Instrument

«Wir haben dazu ein User Interface implementiert, auf welchem die Videoaufnahmen zugeschnitten und stabilisiert werden können», erklärt Markus Bodenmann. «Zusätzlich kann auch die Perspektive korrigiert werden, damit die Instrumente unabhängig von der genauen Position der Kamera verlässlich ausgelesen werden können.» Je nach Instrumententyp – beispielsweise dem Drehzahlmesser oder dem

Höhenmesser – haben die beiden Aviatiker einen anderen Algorithmus verwendet, um den Anzeigewert aus dem Video zu extrahieren. So können Winkel, Skalen oder Zahlen ausgelesen werden. «Wir haben einerseits konventionelle Bildverarbeitungs-algorithmen verwendet und andererseits ein neuronales Netz trainiert, welches Ziffern erkennt», sagt Florian Ulmschneider.

Hilfreiches Tool für Aviatik-Studierende

Für beide war dies das erste Mal, so ein grosses Bildverarbeitungsprojekt in Eigenregie umzusetzen. «Für die Software haben wir zusätzlich das Programmieren mit Python gelernt», sagt Markus Bodenmann und sein Studienkollege ergänzt: «Wir haben uns ausserdem noch nie so konkret mit Machine Learning auseinandergesetzt. Aber es hat wirklich Spass gemacht.» Das Ergebnis kann sich entsprechend sehen lassen. «Das Hauptresultat dieser Arbeit ist eine auf Linux und Windows lauffähige Software, die unsere eigenen Erwartungen bezüglich Zuverlässigkeit und Funktionalität übertroffen hat», so Florian Ulmschneider. «Die ausgelesenen Werte können von den Dozierenden und Aviatik-Studierenden sehr gut genutzt werden für die Arbeiten im Praktikum.»

«Diese Arbeit ist ein gutes Beispiel für die Anwendung von Computer Vision und Machine Learning zur Automatisierung einer zeitaufwändigen, ungeliebten und gleichzeitig fehleranfälligen Aufgabe, die man von Hand kaum je durchführen würde.»

Dr. Martin Weisenhorn, Schwerpunkt-leiter Digitale Signalverarbeitung



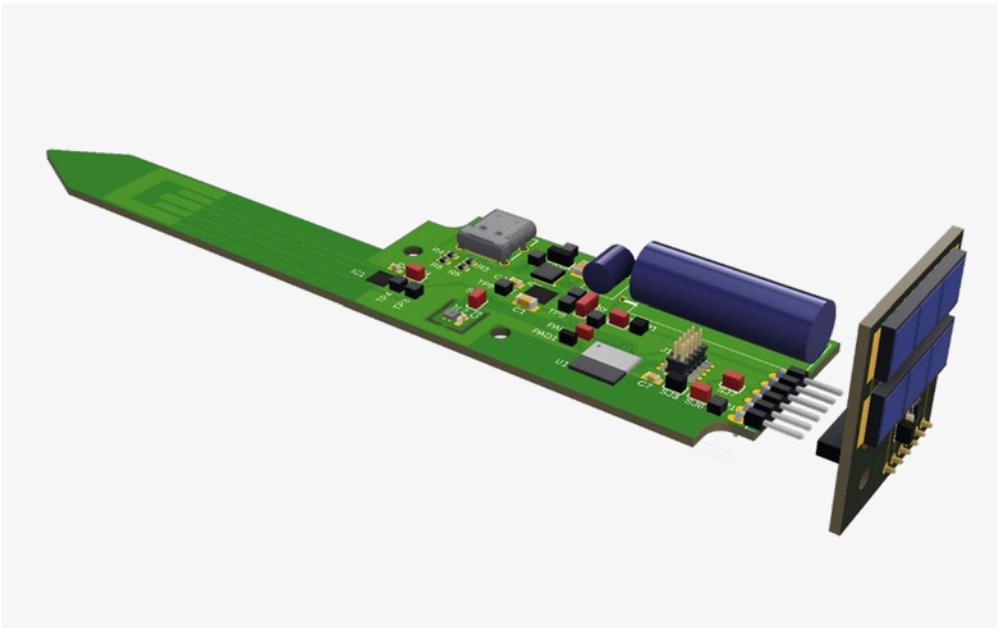
Ein Sensor, der ans Giessen erinnert

Ein Blick auf den Bildschirm und schon weiss man, ob die Zimmerpflanze Wasser braucht, es ihr zu kühl ist oder ob sie zu viel Sonne abbekommen hat. Ein Sensor, der sich via Solarzelle selbst mit Strom versorgt, macht's möglich. Lukas Ribi und Simon Uebigau haben für ihre Bachelorarbeit den Prototyp eines solchen Pflanzensensors erfolgreich umgesetzt.

Lukas Ribi und Simon Uebigau entwickelten einen Sensor zur Überwachung von Pflanzen, der dank einer Solarzelle energieunabhängig funktioniert.

«Ein Power-Controller sorgt dafür, dass die Solarzelle bei maximaler Effizienz betrieben wird, die gewonnene Energie wird dabei in dem Lithium-Kondensator gespeichert.» Lukas Ribi





1 Energieunabhängiger Sensor: Der Solarprint wird über eine Steckverbindung an die Leiterplatte angeschlossen, auf welcher die einzelnen Sensoren und der Controller angebracht sind.

2 Über eine Webseite werden alle Messdaten des Pflanzensensors übersichtlich dargestellt.



1

2

Klein und unauffällig sieht der Pflanzensensor aus, den die Elektrotechnik-Absolventen Lukas Ribí und Simon Uebigau für ihre Bachelorarbeit entwickelt haben. Dabei steckt in dem kleinen Gerät jede Menge Technik. Neben Temperatur, Helligkeit und relativer Luftfeuchtigkeit kann es auch den Feuchtigkeitsgehalt der Erde überwachen. Alle Daten werden via Bluetooth-Low-Energy (BLE) an eine zentrale Datenstation übermittelt. Eine erste Version haben die beiden in ihrer Projektarbeit entwickelt. Somit ist ihre Abschlussarbeit eine Weiterentwicklung, jedoch mit einem entscheidenden Vorteil: «Dank der kleinen Solarzelle ist der Pflanzensensor energieunabhängig und versorgt sich selbst mit Strom», erklärt Simon Uebigau. Neben Sonnenlicht reicht auch künstliches Umgebungslicht, um den Sensor zu betreiben. Zusätzlich dient ein Lithium-Kondensator als Zwischenspeicher. «Ein Power-Controller sorgt dafür, dass die Solarzelle bei maximaler Effizienz betrieben wird, die gewonnene Energie wird dabei in dem Lithium-Kondensator gespeichert, so ist die Energieversorgung des Sensors durchgehend sichergestellt», führt Lukas Ribí aus.

Breites Anwendungsgebiet

Verwenden lässt sich der Sensor in unterschiedlichen Bereichen: «Etwa in Gärtnereien zur Pflanzenüberwachung,

aber auch in privaten Haushalten», erklärt Simon Uebigau. Alle Messdaten werden zentral gespeichert und sind über eine Website abrufbar. «Wer Zuhause viele Pflanzen hat, kann den Sensor als Erinnerungsfunktion etwa fürs Giessen verwenden», sagt Lukas Ribí. Vorstellbar sei aber auch die Integration in ein bestehendes Netzwerk. So könnten die Pflanzen, sobald der Sensor einen bestimmten Trockenheitswert misst, automatisch bewässert werden.

Lieferprobleme als Risikofaktor

Um ihren Sensor jedoch erfolgreich umsetzen zu können, waren Simon Uebigau und Lukas Ribí auch von Faktoren abhängig, auf die sie wenig Einfluss hatten. «Das grösste Problem zu Beginn war, dass der Lichtsensor nicht mehr lieferbar war», erinnern sich die Absolventen. Denn wie die gesamte Tech-Industrie waren auch sie von den Lieferproblemen bei Silizium betroffen. «Die Suche nach einem lieferbaren Lichtsensor hat uns relativ viel Zeit gekostet», sagt Simon Uebigau. Und auch das Fertigen des Prototyps stellte sich als recht kompliziert heraus. Doch am Ende wurde er rechtzeitig fertig und hat den ersten Test erfolgreich überstanden.

«Die Absolventen haben erfolgreich einen anspruchsvollen Prototypen für eine lebensnahe Anwendung entwickelt, wobei sie das Gelernte, viel Engagement, moderne umweltfreundliche Technologien und einige wettbewerbsfähige lokale Komponenten eingesetzt haben. Eine weitere Entwicklung ist vorgesehen.»

Prof. Dr. Marcel Meli, Schwerpunkt-leiter Wireless Systems Group



«Als wir Gewissheit hatten, dass unsere Berechnungen korrekt aufgingen, war das ein echtes Erfolgserlebnis»

Was hat Ihnen an ihrer Abschlussarbeit am meisten Spass gemacht?

SU: Erfolgserlebnisse machen einem natürlich am meisten Spass. Etwa der Testbetrieb unseres Pflanzensensors. Für den Zeitraum eines Wochenendes berechneten wir zuvor den nötigen Strombedarf, der durch die Solarzelle abgedeckt werden sollte. Als wir dann nach den zwei Tagen Gewissheit hatten, dass unsere Berechnungen korrekt aufgingen und die Energie für den Sensorbetrieb ausreichte, war das ein echtes Erfolgserlebnis.

Bereich wird auch die automatisierte Überwachung von Zimmerpflanzen immer mehr zum Thema werden.

Ist denn geplant, den Pflanzensensor zu einem marktreifen Produkt weiterzuentwickeln?

SU: Das ist zunächst nicht geplant. Ziel des Projekts war es, vorerst zu testen, wie gut bestimmte Komponenten funktionieren wie etwa die Antenne für die Bluetooth-Übertragung. Auch testeten wir, wie sich der Sensor zur Feuchtigkeitsmessung, der eigentlich ein Berührungssensor ist, für unseren Einsatzbereich eignet.

«Ich denke, in dem wachsenden Smarthome-Bereich wird auch die automatisierte Überwachung von Zimmerpflanzen immer mehr zum Thema werden.» Lukas Ribí

LR: Schön war auch immer, wenn etwas funktioniert hat. Beispielsweise beim Programmieren der Software, wenn man einen Fehler ausfindig macht und es danach klappt, ist das immer ein tolles Erlebnis.

Was waren die grössten Herausforderungen?

SU: Neben dem Finden eines Lichtsensors, der schliesslich lieferbar war, stellte sich das Bestücken der Leiterplatte als recht anspruchsvoll heraus. Die Herausforderung bestand darin, den Controller so an die Leiterplatte zu löten, dass er exakt positioniert ist und zu allen 64 Pins Kontakt herstellen kann.

LR: Auch beim Programmieren hatten wir einige Herausforderungen zu überwinden. Zuerst konnten die Daten nur über eine kurze Distanz übermittelt werden, weswegen wir von einem Fehler in der Software ausgingen. Doch letztendlich stellte es sich als ein Hardwareproblem heraus. Wir benötigten einfach einen anderen Controller, da die Antenne beim alten sich als nicht ausreichend herausstellte. Als wir dann den Chip umgebaut hatten, funktionierte die Übertragung schon weitaus besser.

SU: Beim ersten Versuch erreichten wir Distanzen von lediglich zwei Metern, was zu wenig war. Hingegen mit den neuen Komponenten konnten wir auf dem Feld eine Distanz von 550 Metern überwinden.

Was nehmen Sie aus der Arbeit mir für Ihre berufliche Laufbahn?

LR: Für mich war die gesamte Bluetooth-Technik interessant, dort habe ich einen guten Einblick gewonnen, den ich bei meiner Arbeit gut einbringen kann. Ich werde im Bereich Storenbau und Storensteuerung bei der Firma Griesser in Aadorf anfangen zu arbeiten.

SU: Ich habe eine Stelle im Bereich Hardware-Entwicklung, wo unter anderem auch Leiterplatten und Schaltungen hergestellt werden. Das Wissen und der Einblick in die Low-Power-Technik, die beispielsweise bei Smartphones eingesetzt wird, hat mich persönlich am meisten interessiert, das kann ich sicher in meinem Beruf gebrauchen.

Wird künftig moderne Technik unsere Zimmerpflanzen im Blick behalten?

LR: Ich denke, in dem wachsenden Smarthome-



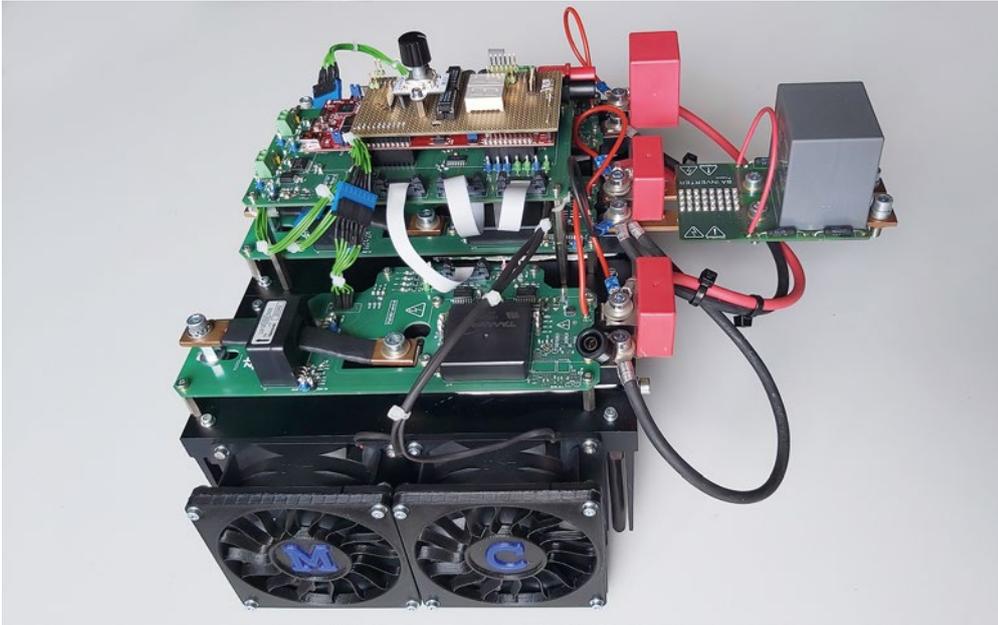
Wichtiger Schritt zum selbst gebauten Rennwagen

Beim internationalen Konstruktors-Wettbewerb «Formula Student» hat das Team «Zurich UAS Racing» der ZHAW das langfristige Ziel, alle Teile für ihren E-Rennwagen selbst zu entwickeln und zu bauen. Dafür leisten Marco Baumann und Claudio Schrepfer mit ihrer Bachelorarbeit einen wichtigen Beitrag, denn sie haben den Prototyp eines Drehstrominverters entwickelt.

Marco Baumann und Claudio Schrepfer haben einen Drehstrominverter konstruiert und angefertigt. Dieser soll mittelfristig in einen Rennwagen vom Formula Student Team der ZHAW eingebaut werden.

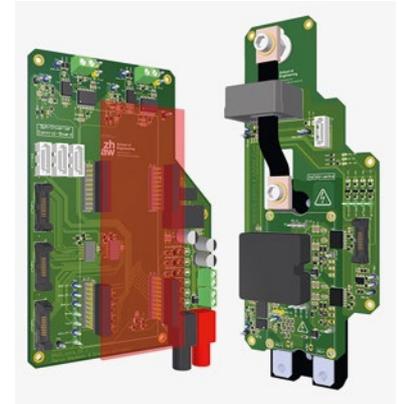
«Das ist schon ein Highlight, wenn am Schluss tatsächlich alles so zusammenpasst, wie wir es uns vorgestellt haben.» Marco Baumann





1 Der fertig gebaute dreiphasige Inverter als Prototyp für einen Formula Student Rennwagen.

2 Die entwickelten Leiterplatten für den Inverter in der 3D-Vorschau.



1

2

Noch ist das Rennteam von Zurich UAS Racing der ZHAW beim Bau ihres E-Rennautos auf Komponenten verschiedener Hersteller angewiesen und damit auch von unberechenbaren Lieferzeiten oder Preisschwankungen abhängig. Doch möchte das Team künftig auch auf das Fahrzeug spezifisch ausgelegte Komponenten zurückgreifen. Die beiden Elektrotechnik-Absolventen Marco Baumann und Claudio Schrepfer haben dafür auf Basis eines bereits entwickelten einphasigen Inverters einen dreiphasigen Drehstrominverter konstruiert. Damit dieser als Drehstrominverter genutzt werden konnte, war eine dreifache Ausführung des Prototyps nötig. Inverter, auch Wechselrichter genannt, benötigt man in E-Autos, um den Gleichstrom von der Batterie in Drehstrom umzuwandeln, der für den Antrieb des elektrischen Motors benötigt wird.

Zuerst brauchte es Grundlagenwissen

«Durch eine Änderung des Teilzeitstudiengangs fehlte uns ein wichtiges Fach, in dem die ganze Motorethematik behandelt wird, daher mussten wir uns zunächst einiges an Wissen darüber selbst aneignen, bevor wir richtig starten konnten», nennen die beiden Elektrotechniker eine der grössten Herausforderungen ihrer Arbeit. Doch das Büffeln hat sich gelohnt: «Es ist schon ein Highlight, wenn am Schluss

tatsächlich alles so zusammenpasst, wie wir es uns vorgestellt haben, so dass wir jetzt den Motor antreiben können», so Marco Baumann. «Bei der Arbeit hat mir besonders die Abwechslung gefallen», sagt Claudio Schrepfer rückblickend. «Neben der Programmierung der Software, dem Designen und dem Bestücken der Leiterplatte standen am Ende der mechanische Zusammenbau sowie Funktionstests an – so wurde es nie langweilig.»

Inverter als Basis für weitere Projekte

Noch kann der Inverter jedoch nicht in einen E-Rennwagen verbaut werden, dazu fehlen neben Gehäuse und Befestigungskomponenten auch eine entsprechende Wasserkühlung. «Unser Prototyp ist modular aufgebaut und ist für den Einbau in ein Fahrzeug noch zu gross. Er dient als Basis für verschiedene Versuche und soll dann durch weitere studentische Projekte weiterentwickelt werden», erklärt Baumann. Nach ihrer Bachelorarbeit werden Rennmotoren die beiden erstmal nicht weiter beschäftigen. «Ich fange als Projektleiter für elektrischen Schutz bei der SBB an», erklärt Baumann. Und Claudio Schrepfer will zunächst einen Sprachaufenthalt planen und sich danach auf eine längere Reise begeben.

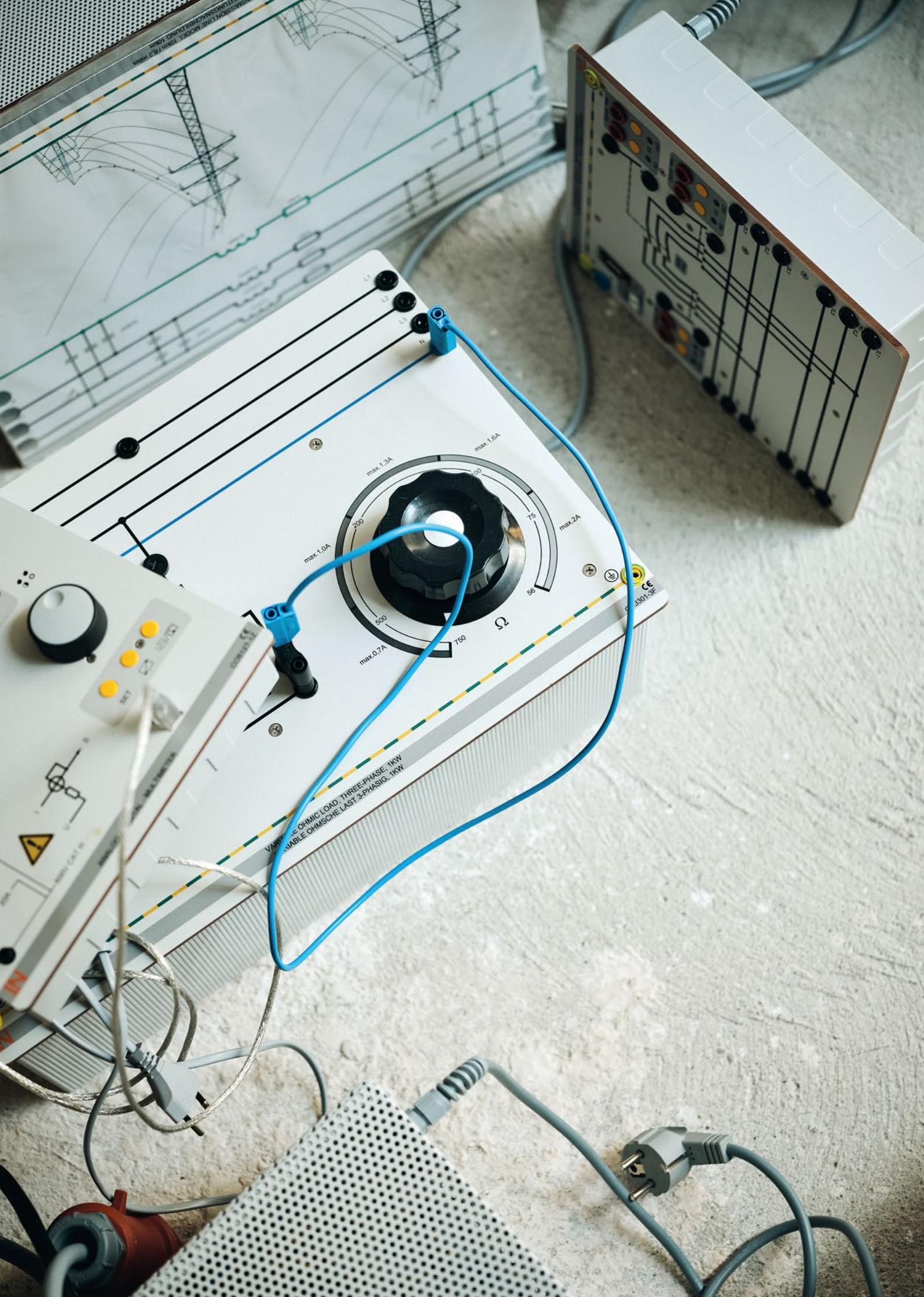
«Der Bau eines Umrichters von der Komponentenauswahl über Schema, Layout, Software bis zum Test des Systems ist eine ausserordentliche Chance, die das Elektrotechnikstudium bietet. Vergleichbar mit dem Ernten von Früchten am eigenen Baum. Die Studenten nehmen so Erfahrung und Kompetenzen mit, die ihnen im Berufsleben von grossem Nutzen sein werden.»

Prof. Dr. Alberto Colotti, Leiter Team Antriebstechnik und Leistungselektronik









STROMLINIENMODELL (0,047 / 0,2 MVA)
TLUMOSYACHYCHYBILDUNG (0,047 / 0,2 MVA)

max. 1,0A
max. 1,3A
max. 1,6A
max. 2A
0
200
500
750
1000
 Ω

VARIABLE OHMIC LOAD, THREE-PHASE, 1KW
VARIABLE OHMSCHES LAST 3-PHASIG, 1KW

CE
301-3F

ENERGIE- UND UMWELTTECHNIK

Die Energieversorgung steht vor einem Umbruch, der nach engagierten Fachleuten verlangt. Das Studium der Energie- und Umwelttechnik vermittelt technisches Wissen von industriellen thermischen Prozessen bis hin zu elektrischen Systemen sowie ein Verständnis für Wirtschaftsprozesse und nachhaltige Entwicklung.

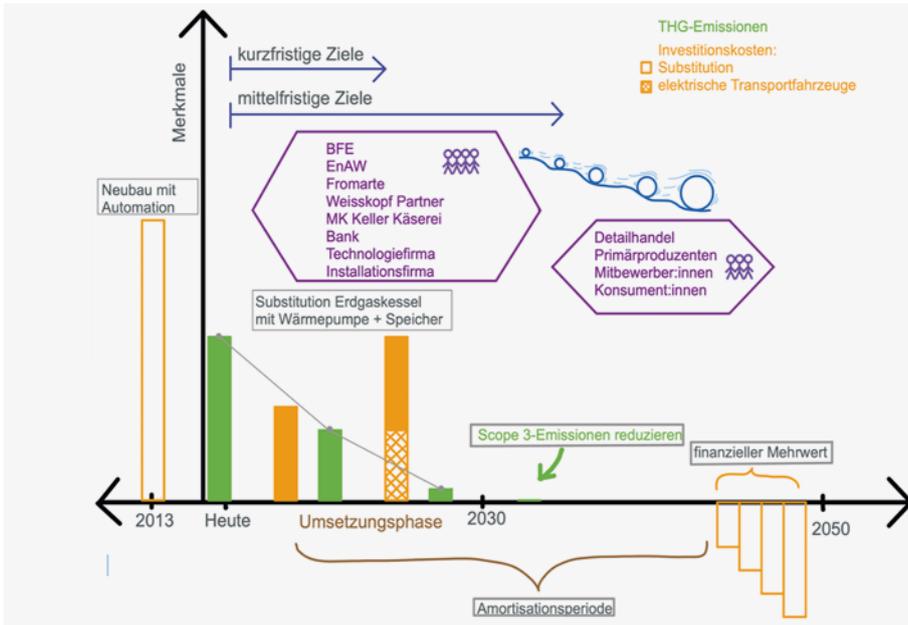
Wie die Lebensmittelindustrie «Netto-Null» erreicht

Die Lebensmittelindustrie dekarbonisieren: Wie geht das? Dian Edathinakam und Pablo Bischofberger haben sich aus verschiedenen Perspektiven in diese Frage vertieft. Zum Abschluss ihres Studiums in Energie- und Umweltwissenschaften entwickelten sie eine Roadmap für die Lebensmittelindustrie, die aufzeigt: Es ist möglich.

