



School of  
Engineering

ENGINEERS  
2024







## AVIATIK 9



## ENERGIE- UND UMWELTECHNIK 41



## WIRTSCHAFTS- INGENIEURWESEN 91



## MASTER OF SCIENCE IN ENGINEERING 101



## DATA SCIENCE 21

## INFORMATIK 51



## MOBILITY SCIENCE 71



## HIGHLIGHTS 114



## JUBILÄUM 118

## ALUMNI 122



## CAMPUS 120

## ELEKTRO- TECHNIK 31



## MASCHINEN- TECHNIK 61

## SYSTEM- TECHNIK 65







*«Was wir heute tun,  
entscheidet darüber,  
wie die Welt  
morgen aussieht.»*

Marie von Ebner-Eschenbach

## Innovation für die Welt von morgen

Die Aussage der österreichischen Schriftstellerin Marie von Ebner-Eschenbach (1830-1916) war nie so dringlich wie heute. Um eine nachhaltige Welt für die kommende Generation zu schaffen, sind wir jetzt gefordert, den wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Herausforderungen zu begegnen. Viele der Fragestellungen, mit denen sich unsere Studierenden in ihren Bachelor- und Masterarbeiten am Ende des Studiums beschäftigen, stehen im Zusammenhang mit aktuellen Themen wie Klimawandel, erneuerbaren Energien, Verkehrsoptimierung, Digitalisierung oder der alternden Gesellschaft.

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 Unternehmen entstanden. Es würde mich freuen, wenn dieser Einblick weitere junge Leute dazu motiviert, ein technisches Studium aufzunehmen, um die Welt auf einen nachhaltigen Kurs zu bringen.

Insgesamt haben rund 460 junge Ingenieurinnen und Ingenieure ihr Bachelorstudium im Sommer 2024 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



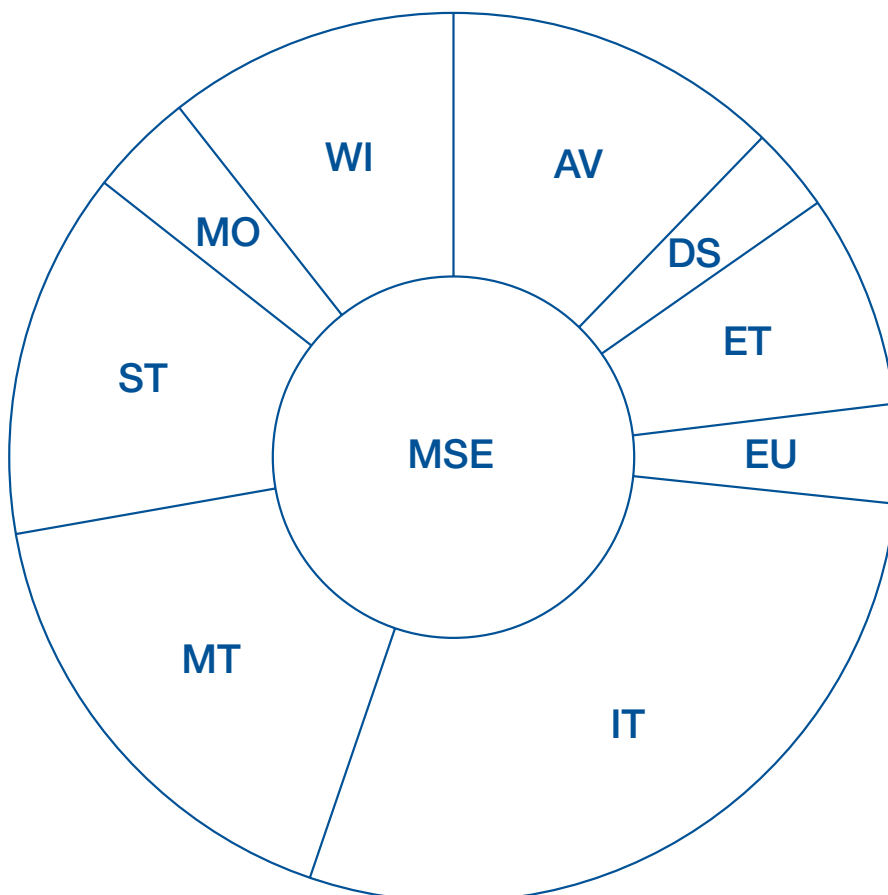


# Studiengänge im Überblick

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. Zehn\* Bachelorstudiengänge und der Master of Science in Engineering bieten ideale Voraussetzungen für eine erfolgreiche Karriere als Ingenieur:in.

\* Der Studiengang **Medizininformatik** startete erstmalig im Herbstsemester 2023.

**ZHAW School of Engineering**  
**Abschlussjahrgang 2024**  
 Total 526 Studierende



**AV Aviatik**  
57 (43M/14F)

**DS Data Science**  
14 (12M/2F)

**ET Elektrotechnik**  
36 (32M/4F)

**EU Energie- und Umwelttechnik**  
16 (14M/2F)

**IT Informatik**  
132 (121M/11F)

**MT Maschinentechnik**  
78 (73M/5F)

**ST Systemtechnik**  
61 (59M/2F)

**MO Mobility Science**  
(ehemals Verkehrssysteme)  
18 (15M/3F)

**WI Wirtschaftsingenieurwesen**  
48 (38M/10F)

**MSE Master of Science in Engineering**  
66 (59M/7F)

Werde Ingenieur  
Ingenieur











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.

# Tüfteln für eine nachhaltigere Luftfahrt

Je leichter das Flugzeug, desto geringer die Emissionen. Um in Zukunft leichtere Flugzeuge bauen zu können, sind in der Aviatik Methoden zur Herstellung von möglichst leichten Bauteilen gefragt. Stefanie Almada und Simon Weber haben mit ihrer Bachelorarbeit dazu wichtige Erkenntnisse geliefert.

Stefanie Almada und Simon Weber konnten zeigen, dass Flugzeugteile aus Carbonfasern automatisiert gewickelt werden können.

*«An etwas zu arbeiten, das neue Erkenntnisse liefert, die in Zukunft wichtig sein könnten, hat mich sehr motiviert.»* Stefanie Almada







1

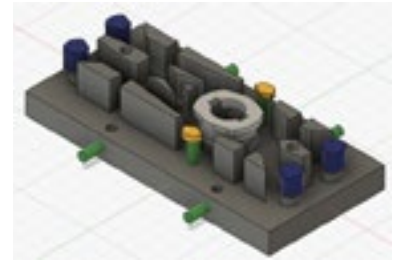


2

1 Welchen Weg muss der Roboterarm zurücklegen, damit die gewickelten Carbonfasern am Ende die richtige Form ergeben?

2 Belastungsprobe für ein gewickeltes Carbonfaserteil: Wie viel Zug verträgt es, bevor es zerspringt?

3 Auch diesen Kern, um den der Roboter die Carbonfasern wickeln soll, haben Stefanie Almada und Simon Weber entwickelt. «Das allein war schon nicht ganz einfach», sagt Weber.



3

«Tricky» sei es gewesen, den passenden Weg zu entwickeln, um ein möglichst leichtes Bauteil für Flugzeuge herzustellen, sagt Simon Weber und lächelt verschmitzt. Er und Stefanie Almada konnten das Rätsel lösen. «Das war ein spezielles Gefühl, als der Roboter am Ende den Prototypen im Wickelverfahren herstellte – reibungslos hat es funktioniert.» Aber der Reihe nach: In der Luftfahrt sind leichte Bauteile gefragt. Sie helfen, Energie einzusparen und damit nicht nur den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern, sondern auch Kosten zu reduzieren. Natürlich müssen die Bauteile aber in erster Linie stabil sein. Und hier gibt es noch einiges zu erforschen, was Stefanie Almada und Simon Weber sich nicht zweimal sagen liessen.

#### Wickeln um den passenden Kern

Carbon wird bereits als leichtes Konstruktionsmaterial verwendet und dabei meist flächig verarbeitet. Doch wenn die Teile in der Herstellung «gewickelt» werden, kann sogar noch mehr Gewicht eingespart werden. In ihrer Bachelorarbeit suchten Almada und Weber nun nach dem besten Weg, dieses Wickelverfahren automatisiert umzusetzen. Und fanden ihn: Werden die Carbonfasern um einen formgebenden Kern gewickelt, funktioniert die Herstellung gut und lässt sich leicht automatisieren. Die Teile sind sowohl

stabil als auch leichter als Teile aus bisherigen Herstellungsverfahren. «Damit haben wir letztlich einen Beitrag zur Grundlagenforschung in diesem Bereich geleistet», sagt Almada. Dazu haben die Absolvierenden unter anderem gewickelte Teile unter verschiedenen Belastungen getestet. «Dieser Teil der Arbeit machte Spass, weil wir viel Zeit im Labor verbringen konnten. Und wenn so ein Teil unter der Belastung zerspringt, gibt es einen ziemlichen Knall.»

#### Lustvolles Grübeln und Tüfteln

Spas gemacht hat den beiden aber auch der «tricky» Teil der Arbeit. «Obwohl das schon ziemlich anstrengend war», sagt Weber. Am Computer brüteten die beiden darüber, wie ein Roboter – in ihrem Laborfall ein umgebauter 3D-Drucker – die Carbonfasern um den Kern wickeln soll, den sie zuvor entwickelt hatten, um am Ende die richtige Form zu erhalten. Welchen Weg muss der Roboterarm zurücklegen und wie sorgt man dafür, dass er immer genau weiss, in welcher Höhe er die Faser legen muss? Die Lust am Grübeln und Tüfteln hat die beiden ans Ziel gebracht. Und der Aviatik neue, grundlegende Erkenntnisse geliefert.

*«Die Projekt- und Bachelorarbeit von Stefanie und Simon sind eingebettet in ein Forschungsprojekt. Die Ergebnisse haben bereits in der frühen Phase des Projekts einen entscheidenden Beitrag zum Erfolg der Entwicklungsarbeiten beigetragen. Sie helfen, die Luftfahrt nachhaltiger zu gestalten.»*

**Dr.-Ing. Oliver Döbrich, Dozent und Forscher im Bereich Faserverbundwerkstoffe**









# Strassen in die Lüfte bauen

Die Schweiz bietet von oben viele Anhaltspunkte zur Orientierung. Der geplante Flugweg selbst bleibt für die Piloten jedoch unsichtbar. Dies macht einen Sichtflug anspruchsvoll. Die ZHAW entwickelt eine App, um die Navigation zu erleichtern. Die Aviatik-Absolventen Fabian Balmer und Mohamed Haroun haben versucht, eine vierte Dimension hinzuzufügen.

Mohamed Haroun und Fabian Balmer weisen Flugzeugen ihren Weg.

*«Grundsätzlich sind wir dorthin gekommen, wo wir sein wollten. Wir konnten die App um einige Funktionen erweitern, was zu einer genaueren Flugroute führt.»* Mohamed Haroun







1 Das Test-Setup aus Pilotenperspektive: Das iPad in der Mitte zeigt den generierten Flugpfad in der FlightPad App; auf den grossen Bildschirmen die Flugsimulation XPlane 11.

2 Ein Screenshot aus der App ZAV FlightPad zeigt den Quer- sowie den Endanflug eines generierten Flugpfads auf Piste 28 am Flughafen Zürich.

3 Ein Screenshot der FlightPad App während eines Fluges mit dem ZAV Cockpit Simulator: Die grünen Gates stellen den abzufliegenden Flugpfad dar.



«Man ist im Cockpit ohnehin stark gefordert von allen Eindrücken und muss die Kiste dann auch noch fliegen», findet Fabian Balmer, der selbst das Förderprogramm «SPHAIR» für Piloten absolviert hat. Bei der Routenplanung definiert man Wegpunkte, aber ein Strassenverlauf wie beim Autofahren ist nicht erkennbar. Eine visuelle Unterstützung im dreidimensionalen Raum sei deshalb hilfreich. Eine von der Forschungsgruppe Mensch-Maschine-Systeme am Zentrum für Aviatik (ZAV) entwickelte App baut aus den einzelnen Wegpunkten einen kompletten dreidimensionalen Flugweg. «Die Markierungen zeigen den Weg, den man entlang fliegen muss», erklärt Mohamed Haroun und ergänzt, dass sich die Anwendung momentan an die allgemeine Luftfahrt richtet. Die beiden haben bereits in ihrer Projektarbeit an der Weiterentwicklung gearbeitet und konnten einige Funktionen einbauen und damit den Flugpfad-Generator auf ein neues Niveau heben. So sind jetzt zum Beispiel gekurvte Flugbahnen während des Steig- oder Sinkfluges möglich. Ausserdem stimmt der Flugpfad nun mit dem vertikalen Flugprofil der Wegpunkt-Route überein.

#### Noch keine Marktreife

Ein weiteres Ziel war die Ergänzung des dreidimensionalen Flugwegs um eine vierte Dimension: Zeit. Unter anderem

soll angezeigt werden, wann das Flugzeug an einer bestimmten Stelle des Flugwegs sein muss und wie schnell es dafür fliegen muss. Diese Herausforderung haben sie jedoch nicht endgültig meistern können: «Wir haben ein Konzept entwickelt, das aber aus Zeitgründen noch nicht in Code umgesetzt», erläutert Fabian Balmer. Diese dynamische Anzeige erfordere einen neuen Ansatz. Mohamed Haroun betont: «Mit unseren Kenntnissen sind wir dorthin gekommen, wo wir sein wollten.» Das ZAV wird das 4D-Konzept prüfen und gegebenenfalls in den Flugplan-Generator einbauen. Bevor die App allenfalls gemeinsam mit einem Industriepartner auf dem Markt angeboten werden kann, liegt noch einige Entwicklungsarbeit vor dem Team.

#### Der Aviatik treu bleiben

Vorerst wird dies ohne die Studenten geschehen: Beide wollen zuerst einmal in die Industrie wechseln, bevor sie vielleicht noch einen Master in Angriff nehmen. Während Mohamed Harouns Weg noch offen ist, wird Fabian Balmer im Airspace Management tätig werden und das Fliegen als Hobby betreiben: «Um sich das leisten zu können, muss man etwas Geld verdienen.» Auch Mohamed Haroun möchte in der Aviatik bleiben: «Das Feld deckt vieles ab und ist sehr vielfältig – darauf habe ich Lust.»