Pablo Bischofberger und Dian Edathinakam wollen die Lebensmittelindustrie dabei unterstützen, ihre Treibhausgasemissionen zu reduzieren.

«Es war eine tolle Erfahrung, mit Menschen und Akteuren in Kontakt zu kommen, die sich mit dem Netto-Null-Ziel befassen. Und das nicht nur im schulischen Umfeld.» Pablo Bischofberger





1 Illustratives Modell der Roadmap zur Dekarbonisierung am Beispiel einer Käserei, wie sie Bischofberger und Edathinakam entwickelt haben.

2 Dieser Käse könnte bald klimaneutral produziert werden.



1

2

Netto-Null bis 2050: Dieses Ziel setzt sich die Schweiz in Sachen Treibhausgas-Emissionen, in Anlehnung an das Pariser Klimaabkommen. Um das Ziel zu erreichen, wird der Beitrag der Industrie eine wichtige Rolle spielen, denn 25 Prozent der Emissionen kommen aus dem Sektor. Pablo Bischofberger und Dian Edathinakam formulieren in ihrer Roadmap zur Dekarbonisierung der Lebensmittelindustrie konkrete Empfehlungen. Dabei beleuchten sie die Herausforderung aus verschiedenen Perspektiven und untersuchten die technische Seite der Umsetzung ebenso wie das Akteurs-Ökosystem der Lebensmittelindustrie und die Rahmenbedingungen, innerhalb derer Lebensmittelproduzenten agieren.

In fünf Jahren ohne Treibhausgase

Dian Edathinakam nahm sich der technischen Seite an und untersuchte anhand eines realen Fallbeispiels einer mittelgrossen Käserei in der Zentralschweiz, was es braucht, um das Ziel zu erreichen. «Als Erstes geht es darum, fossile Energieträger zu ersetzen», so Edathinakam. «Die industrielle Wärmepumpe als Alternative ist eine Variante, die oft zum Zug kommt.» Im Falle der Käserei bot sich ein Anschluss ans Fernwärmenetz an, da sich ein Lieferant in der Nähe befindet. «Es gibt verschiedene Möglichkeiten und sie lassen sich kombinieren.

Die Wahl hängt von den Bedürfnissen des Unternehmens, des Standortes, der bisherigen Lösung und anderen Faktoren ab», sagt Edathinakam. Sie analysierte die Prozesse der Käserei und leitete für den technisch-thermischen Bereich Massnahmen ab. «Wenn die Käserei 2025 mit der Dekarbonisierung beginnt, könnte sie bis 2030 bei netto Null sein.»

KMUs brauchen Unterstützung der Verbände

Ob und wie rasch solche Vorhaben umgesetzt werden, hängt auch von den Rahmenbedingungen und der Zusammenarbeit unter den Akteuren ab. Pablo Bischofberger arbeitete sich durch die internationale Literatur zu Roadmaps und führte Interviews mit Branchenverbänden. «Diese könnten eine entscheidende Rolle spielen», sagt Bischofberger. «Grössere Unternehmen der Lebensmittelindustrie verfügen oft über Nachhaltigkeits-Abteilungen. Kleinere und mittlere Produzenten haben diese Kapazität nicht», so Bischofberger. Hier könnten die Verbände in die Bresche springen, für die Branche Daten sammeln und zugänglich machen, Informationen aufbereiten, das Vorhaben koordinieren. «Die Verbände könnten als Bindeglieder zwischen Industrie, Behörden und Politik eine wichtige Rolle übernehmen.»

«Es macht Mut, dass die neue Generation Ingenieure und Ingenieurinnen mit pragmatischen Lösungsansätzen die Herausforderungen der Dekarbonisierung anpackt.»

Stefan Eggimann, Weisskopf Partner GmbH, Mitglied der Geschäftsleitung



«Auch die Politik spielt eine wichtige Rolle»

Nach allem, was Sie nun herausgefunden haben: Ist «Netto-Null» bis 2050 möglich?

DE: In der Lebensmittelindustrie, die wir untersucht haben, ist das technologisch absolut möglich. Es gibt verhältnismässig wenige Prozesse, die sehr hohe Temperaturen benötigen, darum ist die Lebensmittelindustrie zur Dekarbonisierung sehr gut geeignet. Auch die Technologien, um zu dekarbonisieren sind verfügbar. Es ist wohl noch eine Frage der Kosten.

PB: Zur technologischen Möglichkeit kommt auch immer mehr Druck dazu. Wir haben mit Käsern gesprochen, die sagten:

mehr machen für das Klima, die Energiewirtschaft ist im Wandel.

Wie sind Sie überhaupt auf dieses Thema gekommen?

DE: Wir wollten etwas Sinnvolles machen, das war für uns gleich klar. Im Studium sahen wir so viele Statistiken, die uns das ganze Ausmass der globalen Erwärmung zeigten und uns bewusst machten, wie gross die Gefahr ist. Darum wollten wir das Ziel «Netto-Null» aufnehmen und eine Unterstützung bieten, wie man das Ziel erreichen könnte. Wir kommen aus verschiedenen Vertiefungsrichtungen des Studiums, nämlich thermische Energiesysteme sowie Technologie und Nachhaltigkeit. Pablo hatte sich bereits mit Hindernissen und Treibern für Dekarbonisierungsmassnahmen auseinandergesetzt. Ich konnte hier mein Wissen über thermische Energiesysteme einbringen. Das fanden wir spannend.

«Die Technologien, um fossile Energieträger zu ersetzen und Netto-Null Treibhausgasemissionen in der Lebensmittelindustrie zu erreichen, sind vorhanden.» Dian Edathinakam

«Irgendwann werden unsere Abnehmer wie Migros und Coop nur noch klimaneutralen Käse einkaufen.» Die Detailhändler wollen nachhaltiger werden und nehmen nicht nur die eigenen Betriebe unter die Lupe, sondern die gesamten Lieferketten.

Darum haben Sie eine Roadmap entwickelt, wie die Lebensmittelindustrie ihren Treibhausgas-Ausstoss reduzieren kann. Wo liegen die Knackpunkte für die Umsetzung?

PB: Vielen kleinen und mittleren Betrieben fehlt es schlicht an Kapazität, ein solches Projekt umzusetzen und den eigenen Betrieb zu dekarbonisieren. Gerade für sie wäre es wichtig, dass die Verbände sich dem Thema annehmen und eine Koordinationsfunktion übernehmen. In unserer Roadmap empfehlen wir unter anderem genau das. Doch bis jetzt sagen die Verbände noch, sie seien dafür nicht zuständig, das liege in der Verantwortung der einzelnen Unternehmen.

Denken Sie, das wird sich noch ändern?

PB: Das hängt vermutlich davon ab, wie sich die Politik entwickelt. Wird sie sich zum Klimaziel klar bekennen? Dann müsste sich das in den Gesetzen irgendwann niederschlagen und die Produktion käme in Zugzwang. Vielleicht würden die Verbände dann den Druck der eigenen Mitglieder ebenso wie der Behörden spüren. Aber das wissen wir heute alles noch nicht.

DE: Wir merken aber, dass immer mehr darüber gesprochen wird. Man will grundsätzlich

Was hat Ihnen an der Arbeit besonders gefallen?

DE: Die Zusammenarbeit mit der Käserei und vor allem die Besichtigung waren toll. Für mich war es wichtig, die Prozesse zu verstehen. Es hat mich begeistert, diese zu analysieren und die beste Energielösung für die Käserei zu entwickeln. Ich kann mir gut vorstellen, beruflich in solche Projekte einzusteigen.

PB: Auch die Zusammenarbeit mit unserem Wirtschaftspartner Weisskopf Partner GmbH war sehr schön. Sie berät die Käserei in Energiefragen und wir haben eng zusammengearbeitet.

DE: Ja, am spannendsten war es, am Schluss die Massnahmen mit Weisskopf Partner GmbH zu besprechen. Da kamen ihr ganzes Fachwissen und die grosse Erfahrung ins Spiel. So konnten wir sehr viel lernen.



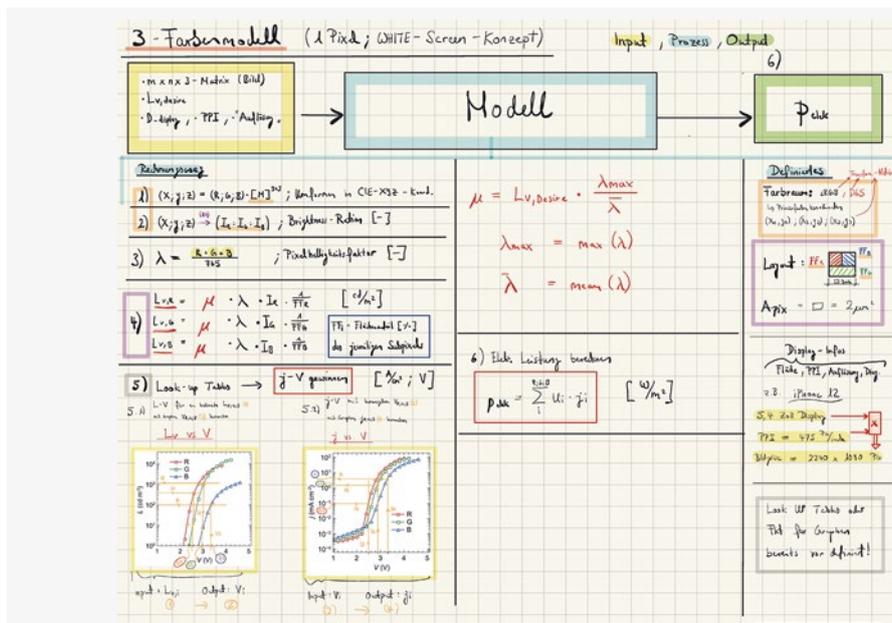
Viel Farbe, möglichst wenig Energie

Wie viel Energie brauchen Bildschirme und Displays, um ein Bild in guter Qualität anzuzeigen? Dieser Frage ging Ajadin Nuredini in seiner Bachelorarbeit nach. Er will damit eine Grundlage bieten, um die Anzeige energieeffizienter zu machen.

Ajadin Nuredini hat für seinen Abschluss in Energie- und Umwelttechnik eine Methode entwickelt, die den Energieverbrauch für die Anzeige von Bildern auf OLED Bildschirmen errechnet.

«Ich habe lange am richtigen Modell getüftelt. Das war der schönste und kreativste Teil der Arbeit.» Ajadin Nuredini





1 Am Anfang waren die Notizen: Ajadin Nuredini begann seine Abschlussarbeit damit, von Hand erste Modelle aufzuzeichnen.

2 Am Beispiel dieses Bildes kann Ajadin Nuredini die Funktionsweise seines Modelles gut aufzeigen.

3 Das farbkodierte Bild zeigt: An hellen Stellen, wo die Bäume im Bild vom Licht getroffen werden, wird für die Anzeige im OLED Display am meisten elektrische Leistung bezogen.



Bilder und Videos auf Handy-Displays oder Computer- und Fernsehbildschirmen sind zu ständigen Begleitern in unserem Alltag geworden. Die Anzeige von scharfen Bildern in satten Farben braucht Energie. Pro Bild und Anzeige mag wenig Leistung nötig sein, in der Summe verbrauchen wir aber für das Betrachten von Bildern auf Bildschirmen einiges an Energie. Wie viel das ist, das wollte der Absolvent der Energie- und Umwelttechnik Ajadin Nuredini herausfinden. Er entwickelte darum ein Modell, das errechnet, wie viel elektrische Leistung die Anzeige eines bestimmten Bildes auf einem OLED Bildschirm benötigt. OLED Bildschirme (Organic Light Emitting Diode = organische Leuchtdiode) sind insbesondere bei Handys üblich. «Beim Modell, das ich entwickelt habe, kann ich ein Bild eingeben und das Programm sagt mir, welche elektrische Leistung nötig ist, um dieses Bild in optimaler Qualität anzuzeigen», sagt Nuredini.

Wissen aneignen – über den eigenen Fachbereich hinaus

Mit diesem Wissen könnte die Betriebszeit beispielsweise einer Handy-Batterie maximiert werden. «Mein Modell geht vom Display eines iPhone12 aus. Für andere OLED Bildschirme müssten die Parameter angepasst werden», so Nuredini. Seine Abschlussarbeit hat

ihn auch in Fachbereiche geführt, mit denen er sich zuvor noch nie befasst hatte. Beispielsweise in die Farbtheorie, die als Grundlage wichtig war. «Das hat mir grossen Spass gemacht, mich da einzulesen», so Nuredini. Er habe dabei sehr viel Neues gelernt. «Fasziniert hat mich insbesondere, wie das menschliche Auge und das Gehirn Farben wahrnehmen. Das ist wichtig zu wissen, wenn man sich mit der Bildanzeige beschäftigt. So konnte ich mir sogar über meinen Fachbereich hinaus Wissen aneignen.»

Von der Handnotiz zum ausgefeilten Modell

Aber auch in Sachen Programmieren hat Nuredini bei der Arbeit an seinem Abschluss dazugelernt. «Während dem Studium der Energie- und Umwelttechnik habe ich nie so intensiv programmiert wie bei der Entwicklung dieses Modells. Das war toll.» Das Beste aber, so Nuredini, sei der kreative Teil gewesen. «Ich konnte das Konzept für diese Abschlussarbeit komplett selbst entwickeln, das war ein spannender Prozess.» Nuredini begann mit Notizen auf dem Papier, machte Brainstormings, stellte Berechnungen an und zeichnete erste mögliche Modelle auf. «So fand ich irgendwann zu meinem Lösungsweg», sagt er. «Und mit der Unterstützung meiner Mentoren, natürlich.»

«Den Entwicklerinnen und Entwicklern von OLED Bildschirmen ist es wichtig, den Leistungsbedarf für die Bildanzeige zu reduzieren. Denn die Kapazität der Batterie von Mobiltelefonen bleibt eingeschränkt. Die Kunden der Fluxim AG entwickeln OLED Bildschirme. Für sie kann ein Modell, das die Leistung von Bildanzeigen berechnet, sehr hilfreich sein.»

Prof. Dr. Beat Ruhstaller, Schwerpunktleiter Organische Elektronik und Photovoltaik, CEO der Fluxim AG



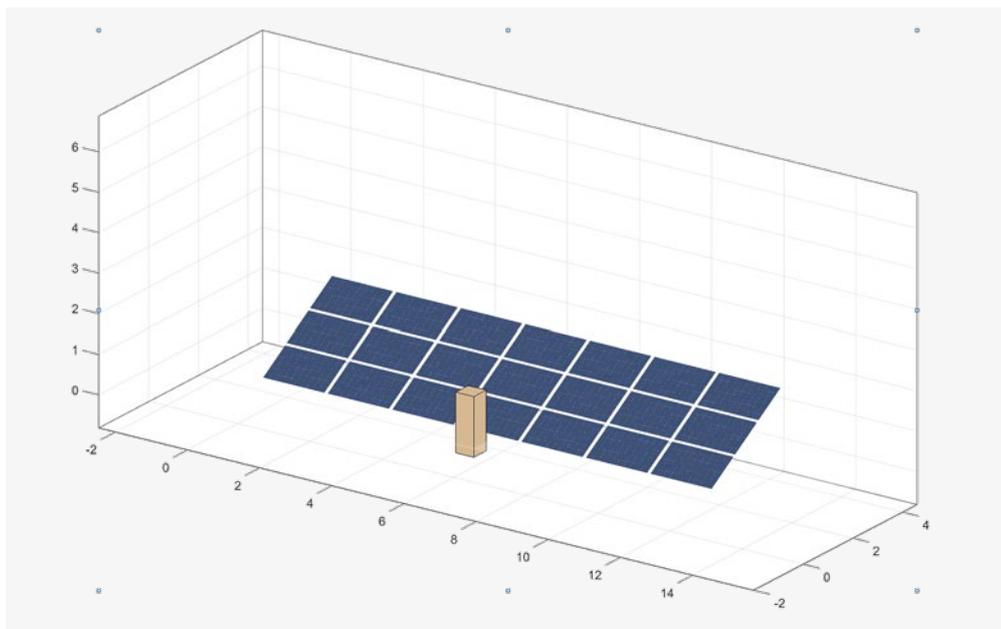
Leistungsoptimierer für Solaranlagen unter der Lupe

Führende Hersteller von Leistungselektronik werben für eine neue Technik bei Solarsystemen: Das Power-Optimizer-System ermöglicht einen theoretischen Mehrertrag bei einer Teilverschattung der Module. Arturo Bänziger und Andrin Schneider haben untersucht, inwiefern solche Optimizer wirklich mehr Leistung erbringen und kamen zu überraschenden Ergebnissen.

Arturo Bänziger und Andrin Schneider haben sich die Herstellerangaben von Leistungsoptimierern für Solaranlagen genauer angeschaut.

«Auf der Solarkonferenz in Bern wurde uns erst bewusst, wie relevant unser Thema für die Solarbranche ist.» Andrin Schneider



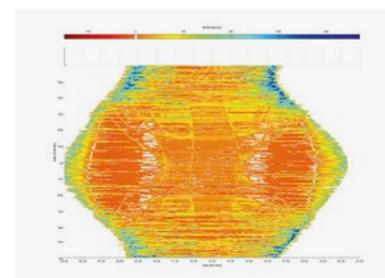


1 Mit der ZHAW-Software MLPE Shade simulierten die Studenten den Schattenwurf eines Kamins auf eine PV-Anlage auf Basis der im Labor genau gemessenen Wirkungsgrade der Optimizer-Elektronik. Die Messwerte fielen deutlich niedriger aus als die optimistischen Herstellerangaben.

2 Die Abbildung zeigt die jährliche Wirkungsgradsteigerung einer PV-Anlage mit Optimizer, die teilweise durch einen Kamin beschattet wird, im Vergleich zu einem konventionellen Wechselrichter.

1

2



Um das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 in der Schweiz zu erreichen, soll auch der Ausbau von Solaranlagen vorangetrieben werden. Neue Innovationen versprechen dabei höhere Stromerträge. Inzwischen werden für Photovoltaik-Anlagen (PV) neben konventionellen Stringwechselrichtern auch sogenannte Power-Optimizer angeboten. Diese Leistungsoptimierer sollen laut Herstellern bei Schattenwurf, etwa durch einen Kamin oder andere Objekte, bis zu 30 Prozent mehr Energieertrag ermöglichen.

Weniger gemessen als angegeben

Unter welchen Voraussetzungen solche Ertragssteigerungen tatsächlich zustande kommen, wird jedoch nicht angegeben. Arturo Bänziger und Andrin Schneider, Absolventen der Energie- und Umwelttechnik, haben sich diese Power-Optimizer daher genauer angeschaut. Sie führten für ihre Bachelorarbeit Simulationen mit mehreren Verschattungsobjekten durch, etwa mit Modellen von Kaminen oder Bäumen. «Doch dabei kamen wir nie auf einen Mehrertrag von 30 Prozent, wir konnten höchstens einen Mehrertrag im einstelligen Prozentbereich erreichen», erklärt Arturo Bänziger. Er schliesst aber nicht aus, dass der angegebene Maximalertrag unter bestimmten Bedingungen erreicht werden kann, was aber bei einem

konventionellen Dach, mit flacher oder geneigter Dachfläche mit Südausrichtung, unwahrscheinlich ist.

Eingebettet in zwei Projekte

Ziel der Messungen sei es, so die beiden Absolventen, dass mithilfe ihrer Arbeit eine neue Normierung ermöglicht wird, mit der man angeben kann, wie viel Ertrag die Anlage unter einer spezifischen Teilverschattung liefert. Aktuell ist es üblich, mit dem europäischen Wirkungsgrad die durchschnittliche Effizienz einer PV-Anlage in Europa zu bestimmen, vorausgesetzt alle Module verhalten sich gleich und werden nicht teilweise beschattet. Solch ein mittlerer Wirkungsgrad soll auch für Anlagen mit Teilverschattung erstellt werden. Die Bachelorarbeit der beiden ist eingebettet in ein internationales Projekt (International Energy Agency PVPS Task 13) sowie in ein vom Bundesamt für Energie finanziertes Forschungsprojekt, geleitet von Studiengangleiter Franz Baumgartner. Auf der Solarkonferenz in Bern erhielten die beiden Absolventen für ihre Arbeit den renommierten Posterpreis. «Dort wurde uns erst bewusst, wie relevant unser Thema für die PV-Branche ist. Viele Teilnehmende hatten grosses Interesse an unseren Ergebnissen und diskutierten diese mit uns», erinnert sich Andrin Schneider.

«Ich freue mich, dass wir als unabhängige Hochschule einen Beitrag auf internationaler Ebene leisten können, um zu helfen, leichtfertige Marketingversprechen punktgenau zu klären. Dies im Sinne eines transparenten Marktes, sowohl für den Endkunden wie für Mitbewerber der Photovoltaik-Leistungselektronik.»

Prof. Dr. Franz Baumgartner,
Studiengangleiter Energie- und
Umwelttechnik









INFORMATIK

Die Informatik verändert sich rasant und durchdringt inzwischen fast alle Lebensbereiche. Nahezu täglich entstehen neue Technologien und Anwendungsgebiete. Ebenso schnell ändern und erweitern sich die sehr vielfältigen Berufsbilder. Heute sind hochqualifizierte, kommunikative Ingenieurinnen und Ingenieure gefragt, die im Team innovative Lösungen entwickeln.

Eine Bar wird zum virtuellen Spielplatz

Augmented-Reality (AR) gewinnt im Spiele-Bereich immer mehr an Bedeutung. Die Kombination aus virtueller Welt und Realität eröffnet unzählige Möglichkeiten für faszinierende Spielwelten. Trotzdem steht die Entwicklung hier noch am Anfang. Grund genug für Joel Wittwer und Tobias Zischler selbst den Prototyp eines Strategie-Spiels zu entwickeln.

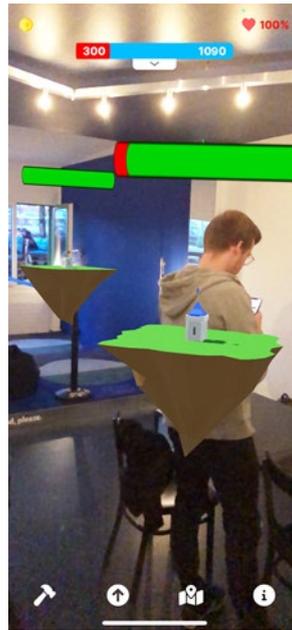
Joel Wittwer und Tobias Zischler haben ein Augmented Reality-Spiel entwickelt, in dem sich via Smartphone die virtuelle und reale Welt verbinden.

«Am Ende geht es darum, den Spass an die Spieler und Spielerinnen weiterzugeben. Und ich denke, das haben wir erreicht.» Tobias Zischler





1



2



3

1 Im AR-Spiel der beiden Informatik-Absolventen schweben die virtuellen Heissluftballone durch die reale Spielbar in Basel.

2 Die eigenen Basen gilt es gegenüber den anderen Spielerinnen und Spielern zu verteidigen.

3 Ein Spieler in der ManaBar in Basel spielt das AR-Game der Absolventen mit seinem Smartphone.

Das Smartphone genügt: Das Spiel kurz downloaden und schon kann es losgehen. Das gemeinsam entwickelte AR-Strategiespiel von Joel Wittwer und Tobias Zischler kann theoretisch jede Besucherin, jeder Besucher der ManaBar in Basel mit dem eigenen Handy ausprobieren. Mithilfe der Kamerafunktion eröffnet sich in der Spielbar eine Welt, in der über Barhockern plötzlich Heissluftballone fliegen, man feindliche Basen anderer Spielende angreift und die eigenen verteidigen muss.

Virtuelle Objekte in der realen Welt

Die virtuelle Spielwelt erstreckt sich dabei über mehrere Stockwerke der realen ManaBar und verschmilzt mit ihr zu einer neuen Welt. An der Bar können Spielerinnen und Spieler Getränke kaufen, sie erhalten dafür eine Münze, die sie mit dem Handy einscannen können. Damit können sie im Spiel neue Truppen kaufen oder die Basis ausbauen. Die Entwicklung der Technik dahinter war jedoch eine grosse Herausforderung, vor allem die detaillierte Einbindung des physischen Raums in das Spiel war für Joel Wittwer und Tobias Zischler eine anspruchsvolle Aufgabe. Das Thema ihrer Bachelorarbeit wählten die beiden selbst aus. «Die Idee ein AR-Spiel zu entwickeln, fanden wir reizvoll. Und da ich Mitinhaber der Spielbar ManaBar in Basel bin, hat sich die Einbindung des

Spiels dort sehr gut angeboten», erklärt Tobias Zischler.

Auf die Lokalisierung kommt es an

Vor der Entwicklung des Spiels setzten sich die beiden zunächst mit verschiedenen AR-Technologien auseinander und entwickelten so unterschiedliche Test-Applikationen. «Im ersten Teil der Arbeit beschäftigten wir uns mit der Lokalisierung, also der Erkennung der Position des Spielenden im realen Raum, die dann auf die virtuelle Welt übertragen werden muss. Im zweiten Teil stand die Entwicklung des Spiels im Zentrum», erläutert Joel Wittwer. Bevor man das Spiel beginnt, müssen Punkte, die die beiden in der virtuellen und realen Welt bestimmt haben, mit dem Handy einscannet werden, damit die Benutzerin oder der Benutzer im Spiel lokalisiert werden kann. Zwar sei dieser Teil noch weiter ausbaufähig, «doch das Prinzip haben wir gut gemeistert», so die Absolventen. Am meisten Spass gemacht an der Arbeit hat ihnen jedoch die Spiel-Entwicklung selbst. «Unseren Testspielern und -spielerinnen hat das Ergebnis sehr gefallen und sie haben positives Feedback gegeben.» Für beide ist klar: «Am Ende geht es darum, den Spass an die Spieler und Spielerinnen weiterzugeben. Und ich denke, das haben wir erreicht», sagt Tobias Zischler abschliessend.

«Augmented Reality ist eine innovative Technologie, deren Anwendungsfälle für Kollaboration und soziale Medien noch unklar sind. Die ManaBar als reale Spielbar bietet ein ideales Umfeld, um sowohl die technischen Aspekte wie auch die Benutzererfahrung in einem Multi-Player-AR-Game experimentell zu ergründen.»

Dr. Philipp Ackermann, stellvertretender Schwerpunktleiter Human-Centered Computing







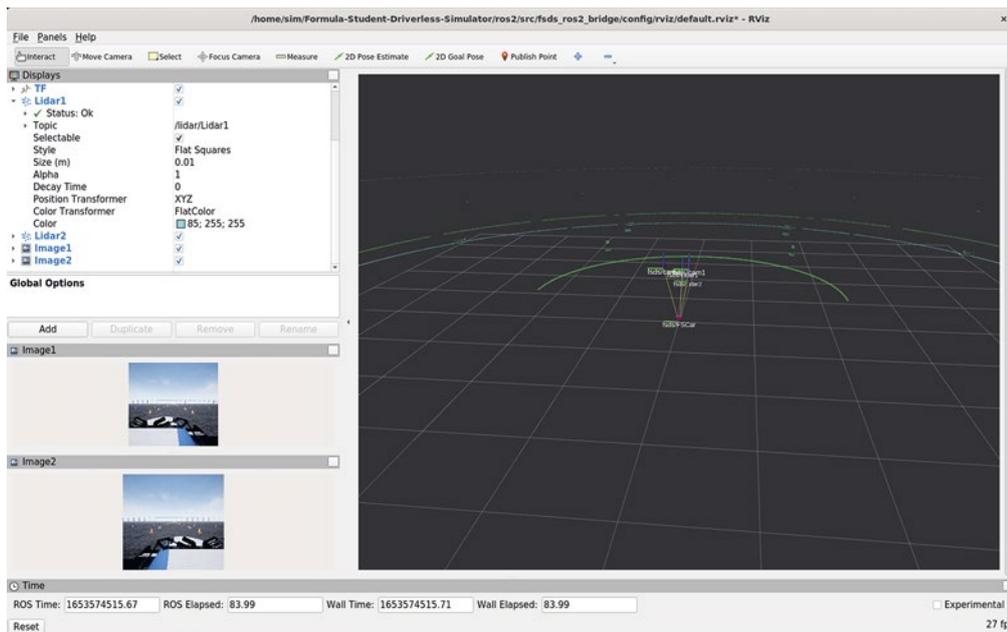
Durchblick für den Rennwagen

Um den Rennwagen von «Zurich UAS Racing» fit für die Formula Student-Kategorie «driverless» zu machen, haben Ali Kamberi und Guilherme Vicentini für das Team eine Rennsimulation angepasst. Damit diese Software zuverlässig ist, haben sie ausserdem Sensorschnittstellen implementiert, welche die Umgebungsdaten in Echtzeit an das System liefern.

Ali Kamberi und Guilherme Vicentini nehmen aus ihrer Arbeit viel für die Zukunft mit.

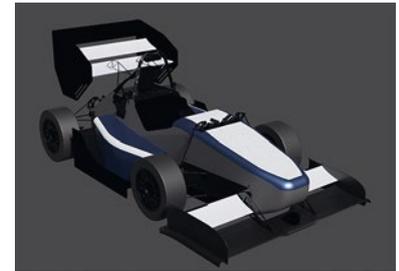
«Wir haben uns in das Programmieren mit C++ und in Robot Operating Systems eingearbeitet. Das war neu für uns, aber dank der Arbeit sind wir nun sattelfest darin.» Ali Kamberi





1 Die Grafiken zeigen an, was die Sensoren im Simulationstool sehen.

2 Die Absolventen haben in die Simulation auch den ZUR-Rennwagen möglichst detailgetreu integriert.



1

2

Um in der Formula Student-Wettbewerbsskategorie «driverless» – also fahrerloses Fahren – Punkte sammeln zu können, müssen sich die Teams darauf verlassen können, dass ihre Fahrzeuge die Umgebung zuverlässig erkennen und die Daten nutzen, um die richtige Route abzufahren. Dazu gehören präzise Sensordaten und Real-time-Algorithmen, die schnellstens verarbeitet werden müssen. Die Informatik-Absolventen Ali Kamberi und Guilherme Vicentini haben sich dafür in ihrer Bachelorarbeit mit der Neuauslegung des bestehenden autonomen Fahrsystems des ZHAW-Teams Zurich UAS Racing (ZUR) beschäftigt. Ihre Aufgabe bestand darin, ein Simulationstool zu evaluieren, es auf einem zentralen Server einzurichten und an die Bedürfnisse des Driverless-Teams anzupassen und zu optimieren. «Zurich UAS Racings System hatte einen sehr komplizierten Code, in dem Anpassungen nur schwer durchzuführen waren. Wir haben das System nutzerfreundlicher gemacht», sagt Guilherme Vicentini.

Neues lernen zum Abschluss

Dazu evaluierten die beiden Absolventen drei verschiedene Designansätze für Rennsimulatoren. Sie entschieden sich anschliessend für ein Simulationstool, das auf Software von Unreal Engine und Microsoft AirSim basiert, um es für das ZUR Driverless-Team anzupassen.

Dazu gehörte auch ein Upgrade der Schnittstellen, die das autonome System gleichzeitig mit dem Simulator und dem richtigen Fahrzeug verbinden. «Dafür haben wir uns in das Programmieren mit C++ und in Robot Operating Systems eingearbeitet», erklärt Ali Kamberi. «Das war neu für uns, aber dank der Arbeit sind wir nun sattelfest darin.» Die Informatiker erarbeiteten ausserdem die Systeminfrastruktur so, dass sie in Zukunft weiterentwickelt und erweitert werden kann.

Gespannt auf das Ergebnis

Ali Kamberi und Guilherme Vicentini sind zufrieden mit ihrer Arbeit. «Wir haben sehr positives Feedback von ZUR bekommen», sagt Guilherme Vicentini. «Wir sind natürlich gespannt darauf, wie sich das System in den Wettbewerben schlagen wird.» Den beiden Absolventen hat ihre Arbeit nicht nur Spass gemacht, sie hat ihnen vor allem auch wichtige Fähigkeiten für die Zukunft mitgegeben. «Ich könnte mir sehr gut vorstellen, die Erfahrungen aus der Bachelorarbeit in einem Automobilkonzern anzuwenden», sagt Ali Kamberi und Guilherme Vicentini ergänzt: «Ich werde sicherlich das Gamedesign in der einen oder anderen Form weiterverfolgen.»

In den Rennen des Konstruktionswettbewerbs Formula Student treten studentische Teams aus aller Welt mit ihren Rennwagen gegeneinander an. Trotz der Konkurrenz sind die Events von Offenheit und gegenseitiger Unterstützung geprägt. Ziel ist es, dass alle Teams von den Erfahrungen der anderen lernen können.



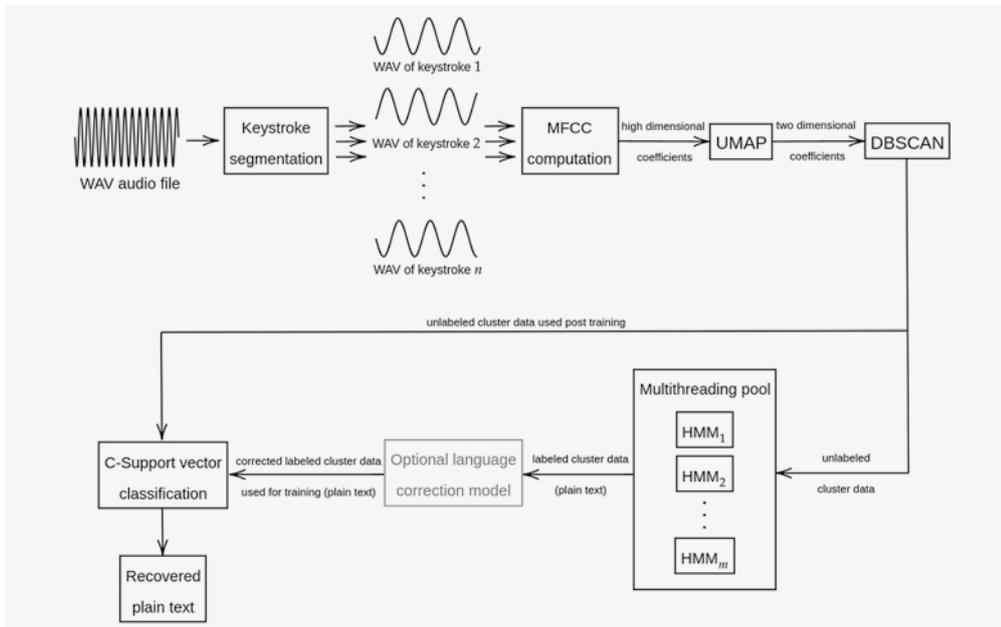
Genau hingehört

Daniel Dorigatti und Adrian Eyholzer haben in ihrer Bachelorarbeit eine Software geschrieben, die anhand von Audioaufnahmen von Tastengeräuschen Texte rekonstruieren kann. Dabei haben sie sich auf ein vielzitiertes Paper bezogen. Im Verlauf der Umsetzung sind sie jedoch auf einige Hindernisse gestossen.

Das von Daniel Dorigatti und Adrian Eyholzer entwickelte Programm hat eine 87-prozentige Trefferquote bei der Identifizierung von Tastengeräuschen.

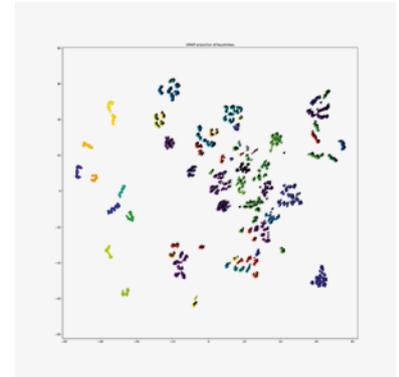
«Das Klangbild des Tastenanschlags ergibt sich unter anderem aus dem Tastaturmodell, der Grösse der verschiedenen Tasten und ihrer Lage sowie den verwendeten Bauteilen.» Daniel Dorigatti





1 Die Erkennungspipeline von der Audioaufnahme bis zur Ausgabe des rekonstruierten Texts ist komplex.

2 Tastenanschläge werden mittels «Uniform Manifold Approximation and Projection» auf einer Ebene repräsentiert, um die extrahierten Features zu gruppieren. Daraufhin erfolgt die Buchstabenzuweisung.



1

2

Für ihre Bachelorarbeit im Studiengang Informatik haben Daniel Dorigatti und Adrian Eyholzer ein wissenschaftliches Paper aus dem Jahr 2009 repliziert. Das Thema: Die Rekonstruktion von Texten oder Passwörtern mittels Audioaufnahmen von Tippgeräuschen. Im Bereich der Cyber Security ist das Paper bis heute vielzitiert. «Doch schon bald stellten sich Ungeheimheiten ein», sagt Adrian Eyholzer. «So war die Methodologie vage formuliert und die Vorgehensweise nur schwer nachzuvollziehen, da mittlerweile weder der Code noch die Datensätze aufzufinden waren.» Daniel Dorigatti ergänzt: «Mit dieser Vorlage war eine strikte Replikation nicht umsetzbar, weswegen wir uns auf eine konzeptionelle Weiterentwicklung mit modernen Mitteln geeinigt haben.»

Vielfältige Einflussfaktoren

In ihrer Bachelorarbeit schrieben sie den Code für das Programm, in das die Tonaufzeichnungen von Tippgeräuschen eingespeist werden. Die Software identifiziert anhand der Geräuschemissionen verschiedener Faktoren, welche Taste angeschlagen wurde. «Das Klangbild des Tastenanschlags ergibt sich unter anderem aus dem Tastaturmodell, der Größe der verschiedenen Tasten und ihrer Lage sowie den verwendeten Bauteilen», erklärt Daniel Dorigatti. «Hinzu kommen

die akustischen Gegebenheiten der Umgebung und die Art und Weise, mit der jemand einen Text tippt.» Mit 87 Prozent richtig identifizierter Tastenanschläge ist die Treffsicherheit des Programms sehr hoch.

Grundlage für weitere Forschung

«Das ist natürlich für unsere Arbeit ein sehr gutes Ergebnis», findet Adrian Eyholzer. «Da aber im zugrunde liegenden Paper keine genauen Datensätze zur Verfügung stehen, können wir leider keinen direkten Vergleich damit ziehen.» Ihre Ergebnisse wollen die beiden Absolventen selbst als Paper veröffentlichen, denn bisher sind Replikationen zur Thematik rar. Dies wollen die Informatiker aber nicht als Kritik an der Forschung in diesem Bereich an sich verstanden wissen. Vielmehr ist dies ein Beitrag zu einer Wissenschaft, die sich über das letzte Jahrzehnt stark entwickelt hat.

«Seitenkanäle sind in der Informationssicherheit besonders fies. Kann man beispielsweise nur mit einer Tonaufnahme herausfinden, welche Tasten auf einer Tastatur angeschlagen wurden? Wenn ja, liessen sich so etwa Passwörter erraten. Diese Arbeit verbessert den Stand der Technik deutlich, von etwa 60 Prozent auf über 80 Prozent richtig erkannte Tasten.»

Dr. Stephan Neuhaus, Dozent für Informatik mit Schwerpunkt Sicherheit



«Es ist ein Katz-und-Maus-Spiel»

Tippergeräusche von Computertastaturen abzuhören und auf den getippten Text zu schliessen, klingt sehr abenteuerlich. Wie realistisch ist das Szenario?

DD: Das mag zwar nach einem James-Bond-Film klingen, es ist aber gar nicht unrealistisch. Die Geschichte hat uns gelehrt, dass solche Spionagemethoden durchaus eingesetzt werden. Es kommt immer darauf an, wie gross das Interesse an den jeweiligen Informationen ist. Dies könnte beispielsweise bei Passwörtern oder streng vertraulichen Dokumenten der Fall sein. Tonaufnahmen sind heutzutage relativ einfach anzufertigen, da Mobiltelefone und Laptops omnipräsent

Massnahmen immer zu überprüfen und anzupassen.

Wozu kann die Technologie noch eingesetzt werden?

AE: Man kann solche Technologien einsetzen, um sich gezielt vor potenziellen Angriffen zu schützen. Gerade in sicherheitsrelevanten Organisationen wie dem Militär oder beispielsweise in Botschaften ist die Gefahr von Angriffen da. Aber auch privatwirtschaftliche Unternehmen und Spitäler sollten ihre Verteidigungsmassnahmen immer aufs Neue überprüfen. Das wird heutzutage schon in vielen Bereichen gemacht.

DD: Auch hier muss man wieder sagen, dass es immer darauf ankommt, wer welchen Nutzen aus so einem Angriff zieht. Solange triviale Angriffsmethoden erfolgsversprechend sind, werden diese eher genutzt. In der Theorie könnten auch Firmen ihre Kundenschaft damit ausspionieren und die Daten nutzen. Aber realistisch lohnt sich so ein Aufwand nicht, denn die meisten geben mit ihrem Online-Verhalten ihre Daten freiwillig preis.

«Es ist in der Cybersicherheit wichtig, die Massnahmen immer zu überprüfen und anzupassen.» Adrian Eycholzer

sind. Selbst Fernseher sind heutzutage vernetzt und verfügen über Mikrofone.

Wie ressourcenaufwendig ist so ein Angriff?

AE: Grundsätzlich ist der Aufwand von Zeit und Geld immer relativ zu beurteilen. Je nachdem wie gut das Ziel abgesichert ist, lohnt sich der Mehraufwand für die Angreifenden definitiv. Das Ressourceninvestment kann sich für ein Unternehmen schon bei Wirtschaftsspionage rechnen. Dass wir es in unserer Bachelorarbeit geschafft haben, so eine Software zu schreiben, zeigt allerdings, dass gar nicht so viele Ressourcen notwendig sind. Neben Studium und Arbeit haben wir uns etwa ein Jahr mit dem Angriff beschäftigt.

Wie lassen sich solche Angriffe abwehren?

DD: Man geht ins Bad und dreht die Dusche auf... Scherz beiseite: Ernsthaft betrachtet, ist es schwer, solche Angriffe abzuwehren. Man kann Störgeräusche nutzen, aber selbst das lässt sich umgehen. Moderne Kopfhörer mit Noise-Cancelling-Funktion implementieren bereits die Technologie, um Umgebungsgläusche von Gesprochenem zu unterdrücken. Ähnlich ist das mit Tastengeräuschen denkbar.

AE: Es ist ein Katz-und-Maus-Spiel. Auf jeden Angriff, den ein Hacker oder eine Hackerin entwickelt, kann man eine Abwehr entwickeln. Aber dann geht die angreifende Person einfach zu einer anderen Taktik über und es fängt wieder von vorne an. Daher ist es in der Cybersicherheit wichtig, die





MASCHINEN- TECHNIK

Die Maschinentechnik als Motor der technischen Innovation ist Spitzenreiter der Schweizer Exportindustrie und zählt zu den wichtigsten Produktionszweigen mit spannenden Aufgaben. An fast jedem Produkt, das neu entwickelt und produziert wird, sind Maschineningenieurinnen und -ingenieure beteiligt.

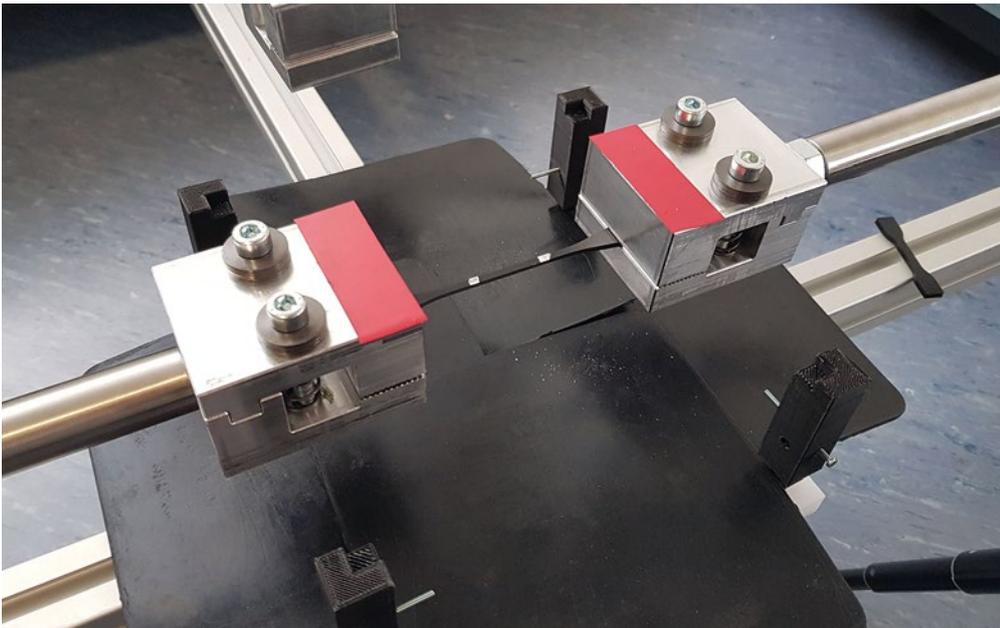
Ein Prüfstand für alle Fälle

Um Elastomere für ihre Produkte auf Herz und Nieren zu prüfen, braucht die Firma Angst+Pfister spezielle Prüfstände. Damit diese alle Anforderungen erfüllen, baut man sie am besten selbst. Die Absolventen Joel Siegert und Christian Wettstein waren an der Entwicklung beteiligt.

Christian Wettstein und Joel Siegert haben einen Prüfstand für statische und dynamische Belastungen von Elastomeren entwickelt.

«Zum jetzigen Stand ist er der bestmögliche Kompromiss bezüglich des Budgets und der Funktionalität.» Christian Wettstein

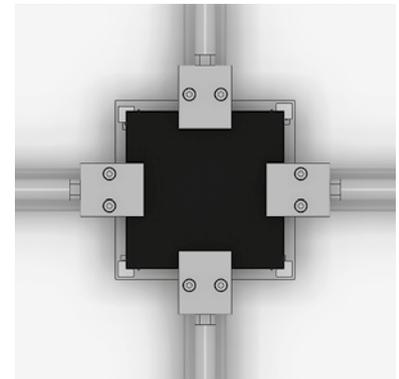




1

1 Mit dem Funktionsmodell haben die Studenten bereits Zugversuche durchgeführt.

2 Der neue Prüfstand testet statische und dynamische Lastfälle.



2

Für ihre Hochleistungskomponenten für Dichtungs- und Antivibrations-technik nutzt die Firma Angst+Pfister AG Bauteile auf Elastomerbasis. In der Entwicklungsphase werden die Parameter spezifischer Materialmodelle benötigt, die das Industrieunternehmen mit Zugversuchen ermittelt. Um verschiedene Lastfälle mit statischer und dynamischer Belastung testen zu können, wird ein neuer Prüfstand entwickelt, da sich auf marktüblichen Prüfständen nicht alle Versuche durchführen lassen. Dazu haben die Maschinentech-Absolventen Joel Siegert und Christian Wettstein einen grossen Beitrag geleistet. Schon in ihrer Projektarbeit erstellten sie ein Funktionsmodell, das die Grundlage für den Multiaxialprüfstand der Bachelorarbeit wurde.

Mit vielen Tests zum Ergebnis

Der Prüfstand soll aus vier horizontal angeordneten linearen Antrieben bestehen, welche um die in der Mitte liegende Probe angeordnet sind. Mittels einer Highspeed-Kamera werden die Spannungs-Dehnungs-Daten ermittelt. «Wir haben parallel zur Beschaffung der Komponenten den Prüfstand programmiert», erklärt Joel Siegert. «Dazu haben wir die Programmblöcke für eine speicherprogrammierbare Steuerung geschrieben.» Ausserdem erstellten die Maschinentechner ein

Userinterface, um den Benutzern und Benutzerinnen die intuitive und flexible Bedienung des Prüfstands zu ermöglichen. «Während dieser Phase konnten wir schon erste Tests am Funktionsmodell durchführen», sagt Christian Wettstein. «Dabei haben wir den Fokus auf den Einfluss der Kühlung, auf das Verhalten des Linearmotors, die Grenze der Kraft des Aktuators, die Grenzen des dynamischen Verhaltens sowie das Austesten der Programmierung gelegt.»

Ausgangspunkt für weitere Projektarbeiten

An ihrem Funktionsmodell haben die Absolventen Tests durchgeführt, die sie mit den von Angst+Pfister zur Verfügung gestellten Daten vergleichen konnten. «Damit konnten wir die Funktion des Programms und die Genauigkeit der Messungen verifizieren», sagt Joel Siegert. Weitere Tests zur Validierung werden dann vom Industriepartner direkt durchgeführt. Die Absolventen Joel Siegert und Christian Wettstein haben Angst+Pfister mittlerweile den Prüfstand übergeben. «Er ist eine gute Basis für künftige Projektarbeiten», findet Christian Wettstein. «Zum jetzigen Stand ist er der bestmögliche Kompromiss bezüglich Zeit, Budget und Funktionalität.»

«Die gemeinsame Entwicklung des Prüfstands war eine inspirierende Zusammenarbeit, nicht zuletzt durch das grosse Engagement vonseiten der Absolventen. So wie uns das Projekt einen Nutzen für die Verfeinerung unserer Testmethoden bringt, so ist es für sie ein guter Einstieg, um professionelle Erfahrungen zu sammeln.»