*«An- und Abflugrouten flexibler zu gestalten, kann Treibstoff sparen und Fluglärm reduzieren. Dazu müssen Pilot:innen in der Lage sein, auch komplexe vierdimensionale Flugbahnen von Hand zu fliegen. Hierfür braucht es eine entsprechende Anzeige im Cockpit und einen Flugpfad-Generator, der aus der Wegpunkt-Route eine komplette Flugbahn berechnet.»*

**Dr.-Ing. Peter Lehnart, Leiter der Forschungsgruppe Mensch-Maschine-Systeme**



# Europa braucht nachhaltigen Flugzeug-Treibstoff

Auch die Europäische Union hat sich ein Nachhaltigkeitsziel gesetzt und will bis 2050 klimaneutral werden. Dazu setzt sie für alle Branchen individuelle Verordnungen in Kraft. Für Flugzeugbetreiber bedeutet dies, dass sie bis 2050 dem Kerosin 70 Prozent nachhaltigen Treibstoff beimischen müssen. Julia Meier hat die Auswirkungen untersucht.

Julia Meier untersuchte die Auswirkungen der EU-Verordnung zu nachhaltigem Flugzeug-Treibstoff auf europäische Airlines.

*«Die Initiative trifft jene Airlines am meisten, die am schnellsten am stärksten wachsen.»* Julia Meier





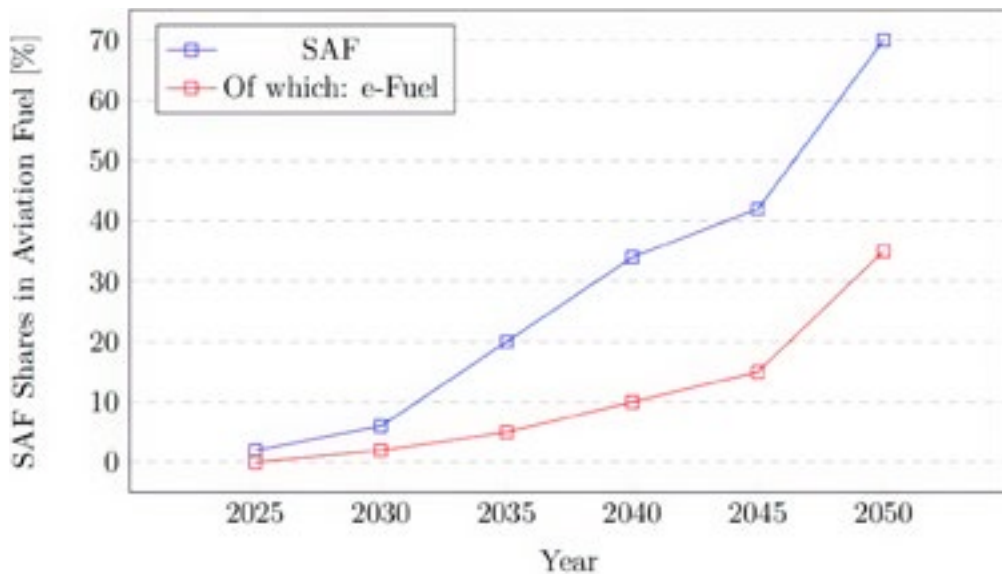


Figure 1.3.: Shares of SAF Required by the ReFuelEU Aviation Regulation

1 Die Grafik zeigt den Anteil an SAF, der dem Flugzeug-Treibstoff beige-mischt werden muss – ein Teil davon in synthetischer Form.

2 Von 2025 an müssen europäische Airlines nachhaltigen Treibstoff ihrem Flugbenzin beimischen. Der Anteil der Beimischung startet von zunächst 2 Prozent und soll im Jahre 2050 70 Prozent ausmachen.

Table 3.2.: SAF Shares Specified by the ReFuelEU Aviation Initiative

| SAF Share | 2%   | 5%   | 10%  | 15%  | 25%  | 70%  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| Year      | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 |

1

2

Mit dem European Green Deal verpflichtet sich die EU, bis 2050 klimaneutral zu werden. Für die Aviatik hat sie dazu die «ReFuelEU»-Verordnung verabschiedet, welche Airlines zwingt, ihrem Flugbenzin nachhaltige Treibstoffe beizumischen. Fünfjährlich soll der Anteil am «Sustainable Aviation Fuel» (SAF) steigen, angefangen mit 2 Prozent im Jahr 2025 bis zu 70 Prozent im Jahr 2050. Das ist für die Luftfahrtgesellschaften mit Kosten verbunden: Heute kostet SAF bis zu sechsmal so viel wie herkömmliches Flugbenzin. Die Aviatik-Studentin Julia Meier hält fest: «Wenn man konkurrenzfähig sein will, kann man das heutzutage nicht in grossem Mass brauchen.» Sie hat die Auswirkungen auf Airlines betrachtet, indem sie die Kostenstruktur sechs unterschiedlicher Gesellschaften oder Gruppen analysiert hat. Dazu hat sie die Zahlen der letzten 25 Jahre genommen.

### Extrem unterschiedliche Kostenstrukturen

Sechs Kostenpunkte hat sie bei den untersuchten Airlines genauer angeschaut und dabei extrem unterschiedliche Strukturen festgestellt: Ryanair gibt fast die Hälfte des Geldes für Treibstoff aus, die Lufthansa-Gruppe dagegen nur ein Fünftel. Die Kosten für Treibstoff würden nun steigen und müssten andernorts eingespart werden. Während die Posten Unterhalt,

Abschreibungen sowie Flughafen und Flugverkehrs-Gebühren in der Aviatik fix seien, bleiben nur Arbeitskosten und *Sonstiges*. «Irgendwann muss man die Preise erhöhen, wenn man intern nicht mehr sparen kann», sagt Meier. Sie erwartet, dass durch die EU-Initiative jene Airlines am stärksten betroffen sind, die anteilmässig am meisten für Treibstoff ausgeben – in Europa mit Abstand Ryanair, welche ebenfalls die tiefsten Arbeitskosten aufweist. Zudem werde erwartet, dass die Nachfrage nach Flügen bei Low-Cost-Carriern in Zukunft am höchsten sei, weshalb man sagen könne, dass jene betroffen seien, die am schnellsten am stärksten wachsen. «Es ist aber nicht so, dass die anderen nichts machen müssen.»

### Mehr SAF-Anlagen nötig

Indes erwarten Studien, dass die Treibstoffpreise mit der steigenden Nachfrage nach SAF und der damit verbundenen zusätzlichen Produktion mittelfristig wieder sinken werden. Dafür jedoch fehlen im Moment noch produzierende Firmen und Anlagen: Sieben zusätzliche Anlagen in Europa seien bereits bis 2030 nötig; für 2050 rechnet die EU mit einem Bedarf von mehr als 100 neuen Anlagen zur SAF-Herstellung.