Herr Varini, Senior Engineer, Angst+Pfister AG







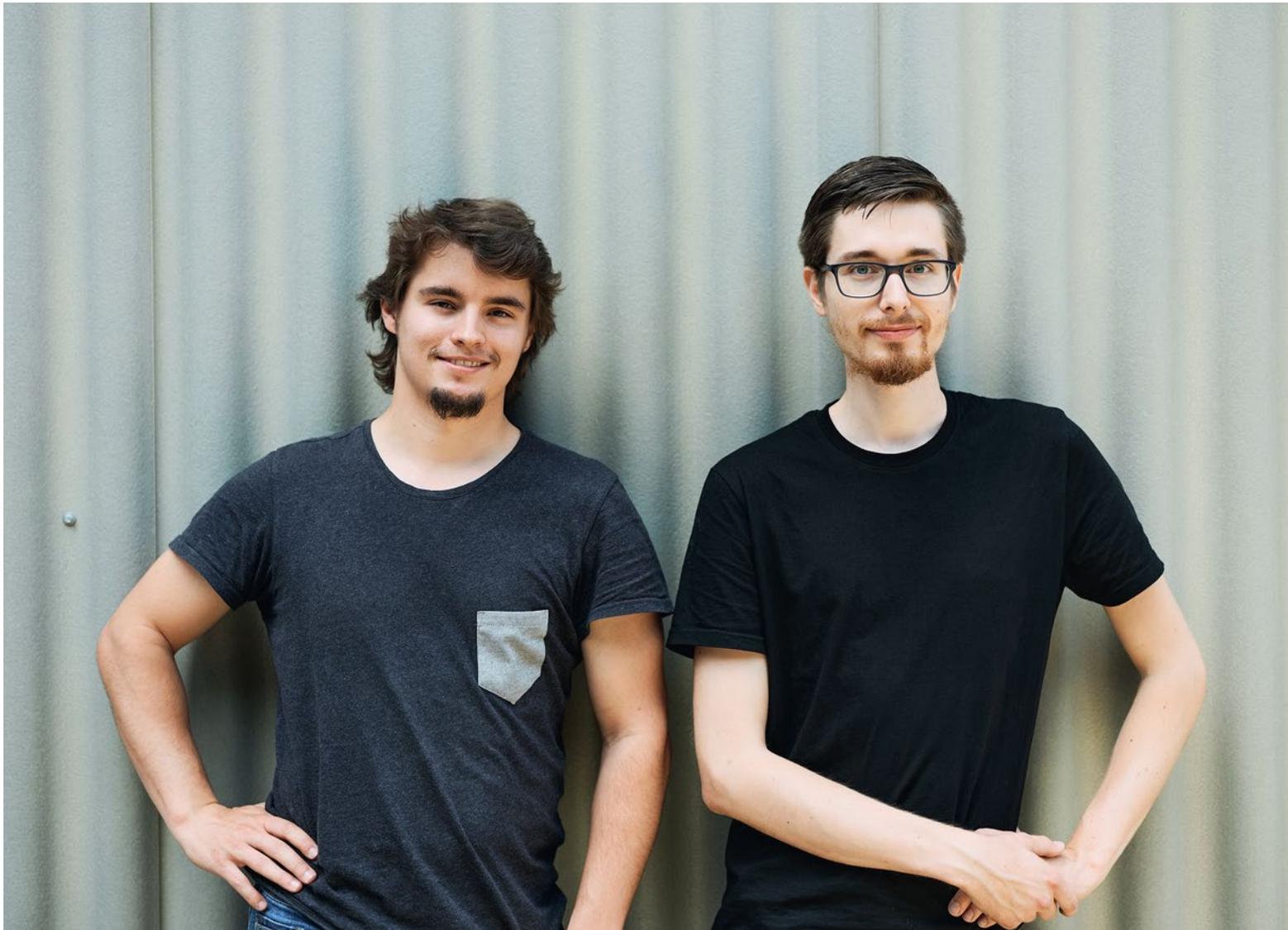
Schicht um Schicht zum Keramikwerkstück

Lucas Schiegg und Lauro Singenberger hatten sich für ihre Bachelorarbeit vorgenommen, die Ausbringungseinheit für einen Keramikdrucker zu entwickeln. Doch dabei blieb es nicht. Am Ende entwickelten sie einen funktionalen Prototyp, welcher in Verbindung mit einem Metall-3D-Drucker imstande ist, Keramik-Werkstoff in unterschiedlichen Schichtstärken zu drucken.

Lucas Schiegg und Lauro Singenberger haben mit dem Prototyp den Grundstein für die Entwicklung eines Keramikdruckers gelegt.

«Das langfristige Ziel besteht darin, dass der Keramik-Rohling, wenn er aus dem Drucker kommt, idealerweise schon fertig gesintert ist.»

Lauro Singenberger





1



2

- 1 Der funktionale Prototyp des modular aufgebauten Keramikdruckers.
- 2 Der Entwurf zeigt den Keramikdrucker als Ganzes.
- 3 Das Beschichtungsresultat, das bereits bei der Fertigung gesintert wird.



3

Im Gegensatz zu Metall und Kunststoff steht die Entwicklung des 3D-Drucks von Keramik noch am Anfang. Das Zentrum für Produkt- und Prozessentwicklung (ZPP) an der ZHAW hat die additive Herstellung von Keramikprodukten daher als neues Arbeitsgebiet definiert. Die Absolventen Lucas Schiegg und Lauro Singenberger haben daher mit ihrer Bachelorarbeit echte Pionierarbeit geleistet. Geplant war zu Beginn eigentlich nur die Entwicklung der Ausbringung für einen späteren Drucker: «Schnell haben wir unsere Arbeit aber erweitert, denn die Art der Ausbringung hängt auch von der Umgebung ab wie der Bauform, den Bauteilen und sogar der Reinigung», erklärt Lucas Schiegg. «So entwickelten wir einen funktionalen Prototyp, der sich mit einem vorhandenen Metall-3D-Drucker verbinden lässt», ergänzt Lauro Singenberger.

Ein Verfahren, das es bisher noch nicht gab

Das Druck-Verfahren der beiden sieht vor, dass das flüssige Keramikpulver (Keramikschricker) Schicht für Schicht aufgetragen wird, dabei wird jede Schicht mit dem Laser gesintert, also stark erhitzt, wodurch die einzelnen Schichten verbunden werden. Dieses Prinzip wird bereits beim Metall-3D-Druck angewendet, wobei dort der Laser das Metallpulver nicht nur erhitzt,

sondern zum Schmelzen bringt. Fertige Keramikprodukte können die beiden damit aber noch nicht drucken. «Dieses Verfahren des Keramikdrucks steht noch ganz am Anfang, da es das so bisher noch nicht gab», sagt Lucas Schiegg. Bisher gibt es lediglich Verfahren, bei denen das Stück nach dem Druck noch gebrannt werden muss, dieser Schritt ist in ihr Verfahren jedoch implementiert. «Das langfristige Ziel besteht darin, dass der Keramik-Rohling, wenn er aus dem Drucker kommt, idealerweise schon fertig gesintert ist», fügt Lauro Singenberger hinzu.

Grundlage für weitere Bachelorarbeiten

Herausfordernd für die beiden war das richtige Verfahren für das Lasersintern zu finden. «Keramikpulver wirksam zu sintern ist mit einigen Schwierigkeiten behaftet. Bei der Ausbringung von trockenem Pulver wird das Material porös. Daher hat man mit Wasser gebundenes Keramikpulver ausprobiert, was zu besseren Ergebnissen führte. «Oft war es so, dass wir ein Problem lösen wollten und drei neue dabei auftauchten», bringt es Lauro Singenberger auf den Punkt. Trotzdem nahmen sie die Herausforderung gerne an und legten somit den Grundstein, auf dem nachfolgende studentische Arbeiten aufbauen können.

«Die Forschung an etablierten Keramiken, die binnen Stunden zu beliebig geformten Bauteilen gefügt werden, hat hohes wirtschaftliches Potential, stellt uns aber auch vor technische Herausforderungen, die weltweit noch niemand überwunden hat. Doch mit so vielseitigen und effizienten Ingenieuren wie Lauro und Lucas hat es zu jeder der vielen Herausforderungen Lösungen gegeben, die uns weiterbrachten.»

**Dr. Stefan Czerner, Schwerpunktleiter
Advanced Production Technologies**







Optimale Platzverhältnisse beim Operieren

Bei endoskopischen Operationen wird unter Druck der Innen- oder Zwischenraum von Organen mit Luft- oder Fluiddruck aufgepumpt, um so ausreichend Platz für die OP zu schaffen. Dabei kommt es auf die optimalen Druckverhältnisse an. Beda Felber und Joël Zimmerli haben für ihre Bachelorarbeit einen Prüfstand entwickelt, der die idealen Druckverhältnisse ermitteln soll.

Der von Beda Felber und Joël Zimmerli konzipierte Prüfstand soll dabei helfen, die Voraussetzungen von endoskopischen Operationen zu verbessern.

«Messtechnik, Programmieren und Medizintechnik mussten optimal aufeinander abgestimmt werden, um die gewünschten Funktionen zu erfüllen.» Joël Zimmerli

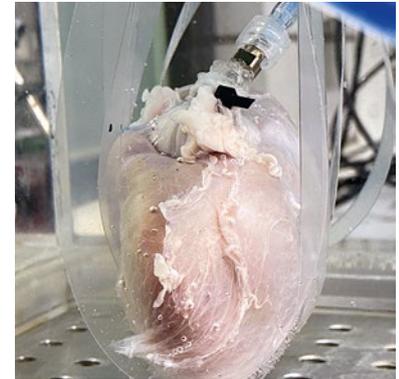




1 Der fertiggestellte Prüfstand von Joël Zimmerli und Beda Felber.

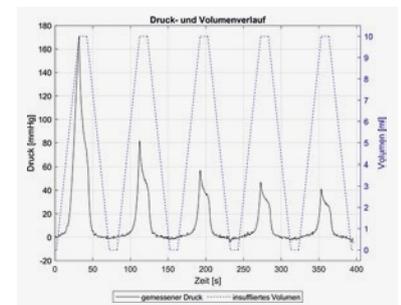
2 Eine Schweineniere ist über einen Schlauch an den Prüfstand angeschlossen.

3 Auf dem Diagramm sieht man den Druck (schwarze Linie) und den Volumenverlauf (blaue Linie) bei der mehrmals aufgepumpten Schweineniere.



1

2



3

Ein Schnitt für die Kamera, ein weiterer für das OP-Besteck. Das sind in der Regel die Voraussetzungen für einen minimalinvasiven Eingriff in der Medizin. Doch damit die Kamera etwas erkennt und der Arzt oder die Ärztin operieren kann, braucht es Platz. Um diesen zu schaffen, wird der Organinnenraum mit Fluid aufgebläht. «Die Schwierigkeit dabei ist es, das Organ nicht durch zu viel Druck zu beschädigen», erklärt Joël Zimmerli. Für die einzelnen Organe gibt es daher festgelegte Druckwerte, mit denen in der Medizin gearbeitet wird. «Aber natürlich ist nicht jedes Organ gleich. Die Niere eines Jungen oder einer älteren Frau unterscheiden sich voneinander», fügt der Absolvent hinzu. Somit können auch die festgelegten Druckwerte für den einen weniger optimal passen als für andere Patientinnen. «Für unsere Bachelorarbeit entwickelten wir einen Prüfstand, womit sich die Druck-Volumen-Korrelation von Organen ermitteln lässt. Damit sollen die OP-Voraussetzungen optimiert werden», nennt Joël Zimmerli das Ziel ihrer Arbeit.

Auftragsarbeit für Medizintechnik-Unternehmen Karl Storz

Zum Thema ihrer Bachelorarbeit kamen die beiden durch eine Ausschreibung der Firma Karl Storz. Den Absolventen war im Vorfeld wichtig, dass sie etwas Praktisches machen können anstatt

nur theoretische Analysen aufzustellen. Da die Ausschreibung sich zunächst nur auf die Erstellung theoretischer Modelle erstreckte, schlugen die beiden vor, auch einen entsprechenden Prüfstand zu entwickeln. «Und zu unserer Freude zeigte sich Karl Storz daran interessiert», sagt Beda Felber. Der interdisziplinäre Charakter ihrer Arbeit war dabei die grösste Herausforderung für die beiden Absolventen. «Messtechnik, Programmieren und Medizintechnik mussten optimal aufeinander abgestimmt werden, um die gewünschten Funktionen zu erfüllen», erklärt Beda Felber.

Versuch mit Ballons und Schweinenieren

Erste Testversuche führten die beiden mit Wasserballonen durch und verglichen anschliessend die Ergebnisse mit analytischen Modellen. Auch konnten sie den Prüfstand an Schweinenieren testen und beobachten, wie sich die Niere bei mehrmaligem Aufblasen verhält. «Hier stellten wir fest, dass der Maximaldruck kontinuierlich abnahm, was auf eine Schädigung des Organmaterials hindeutet», so Joël Zimmerli. Mit der Optimierung des Prüfstands durch weitere studentischen Arbeiten sollen später auch medizinisch relevante Tests möglich sein.

«Die mechanische Beschreibung von weichen biologischen Geweben ist herausfordernd und noch nicht standardisiert in der Medizinprodukteentwicklung. Mit diesem Setup lässt sich die mechanische Antwort von Organen unter Insufflationsdruck quantifizieren, was einen wertvollen Beitrag zur Entwicklung von sicheren und wirksamen Endoskopie-Systemen leisten wird.»

Dr. Barbara Röhrnbauer, Dozentin für Maschinentchnik





Mit der wachsenden Komplexität technischer Produkte gewinnt auch die Systemtechnik an Bedeutung. Diese Ingenieursdisziplin vereint die mechanischen, elektronischen, optischen und softwaretechnischen Komponenten, um innovative Lösungen in Robotik, Medizintechnik, Automatisierungstechnik oder Sensorik zu schaffen.

Sorglos Schattenbaden

Léa Eckert und Janick Bilang haben zusammen mit drei Absolventen aus einem anderen Studiengang einen intelligenten Sonnenschirm entwickelt. Die Arbeit brachte einen Prototyp hervor, der einiges kann. Und sie bereitete die Absolvierenden für die interdisziplinäre Arbeit in der Berufspraxis vor.

Léa Eckert und Janick Bilang (oben) haben zusammen mit Tim Siegrist, Toby Barnes und Fabian Fässler (unten v.l.n.r.) einen intelligenten Sonnenschirm entwickelt, der für konstanten Schatten sorgt.

«Unser Sonnenschirm kann selbst fahren und kippen. Er richtet sich dabei nach dem Stand der Sonne.» Léa Eckert

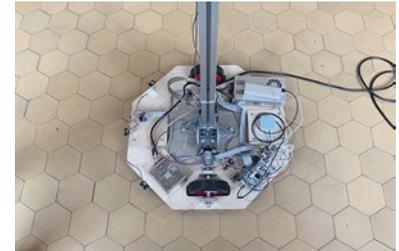




1 Er spannt sich selbst auf, dreht und kippt in die gewünschte Richtung, ohne die Ruhe auf der Liege zu stören: der intelligente Sonnenschirm.

2 Damit sich der Sonnenschirm stets richtig platzieren kann, haben Léa Eckert und Janick Bilang eine fahrbare Plattform mit zwei Antriebs- und zwei weiteren Rädern entwickelt.

3 Entwerfen, entwickeln, prüfen, testen, verbessern: Die Arbeit am intelligenten Sonnenschirm war ein kreativer Prozess.



1

2



3

Den halben Tag im Liegestuhl liegen, immer in der angenehmen Kühle des Schattens. Und das, ohne aufstehen und den Sonnenschirm richten zu müssen: Was so gemütlich klingt, ermöglicht tatsächlich der intelligente Sonnenschirm, den fünf Studierende entwickelt haben. Léa Eckert und Janick Bilang aus dem Studiengang Systemtechnik lieferten in ihrer Bachelorarbeit dazu die Mechatronik, ihre Kollegen aus dem Studiengang Elektrotechnik Fabian Fässler, Tim Siegrist und Toby Barnes entwickelten in einer eigenen Bachelorarbeit die dazugehörige Steuerung und Kommunikation. «Unser Sonnenschirm kann selbst fahren und kippen. Er richtet sich dabei nach dem Stand der Sonne», sagt Léa Eckert.

Option «Autark» schon vorbereitet

Damit der Schirm ohne Unterbruch Schatten spenden kann, haben Eckert und Bilang drei Mechanismen entwickelt: eine fahrbare Plattform, einen Ausfahrmechanismus sowie einen Neigungsmechanismus, der den Schirm um bis zu 90 Grad kippen lässt. Neben diesen Grundfunktionen installierten die beiden ein Anemometer, das die Windstärke misst. Erreicht diese einen bestimmten Wert, fährt der Schirm automatisch ein. «Zum Schluss haben wir die Energiebilanz berechnet», sagt Bilang. «In einem nächsten Projekt

könnte man ein Energiesystem entwickeln und den Sonnenschirm autark gestalten.» Damit bei Bedarf Solarpanels montiert werden können, hat die Gruppe ein rechteckiges Sonnensegel gewählt.

Entwickeln, testen, verbessern

Für die Entwicklung des Prototyps haben Eckert und Bilang verschiedene Möglichkeiten in Betracht gezogen und geprüft. Danach definierten sie die wichtigsten Spezifikationen und entschieden sich für einen Mechanismus. «Damit war das Recherchieren und Analysieren aber noch nicht vorbei», erzählt Eckert. Bei jedem Design-Schritt wurde wieder geprüft, getestet, verbessert. «Wir wollten rechtzeitig reagieren können, wenn nötig», ergänzt Bilang. Eine Herausforderung war die Koordination mit den Kollegen aus der Elektrotechnik, die die Software entwickelten. «Viele ihrer Arbeiten hingen von unserer Vorarbeit ab. Zudem haben wir einen einzigen Prototyp. Wann immer jemand etwas daran testete, mussten die anderen warten. Das führte manchmal zu Zeitdruck», so Eckert. Am Ende ist der Prototyp ziemlich geglückt, finden die beiden. «Einige Dinge möchten wir noch anpassen, damit der Schirm besser fährt.» Und dann können die Ferien auf dem Liegebett beginnen.

«Es war sehr spannend zu sehen, wie die Absolvierenden aus verschiedenen Studiengängen in der gegebenen Zeit gemeinsam eine Systementwicklung durchgezogen, sich organisiert und gegenseitig unterstützt haben. Diese Erfahrung ist vermutlich das Wertvollste an dieser Bachelorarbeit.»

Dr. Martin Ostertag, Dozent für Kommunikationstechnik und Computertechnik, ZHAW







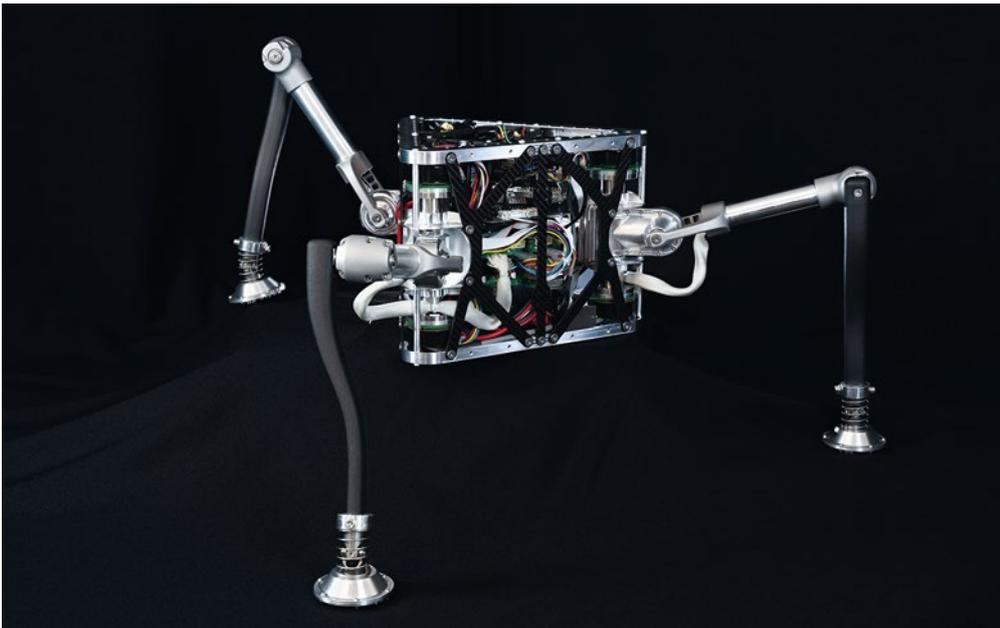
Sprung für Sprung Asteroiden erkunden

Nicht jeder bekommt die Chance, einen Space-Roboter zu bauen. Jonas Toma und Wim Zimmermann bekamen sie in einem Fokusprojekt mit der ETH. Heraus kam SpaceHopper, ein dreibeiniger Roboter, der sich springend auf Asteroiden fortbewegen soll.

Für den dreibeinigen Roboter haben Jonas Toma und Wim Zimmermann die Stromversorgung ausgelegt und das Sensorsystem entwickelt.

«Dieses neuartige Fortbewegungskonzept bietet ganz neue Möglichkeiten, um den Weltraum zu erkunden.» Jonas Toma

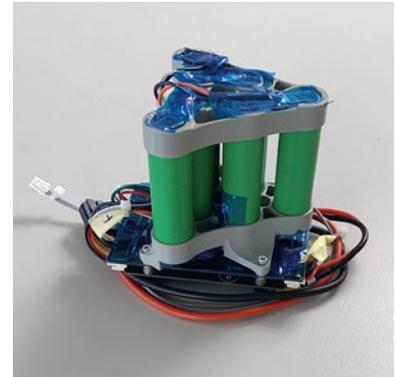




1 Im SpaceHopper müssen alle Komponenten so kompakt wie möglich verbaut sein.

2 Das Batteriepaket, das Jonas Toma und Wim Zimmermann entwickelt haben, ist Voraussetzung für die zuverlässige Stromversorgung.

3 Der SpaceHopper lernt selbst, wie er sich kontrolliert bewegt.



1

2



3

Einen Roboter bauen, der über Asteroiden hüpfet. Das ist wohl ein Traum vieler junger Ingenieure und Ingenieurinnen. Die Systemtechnik-Absolventen Jonas Toma und Wim Zimmermann konnten sich diesen Traum im Projekt SpaceHopper mit Studierenden der ETH verwirklichen. Die Aufgabe des Teams war es, einen Prototyp eines kompakten Roboters zu bauen, der sich dank Reinforcement Learning kontrolliert bewegen kann, wenn kaum Gravitation vorherrscht. Das Ergebnis ist ein knapp fünf Kilogramm schwerer, dreibeiniger Roboter, der springen kann und weder unten noch oben kennt. Jonas Toma und Wim Zimmermann haben die Stromversorgung ausgelegt und das Sensorsystem entwickelt, mit dem sich der Roboter in seiner Umgebung verorten kann. «Dieses neuartige Fortbewegungskonzept bietet ganz neue Möglichkeiten, um den Weltraum zu erkunden», findet Jonas Toma.

Wenig Platz für viel Technik

«Wir waren seit unserer Projektarbeit von Beginn an am Designprozess beteiligt», erklärt Wim Zimmermann. «Es ging darum, dass alle Komponenten zuverlässig zur richtigen Zeit mit genug Leistung versorgt werden.» Jonas Toma ergänzt: «Da die Batterien in einem so kleinen Roboter ihren Platz brauchen, war es sehr wichtig zu bestimmen, welche Komponenten, wo verbaut werden.»

Sie wählten Lithium-Ionen-Zellen, um die entwickelte Batterie anhand der anderen Bauteile entsprechend zu skalieren. Damit sich der Roboter ausrichten kann, haben sie drei sogenannte Time-of-Flight-Sensoren verwendet. Diese senden Impulse aus und berechnen anhand derer Laufzeit Distanzen, aus denen dann die Höhe und die Ausrichtung des Roboters berechnet werden kann.

Auf das Team kommt es an

Space-tauglich ist der Roboter derzeit nicht. «Die Komponenten sind so ausgelegt, dass sie das bestmögliche Ergebnis in Tests auf der Erde erzielen», sagt Wim Zimmermann. «Aber wir haben das Design so gedacht, dass diese Komponenten gegen Space-taugliche ausgetauscht werden können. Die Funktionalität bleibt dennoch bestehen.» Die beiden Absolventen haben wertvolle Erfahrungen aus der Arbeit mitnehmen können: «Wir haben nicht nur einen coolen Space-Roboter komplett selbst entwickeln und bauen dürfen», sagt Jonas Toma. «Vor allem haben wir gelernt in einem Team mit Menschen zu arbeiten, die alle unterschiedliche Kenntnisse und Erfahrungen mitbringen. Es war eine wertvolle Erfahrung, ein Projekt von der Idee, Planung, Ausarbeitung über die Umsetzung bis zum Testen und Demonstrieren durchführen zu können.»

Auf Planeten oder Asteroiden mit geringer Gravitation ist Springen die effizienteste Fortbewegungsart. Auf steilem Gelände haben springende Roboter eine bessere Traction als fahrende. Seit 2019 entwickeln daher Studierende der ETH und ZHAW School of Engineering gemeinsam springende Erkundungsroboter für den Weltraum.



Ein exaktes Messsystem für das Knie

Bei einer Kreuzbandverletzung kommt es bei der Untersuchung auf die Ausführung und die Erfahrung der jeweils untersuchenden Physiotherapeuten und -therapeutinnen an. Sandro Brändle und Cedric Kindler haben für ihre Bachelorarbeit daher ein Messsystem entwickelt, mit dem sich die Laxizität des Kniegelenks automatisiert und reproduzierbar messen lässt.