**Was ist die «ReFuelEU»-Verordnung zur Luftfahrt? 2023 verabschiedete die Europäische Union (EU) die Verordnung zur Gewährleistung gleicher Wettbewerbsbedingungen für den nachhaltigen Luftverkehr. Mit der Verordnung soll der nachhaltige kommerzielle Luftverkehr in der EU gefördert werden, indem verbindliche Beimischungsquoten für nachhaltige Flugkraftstoffe (SAF) festgelegt werden.**



## «Aviatic wird zu schnell abgeschrieben»

Du hast die ReFuel-Aviation-Initiative der EU untersucht. Wieso?

**Julia Meier:** Mich interessiert Nachhaltigkeit – auch persönlich, in meinem privaten Leben. Ich achte darauf, möglichst ressourcenschonend zu leben. Das wollte ich mit dem Studium verbinden, gerade bei einer Arbeit, für die man soviel Zeit aufwendet. Die «ReFuelEU»-Verordnung, die in der EU 2025 in Kraft tritt, hat zum Ziel, Angebot und Nachfrage nachhaltigem Treibstoff zu fördern. Das ist sehr aktuell und spannend.

Nachhaltigkeit und Luftfahrt – das wird in der Öffentlichkeit als Spannungsfeld wahrgenommen.

*«Nur wenn Leute in der Aviatic arbeiten, die sich für Nachhaltigkeit interessieren, wird sich auch etwas ändern.» Julia Meier*

**Julia Meier:** Ja, dabei wird Aviatic zu schnell abgeschrieben. «Die ist ja eh nicht nachhaltig.» Doch das kommt drauf an, was man dafür unternimmt. Nur wenn Leute in der Aviatic arbeiten, die sich für Nachhaltigkeit interessieren, wird sich auch etwas ändern. Das war im Studium zum Teil schwierig. Alle wissen um das Thema, es gibt ja nichts zu verstecken. Aber nach meiner Ansicht war der Aspekt der Nachhaltigkeit im Stundenplan zu wenig eingebunden. Ich finde das unverständlich, da in Zukunft ja wir Studierenden in der Aviatic arbeiten und die Entwicklung mitprägen werden. Es ist schade, denn das Thema würde so viel hergeben.

Das wäre eigentlich ein Hebel beim Studiengang?

**Julia Meier:** Es ist nicht nur eine Frage des Stundenplans, sondern auch der Einstellung von Dozierenden. Es gäbe da mehr Freiraum, dem Thema in den bestehenden Modulen das angemessene Gewicht zu geben. Doch schlussendlich wählt die ZHAW die Dozierenden aus und legt damit fest, ob Nachhaltigkeit mehr oder weniger gewichtet wird. Es wäre die Aufgabe der ZHAW, hier aktiv einen Schwerpunkt zu setzen. Aber vielleicht ändert sich ja etwas: Aus dem Studiengang, der zwei Jahre später begonnen hat, höre ich, dass Nachhaltigkeit viel mehr ein Thema ist.

Was hat dir das Studium gegeben?

**Julia Meier:** Fachlich konnte ich wertvolle Grundlagen in Mathematik und Physik aufbauen. Das ist auch, was mich interessiert hat und

was ich für ein mögliches Statistikstudium mitnehmen kann. Es ist dennoch offen, ob ich wieder Aviatic studieren würde. Ich kann mir gut vorstellen, auch in einer anderen Branche zu arbeiten.

Was hast du bei der Bachelor-Arbeit gelernt?

**Julia Meier:** Ich durfte mich am Anfang viel mit den gesetzlichen Grundlagen befassen, dem IPCC, dem Paris Agreement, dem European Green Deal. Da konnte ich mich einlesen und fand das auch spannend. Was ich auch gelernt habe: Die Airlines sind sehr unterschiedlich aufgestellt, was ihre Kostenstruktur angeht. Da gibt es sehr grosse Unterschiede.

Welchen Beitrag leistet deine Arbeit in der Praxis? Wird sie auf irgendeine Art und Weise weiterverfolgt?

**BB:** Die Arbeit ist abgeschlossen. Es gab keinen Industriepartner, mit dem ich konkrete Probleme gelöst hätte. Es war spannend, aber mehr für mich. Was ich spannend finde, ist die Aktualität, die politische Diskussion. In der ganzen SAF-Thematik kann ich nun auch mehr mitreden und vor allem mitdenken. Ich kann also persönlich etwas damit anfangen. Aber auch für mich ist die Arbeit nun abgeschlossen.

Wie geht es nun bei dir weiter?

**Julia Meier:** Ich habe mich für ein Master-Studium in Statistik an der ETH Zürich beworben. Interessant an der Statistik finde ich, dass man mit Zahlen Zusammenhänge erklären und Thesen beweisen kann. Oder natürlich auch widerlegen. Statistik ist vielfältig und kann in jeder Branche angewandt werden. Das gibt mir die Möglichkeit, später in ganz unterschiedlichen Branchen zu arbeiten.







# DATA SCIENCE

Die digitale Vernetzung von Menschen und Dingen verändert die Weise, wie wir leben und arbeiten. Technologien der künstlichen Intelligenz schaffen grundlegende Veränderungen in der Arbeitswelt und fördern neue Geschäftsmodelle. Die Kompetenzen unserer Data Scientists sind in nahezu allen Branchen gefragt.



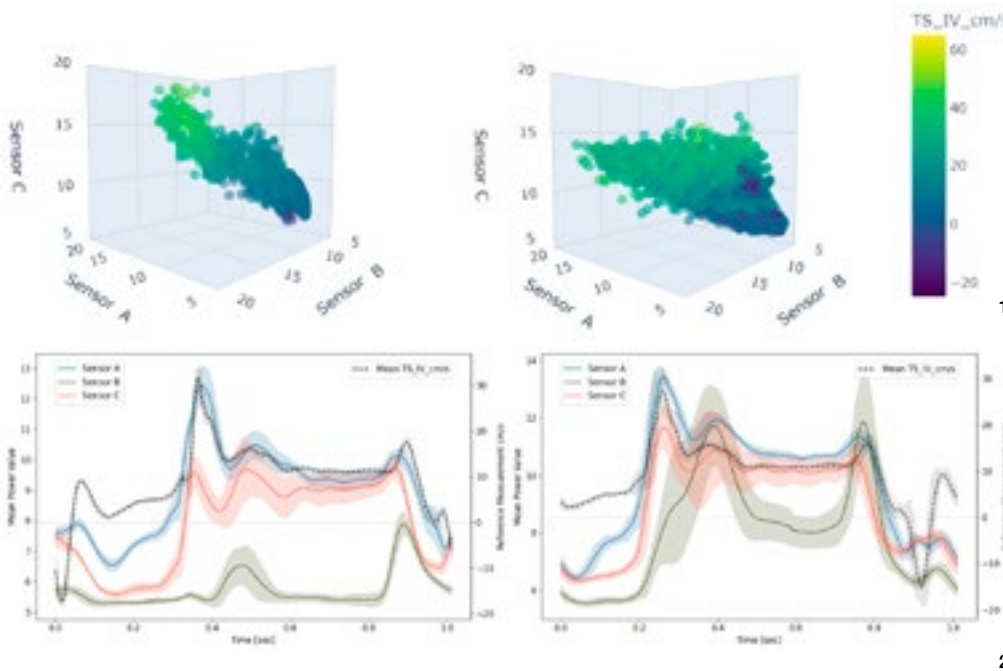
# Daten können Leben retten

Ein Start-up entwickelt eine Methode zur Diagnose von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Lea Keller und Alessio Drigatti haben erste Studiendaten verwendet, um Machine Learning-Algorithmen zu vergleichen. Die Ergebnisse helfen dem Unternehmen, ihr eigenes Modell weiterzuentwickeln.