Cedric Kindler und Sandro Brändle wollen mit ihrem Messgerät die Knie-Untersuchung nach einer Kreuzbandverletzung automatisieren.

«Es gab bisher keine Vorarbeiten dazu. Doch genau das hat uns auch am meisten Spass gemacht, wir haben alle Entwicklungsschritte abgedeckt.»

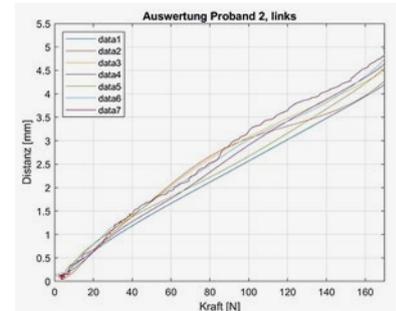
Cedric Kindler





1 Das Knielaxizitäts-Messgerät mit dem eingespannten Bein eines Probanden.

2 Auf dem Diagramm sieht man sieben Messungen, die die Verschiebung des Unterschenkels gegenüber dem Oberschenkel bei einem Probanden zeigen.



1

2

Zu mehr als 55'000 Knieverletzungen kommt es jährlich in der Schweiz. Ein gewichtiger Anteil fällt dabei auf Kreuzbandverletzungen. Zur Feststellung eines Kreuzbandrisses und zur Beobachtung des Genesungsprozesses nach einer OP oder Verletzung des Kreuzbandes wird häufig der sogenannte Lachman-Test angewendet. Bei dem Test kann der Physiotherapeut mittels der Verschiebbarkeit des Unterschenkels gegenüber dem Oberschenkel die Stabilität des vorderen Kreuzbandes untersuchen. Dabei kommt es auch darauf an, wie viel Druck die Physiotherapeutin anwendet. Somit kann sich das Ergebnis von dem anderer Physiotherapeuten unterscheiden. Und genau hier kommt das von den Systemtechnik-Absolventen Sandro Brändle und Cedric Kindler entwickelte Messgerät ins Spiel. «Unser Ziel war es, den Prototyp eines Messsystems zu entwickeln, der den Lachman-Test automatisiert, die Messergebnisse reproduzierbar macht und somit eine Vergleichbarkeit ermöglicht», erklärt Sandro Brändle. Zwar gebe es bereits klinische Messgeräte, die genaue Messdaten liefern, diese seien aber für viele Praxen mit Anschaffungskosten von 40'000 Franken keine Ideal-Lösung. «Unser Gerät soll weniger als die Hälfte kosten», fügt er mit an.

Daten können direkt ausgelesen werden

Für die Anwendung ihres Prototyps genügt eine Patientenliege. Der Patient oder die Patientin legt das Bein in eine Vorrichtung. Der Prototyp wurde dabei so konstruiert, dass er individuell auf jede Patientin und Patient angepasst werden kann. «Beim Messvorgang lassen sich verschiedene Kräfte auf das Bein anwenden, die Daten können dann direkt ausgelesen werden», erklärt Cedric Kindler. Nach einer Kreuzband-OP lässt sich zudem auch der Heilungsprozess beobachten. «Mit einer ersten Messung nach der OP und dann mit einer zweiten nach ca. sechs Monaten mit den exakt gleichen Einstellungen kann der Chirurg Rückschlüsse auf den Eingriff und den Heilungsprozess machen», führt Sandro Brändle aus.

Alle Entwicklungsschritte abgedeckt

Die grösste Herausforderung für die Absolventen war es, das ganze System von null auf zu entwickeln. «Es gab bisher keine Vorarbeiten dazu», betont Sandro Brändle. «Doch genau das hat uns auch am meisten Spass gemacht, wir konnten, erst mit der Projekt- und dann mit der Bachelorarbeit alle Entwicklungsschritte abdecken, von der Ideenfindung, Konzepterstellung, Konstruktion bis zur Auswertung am Schluss», sagt Cedric Kindler.

«Das entwickelte Messgerät verhilft den Patientinnen und Patienten und dem medizinischen Personal den Genesungsprozess objektiv zu überwachen. Der Mehrwert liegt vor allem darin, dass das Messgerät eine Kraft-Weg-Kurve generieren kann, die für das medizinische Personal nur schwer zu erfüllen ist.»

Dr. Michaela Nusser, stellvertretende Schwerpunktleiterin Biomechanical Engineering









VERKEHRS- SYSTEME

Der Studiengang Verkehrssysteme befasst sich mit dem Gesamtsystem Verkehr auf Schiene und Strasse, sowohl mit dem öffentlichen als auch mit dem motorisierten Individualverkehr. Mit der nachhaltigen Entwicklung von Personen- und Güterverkehr sowie der Optimierung der Beschaffungs-, Produktions- und Verteilungskonzepte gestalten Ingenieurinnen und Ingenieure die Zukunft massgeblich mit.

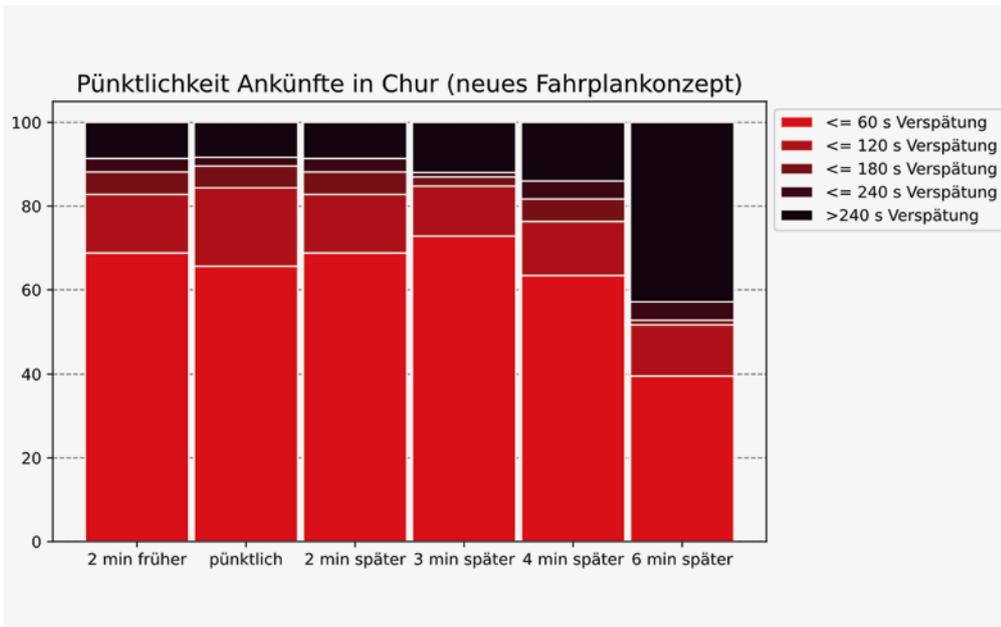
Es geht auch schneller

Die Rhätische Bahn hat sich bis 2025 zum Ziel gesetzt, auf der Zugstrecke von Chur nach St. Moritz und zurück eine Zugkomposition einzusparen. Wie die Fahrplanzeiten angepasst werden müssen, damit weiterhin alle Anschlusszüge erreicht werden, untersuchten die beiden Verkehrssystemeabsolvierenden Céline Wüst und Lukas Fabel.

Céline Wüst und Lukas Fabel haben einen neuen Fahrplan für den Interregio von Chur nach St. Moritz und zurück erarbeitet.

«Die Herausforderung war einerseits genau zu verstehen, was im Simulationstool passiert und andererseits zu beweisen, warum der neue Fahrplan besser ist als der alte.» Lukas Fabel





1 Bei Abfahrt mit maximal vier Minuten Verspätung sind zwischen 80 und 90 Prozent der Ankünfte in Chur pünktlich und somit wäre der Anschluss nach Zürich gegeben.

2 Die Tabelle zeigt die prozentual pünktlichen Abfahrten bei unterschiedlichen Wendezeiten in St. Moritz.

3 Teile der Strecke Chur – St. Moritz werden doppelspurig ausgebaut und auch der Albula-Tunnel wird erneuert.

	Wendezeit									
	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min	6 min	7 min	8 min	9 min	10 min
11:00-12:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
12:00-13:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
13:00-14:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
14:00-15:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
15:00-16:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
16:00-17:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
17:00-18:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
18:00-19:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
19:00-20:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
20:00-21:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
21:00-22:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
22:00-23:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
23:00-00:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

1

2



3

Derzeit bietet die Rhätische Bahn (RhB) stündlich einen Interregio von Chur nach St. Moritz an, der die Strecke in etwas mehr als zwei Stunden zurücklegt. Bis der gleiche Interregio von St. Moritz wieder zurück nach Chur fährt, steht der Zug knapp eine Stunde am Bahnhof. Das ist der RhB zu lang und ineffizient. Wo heute die nächste Rückfahrt von einem anderen Zug durchgeführt wird, soll dieses 2025 vom gleichen Zug angeboten werden. «Um dies zu ermöglichen, muss die Fahrzeit so optimiert werden, dass die Pünktlichkeit gegeben ist, alle Anschlusszüge erreicht werden und ausreichend Zeit für die Kurzwende ist», erklärt Céline Wüst, Absolventin der Verkehrssysteme.

Nicht den Anschluss verpassen

Bereits im Rahmen ihrer Projektarbeit untersuchten sie und ihr Mitabsolvent Lukas Fabel, an welchen Haltestellen Zeit gespart werden kann. «Es gibt nicht viele Orte, wo es Spielraum gibt. Der Fahrplan war schnell erstellt. Die Herausforderung war zum einen genau zu verstehen, was im Simulationstool im Hintergrund passiert. Wir mussten viel Reverse Engineering betreiben. Zum anderen galt es anhand von Zahlen zu beweisen, warum der neue Fahrplan besser ist als der alte», so Lukas Fabel.

Mit der von der RhB zur Verfügung gestellten Software zur Modellierung

von Schienennetzwerken Train Planning System (kurz: TPS) führten sie mehrere Simulationen mit 99 Zyklen und zufälligen Verspätungen durch. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Wendezeit maximal sieben Minuten betragen darf, um alle Anschlussverbindungen zu garantieren. «Ob der neue Fahrplan 2025 angepasst werden kann, hängt auch von anderen Faktoren ab. Es sind neue Doppelspuren und die Erneuerung des Albula-Bahntunnels geplant und teilweise am Laufen, die den neuen Fahrplan begünstigen würden», sagt Céline Wüst.

Simulationstool anstatt Planungstool

In ihrer Präsentation bei der RhB werden sie Feedback über die Simulationsfähigkeit des Tools geben. «Das TPS ist für eine genaue Auskunft zu unflexibel; Wir konnten zu wenig Einfluss auf die Simulation nehmen und nicht genau das abbilden, was wir wollten», erklärt Lukas Fabel.

In der Schweiz gilt ein Zug als pünktlich, wenn er mit weniger als drei Minuten Verspätung am Zielbahnhof eintrifft. Bei der RhB waren im Jahr 2021 89.4 Prozent aller Züge pünktlich, bei der SBB 91.9 Prozent. Im Vergleich dazu waren bei der Deutschen Bahn 75 Prozent der Züge pünktlich.

Quelle: www.rhb.ch; www.sbb.ch; www.deutschebahn.com





Mit dem Nachtzug zum Geschäftstermin, mit dem Flugzeug nach Hause

Als Mitarbeiter der SBB und Nachtzug-Fan wusste Micha Küng genau, worüber er seine Bachelorarbeit schreiben wollte.

Was braucht es, damit mehr Schweizer Geschäftsreisende anstelle des Flugzeuges den Nachtzug nehmen? Dieser Frage ging Micha Küng in seiner Bachelorarbeit auf den Grund.

«Ich war positiv überrascht über das grosse Interesse von Geschäftsreisenden am Nachtzug. Es scheint eine Bereitschaft zu geben, auf Reisen mit dem Nachtzug umzusteigen.» Micha Küng





1 So sollen die neuen Nachtzüge der Österreichischen Bundesbahnen aussehen. © ÖBB; Miri Cabins von aussen

2 Welche Assoziation verbinden Geschäftsreisende spontan mit dem Begriff «Nachtzug»? Das Diagramm zeigt die Ergebnisse der Umfrage von Micha Küng.



1

2

Die Mobilität hat grossen Einfluss auf die Umweltbelastung. Die Nachhaltigkeitsbilanzen von Unternehmen hängen nicht zuletzt von der Anzahl Flugreisen ab, die ihre Mitarbeitenden tätigen. «Noch ist aber die Reise mit dem Flugzeug klar die beliebteste Reiseart, insbesondere bei intrakontinentalen Geschäftsreisen», weiss Micha Küng, der im Studiengang «Verkehrssysteme» abschliesst. Überraschen sollte das niemanden, findet er, denn der umweltfreundlichere Nachtzug stelle bislang nur selten einen adäquaten Ersatz für die Flugreise dar. «In meiner Bachelorarbeit wollte ich herausfinden, was die Gründe sind, die Geschäftsreisende davon abhalten, vom Flugzeug auf den Nachtzug umzusteigen», so Küng. Dazu führte er verschiedene Umfragen durch: Am Bahnhof des Flughafens Zürichs sprach er Passagierinnen und Passagiere an, die auf Geschäftsreise waren, und via verschiedene Grossunternehmen führte er Online-Umfragen durch.

Nachtzüge müssten mehr bieten

Was sich dabei klar zeigte war, dass ein Grossteil der Befragten grundsätzlich bereit ist, den Nachtzug zu nutzen. Eine Folgebefragung brachte dann allerdings zutage, dass sich im Nachtzug-Angebot noch einiges tun müsste, damit die Befragten tatsächlich umsteigen würden. «Geschäftsreisende

sind sehr zweckorientierte Reisende», sagt Küng. «Sie möchten die Möglichkeit haben, die Zeit zum Arbeiten zu nutzen. Dazu bräuchte es in Zügen beispielsweise kleine Arbeitstische.» Auch die Privatsphäre und der Komfort seien den Geschäftsreisenden sehr wichtig. Das aktuelle Nachtzug-Angebot kann diese Ansprüche aktuell kaum erfüllen.

Innovative Angebote sind gefragt

Sehr interessiert zeigten sich die Befragten an Kombinationsangeboten. Viele Geschäftsreisende könnten sich vorstellen, am Vorabend eines Geschäftstermins den Nachtzug zu nehmen und am Folgetag mit dem Flugzeug heimzureisen. «Diese Variante erhielt sogar eine höhere Zustimmung als die Hin- und Rückreise mit dem Flugzeug», so Küng. Ein guter Grund für die Anbieter, solche Konzepte zu entwickeln, findet er. Küng ist überzeugt, dass die Bahnunternehmen in Sachen Nachtzügen deutlich zulegen könnten, wenn sie sich stärker nach den Bedürfnissen der Reisenden ausrichteten. «Bestimmt würde das auch mehr Freizeitreisende anziehen», so Küng. Er selbst liebte das Reisen mit dem Nachtzug schon immer. «Man fährt mit dem Zug durch die Nacht und erwacht an einem anderen Ort. Ich mag das Abenteuerliche daran. Und ich verbinde gute Erinnerungen damit.»

Der Nachtzug verlor in Europa in den letzten Jahrzehnten an Bedeutung, da Billigflug-Airlines und Fernbus-Anbieter den Markt aufmischten. Doch nun scheint sich der Wind zu drehen. Dabei spielt das Thema Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle. Die Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) investieren derzeit in ein komfortableres und moderneres Nachtzug-Angebot.



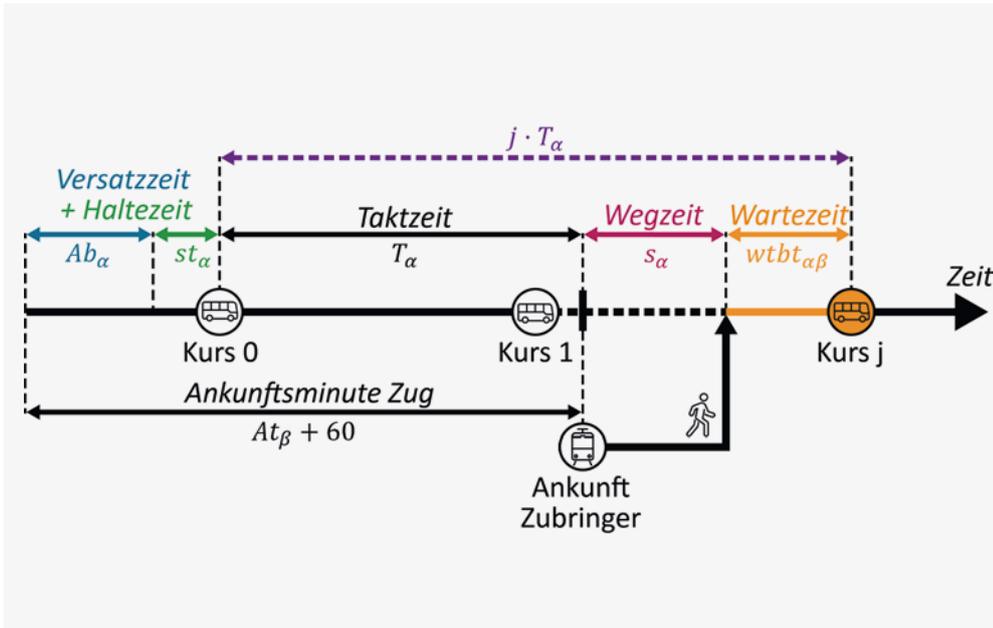
Perfektes Zusammenspiel zwischen Bus und Bahn

Um im öffentlichen Verkehr schnell und reibungslos von A nach B zu kommen, sind gut abgestimmte Anschlüsse Grundvoraussetzung. Dafür braucht es im Vorlauf eine gute Planung. Die ist jedoch hochkomplex und mit viel Arbeitsaufwand verbunden. Christof Kraft und Dominic Thalmann haben daher ein Planungstool entwickelt, das den Prozess vereinfacht.

Mit dem Planungstool von Dominic Thalmann und Christof Kraft sollen mehr Zug- und Buslinien aufeinander angepasst werden können.

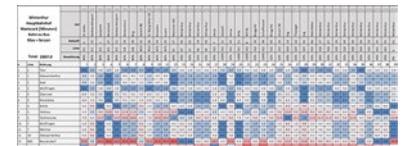
«Zusammen mit dem Kunden abzuwägen, welche Wünsche man berücksichtigen kann oder was man zugunsten der Einfachheit besser weglässt, war herausfordernd.» Christof Kraft





1 Das Schema zur Berechnung der Wartezeit von Zug zu Bus.

2 Viele Zug- und Buslinien, die optimal aufeinander abgestimmt werden müssen: Die aktuellen Wartezeiten am Hauptbahnhof Winterthur von Bahn zu Bus.



1

2

Für die Verkehrssysteme-Absolventen Dominic Thalmann und Christof Kraft war es wichtig, dass das Ergebnis ihrer Bachelorarbeit nicht in der Schublade verschwindet, sondern einen echten Nutzen bietet. Der Auftrag von Stadtbus Winterthur für ein neues Planungstool für die Anschlussoptimierung am Hauptbahnhof schien daher die passende Herausforderung dafür. Ziel der Angebotsplanung ist es, «da die Zeiten der Züge feststehen, möglichst viele Busanschlüsse an die An- und Abfahrtszeiten der Bahn anzupassen», erklärt Dominic Thalmann. Bis jetzt ist die Planung dafür ein komplexer Prozess, der mit viel Arbeitszeit verbunden ist. Das neu entwickelte Tool soll den Prozess vereinfachen. «Wir hoffen sehr, dass das Programm zur Anwendung kommt. Mit Stadtbus Winterthur waren wir in engem Austausch und haben alle Anforderungen daran umgesetzt», sagt Dominic Thalmann. «Bislang hat Stadtbus Winterthur die Anschlussplanung auf die wichtigsten, nachfragestärksten Anschlüsse ausgerichtet. Durch unser Tool können nun alle Bahnanschlüsse in die Anschlussplanung integriert werden», nennt Christof Kraft die Vorteile ihres Programms.

Zusammenspiel von 39 Bahnlinien mit 13 Buslinien

Was das Programm leisten muss, wird

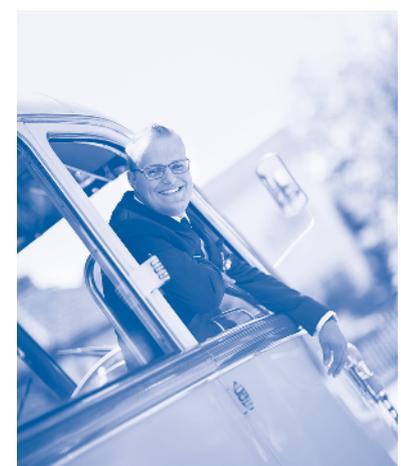
klar, wenn man die Ankunfts- und Abfahrtszeiten am Bahnknoten Winterthur betrachtet. Hier kommen zu Spitzenzeiten je Richtung 39 an- und abfahrende Züge sowie 13 Buslinien zusammen. Das Tool der beiden kann einen Hauptknoten mit bis zu 50 Zügen je Richtung und 30 Buslinien abdecken. Dazu kann je Linie noch ein sogenannter Sekundärknoten mit weiteren 30 Zügen je Richtung aufgenommen werden. So können etwa die Bahnlösungen am Bahnhof Oberwinterthur für die Anschlussplanung der Busse mitbedacht werden.

Auf Augenhöhe mit dem Auftraggeber

«Zusätzlich lassen sich mit dem Tool die Standzeiten der Busse am Bahnhof optimieren. Beispielsweise lässt sich berechnen, ob zusätzliche Anschlüsse entstehen, wenn die Abfahrtszeit eines Busses so angepasst wird, dass dieser eine Minute länger am Bahnhof steht», erklärt Christof Kraft. Auch wenn der Blick auf die Anschlüsse in der Angebotsplanung nur ein Faktor von vielen ist, hat den beiden die Arbeit an dem Projekt gefallen. «Zusammen mit dem Kunden abzuwägen, welche Wünsche man berücksichtigen kann oder was man zugunsten der Einfachheit besser weglässt, war herausfordernd. Doch genau das hat uns Spass gemacht», so Christof Kraft.

«Die Zusammenarbeit mit den Studenten war interessant. Sie sind auf unsere Wünsche eingegangen und haben sie so gut wie möglich umgesetzt. Das Tool wurde bereits eingesetzt und hat wertvolle Inputs geliefert. Jedoch ist trotzdem noch Handarbeit nötig, da die Angebotsplanung noch weitere Feinheiten hat, welche mit einem Tool nicht abgedeckt werden können.»

Tobias Keller, Stadtbus Winterthur









WIRTSCHAFTS- INGENIEUR- WESEN

Wirtschaftsingenieurinnen und -ingenieure kombinieren mathematische, technische und wirtschaftswissenschaftliche Kompetenzen. Sie gehen komplexe betriebliche Problemstellungen systematisch an, beschreiben sie quantitativ und optimieren sie mittels computergestützter Methoden. Sie analysieren Unternehmensprozesse, gestalten Produkte oder Dienstleistungen kundengerecht und setzen Ressourcen ebenso zweckmässig wie effizient ein.

Effiziente Planung in der Spitalgastronomie

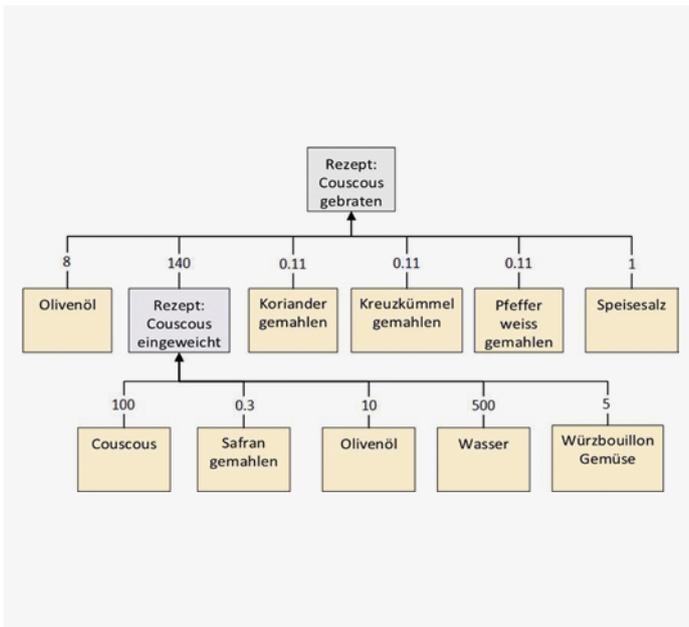
Die Spitalgastronomie gehört mit zu den anspruchsvollsten Bereichen im Gastgewerbe. Auf jede Patientin und jeden Mitarbeiter muss in der Produktionsplanung eingegangen werden. Um die Beschaffung und Logistik der Spitalgastronomie am USZ zu optimieren, haben die Studentinnen Giulia Buffelli und Fabienne Mazenauer ein Materialbedarfsplanungs-Modell aus der Industrie übertragen.

Für ihr Optimierungsmodell nutzen die Studentinnen Giulia Buffelli und Fabienne Mazenauer einen ungewöhnlichen Ansatz.

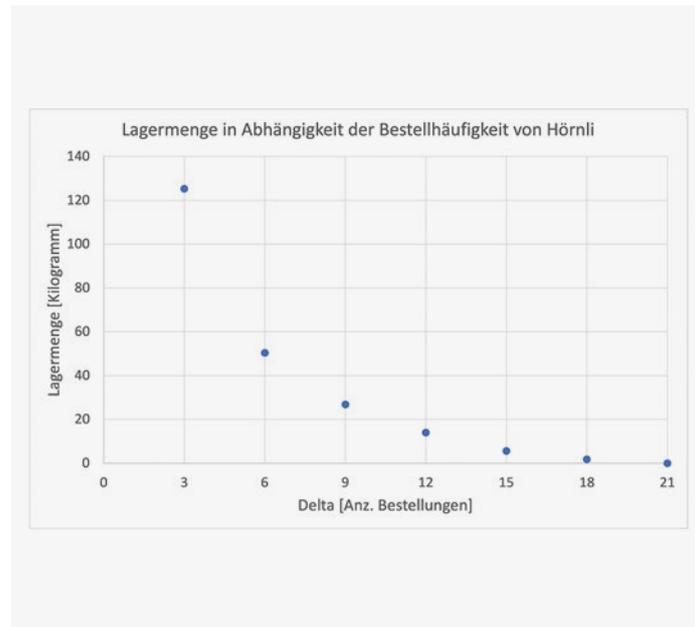
«Unser Optimierungsmodell bietet dem Management eine Entscheidungshilfe, um die Beschaffung und Produktionsplanung effizienter zu gestalten.»

Fabienne Mazenauer





1



2

1 Selbst ein scheinbar einfaches Rezept kann sich als komplex in der Beschaffung herausstellen.

2 Die Studentinnen haben auch ermittelt, ob sich die Bestellhäufigkeit für bestimmte Produkte optimieren lässt.

Über 900 Betten stehen am Universitäts-spital Zürich (USZ) für die stationäre Behandlung von jährlich über 40'000 Patientinnen und Patienten zur Verfügung. Deren unterschiedliche ernährungsspezifische Anforderungen und Präferenzen sowie die zusätzliche Verpflegung des Spitalpersonals stellen die Spitalgastronomie vor eine Herausforderung, denn die Menüs werden jeden Tag frisch zubereitet. Bisher beruht die Produktionsplanung für den jeweils dreiwöchigen Menüzyklus auf langjähriger Erfahrung. Mangelnde Lagerflächen und zunehmende Komplexität der Menüs erfordern ein Optimierungsmodell. Ein solches rechnergestütztes Modell für die Beschaffung der Zutaten haben die Wirtschaftsingenieurwesen-Absolventinnen Giulia Buffelli und Fabienne Mazenauer in ihrer Bachelorarbeit aufgestellt.

Rezepte in Einzelzutaten aufteilen

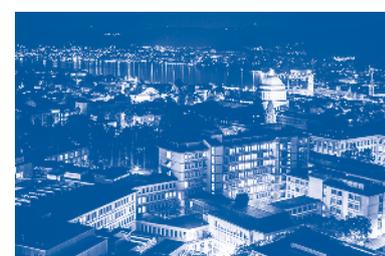
«Für die Grossgastronomie gibt es bisher kaum Lösungsansätze. Wir haben ein Lineares Programm angewendet, das klassischerweise in der industriellen Fertigung genutzt wird», erläutert Fabienne Mazenauer die Idee hinter ihrer Arbeit. In einem ersten Schritt haben die Studentinnen den Einkaufs- und Logistikprozess der Spitalgastronomie des USZ analysiert. Das mathematische Modell zur Optimierung, das sie in einer Literaturrecherche

analysiert haben, wendeten sie im Anschluss an die Bedingungen vor Ort an. In der Modellersprache GAMS (General Algebraic Modeling System) implementierten sie das Lineare Programm, in das die Menüpläne, Rezepte und Prognosen eingelesen werden können. Sämtliche Rezepte werden dafür in ihre Einzelzutaten und Unterrezepte aufgeteilt, so dass jeweils die genauen Mengen ablesbar sind. «Es zeigte sich, dass die im Rezept verwendeten Mengenangaben eine Herausforderung für die Parametrisierung des Modells darstellen», erklärt Giulia Buffelli. «Die Komponentenmengen, die in einem Endprodukt verbaut werden, sind teilweise sehr klein. In das Endprodukt eines Menüs fließen beispielsweise nur 0,2 Gramm Salz ein.»

Weiteres Potenzial

Um das Modell zu validieren, rechneten die Studentinnen die Lösungen nach und kamen zu den gleichen Ergebnissen. «Unser Optimierungsmodell bietet dem Management eine Entscheidungshilfe, um die Beschaffung und Produktionsplanung effizienter zu gestalten», sagt Fabienne Mazenauer. Für Folgearbeiten haben die beiden bereits Vorschläge. Giulia Buffelli meint: «Optimierungspotenzial sehen wir noch in den Bereichen Bestellhäufigkeit, Vorproduktion und Foodwaste.»

In der Spitalgastronomie gibt es vielfältige Anforderungen an die Versorgung. Bei manchen ist es lediglich der persönliche Geschmack, aber viele Menschen sind auch aufgrund ihrer gesundheitlichen Verfassung auf spezielle Nahrung angewiesen. Dies können Unverträglichkeiten sein oder aber die eingeschränkte Fähigkeit, feste Nahrung aufzunehmen.







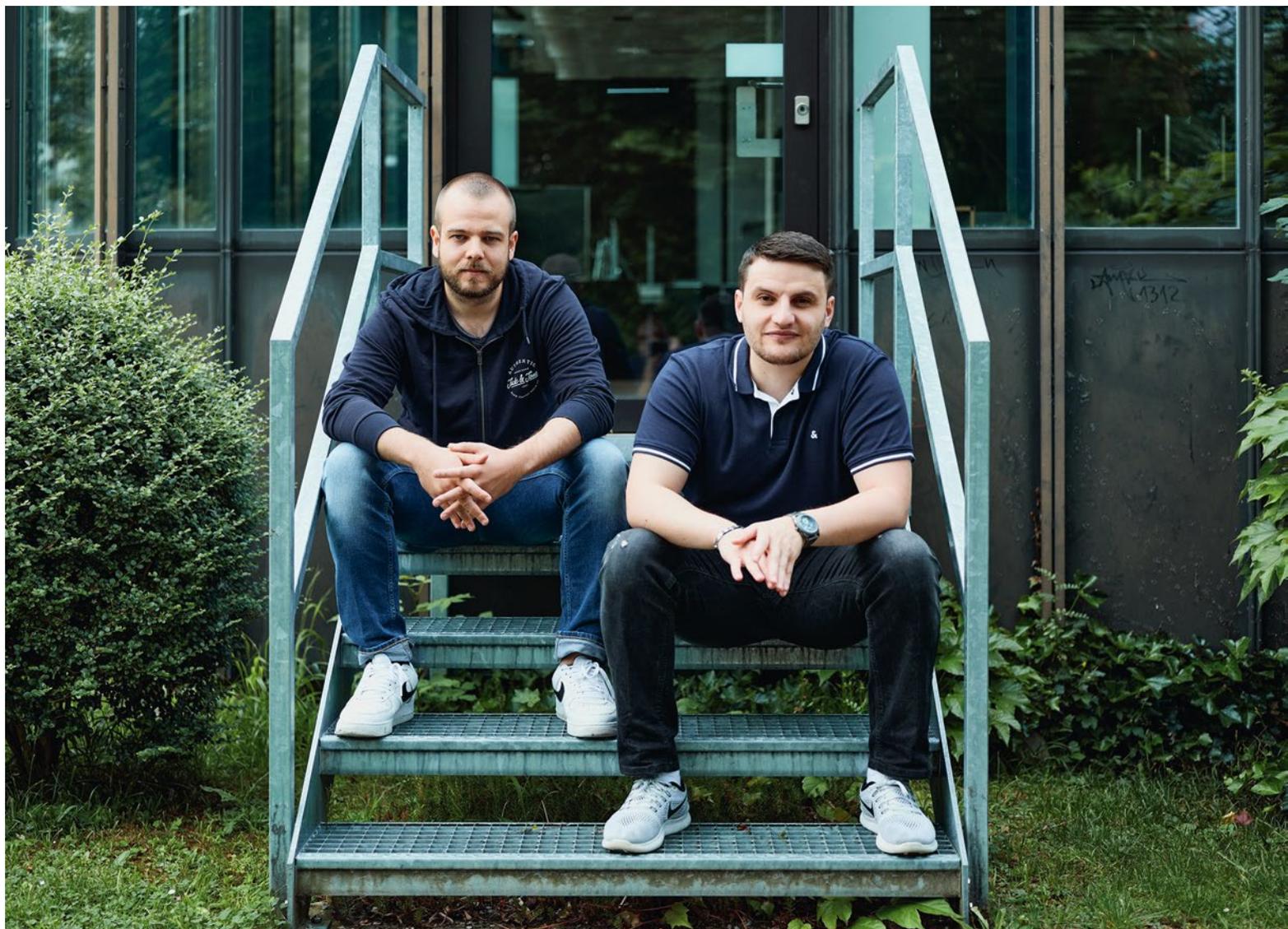
Totalschaden oder nicht?

Das Modell von Arif Arifi und David Staub hilft Versicherungen, Schadensfälle von Fahrzeugen schneller abzuwickeln. In ihrer Arbeit stiessen sie auf Herausforderungen – und auch auf erstaunliche Ergebnisse.

Ihr Modell hilft, Fahrzeugschäden rasch einzuschätzen. David Staub und Arif Arifi schliessen in Wirtschaftsingenieurwesen ab.

«Der Hauptteil der Arbeit, der Entwicklungskreislauf und die Datenanalyse, war toll und lief gut. Was uns mehr herausforderte, war das Schreiben.»

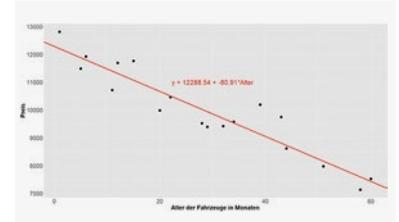
David Staub





1 Ob nach einem Unfall ein Totalschaden vorliegt, beurteilt die Autoversicherung. Arif Arifi und David Staub haben ein Modell entwickelt, welches die Einstufung besonders schnell berechnet.

2 Diese Modellierung mit Beispieldaten zeigt exemplarisch, wie anhand des Fahrzeugalters dessen Wert ermittelt werden kann.



1

2

Schäden an Strassenfahrzeugen sind im Einzelfall zum Glück eine Ausnahme. Für Versicherungen aber sind sie Alltag. Um die Bearbeitung solcher Schadensfälle effizienter zu machen, haben die angehenden Wirtschaftsingenieure Arif Arifi und David Staub an Modellen gearbeitet, die den ersten Schritt dieser Arbeit erleichtern. Dabei geht es darum, rasch zu eruieren, ob ein Totalschaden vorliegt. Entscheidend ist die Frage, ob die Kosten für eine Reparatur den aktuellen Zeitwert des Fahrzeuges übersteigen (Totalschaden) oder ob diese Kosten knapp unter dem Wert liegen. Das Modell von Arifi und Staub zeigt, ob ein Fall genauer betrachtet werden sollte oder direkt klar ist, wie er eingestuft werden muss. Es errechnet dazu den «Zeitwert» des Fahrzeugs (siehe Infobox).

Welche Methode passt?

Arifi und Staub untersuchten zwei Methoden und prüften, welche sich für diese Berechnung besser eignet. Die eine arbeitet mit der linearen Regression, ein altbekanntes statistisches Analyseverfahren. Die andere mit einem komplexen, vielgenutzten Algorithmus, dem «XGBoost». Dieser gilt als zuverlässig und wird bereits probenhalber von der AXA Versicherung für die Beurteilung von Fahrzeugschäden genutzt. Die Versicherung wollte nun wissen, wie gut ihr Prototyp funktioniert und

liess ihn von Arifi und Staub analysieren sowie alternative Methoden prüfen. Dabei zeigte sich: Das Modell, das die lineare Regression nutzt, brachte ähnlich genaue Prognosen hervor wie das Modell mit dem XGBoost – und bringt darüber hinaus einige Vorteile.

Motivierende Zusammenarbeit

«Wir empfehlen, für die Berechnung des Zeitwerts die lineare Regression zu nutzen», sagt Staub. Ein wenig erstaunt waren er und Arifi selbst über das Resultat. «Aber wenn wir die Vor- und Nachteile gegeneinander abwägen, ist das Ergebnis recht deutlich», so Arifi. Er und Staub haben ein weiteres Modell entwickelt, das den Wert von Fahrzeugwracks ermitteln soll. Bei diesem schnitt XGBoost besser ab. Die Ergebnisse liegen nun bei dem Wirtschaftspartner. «Was die Versicherung damit macht, wissen wir noch nicht», so Staub. Die Zusammenarbeit sei sehr gut gewesen und habe die beiden enorm motiviert. «Der Hauptteil der Arbeit, der Entwicklungskreislauf und die Datenanalyse, war toll und lief gut. Was uns mehr herausforderte, war das Schreiben», sagt Arifi und die beiden lachen. Ein Lachen, das ein wenig nach Erleichterung klingt. Auch das Schreiben ist zu schaffen.

Der Zeitwert entspricht dem Betrag, den ein Halter oder Eigentümer beim Verkauf seines Fahrzeuges im aktuellen Zustand auf dem freien Markt möglicherweise realisieren könnte. Übersteigen die Kosten einer Reparatur den Zeitwert, liegt ein Totalschaden vor und die Versicherung entschädigt den Halter oder Eigentümer gemäss den vertraglichen Bedingungen.

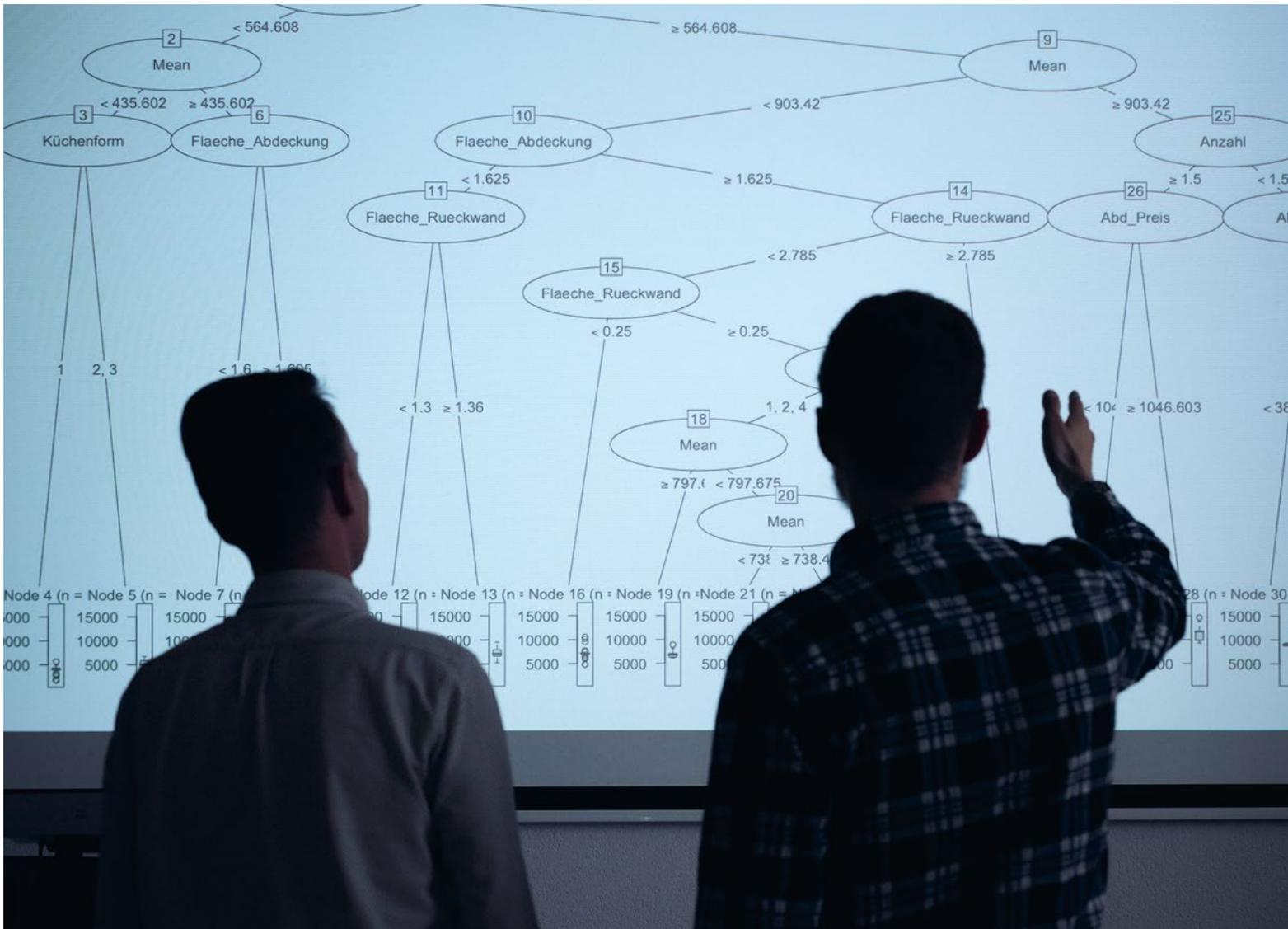


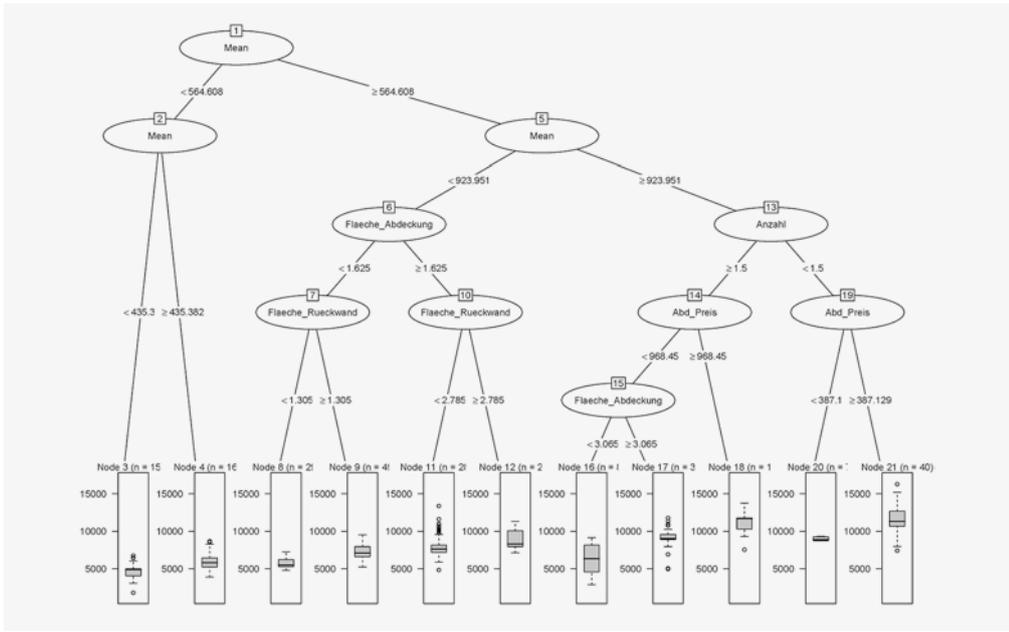
Zeit ist Geld – auch beim Küchenbau

Das zeitaufwändige Erstellen von Offerten für Küchen soll bei der Hans Eisenring AG bald der Vergangenheit angehören. Deshalb hat sich die Firma Hilfe bei den Wirtschaftsingenieurwesen-Absolventen Raphael Schnyder und Manuel Pfister geholt. Sie entwickelten ein Tool, das den Preis der Küche in Kürze bestimmt.

Raphael Schnyder und Manuel Pfister entwickelten ein Tool zur Offertpreisvorhersage für Küchen.

«Wir haben unser Ziel erreicht: Unser Modell kann mit dem bereinigten und aufgearbeiteten Datensatz in 93 Prozent der Fälle eine Küchenofferte auf CHF 500 genau schätzen.» Raphael Schnyder





1 Die Abbildung zeigt einen repräsentativen Entscheidungsbaum aus dem Random-Forest-Modell, das den Küchenoffertpreis vorhersagt.

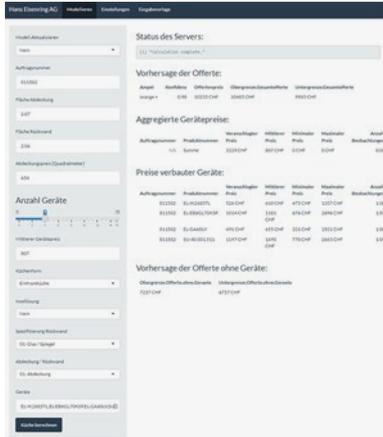
2 Eine Einfront-Küche mit dazugehöriger Insel. Dieses Modell entspricht einer typischen Küche, wie sie heute in Mietwohnungen oft verbaut wird.

3 So sieht die Benutzeroberfläche des Tools aus.



1

2



3

Es kann manchmal Tage dauern, bis eine Offerte manuell fertiggestellt ist. Ob der Anbieter den Auftrag bekommt, ist nicht sicher. Auch der Küchenmarkt ist kompetitiv und die Erfolgsquote eher tief. Die Planungskosten für nicht akquirierte Küchen müssen dann auf die erfolgreich akquirierten Küchen abgewälzt werden. Raphael Schnyder und Manuel Pfister stellten sich der Aufgabe, ein Tool zu entwickeln, das in wenigen Minuten den Preis der Offerte bestimmt. Alle Aufträge, die die Hans Eisenring AG in der Vergangenheit bekommen haben, stellten sie den Studenten zur Verfügung.

Daten, Daten, Daten

«Dir grösste Herausforderung war die Datenaufbereitung, womit wir die ersten acht bis neun Wochen verbracht haben. Wir haben über die Daten gegrübelt und versucht Zusammenhänge zu erkennen. Diese Daten haben wir im Anschluss für die Modellierung aufgearbeitet und zusammengeführt», erinnert sich Raphael Schnyder. «Im Unterricht haben wir gelernt, dass man ein Ziel formuliert und dann die Datenbank darauf aufbaut. Die Hans Eisenring AG hatte bereits die Daten und wir haben versucht herauszufinden, wie wir sie verwenden können», ergänzt Manuel Pfister.

Zusammenhänge erkennen

Mit sieben Parametern wie Form der Küche, Grösse der Abdeckung oder Qualität der eingebauten Geräte, programmierten sie ein User Interface, mittels dem die Eigenschaften der Parameter ausgewählt werden. Das Modell trainierten sie mithilfe von Machine Learning-Algorithmen. «Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, dass unsere Modelle die Grossbauprojekte auswendig lernten und nicht die Zusammenhänge in den Daten verstand. Deshalb mussten wir die Datenaufbereitung aufwändig umgestalten, um sicherzustellen, dass die Modelle auch wirklich die Zusammenhänge lernen», sagt Raphael Schnyder. Mit dem Ergebnis sind die Absolventen zufrieden: «Wir haben unser Ziel erreicht: Unser Modell kann mit dem bereinigten und aufgearbeiteten Datensatz in 93 Prozent der Fälle eine Küchenofferte auf CHF 500 genau schätzen.» Für eine schweizweite Integration des Tools, sind noch weitere Daten notwendig, sagen die Absolventen. Sie empfehlen aber, dass das Tool im dafür vorgesehen Einsatzspektrum eingesetzt wird, da es dort sehr zuverlässig arbeitet.

«Die Absolventen zeigen mit Ihrem Modell, wie aus historischen Daten ein Mehrwert für künftige Projekte abgeleitet werden kann und belegen anhand der Ergebnisse eine wesentliche Effizienzsteigerung in den Planungsaufgaben.»

Patrick Bruderer, Mitglied der Geschäftsleitung, Hans Eisenring AG



«Das Fundament haben wir gebaut, der Rest muss noch entwickelt werden»

Könnt ihr die Werte, die auf dem Bild, das die Benutzeroberfläche zeigt (Bild 1), genauer erklären?

MP: Oben in der Mitte ist der Offertenpreis zu sehen, der unser Tool berechnet hat. Dazu berechnet das Programm noch das Intervall – also die Obergrenze und Untergrenze – welches immer auf CHF 500 gesetzt ist. Die Vorhersage könnte sehr genau sein oder eben das Gegenteil. Da dies für die Mitarbeitenden der Hans Eisenring AG schwer einzuschätzen ist, haben wir für sie zwei Gütekriterien entwickelt. Das eine ist ein

«Mit unserem und dem Input von anderen Experten könnte es in Zukunft ein mächtiges Tool werden, womit Küchenplaner den Prozess der Offertpreisvorhersage weiter verbessern könnten.» Manuel Pfister

statistisches Mass namens «P-500», das dem Nutzenden sagt, wie wahrscheinlich es ist, dass der wahre Offertpreis in diesem CHF 500 Intervall liegt. Zusätzlich stellen wir ihnen noch eine Ampel zur Verfügung, die dem Nutzenden mitteilt, ob das Ergebnis realistisch ist oder nicht. Das Ampelsignal sagt aus, ob das Tool bereits genügend ähnliche Küchen kennt, um eine realistische Schätzung machen zu können. Weiter werden die einzelnen Preise der Geräte, die verbaut wurden, aufgeführt. Sind die genauen Preise der Geräte bekannt, stellen wir ihnen den Offertpreis ohne eingebaute Geräte zur Verfügung. So kann der Mitarbeitende die spezifischen Gerätepreise selbst auf den Offertpreis addieren.