Lea Keller und Alessio Drigatti genossen die vielen Freiheiten, ihre Abschlussarbeit zu gestalten.

*«Wir haben eine Grundlage bereitet, damit das Start-up ihr eigenes Machine Learning-Modell weiterentwickeln kann.»* Lea Keller





1 Abgebildet ist die dreidimensionale Ansicht der Sensorleistungen und die Geschwindigkeit einer Referenzmessung.

2 Die Grafik zeigt den zeitlichen Verlauf der Sensorsignale während eines konsekutiven Pulses.

Herz-Kreislauf-Erkrankungen gehören in Industrieländern mit Abstand zu den häufigsten Todesursachen. Zu ihnen gehört auch die koronare Herzkrankheit, deren Risikodiagnostik sehr aufwändig ist. Ein Schweizer Start-up entwickelt einen Katheter, der mittels Sensoren die Blutflussgeschwindigkeit und den Blutdruck misst – zwei wichtige Biomarker, mit denen sich verschiedene Herz-Kreislauf-Erkrankungen diagnostizieren lassen. In seinem jüngsten Tierversuch hat das Unternehmen den Katheter mit neuem Design am lebenden Objekt getestet und verschiedene Messungen durchgeführt. Lea Keller und Alessio Drigatti haben auf Basis dieser Daten verschiedene Machine Learning-Algorithmen auf ihre Performance untersucht und verglichen.

#### Daten visuell erkunden

Alessio Drigatti erklärt, woher die Daten kommen: «Der etwa ein Millimeter kleine Katheter ist mit einem Drucksensor und sechs Leistungssensoren ausgestattet. Er wird in die Arterie eingeführt, wo dann die sechs Sensoren unabhängig voneinander über einen definierten Schwellenwert erhitzt werden – die benötigten Leistungen werden dabei aufgezeichnet. Mittels eines Modells soll dann die Blutflussgeschwindigkeit abgeleitet werden können.» Die Absolvierenden beschlos-

sen, sich zuerst mit der Datenvisualisierung auseinanderzusetzen. Dazu nutzten die beiden verschiedene explorative Methoden. «Im Gegensatz zu den fiktiven Aufgaben mit allgemein verständlichen Daten aus dem Unterricht, haben wir mit Real Life-Daten gearbeitet, die aus einem spezifischen medizinischen Bereich stammen», erklärt Lea Keller. «Daraus haben wir sehr komplexe, hochdimensionale Grafiken erstellt, die nur mit dem entsprechenden fachlichen Hintergrund interpretiert werden können.»

#### Basis für Machine Learning-Modell

Lea Keller und Alessio Drigatti verglichen anschliessend vier verschiedene, oft verwendete Machine Learning-Modelle auf ihre Nutzbarkeit für die Auswertung der Sensordaten. «Wir haben damit die Daten aus dem Tierexperiment aufgearbeitet und verschiedene Auffälligkeiten beschrieben. Ausserdem haben wir eine Grundlage bereitet, damit das Start-up ihr eigenes Machine Learning-Modell weiterentwickeln kann», fasst Lea Keller zusammen. An ihrer Arbeit schätzten die Absolvierenden den explorativen Prozess. Lea Keller ergänzt dazu: «Mit diesen Real Life-Daten zu arbeiten war spannend, weil sie für die Auftraggeber von echtem Interesse sind.»

*«Die Bachelorarbeit von Lea Keller und Alessio Drigatti wurde im erweiterten Rahmen eines Innosuisse-Projekts mit einem Industriepartner durchgeführt und hat uns erlaubt, neben Finite-Elemente-Simulationsmodellen und Labordaten auch Studien-daten vertieft zu analysieren.»*

**Dr. Evelyne Knapp, Dozentin und Teamleiterin Physics-Informed Machine Learning**



# Robotern das Lernen beibringen

Roboter spielen eine immer wichtigere Rolle in der Industrie und übernehmen ständig mehr und komplexere Aufgaben. Ihre Tätigkeiten müssen sie zuerst lernen – auch die Ausbildung wird immer komplexer. Olga Voll trainiert Roboter und glaubt an eine Zukunft mit Robotik und Künstlicher Intelligenz.

Olga Voll trainiert Roboter mittels Reinforcement Learning.

*«Ich hoffe, dass ich Teil des Projekts bleiben kann. Es ist ein besonderer Moment, wenn der Roboter das Gelernte in einer realen Umgebung umsetzt. Roboter und KI sind eine faszinierende Welt.»* Olga Voll

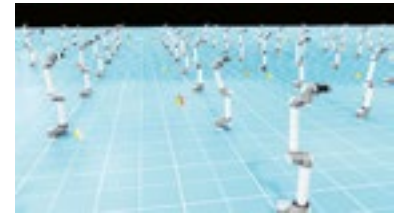






1 512 Roboterarme lernen, Gegenstände unterschiedlicher Grösse zu greifen und an einem anderen Ort zu platzieren.

2 Die GPU-basierte Simulation ermöglicht, 512 Roboterarme gleichzeitig zu trainieren.



1

2

Roboter eignen sich für repetitive Routineaufgaben, aber auch solche, die potenziell für Menschen gefährlich sein könnten. Diese Aufgaben müssen sie indes zuerst erlernen. Die neue Industrial AI Group der ZHAW untersucht Wege, den Lernprozess für komplexe Aufgaben zu verbessern. Data Science-Studentin Olga Voll hat dazu zwei Ansätze eines Reinforced Learnings betrachtet. Dabei wird dem Roboter eine Rückmeldung über seine Handlung in Form von Zahlen gegeben – 100, wenn er das Ziel erreicht hat, ansonsten weniger. «Der Roboter lernt vom Feedback seiner Umgebung», sagt Olga Voll, «das ist ein Lernprozess wie bei Menschen oder Tieren.» Durch eine höhere Belohnung versteht der Roboter, dass er auf dem richtigen Weg ist. Letztlich soll Reinforcement Learning ermöglichen, dass Roboter flexibler werden und nicht für jede Aufgabe eine neue präzise Programmierung geschrieben werden muss.

#### Ein einziger Prozess statt mehrerer Teile

Für ihre Arbeit hat die Studentin Robotern beigebracht, Objekte zu greifen und an einen anderen Ort zu bringen: «Solche Prozesse wurden früher einzeln trainiert. Wir versuchen nun, den ganzen Prozess von Anfang bis Ende zu trainieren.» Zusätzlich hat sie mit Objekten gearbeitet, die sich in Grösse

oder Form unterscheiden und auch an immer neuen Stellen platziert sind. Dabei konnte sie dank einer GPU-basierten Simulation gleichzeitig 512 Roboter trainieren statt nur einen einzigen, die jedoch alle die gleiche Aufgabe haben. Nach dem erfolgreichen Training in der Simulation wird die Industrial AI Group in ihrem neuen Labor die Modelle auf einen echten UR10-Roboter übertragen. Dies wird zum Thema von kommenden Studierendenprojekten im nächsten Semester.