Wie seid ihr zu eurem Thema gekommen?

RS: Ursprünglich sollten wir uns mit dem Thema «Passenger Forecasting» beschäftigen. Dann wurde uns aber mitgeteilt, dass Passenger Forecasting nicht möglich ist, sie aber ein anderes Thema haben, dass sich mit Küchen beschäftigt. Im ersten Moment dachten wir: Was? Mit Küchen? Und um ehrlich zu sein, waren die ersten zwei Wochen ein bisschen holprig, aber dann hat es angefangen richtig Spass zu machen. Von Woche zu Woche habe ich gemerkt, dass es viel komplexer, schwieriger und ineinander verwobener ist, als ich mir das am Anfang vorgestellt habe und das hat mir grosse Freude bereitet.

Was passiert mit eurem Tool in Zukunft?

RS: Für den operativen Einsatz ist es noch nicht weit genug entwickelt. Bisher ist das Spektrum für Küchen, das wir vorhersagen können, noch zu klein. Eingesetzt werden könnte es aber, wenn es darum geht, alte Offerten zu reproduzieren. Das Ziel hinter dem Auftrag war es, das Potential eines solchen Tools zu zeigen und das macht die von uns entwickelte Applikation sehr gut.

MP: Und mit unserem und dem Input von anderen Experten könnte es in Zukunft ein mächtiges Tool werden, womit Küchenplaner den Prozess der Offertpreisvorhersage weiter verbessern könnten. Das Fundament haben wir gebaut, der Rest muss aber noch entwickelt werden.

Wie geht es bei euch beruflich weiter?

RS: Ich werde den Master in Statistik oder Actuarial Sciences machen. Das entscheidet sich noch. Dazu werde ich mich weiterhin mit meinem Start-up Paton und der Entwicklung unserer smarten Patientenglocke beschäftigen. Langweilig wird mir nicht.

MP: Ich werde den Master in Biostatistik an der Uni Zürich machen, begleitend zum Master arbeite ich noch bei Roche Diagnostics International im Bereich Digitalisierung.

Wie seht ihr die Zukunft in der Küchenbaubranche in Bezug auf die Digitalisierung?

RS: Ich denke, dass die Branche noch einen Weg vor sich hat, wenn es um die Digitalisierung geht. Die Hans Eisenring AG kommt gut voran. Bei ihnen ist der Pioniergeist bemerkbar, was wahrscheinlich auch der Grund ist, warum sie die Daten analysieren lassen wollten. Aber grundsätzlich hat die Branche doch ein bisschen aufzuholen, ist aber auf dem richtigen Weg.





machbä





FRIEDRICH AUTENHEIMER
ERSTER DIREKTOR DES TECHNIKUMS
1821 — 1895

MASTER OF SCIENCE IN ENGINEERING

Den besten Bachelorstudierenden mit einem Bachelorabschluss Grade A oder B steht die Ausbildung zum Master of Science in Engineering (MSE) offen. Das Masterstudium ist der höchste akademische Fachhochschulabschluss und eröffnet anspruchsvolle Karrieremöglichkeiten sowie eine Weiterführung der akademischen Laufbahn. Die fachliche Vertiefung findet an einem der 13 Institute und Zentren der ZHAW School of Engineering statt, wo die Studierenden an konkreten Industrieprojekten arbeiten.

Mit Künstlicher Intelligenz gegen Brustkrebs

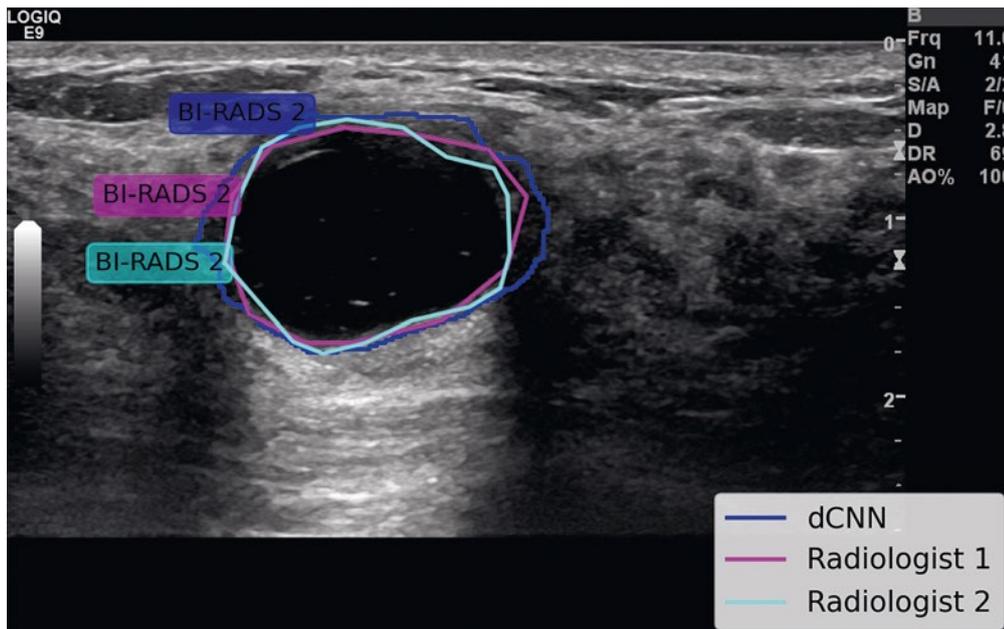
Carlotta Ruppert hat ein Deep Learning-Modell entwickelt und trainiert, Brustläsionen zu erkennen und zu klassifizieren. Damit leistet sie einen wertvollen Beitrag zur Früherkennung von Brustkrebs. In Zukunft soll die Technologie direkt in der Untersuchung einsetzbar sein.

Carlotta Ruppert wird in ihrem Doktorat am Universitätsspital Zürich weiter an ihrer Technologie arbeiten.

«Mich begeistert, dass meine Arbeit direkt im Spital zum Einsatz kommt und grosses Potential hat, die Brustkrebsdiagnose nachhaltig zu verbessern.»

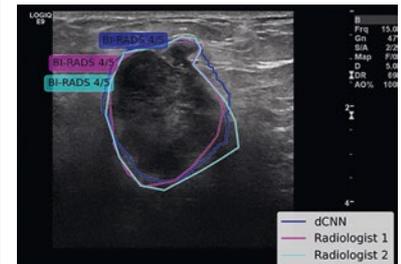
Carlotta Ruppert





1 Die Radiologinnen und Radiologen und das Deep Learning-Modell (dunkelblaue Linie) erkennen gleich gut sowohl eine gutartige Zyste...

2 ...als auch einen bösartigen Tumor.



1

2

Rund 6300 Frauen erkranken in der Schweiz jedes Jahr an Brustkrebs. Eine frühzeitige Erkennung verbessert die Behandlungschancen erheblich. Dazu wird neben der Diagnose mittels Mammographie vor allem bei dichtem Brustgewebe Ultraschall zur Erkennung von Karzinomen angewendet. Die Methode hat aber eine höhere Falsch-Positiv-Rate und erfordert sehr erfahrene Radiologinnen und Radiologen. Um diese in ihrer Arbeit zu unterstützen, hat Carlotta Ruppert in ihrer Masterarbeit ein Deep Learning-Modell entwickelt, das Brustläsionen erkennt und klassifiziert.

Arbeiten mit realen Fällen

Die Abschlussarbeit führte die Absolventin mit b-rayZ durch – einem Spin-off des Universitätsspitals Zürich, das es sich zum Ziel gemacht hat, nachhaltige und für alle Frauen zugängliche Künstliche Intelligenz-Lösungen (KI) für die Brustkrebsdiagnose zu entwickeln. Diese Kooperation ermöglichte es der Absolventin, auf mehr als 3000 für die Forschung freigegebene Ultraschallbilder und Patientinnenakten zugreifen zu können. «Diese sind nach dem weltweit angewendeten Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) klassifiziert. Damit werden Läsionen im Brustgewebe entsprechend ihrem Karzinom-Risiko eingestuft», ordnet sie ein. Eine Ärztin

markierte diese Strukturen auf den Ultraschallbildern und labelte sie. Mit diesen Daten trainierte Carlotta Ruppert dann ihr Deep Learning-Modell. Da rund 80 Prozent der Trainings- und Validierungsbilder nur gutartige Brustläsionen zeigten, musste die Fehlerfunktion des Modells gewichtet werden.

Fast so gut wie Experten

Anschliessend initiierte Carlotta Ruppert einen Testlauf, in dem das Modell und zwei unabhängige Radiologinnen und Radiologen ein Set von 154 Ultraschallbildern analysierten. Das Modell erzielte dabei ähnlich gute Ergebnisse wie die menschlichen Expertinnen und Experten. «Dadurch wird das System zu einer grossen Hilfe in der Brustkrebsdiagnose», ist die Absolventin überzeugt. Um das umzusetzen, wird Carlotta Ruppert am Universitätsspital Zürich ein Doktorat beginnen: «Mich begeistert, dass meine Arbeit direkt im Spital zum Einsatz kommt und grosses Potential hat, die Brustkrebsdiagnose nachhaltig zu verbessern.»

«Unser Projekt adressiert eine Notwendigkeit in der Brustkrebsdiagnose: Die Variabilität in der Interpretation der Brustsonographie zu verringern. Die entwickelte Technologie bringt die existierenden Lösungen auf dem Markt erheblich voran, indem sie die Genauigkeit der Befunde verbessert und in den Arbeitsablauf von Radiologinnen und Radiologen integriert ist.»

PD Dr. Cristina Rossi,
CEO/Co-Founder, b-rayZ AG







Ist ähnlich schon ähnlich genug?

Der Onlineshop der Digitec Galaxus AG führt unter anderem mehr als 470 schwarze Badehosen für Herren im Sortiment. Um das passende Kleidungsstück zu finden, setzt das Unternehmen auf verschiedene Machine Learning-Modelle, die Produktvorschläge liefern. Adrian Genoud ist überzeugt, dass ein selbstlernendes Ähnlichkeitsmodell die Vorschläge sogar noch verbessert.

Adrian Genoud hat ein selbstlernendes Ähnlichkeitsmodell für Produktempfehlungen entwickelt.

«Je höher also die Identitätswahrscheinlichkeit für zwei nicht identische Produkte, umso ähnlicher müssen die Produkte sein.» Adrian Genoud





1 Das von Adrian Genoud entwickelte Ähnlichkeitsmodell findet Nachbarprodukte mit hoher Genauigkeit.

2 Obwohl das Produkt vielleicht ähnlich ist, können sich die Produktdarstellungen so stark unterscheiden, dass das bestehende Modell keine Ähnlichkeit erkennt.



1

2

Um das Einkaufserlebnis im Internet für Kunden bestmöglich zu gestalten, setzt der Onlinehändler Digitec Galaxus AG auf Produktempfehlungen, die sich an bereits angesehenen Produkten orientieren. «Das Unternehmen setzt dabei unter anderem auf ein Deep Learning-Modell, das Produktbilder vergleicht», sagt Absolvent Adrian Genoud. Das Problem des Ansatzes ist, dass nur Produkte mit visuell ähnlichen Bildern gefunden werden. Werden Produkte unterschiedlich präsentiert, wie zum Beispiel Kleidungsstücke an Personen oder auf weissem Grund, kommt das Modell schnell an seine Grenzen.

Drei Ansätze zur Verbesserung

In seiner Masterarbeit hat Adrian Genoud daher drei Ansätze entwickelt, um die Produktempfehlungen für Badehosen und Pullover zu verbessern. Zwei Ansätze basieren auf dem bereits bestehenden Modell, welches jeweils nur auf das erste Bild eines Produkts angewendet wird. Im ersten Ansatz wendet Adrian Genoud das Modell auf alle Bilder der Produkte an, um dem Modell mehr Vergleichsoptionen zu bieten und mit einer intelligenten Selektion die ähnlichsten Produkte zu identifizieren. Im zweiten Ansatz wird das Modell zielgerichtet reduziert, so dass es ausschliesslich auf Produktmerkmale reagiert und andere allfällige Objekte im Bild ignoriert – in diesem

Falle alles, was auf Personen schliessen lässt.

Nicht identisch, aber fast

Die bisherigen Ansätze verwendeten ein Deep Learning-Modell für die Generierung der Merkmale aus einem Bild, die dann in einem sogenannten Embedding repräsentiert und deren Ähnlichkeit mit Distanzmassen gemessen werden. Adrian Genoud ging einen Schritt weiter und trainierte ein eigenes Ähnlichkeitsmodell, in dem Feature-Generierung und die richtigen Distanzen in einem Modell gelernt und trainiert wurden, so dass direkt für zwei Bilder eine Ähnlichkeitsprognose generiert wird. Da die Daten keine Ähnlichkeitsklassen aufwiesen, konnte er nicht direkt ein Ähnlichkeitsmodell trainieren. Er nutzte die Produktnummern, um Bilder von identischen Produkten zu identifizieren und ein Modell zu trainieren, welches identische Produkte erkennt. «Dieses Modell haben wir für die Approximation, also eine Annäherung, der Ähnlichkeit verwendet», erklärt der Absolvent. «Je höher die Identitätswahrscheinlichkeit für zwei nicht identische Produkte, umso ähnlicher müssen die Produkte sein.» Mit diesem Modell konnte die Abhängigkeit gegenüber der Produktdarstellung gelöst und die Qualität der vorgeschlagenen Produkte erhöht werden.

«Für Digitec Galaxus AG sind diese Erkenntnisse eine gute Grundlage, um darauf weiter aufzubauen und die Produktempfehlungen auf optischen Merkmalen noch weiter zu verbessern. Die Kunden können daraus direkt profitieren, da sie aus der grossen Menge an Produkten nur noch die für sie relevanten empfohlen bekommen.»

Elvis Murina, Data Scientist,
Digitec Galaxus AG



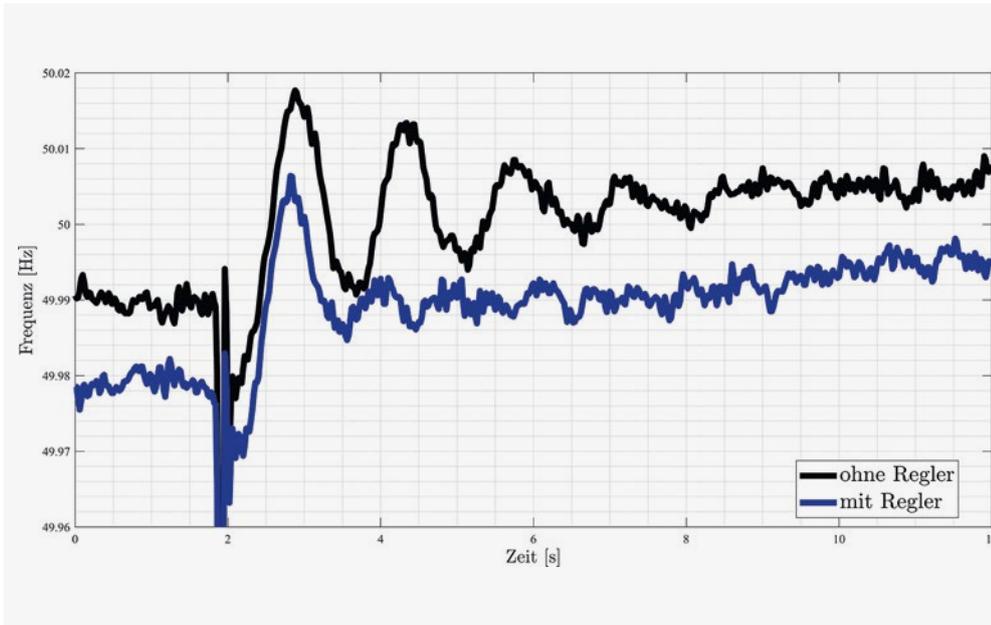
Grenzübergreifendes im Labor erforschen

Störfälle im Stromnetz können sich über lange Strecken hochschaukeln und zu Ausfällen führen, die sich sogar über mehrere Länder ausbreiten. Diese Schwankungen werden mit einer besonderen Anlage an der ZHAW School of Engineering nachempfunden. In seiner Masterarbeit hat Sandro Kellermüller untersucht, wie sie sich dämpfen lassen.

Während seines Masterstudiums hat Sandro Kellermüller an der schweizweit einzigartigen Versuchsanlage eines Stromnetzwerks gearbeitet.

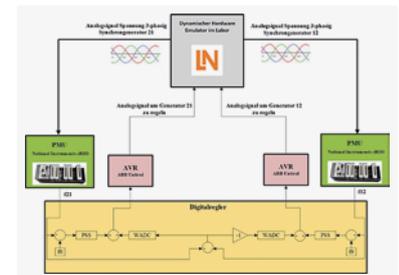
«Erst wenn ich in der Echtzeitsimulation ein zufriedenstellendes Ergebnis bekam, habe ich die Konfigurationen auf den Regler in der Anlage übertragen.» Sandro Kellermüller





1 Die Graphen zeigen, dass die gleiche Störung des Systems mit dem Einsatz des von Sandro Kellermüller eingesetzten Reglers am besten ausgeglichen werden kann.

2 Die Anlage stellt ein Stromnetzwerk in Miniaturform dar, inklusive Generatoren, Messgeräten und Reglern.



1

2

Kontinentaleuropa ist von einem riesigen Stromnetz überzogen, in das Kraftwerke jedes einzelnen Landes Strom einspeisen. Bisher funktioniert das gut, da konventionelle Kraftwerke nicht nur Strom produzieren, sondern mit der Trägheit der rotierenden Massen auch als Kurzzeitspeicher dienen. So können kleinere Schwankungen in der Netzfrequenz ausgeglichen werden. Der Netzbetrieb muss stabil bleiben, damit das ganze System funktioniert. Es gibt jedoch Vorfälle, bei denen sich die Schwankungen hochschaukeln – besonders über lange Strecken im Netz kann dies schwere Auswirkungen auf die Stromversorgung haben. Der zunehmende Ausbau der erneuerbaren Energien wie Solar- und Windenergie und die gleichzeitige Stilllegung konventioneller Kraftwerke, können das Problem zusätzlich verschärfen. Um diese Problematik zu erforschen, gibt es an der ZHAW eine Versuchsanlage, die ein solches Netzwerk in klein darstellt.

Forschen unter realistischen Bedingungen

Sandro Kellermüller hat mit dieser schweizweit einzigartigen Anlage gearbeitet. In seiner Masterarbeit hat er daran einen Regler erforscht, der die Frequenzschwankungen misst und besser dämpft. Je mehr solcher Regler über ein Netz verteilt eingesetzt wer-

den, umso schneller lassen sich die Schwankungen ausgleichen. Der Vorgang passiert automatisch und in Sekundenschnelle. «Mit dem dynamischen Hardware-Emulator im Labor, der dem europäischen Verbundnetz in Miniaturform entspricht, konnte ich die realen Bedingungen und Ereignisse viel besser abbilden als mit einer digitalen Simulation», sagt der Absolvent und führt weiter aus: «Wie in der Realität heisst das aber auch, dass man nicht einfach nur einen Kopf drücken kann, um das System zu starten.»

Ganz ohne Simulation geht es nicht

Daher musste Sandro Kellermüller sich etwas einfallen lassen, um möglichst effizient die optimalen Reglerkonfigurationen zu ermitteln, ohne sie jedes Mal an der Versuchsanlage zu testen. Hier kamen dann doch wieder Simulationen ins Spiel, erklärt er: «Ich habe einen digitalen Zwilling der Anlage gebaut, um an diesem Regler gleicher Bauart anzuschliessen und die jeweiligen Einstellungen zu optimieren. Erst wenn ich in der Echtzeitsimulation ein zufriedenstellendes Ergebnis bekam, habe ich die Konfigurationen auf den Regler in der Anlage übertragen.» Auf diese Weise konnte der Absolvent die Schwankungen in der Netzfrequenz gezielt reduzieren und gleichzeitig hat er die Möglichkeit für weitere Forschung geschaffen.

«Das Schweizer Stimmvolk hat die Energiestrategie 2050 angenommen. Die darin beschlossene Dekarbonisierung der Stromversorgung hat negative Auswirkungen auf den stabilen Betrieb des Stromnetzes. Neue Ansätze und Technologien sind gefragt, um die Systemstabilität aufrecht zu erhalten. Sandro hat genau in dieser Richtung einen tollen Beitrag geleistet.»

Prof. Dr. Petr Korba, Stellvertretender Institutsleiter, Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering













AUSGEZEICHNET

Aussergewöhnliche Leistungen ¹¹⁸

Immer wieder werden die Leistungen der Absolventinnen und Absolventen der School of Engineering mit Preisen gewürdigt.

STARTUPS

Erfolg mit smarterer Patientenglocke ¹²⁰

Innovative Geschäftsideen nehmen ihren Anfang häufig schon im Studium.

FORMULA STUDENT

Mit neuem Wagen bereit für die Rennsaison ¹²²

Das ZHAW-Team «Zurich UAS Racing» geht mit seinem neu entwickelten Elektro-Rennauto an den Start.

ALUMNI

Studium – was kommt danach? ¹²⁴

Wir haben nachgefragt, was die Studierenden von früher heute im Berufsleben machen.



Mithilfe eines Velos und Metallschrott haben Robin Vetterli und Fabian Mohnen ein kleines Wasserkraftwerk konstruiert.

Anerkennung für besondere Leistungen

Viele Absolventinnen und Absolventen leisten mit ihrer Abschlussarbeit Aussergewöhnliches. Das bleibt nicht unentdeckt und wird sogar mit Preisen und Ehrungen bedacht.

«Durch all die Zusprüche, die wir erhalten haben, hat man schon das Gefühl, dass wir das Ganze noch weiterverfolgen sollten.» Robin Vetterli

Auszeichnung für Wasserkraftwerk, das aus Schrott besteht

Für ihre Bachelorarbeit, die erklärt, wie aus gebrauchten Materialien ein kleines Wasserkraftwerk gebaut werden kann, wurden die ZHAW-Absolventen Robin Vetterli und Fabian Mohnen mit dem 2. Platz des «Community Prize» auf dem «International Cooperation Forum» ausgezeichnet. Die Erzeugung von 100W elektrischer Leistung aus weggeworfenen Komponenten und das ausschliesslich aus erneuerbarer Energie - das war das Ziel der Bachelorarbeit «Kleinstkraftwerk für Entwicklungsländer aus Abfallmaterial» von Fabian Mohnen und Robin Vetterli, ZHAW-Absolventen des Studiengangs Maschinentechnik. Die Idee, die dahintersteht, soll zeigen, dass erneuerbare Energiegewinnung im Kleinen auch ohne finanzielle Mittel möglich ist. Der Aufbau soll dabei möglichst einfach gehen und lediglich mit Materialien vom Schrottplatz und einer Schweissanlage realisiert werden können. Dazu erstellten die beiden eine Video-Anleitung, die Schritt für Schritt den Aufbau des Kraftwerks erklärt. Das Resultat ihrer Arbeit wurde beim «International Cooperation Forum», das durch die Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit DEZA organisiert wird, ausgezeichnet. Auch das Kurzvideo über ihr Kraftwerk wurde auf dem Event präsentiert und beide Absolventen hatten die Gelegenheit mit Bundespräsident Ignazio Cassis über ihr Projekt zu diskutieren. «Durch all die Zusprüche, die wir erhalten haben, hat man schon das Gefühl, dass wir das Ganze noch weiterverfolgen sollten», ist sich Robin Vetterli sicher.

Stolze Preisträger: Fabian Mohnen (links) und Robin Vetterli mit Bundespräsident Ignazio Cassis (Mitte) auf dem International Cooperation Forum in Genf.





Paton – die smarte Patientenglocke

Die Entrepreneurship-Initiative der ZHAW School of Engineering unterstützt gezielt motivierte Studierende und Mitarbeitende, mit einer innovativen Idee ihr eigenes Start-up zu gründen. Mit dem Gewinn der ZHAW Startup Challenge 2021 legten die drei Gründer von Paton, Raphael Schnyder, Frensi Zejnnullahu und Jeremiah Agboola, bereits einen guten Start hin.

«Bei vielen Pflegekräften gibt es ein starkes Bedürfnis nach Entlastung und wir glauben, dass Paton diese Entlastung bringen könnte.»