#### Fasziniert von Robotik und KI

Olga Voll möchte auch andere Studierende motivieren, in diesem Bereich zu forschen. Im Master-Studium möchte sie sich weiter mit der Robotik beschäftigen und ihr Modell in die Realität übertragen. Auch wenn sie in die Arbeitswelt wechselt, möchte sie in diesem Bereich bleiben: «Ideal wäre ein Unternehmen, das sich mit Roboterforschung befasst.» Roboter könnten Menschen helfen und die Welt effizienter machen. Es gebe ethische Fragen, die es zu klären und definieren gilt, dann würden KI und Robotik unserer Gesellschaft einen wertvollen Beitrag leisten können.

«Die Industrial AI Group, Teil des ZHAW Centre for AI (CAI), wurde im September 2023 gegründet. Unterstützt von der Rieter Stiftung und Rieter AG, entwickelt die Gruppe intelligente Automatisierung mit Steuerungstheorie, maschinellem Lernen und Robotik. Ihre Forschung nützt der lokalen Industrie und hat Interesse von Unternehmen im MEM-Sektor geweckt.»

Dr. Alisa Rupenyan-Vasileva,  
Leiterin Industrial AI Group am Centre  
for Artificial Intelligence











# Radkontrolle an Zügen in Echtzeit

Bislang werden die Räder von Zügen noch in regelmässigen Abständen auf Defekte überprüft. In Zukunft soll die Überprüfung jedoch während des Betriebs durch die Auswertung von Sensordaten geschehen. Die Studenten Glenn Bethancourt und Romolo Muletta haben mit Machine Learning Methoden gezeigt, wie eine solche Anomalie-Erkennung funktionieren könnte.

Glenn-Noël Bethancourt Merida und Romolo Muletta entwickelten ein Daten-Tool, mit dem sich beschädigte Eisenbahnräder erkennen lassen.

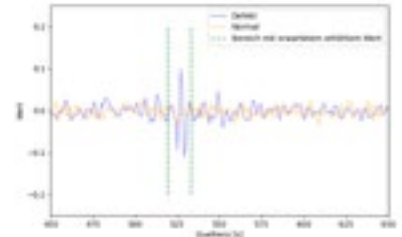
*«Meine grösste Challenge bestand darin, das Erlernte aus dem Studium, aber auch Methoden, die wir erst lernen mussten, auf eine reale Problemstellung anzuwenden.»* Glenn-Noël Bethancourt Merida





1 Das Bild zeigt beispielhaft eine Flachstelle an einem Zugrad.

2 Die Grafik zeigt den Unterschied einer verarbeiteten defekten und reprofilierten Messung, inklusive dem Bereich, in welchem bei einem Defekt ein hoher Wert erwartet wird.



1

2

Der Bereich Predictive Maintenance, also datenbasierte Instandhaltung, hat die beiden Data Science-Absolventen Glenn Bethancourt und Romolo Muletta schon während des Studiums interessiert. «Uns war es wichtig, dass wir die Abschlussarbeit als Team bearbeiten können», sagt Glenn Bethancourt und Romolo Muletta ergänzt: «Uns hat es gereizt, mit Industriedaten zu arbeiten und uns mit einem Projektpartner auf ein gemeinsames Ziel zu fokussieren.» In der von Schienenfahrzeughersteller Stadler Rail ausgeschriebene Arbeit geht es um die Frage, wie man mittels Sensoren möglichst effektiv defekte Stellen an Eisenbahnrädern erkennen kann. «Das Aufspüren von Anomalien ist mit den Sensoren bereits möglich. Nun ging es darum, welche Anforderungen es braucht, um Defekte schnell und ohne das Sammeln grosser Datenmengen zu detektieren», erklären die Absolventen. Dafür arbeiteten sie mit bestehenden Daten von Beschleunigungssensoren, die Stadler während zweier Testfahrten sammelte. Diese Sensoren messen die Schwingungen des Rades und wenn am Rad Defekte auftreten, lässt sich dies an den Signaleigenschaften ablesen.

#### Weitere Daten werden ausgewertet

Mit dem Einsatz von Machine Learning und der Erstellung von Algorithmen haben die beiden ein Tool entwickelt,

mit dem sich Anomalien an den Rädern erkennen lassen. «Wir konnten einen Wert aus den Daten extrahieren, mit dem sich unterscheiden lässt, ob ein Rad Anomalien aufweist oder nicht», erklärt Romolo Muletta. Ob sich das Ergebnis in der Realität auf andere Züge übertragen lässt, ist Gegenstand weiterer studentischer Arbeiten. «Stadler wird das Projekt auf jeden Fall weiterführen und die Daten nutzen, um weitere Effekte daraus zu detektieren und natürlich die entwickelten Tools dann auch implementieren», so Lilach Huber, Forscherin und Dozentin am Institut für Datenanalyse und Prozessdesign (IDP), die die Arbeit der beiden betreut.

#### Neugelerntes direkt anwenden

Während der Arbeit standen die beiden vor einigen Herausforderungen: «Meine grösste Challenge bestand darin, das Erlernte aus dem Studium, aber auch Methoden, die wir erst lernen mussten, auf eine reale Problemstellung anzuwenden und dies Stakeholdern verständlich zu präsentieren und zu erklären», sagt Glenn Bethancourt. Romolo Muletta fügt hinzu: «Systematisches und empirisches Arbeiten war sicher etwas, was wir durch unsere Abschlussarbeiten gelernt haben.»

*«Glenn und Romolo begannen dieses Projekt nach fünf Semestern Data-Science-Kursen, wussten aber weder viel über die Erkennung von Anomalien noch über Techniken zum Umgang mit Schwingungsdaten. Dennoch liessen sie sich von der Aufgabe nicht einschüchtern und lernten die Technik von Grund auf, um sie dann auf die Daten von Stadler anzuwenden.»*

Dr. Lilach Goren Huber, Dozentin und Forscherin am ZHAW-Institut für Datenanalyse und Prozessdesign (IDP)









# ELEKTRO- TECHNIK

Ingenieur:innen 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.

# Reverse Engineering eines Spannungsreglers

Dank der Entwicklung von zwei Elektrotechnik-Absolvierenden kann ein Generator, der aktuell vielerorts in Betrieb ist, weiterhin genutzt werden. Meryem Dalkusu und Joël Bärlocher haben einen neuen Spannungsregler für die Maschinen entwickelt.

Meryem Dalkusu und Joël Bärlocher machte vor allem das Zusammen-setzen und Testen ihres Prototypen Spass.

*«Sehr anstrengend, aber auch sehr interessant, waren die Berechnungen, um die Reglerauslegung zu bestimmen.»* Joël Bärlocher





1

1 Für den neuen Spannungsregler haben die Studierenden einen Prototypen entwickelt. Dazu gehörte auch die Entwicklung einer eigenen Hardware.

2 Um den Spannungsregler im Labor zu testen, bevor Bärlocher und Dalkusu für die Testung zum Industriepartner gingen, diente eine Spule (rechts im Bild) als Ersatz für den Generator.



2

Die Synchrongeneratoren, mit denen sich Meryem Dalkusu und Joël Bärlocher auseinandergesetzt haben, brauchen neue Spannungsregler. Spannungsregler sorgen dafür, dass die Generatorspannung konstant bleibt, auch wenn von aussen, zum Beispiel durch eine Belastung, eine abweichende Spannung eingehen sollte. Fehlen sie, kann es zu Fehlfunktionen kommen. «Bei den Generatoren unseres Industriepartners mussten die Regler ersetzt werden. Wir gingen der Frage nach, wie man die neuen Spannungsregler auslegen muss», erzählt Dalkusu. Dazu mussten sie und ihr Kollege am bestehenden Modell herausfinden, wie es gebaut ist, um nach dem alten Modell einen neuen Regler zu entwickeln. «Reverse Engineering» nennt sich das.

#### Optimiert für die nächsten Jahrzehnte

Konkret untersuchten Bärlocher und Dalkusu die Spannungsregler von Generatoren, die zu militärischen Zwecken *im Feld* eingesetzt werden. «Wir wollten nicht nur untersuchen, wie die Regler neu hergestellt werden können, sondern auch, wie man sie verbessern kann», sagt Bärlocher. Die Regler sollten die nächsten 30 Jahre noch eingesetzt werden können. «Darum haben wir im Bereich der Kompatibilität einige Vorschläge ausgearbeitet.» Die Arbeit, die sie ihrem Industriepartner abgeben konnten, umfasst ein

Programm mit Simulationen, das es der Firma erlaubt, die Modelle zu prüfen und daraus die Berechnungen zu entnehmen, sowie den Prototypen eines Reglers. «Der Partner kann auf dieser Grundlage die Regler eins zu eins herstellen oder das Modell weiterentwickeln», so Dalkusu.

#### Viel gelernt und gut gefordert

Die Arbeit von Bärlocher und Dalkusu kommt beim Partner sehr gut an. «Wir hatten eine gute Zusammenarbeit und konnten viel lernen. Eine sehr kompetente Fachperson, die uns begleitete, konnte uns auf tolle Art fordern», erzählt Dalkusu. Sie wird auch in Zukunft im Bereich Leistungselektronik arbeiten. Ihre Stelle hat sie bereits. «Ich gehe in die Hardware-Entwicklung bei einer Firma, bei der ich Praktika gemacht habe. Das gefällt mir sehr.» Auch Bärlocher will in der Leistungselektronik bleiben. «Das hat mich immer schon interessiert. Mit Starkstrom zu arbeiten, der gebraucht wird, um Energie zu übertragen, Wärme oder Bewegung zu erzeugen.» Ihm war in der Bachelorarbeit der Praxisbezug besonders wichtig. «Es ist toll, wenn man an etwas arbeiten kann, das gebraucht wird, und nicht in der Schublade verschwindet.»

*«Die beiden Studierenden konnten in dieser Arbeit viele Themen, die sie während dem Studium bearbeitet und gelernt hatten, in einer praktischen Aufgabenstellung anwenden. Dank Absprachen und Messungen vor Ort beim Industriepartner konnten sie dessen Vorgaben klären und erfolgreich umsetzen.»*

Prof. Dr. Alberto Colotti,  
Forschungsschwerpunkt Antriebs-  
technik & Leistungselektronik





# Eine Fotofalle, die weiss, wann sie auslösen muss

Wildtier-Fotofallen liefern Bilder zur Dokumentation für Forschung, Artenschutz und Gebietsschutz. Das zuverlässige Auslösen, wenn ein Tier auftaucht, ist daher entscheidend. Mithilfe Deep Learning konnten Yael Fischer und Seraphin Hungerbühler die Genauigkeit einer Fotofalle, die mittels KI und 3D-Distanzkamera Bilder erstellt, merklich erhöhen.

Seraphin Hungerbühler und Yael Fischer haben in ihrer Bachelorarbeit an der Optimierung der Trefferquote einer KI-Fotofalle gearbeitet.

*«Wenn man im Wald steht und sieht, dass man wieder ein Tier vor die Linse bekommen hat, ist das schon ein Highlight.»* Yael Fischer





1 Mit ihrer Fotofalle konnten die Studenten unter anderem einen Dachs ablichten.

2 Auch bei einer Maus und einer Katze hat die Fotofalle korrekt ausgelöst. Die Trefferquote der KI-Fotofalle konnten die Studierenden von 82 Prozent auf 92 Prozent steigern.

3 Das Bild zeigt einen Waran – für den Algorithmus ein anspruchsvolles Motiv, dass er als Tier erkennen muss.



1

2



3

Das Start-up Intellitraps entwickelt in Zusammenarbeit mit der ZHAW Fotofallen, die mithilfe eines 3D-Kameradistanzsystems (time-of-flight-camera) zuverlässigere Ergebnisse liefern als konventionelle Fotofallen. Für ihre Bachelorarbeit haben die Elektrotechnik-Absolventen Yael Fischer und Seraphin Hungerbühler für Intellitraps die Trefferquote der Fotofalle analysiert und diese mithilfe von Machine Learning merklich verbessert. «Wir haben uns vorgenommen, einen Algorithmus zu entwickeln, durch den Fehlauflösungen reduziert werden sollen», nennt Yael Fischer ein Ziel ihrer Arbeit.

### Trefferquote erhöht

Mit dem bisherigen Algorithmus von Intellitraps entscheidet die Kamera in 82 Prozent aller Fälle korrekt, ob ein Tier vor der Linse aufgetaucht ist und vermeidet dadurch viele Falsch-auslösungen. Durch die KI-Optimierung von Yael Fischer und Seraphin Hungerbühler konnte die Genauigkeit auf 92 Prozent erhöht werden. «Die Performance konnten wir also merklich steigern», so Yael Fischer. Ein weiteres Ziel bestand darin, mittels des Algorithmus auch eine Klassifizierung der Tiere zu realisieren, sodass beispielsweise eine Einteilung von Säugetieren und Vögeln möglich wäre bis hin zur Unterscheidung zwischen Hund und Katze. «Hierfür reichte

aber unsere Datenlage nicht aus und die Auflösung der Kamera ist zu gering, um den Algorithmus dahingehend zu trainieren», erklärt Seraphin Hungerbühler. «Die aktuellen time-of-flight Kameras bieten noch zu wenig Auflösung, um eine bessere Performance zu erreichen. Unsere Kamera hatte lediglich 60 mal 160 Pixel Auflösung, womit etwa eine Maus auf dem Bild nur durch wenige Pixel dargestellt würde und daher kaum zu erkennen wäre.»