Raphael Schnyder

Die Patientenglocke wird digital

Die Idee von Paton ist es, mittels einer smarten Patientenglocke die Arbeit des Pflegepersonals zu vereinfachen und damit wertvolle Zeit sparen. Bereits beim Auslösen der Glocke haben die Patientinnen und Patienten die Möglichkeit, ihr konkretes Anliegen anzugeben. Mittels eines Tablets oder eines anderen Mediums – das wird noch ausprobiert – können sie ihre Anliegen via Piktogramm oder Anruf mitteilen, etwa den Wunsch nach Waschen oder Essen äussern oder dass sie Schmerzen haben. Dadurch spart das Personal nicht nur Zeit, sondern kann in hektischen Zeiten die Meldungen auch priorisieren. Die Idee zu dem smarten Rufsystem kam Raphael Schnyder während seines Zivildiensts im Spital. Auch die beiden anderen Mitbegründer schauten Pflegekräften bei einem Praktikum über die Schulter, um so das System optimal an die realen Gegebenheiten anzupassen. Im nächsten Schritt wollen die drei Gründer die digitale Patientenglocke so weit fertigstellen, dass damit die Pilotphase in der Geriatrischen Klinik St. Gallen starten kann. «Bei vielen Pflegekräften gibt es ein starkes Bedürfnis nach Entlastung und wir glauben, dass Paton diese Entlastung bringen könnte», sagt Raphael Schnyder. Und ihre Idee kommt offenbar an. Beim Schweizer Start-up-Wettbewerb Start Summit in St. Gallen wurde Paton von insgesamt 150 Start-ups unter die letzten 30 gewählt und kam damit ins Viertelfinale. Zudem wurden sie in den «Microsoft for Startups Founders Hub» aufgenommen, in dem jungen Start-ups mit dem Zugriff auf technischen Ressourcen unterstützt werden.

Raphael Schnyder, Frensi Zejnnullahu und Jeremiah Agboola wollen mit Paton die Arbeit von Pflegekräften erleichtern. www.paton.ch



Mit neuem Wagen bereit für die Rennsaison

Beim weltweit grössten Konstruktionswettbewerb für Studierende geht das Team der ZHAW «Zurich UAS Racing» mit ihrem neu entwickelten Elektro-Rennwagen «AKIO» an den Start.

«Unser Ziel dieses Jahr ist die erfolgreiche Teilnahme an allen drei Rennen, für welche wir uns qualifiziert haben.»

Robin Schumacher, CEO, Zurich UAS Racing



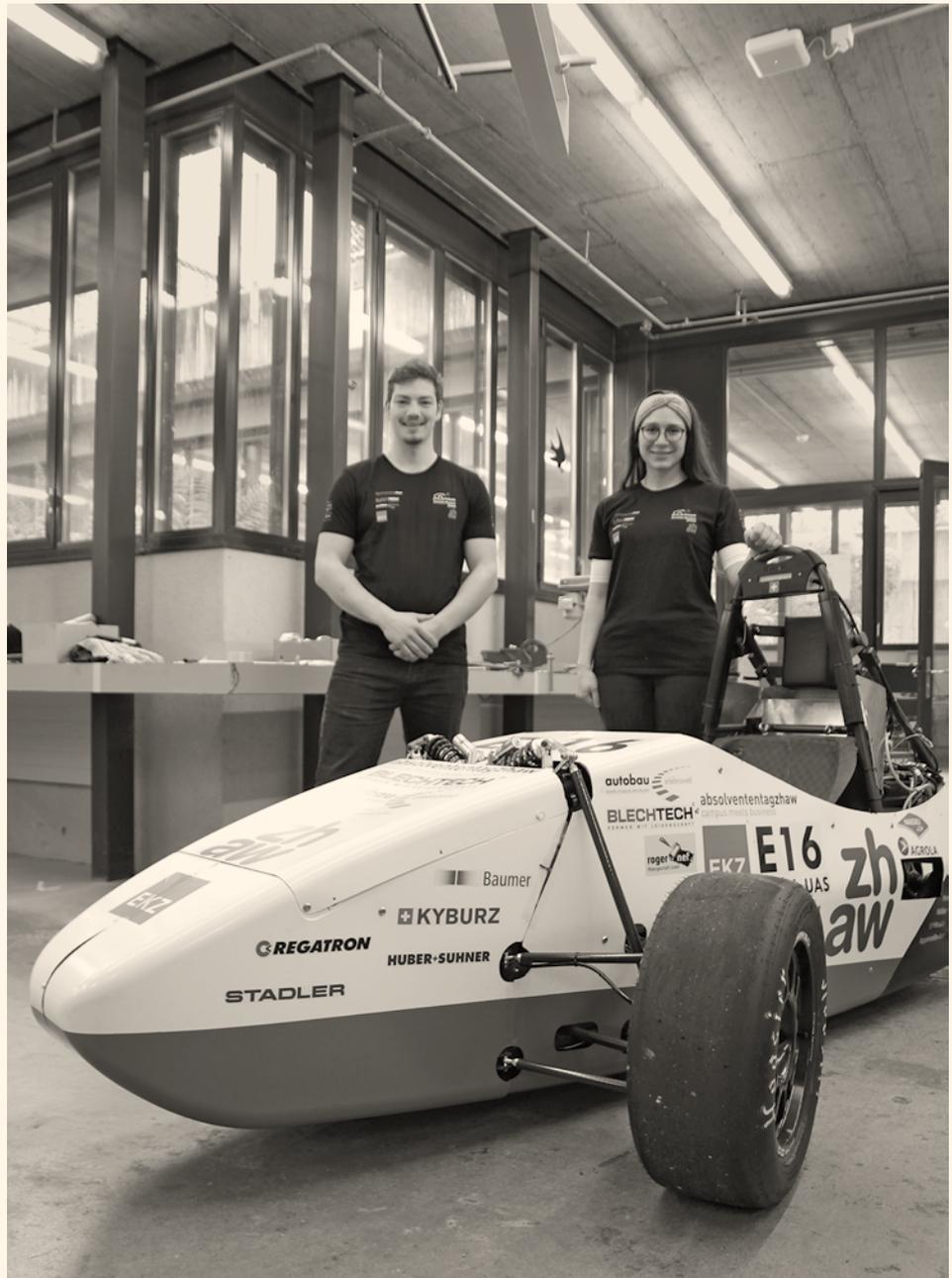
Bild links:

Am 2. Juni 2022 präsentierte das Team Zurich UAS Racing in der Motorworld in Kempththal ihren neuen E-Rennwagen der Öffentlichkeit.

Bilder: David Bäuerle

Bild rechts:

Robin Schumacher (CEO) und Anika Nyfeler (COO), hier noch neben dem alten Rennwagen in ihrer Werkstatt in der School of Engineering, freuen sich auf die anstehenden Rennen.



Beim internationalen Konstruktionswettbewerb «Formula Student» messen sich Studierende mit ihren selbst konstruierten Rennwagen bei Wettbewerben rund um den Globus. Doch geht es nicht nur um eine gute Performance auf der Rennstrecke. Auch statische Disziplinen, wie Finanzplanung und Geschäftsidee, spielen eine wichtige Rolle bei der Bewertung. Das Team der ZHAW, das seit 2019 existiert, nahm das erste Mal 2021 in Kroatien an einem Wettbewerb teil und konnte dort wichtige Erfahrungen sammeln. Entsprechend hoch sind die Ziele des Teams für dieses Jahr, nachdem Corona die Abläufe ordentlich durcheinanderbrachte. Die Namensänderung von «Formula Student ZHAW» in «Zurich UAS Racing» ist bereits vollzogen, womit das Team auch im internationalen Umfeld besser erkennbar sein will: «Die Kombination und Aussprache stellte für Teilnehmende aus dem Ausland eine unnötige Herausforderung dar. Und da wir Wert darauflegen, richtig bezeichnet und angesprochen zu werden, haben wir einen englischen Namen gewählt», nennt das Team die Gründe. Anfang Juni stellte Zurich UAS Racing zudem ihr zweites, selbst konstruiertes Fahrzeug «AKIO» vor, welches

zusätzlich auch autonom fahren kann. Der Name des Fahrzeugs «AKIO» geht auf den Erfinder der modernen Herstellungsmethode von Carbonfasern, Shindo Akio, zurück. An den Start geht Zurich UAS Racing in diesem Jahr bei Formula Student Switzerland vom 13. bis 17. Juli in Dübendorf, ausserdem hat sich das Team für die Rennen in Deutschland vom 15. bis 21. August sowie in Kroatien vom 23. bis 28. August qualifiziert. «Unser Ziel dieses Jahr ist die erfolgreiche Teilnahme an allen drei Rennen, für welche wir uns qualifiziert haben», bringt es Robin Schumacher, CEO von Zurich UAS Racing, auf den Punkt.

Studium – und dann?

Wer ein Studium an der ZHAW School of Engineering absolviert, hat danach viele berufliche Möglichkeiten. Wir haben nachgefragt, was die Studierenden von früher heute als Ingenieurinnen und Ingenieure konkret machen.



«In meinem Studium lernte ich, ganz anders an Probleme heranzugehen und wie ich sie dadurch löse.»

Corina Epprecht, Absolventin Wirtschaftsingenieurwesen

Firmengründung am Weihnachtsessen

Für Corina Epprecht war ihre Begeisterung für Mathematik einer der Gründe für das Wirtschaftsingenieurwesen-Studium an der ZHAW School of Engineering. Aufmerksam wurde sie auf den Studiengang an einem Info-Anlass der ZHAW School of Engineering. «Nach meiner KV-Lehre wusste ich zunächst nicht genau, was ich studieren wollte», erinnert sich die ZHAW-Absolventin. Ihr war klar, dass ihre Stärken im Bereich Mathematik und im analytischen Denken liegen. Der Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen schien da gut zu passen. Und schon kurz nach Studienbeginn wusste sie, dass sie die richtige Entscheidung getroffen hatte, «der Fokus lag mehr auf der Datenanalyse statt im technischen Bereich, was mir sehr gut gefiel». Nach ihrem Bachelor-Abschluss und einigen Jahren Tätigkeit in den Bereichen Digital Marketing und

Projektmanagement, verliess sie nie der Gedanke, selbst einmal eine Firma zu gründen. Und an einem Weihnachtsessen mit zwei Studienkollegen hatten sie dann die zündende Geschäftsidee: «Nach unserem Studium hatten wir festgestellt, dass viele Unternehmen das Potential ihrer Daten nicht oder nur teilweise nutzen. Dies wollten wir mit massgeschneiderten Lösungen ändern.» So folgte im Juni 2021 zusammen mit Alexander Illi und Roberto Barbieri die Gründung von ClearData GmbH. Neben Mitgründerin ist Epprecht auch CEO des Unternehmens. Bei dem Schritt in die Selbstständigkeit stellten sich die Fertigkeiten, die Corina Epprecht an ZHAW gelernt hatte, als grosser Vorteil heraus. «In meinem Studium lernte ich, ganz anders an Probleme heranzugehen und wie ich sie dadurch löse.»

Grundstein für die Karriere in der Luft

Die Luftfahrt und alles was dazu gehört ist Salomé Amstutz' grosse Leidenschaft. Um in diesem Bereich ein möglichst breites Wissen zu erlangen, wählte sie den Studiengang Aviatik an der ZHAW School of Engineering. Für ihr Ziel, als Pilotin durch die Lüfte zu fliegen, ist der Studiengang neben der Piloten-Lizenz die ideale Voraussetzung dafür. «Für mich war seit Langem klar, dass ich mal als Pilotin arbeiten möchte», erklärt sie. Um dieses Ziel zu erreichen, wollte sie nicht nur eine Pilotenlizenz anstreben, sondern einen möglichst breiten Einblick in die Aviatik erlangen, wozu auch der technische Blick auf den Flugbetrieb gehört. «Der Aviatik-Studiengang ist einzigartig in der Schweiz, daher fiel die Entscheidung dafür schnell», erinnert sich Salomé Amstutz. Sie wählte eine Variante des Studiengangs, bei dem man zeitgleich eine Pilotenausbildung, die sogenannte ATPL (Airline Transport Pilot Licence), beginnt. «Der Studiengang Aviatik deckt für mich alle relevanten Punkte in der Luftfahrt ab. Es war für mich daher eine wichtige Basis für meine Ausbildung zur Pilotin», erklärt sie. Zusätzlich sei das Studium auch hilfreich, wenn man sich neben dem Pilotenjob ein zweites Standbein in der Luftfahrt-Industrie aufbauen möchte, fügt sie hinzu. Bis zum Abschluss ihrer Pilotinnenausbildung arbeitet Salomé Amstutz als Turnaround-Coordinator am Flughafen Zürich. In dieser Position ist sie mit ihrer Boden-Crew verantwortlich für die Abfertigung des Flugzeugs, wofür es einen strammen und ausgefeilten Zeitplan gibt.

«Der Aviatik-Studiengang ist einzigartig in der Schweiz, daher fiel die Entscheidung dafür schnell.»

Salomé Amstutz, Absolventin Aviatik



Probleme von Grund auf lösen können

Marc Stöckli machte sich nach seinem Studium der Energie- und Umwelttechnik an der ZHAW und ersten Berufserfahrungen mit vier ehemaligen Kollegen im Bereich Gebäudetechnik selbstständig. An sein Studium an der ZHAW School of Engineering erinnert er sich gerne zurück. Da ihn vor allem das Thema Energie seit seiner Lehre zum Heizungsplaner faszinierte, sprach ihn der ganzheitliche Ansatz des Studiums der Energie- und Umwelttechnik an der ZHAW School of Engineering an. Daher entschied er sich für ein Studium in Winterthur. Eine Entscheidung, die er bis heute nicht bereut. «Mir gefielen besonders die Schwerpunkte und Vertiefungen, die man in dem Studiengang auswählen kann. Ich selbst wählte Thermische Energietechnik.» Ausserdem war für ihn der gute Standort direkt im Zentrum der Stadt ein weiterer Punkt, der für die ZHAW sprach, erinnert sich Marc Stöckli. Nach seinem Studium arbeitete er zunächst bei einem Ingenieurbüro für Energieberatung im Gebäude-sektor in Zürich. Hier übernahm er nach einiger Zeit auch die Funktion des Teamleiters. «Durch die Fähigkeiten, die ich im Studium lernte, kann ich Problemstellungen von Grund auf lösen. Da ich durch die tiefen Theoriekenntnisse in Physik oder in Thermodynamik das Verständnis dafür habe und somit auch besser die jeweilige Problematik verstehe», erklärt der ZHAW-Absolvent. 2020 führt Marc Stöckli zusammen mit vier ehemaligen Kollegen das eigene Unternehmen. Unter dem Namen Contegra AG Integrale Planung betreiben sie ein Planungsbüro für Energiesysteme in St. Gallen.

«Durch die Fähigkeiten, die ich im Studium lernte, kann ich Problemstellungen von Grund auf lösen.»

Marc Stöckli, Absolvent Energie- und Umwelttechnik





«Der Bachelorstudiengang vermittelt einem einen fundierten Gesamtüberblick über die Verkehrswelt.»

Stephanie Baumann, Absolventin Verkehrssysteme



«Die Fähigkeit, etwas auf einem weissen Blatt Papier von Grund auf zu konzipieren - davon profitiere ich bis heute in meinem Beruf.»

Roman Bannwart, Absolvent Maschinentechnik

Wichtiges Rüstzeug für die Mobilität der Zukunft

Stephanie Baumann studierte an der ZHAW Verkehrssysteme, da sie sich schon früh für den öffentlichen Verkehr und dessen Steuerung interessierte. Nach ihrem Bachelor-Abschluss im Sommer 2020 begann die ZHAW-Absolventin ihre Stelle bei der SBB in Bern als technologische Anlagenmanagerin im Bereich Crowd-Management. «Hier beschäftige ich mich vor allem mit den Personenflüssen an Bahnhöfen mit dem Ziel, dass alle Passagierinnen und Passagiere sicher von A nach B kommen», erklärt Baumann. Als sie nach ihrem Maturaabschluss ein Praktikum bei der SBB absolvierte, war ihr schnell klar, dass sie später im Bereich Öffentlicher Verkehr tätig sein möchte. «Bei der ZHAW fand ich den einzigen Bachelorstudiengang zu diesem Thema», erinnert sie sich. Damit war die Entscheidung für das Studium an der School of Engineer in Winterthur schnell gefallen. Die Inhalte aus dem Studiengang kann Stephanie Baumann bei ihrer Arbeit immer wieder gewinnbringend einsetzen. «Wir sammeln und analysieren Unmengen von Daten, die Kenntnisse aus dem Statistik-Unterricht im Studium kann ich also in diesem Bereich sehr gut gebrauchen.» Für alle, die sich für Verkehr, Mobilität im Allgemeinen und alles was damit zusammenhängt interessieren, sei der Studiengang die richtige Wahl: «Der Bachelorstudiengang vermittelt den Studierenden einen fundierten Gesamtüberblick über die Verkehrswelt», fasst ZHAW-Absolventin Stephanie Baumann zusammen.

High-End-Produkte für den Einsatz im All

Maschinentechnik-Absolvent Roman Bannwart arbeitet bei Beyond Gravity (ehemals RUAG Space) in Zürich als Manufacturing Engineer. Dort ist er zuständig für die Fertigung unterschiedlicher Bestandteile und High-End-Mechanismen von Satelliten, die hoch oben im Weltraum Messungen durchführen, etwa für die Klimaforschung, oder für die Kommunikation zum Einsatz kommen. Von seinem Studium an der ZHAW profitiert er dabei bis heute. Fasziniert von Technik war der ZHAW-Absolvent schon seit Jugendtagen, womit schon relativ früh feststand, in welchem Bereich er mal arbeiten möchte. Roman Bannwart begann 2008 sein Studium der Maschinentechnik an der ZHAW School of Engineering. «Ich habe mir vor dem Studium mehrere Hochschulen angesehen. Ausschlaggebender Faktor für die Entscheidung zur ZHAW School of Engineering war neben dem zentralen Standort in Winterthur vor allem auch die Grösse der Hochschule, die sich durch das vielfältige Studienangebot und Weiterbildungsmöglichkeiten auszeichnete.» In seinem Studium an der ZHAW hat Roman Bannwart besonders die Vertiefungsmodule gefallen, die man nach seinem Interesse auswählen kann. Er entschied sich für «Integrierte Entwicklung und Konstruktion» entschieden, bei dem es um Maschinen-Entwicklung, das Zeichnen und Konzipieren ging. «Die Fähigkeit, etwas auf einem weissen Blatt Papier von Grund auf zu konzipieren – davon profitiere ich bis heute in meinem Beruf», nennt Roman Bannwart einen der zentralen Punkte, die er an der School of Engineering als wichtiges Rüstzeug mit auf den Weg bekommen hat.

Traumstudium über Umwege gefunden

Schon bevor er sein Studium begann, hat Roman Lickel in der IT-Firma seines Onkels programmiert. Das Studium der Informatik an der ZHAW School of Engineering bot für ihn die perfekte Mischung aus konkretem Praxisbezug und breitem Grundlagenstudium. Als Mitbegründer des Gastronomie-Start-Ups «Prognolite» profitiert er bis heute von den Fertigkeiten, die er an der ZHAW erlernte. Doch Roman Lickels Weg zur ZHAW führte zunächst über einen kleinen Umweg: «Nach meiner Matura fing ich an der ETH mit dem Studium der Geomatik an», erinnert sich Roman Lickel. Doch verbrachte er mehr Zeit in der Firma seines Onkels als im Hörsaal, daher war im dritten Semester Schluss. Die Augen öffnete ihm schliesslich eine Berufsberaterin. Mit ihrer Hilfe fand er heraus, dass sein grösstes Interesse der Informatik galt. Auch eine anwendungsbezogene Ausrichtung war ihm wichtig. Daher passte das Informatik-Studium an der ZHAW School of Engineering am besten zu ihm. Als gymnasialer Maturant ohne vor-

herige Lehre war Roman Lickel praktisch Quereinsteiger im Fach und war daher über das breite Grundlagenstudium an der ZHAW sehr dankbar. «Ich habe zwar durch die Erfahrung in der Firma meines Onkels das Programmieren erlernt, doch vom Fundament wusste ich nichts», sagt Roman Lickel. «Und dass der Studiengang stark auf das Programmieren ausgerichtet ist, hat mir natürlich besonders gut gefallen.» Ein Pluspunkt waren für ihn auch die Projektarbeiten: «Toll fand ich, dass ich die vielen Projekte, die wir im Studium realisierten, auch direkt mit meiner Arbeit verknüpfen konnte.»

«Das Studium ist stark auf das Programmieren ausgerichtet, das hat mir besonders gut gefallen.»

Roman Lickel, Absolvent Informatik





«Hier bei Stadler müssen wir in kürzester Zeit das Beste aus einer Sache heraus-holen. Im Elektrotechnikstudium an der ZHAW haben wir gelernt, wie das geht.»

Charlotte Kröpfli, Absolventin Elektrotechnik



«Ein Bachelor-Abschluss der ZHAW ist wie ein Karriere-Booster.»

Aaron Hartmann, Absolvent Systemtechnik

Vom Entwurf auf dem Papier bis zum fertigen Zug

Charlotte Kröpfli arbeitet als Systemingenieurin bei Stadler Rail in St. Margrethen. Dort entwirft die Absolventin des Studiengangs Elektrotechnik das Produktionsdesign für Züge, die im Werk vor Ort gefertigt werden. Für das Studium an der ZHAW School of Engineering sprechen für sie die unterschiedlichen Vertiefungsmöglichkeiten des Studiums und die grosse Internationalität an der Hochschule. Beim Info-Anlass zum Bachelorstudium an der ZHAW schaute sich Charlotte Kröpfli die verschiedenen Studiengänge an und blieb beim Stand des Elektrotechnik-Studiums hängen: «Der grosse Anteil an Mathematik und Physik im Stundenplan war für mich der ausschlaggebende Grund, warum ich mich für den Studiengang Elektrotechnik entschied», erinnert sich die ZHAW-Absolventin. Die Entscheidung nach dem Studium in der Eisenbahn-Branche und vor allem bei der Firma Stadler zu arbeiten, stand für Charlotte Kröpfli schon lange fest. «Schon mein Vater arbeitete bei Stadler», sagt sie. Somit ist mit der Anstellung dort auch ein Kindheitswunsch wahr geworden. An ihrem Studium an der ZHAW gefiel ihr besonders, «dass die Absolventen und Absolventinnen später in ganz unterschiedlichen Bereichen arbeiten können, da jeder neben der Basis ganz spezifische Vertiefungen wählen kann, das Studium lässt somit sehr viele Richtungen offen.» Und im Nachhinein erinnert sie sich besonders gerne an einen Punkt: «Der grosse Zusammenhalt in der ganzen Schule fand ich sehr schön, dafür sprechen auch Traditionen wie die Frackwoche. Jeder hat mitgemacht, sich beteiligt, Geld gespendet, um das zu ermöglichen. Das hat schon einen grossen Zusammenhalt geschaffen.»

Ein Projekt bleibt ihm besonders in Erinnerung

Aaron Hartmann absolvierte bereits seine Lehre zum Elektroinstallateur in Winterthur. Ausgehend vom guten Ruf der ZHAW und dem günstig gelegenen Standort der Hochschule fiel der Entschluss, dort Systemtechnik zu studieren, schnell. «Nach dem ersten Jahr, in dem vor allem Grundlagen gelehrt wurden, haben wir viele Praxisbeispiele durchgeführt – das hat mir besonders gut gefallen», erinnert sich der ZHAW-Absolvent. «Gerade im Bereich Produktentwicklung blieb mir ein Projekt in Erinnerung, bei dem wir eine Handprothese für ein junges Mädchen entwickelten, die dadurch wieder Tennis spielen konnte. Das ganze Projekt von Anfang bis Ende mitzuerfolgen fand ich sehr reizvoll», sagt Aaron Hartmann rückblickend auf sein Studium. Zwar kann er nun bei seinem aktuellen Job bei Siemens Mobility nicht alles, was er im Studium gelernt hat, auch wirklich anwenden, «doch bringe ich mit einem Bachelor der School of Engineering wertvolle Fertigkeiten und ein hohes Verständnis für Technik mit, das Arbeitgeber zu schätzen wissen. Ein Bachelor-Abschluss der ZHAW ist wie ein Karriere-Booster», weiss Aaron Hartmann. Inzwischen hat er bei Siemens Mobility, wo er unter anderem für die Software-Programmierung von Zugleitsystemen zuständig ist, die Stelle des Teamleiters angetreten. Bis heute erinnert er sich gerne an das ZHAW-Studium. «Es war eine unvergessliche Zeit, wo gibt es sonst so einen besonderen Abschluss mit Frackwoche? Zusammen mit anderen Absolventinnen und Absolventen meiner Klasse haben wir einen Verein gegründet, wodurch wir uns mehrmals im Jahr sehen.»





Herausgeberin
ZHAW School of Engineering

Texte
David Bäuerle, Elena Ibello, Julia Obst, Julia Völker

Fotografie
Ladina Bischof

Konzept und grafische Gestaltung
Wolf Studio, Zürich
Samuel Wolf

Druck
Druckerei Odermatt AG

Auflage
500 Exemplare
Juni 2022

Kontakt
ZHAW School of Engineering
Marketing & Kommunikation
Technikumstrasse 9
Postfach
8401 Winterthur

E-Mail: markom.engineering@zhaw.ch
Website: www.zhaw.ch/engineering



© 2022 ZHAW School of Engineering, Winterthur
© Fotografien Studierende (bis S. 116), Studiengänge und
Aussenaufnahmen Campus: Ladina Bischof
© Fotografie S. 130–131: Markus Mallaun

Alle Rechte vorbehalten. Sämtliche Inhalte dieses
Magazins dürfen erst nach schriftlicher Genehmigung der
Herausgeberin verwendet werden.