### 2000 eigene Fotofallen gesammelt

Ob und wie ihre Ergebnisse in die Fotofallen von Intellitraps implementiert werden, ist noch nicht festgelegt. «Jedoch sieht unser Industriepartner durch unsere Arbeit, welches Potenzial der Einsatz von Künstlicher Intelligenz und Machine Learning Methoden für die Fotofalle bietet», sagt Seraphin Hungerbühler. Neben 4000 Fotodaten von Intellitraps haben die beiden auch selbst eine Fotofalle im Wald aufgestellt und nochmal etwa 2000 eigene Bilddaten sammeln können. Dies gehörte auch zu den Momenten, die ihnen am meisten Spass gemacht haben: «Wenn man im Wald steht und sieht, dass man wieder ein Tier vor die Linse bekommen hat, ist das schon ein Highlight», erinnert sich Yael Fischer lächelnd.

*«Bei der Intellitraps Lösung, bestehend aus der Fotofalle, einem intelligenten Blitzsystem sowie einer Online-Plattform ist die Detektionsgenauigkeit der Fotofalle ein kritischer Erfolgsfaktor unserer Lösung und wir messen der Arbeit von Yael Fischer und Seraphin Hungerbühler grosse Bedeutung bei.»*

Patrick Meier, Geschäftsführer, Intellitraps GmbH













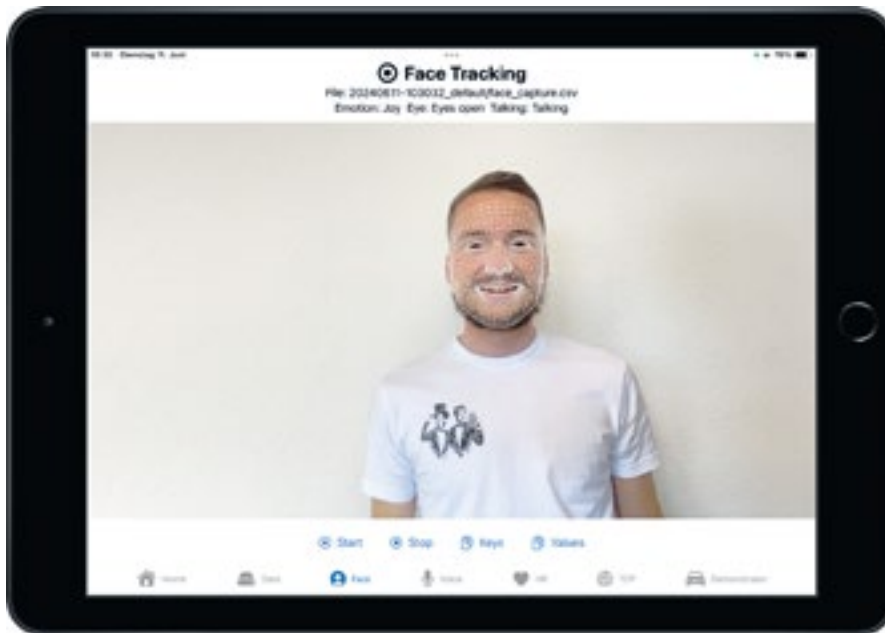
# Neue App zur Früherkennung von Alzheimer und Parkinson

Wie können Krankheiten wie Alzheimer und Parkinson frühzeitig erkannt werden? Künstliche Intelligenz (KI) könnte hier eine Hilfe sein. Das haben Nicola Kreis und Pascal Eberhard mit ihrer Bachelorarbeit in Elektrotechnik gezeigt.

Ein unterhaltsames Game demonstriert, wie ihre App für eine ernste Sache funktioniert: Die Elektrotechnik-Absolventen Nicola Kreis und Pascal Eberhard.

*«Wir liefern mit der App den Beweis, dass eine Auswertung von Mimik, Sprache und Puls mit KI grundsätzlich möglich ist.»* Nicola Kreis





1

1 Erfassung der Mimik über die Frontkamera innerhalb der App.

2 Smartphone-Ansicht der Auswertung von aufgezeichnetem Audio mittels KI.

3 Blinzeln für Spurwechsel, Gesichtsausdruck verändern für Fahrzeugwechsel: Das Car Game von Eberhard und Kreis demonstriert, wie die KI-basierte App funktioniert.



3



2

Erkrankt ein Mensch an Alzheimer oder Parkinson, zeigen sich erste Veränderungen meist schon früh im Krankheitsverlauf in seiner Mimik, Stimme und dem Puls. Die Herausforderung ist: Wie erkennt man diese Hinweise frühzeitig, um die Betroffenen besser zu begleiten und zu behandeln? Nicola Kreis und Pascal Eberhard haben eine iOS-App entwickelt, die Mimik, Sprache und Puls einer Person aufzeichnen und analysieren kann. Die Idee: Eine Fachperson führt mit einem:r Patient:in oder einem Patienten ein Gespräch und zeichnet dieses mit der App auf. Sprachmuster, Mimik und andere Daten stehen dann als zusätzliche, objektive Parameter zur Verfügung für eine Beurteilung, ob ein Verdacht auf eine der Erkrankungen begründet ist.

#### Beitrag zur Forschung an der Seoul National University of Science and Technology

«Es geht in unserer Arbeit darum zu zeigen, dass die Erfassung dieser Daten und die Verarbeitung mittels KI möglich sind», sagt Eberhard. Den Impuls gab die laufende Alzheimer-Forschung an der Seoul National University of Science and Technology. Über ihren Dozenten Tobias Welti und den Betreuer Dr. Martin Loeser, der mit den Forschenden in Korea eng zusammenarbeitet, erfuhren die Absolventen vom

Potenzial von KI für die Früherkennung. «Wir haben uns der Datenerfassung angenommen. Die Forschenden in Seoul können nun ihre KI weiterentwickeln, die diese Daten so auswerten soll, dass eine vorläufige Diagnose möglich wird», so Kreis.

#### Zusätzliches Game belegt den Erfolg

Entwickelt haben die beiden die KI-basierte App auf iOS, weil sie von einer Projektarbeit wussten, dass die intelligente Nutzung von iPhone-Kameras viel Potential für medizinische Anwendungen bietet. Sie hatten sich mit KI-basierter Emotionserkennung auseinandergesetzt. «Das Ergebnis der Bachelorarbeit war trotzdem ein Highlight für uns», sagt Eberhard. «Die App erkennt alle gewünschten Parameter, sie zeichnet sie auf und bereitet die Daten sauber auf. Das ist schon ein Erfolgserlebnis.» Um zu demonstrieren, dass ihre Entwicklung Gesichtsausdrücke und Stimmen auch einordnen kann, haben die beiden zusätzlich ein Autorenn-Game entwickelt. «Und ein bisschen auch für unser inneres Kind», fügt Eberhard an und lächelt. Im Game steuert man durch Blinzeln einen Rennwagen und wechselt das Fahrzeug, indem man die Mimik verändert. «Das zeigt: Die Daten können von der von uns entwickelten KI aufgegriffen und in Echtzeit verarbeitet werden», erklärt Kreis.

An der Seoul National University of Science and Technology wird, gemeinsam mit Dr. Martin Loeser, zur KI-basierten Früherkennung von Alzheimer geforscht. Für die Diagnostik wird unter anderem mit Hirnstrom-Messungen gearbeitet. Da dies aufwendig ist, suchten die Elektrotechnik-Absolventen Pascal Eberhard und Nicola Kreis nach einem Ansatz, der sich leichter umsetzen lässt.





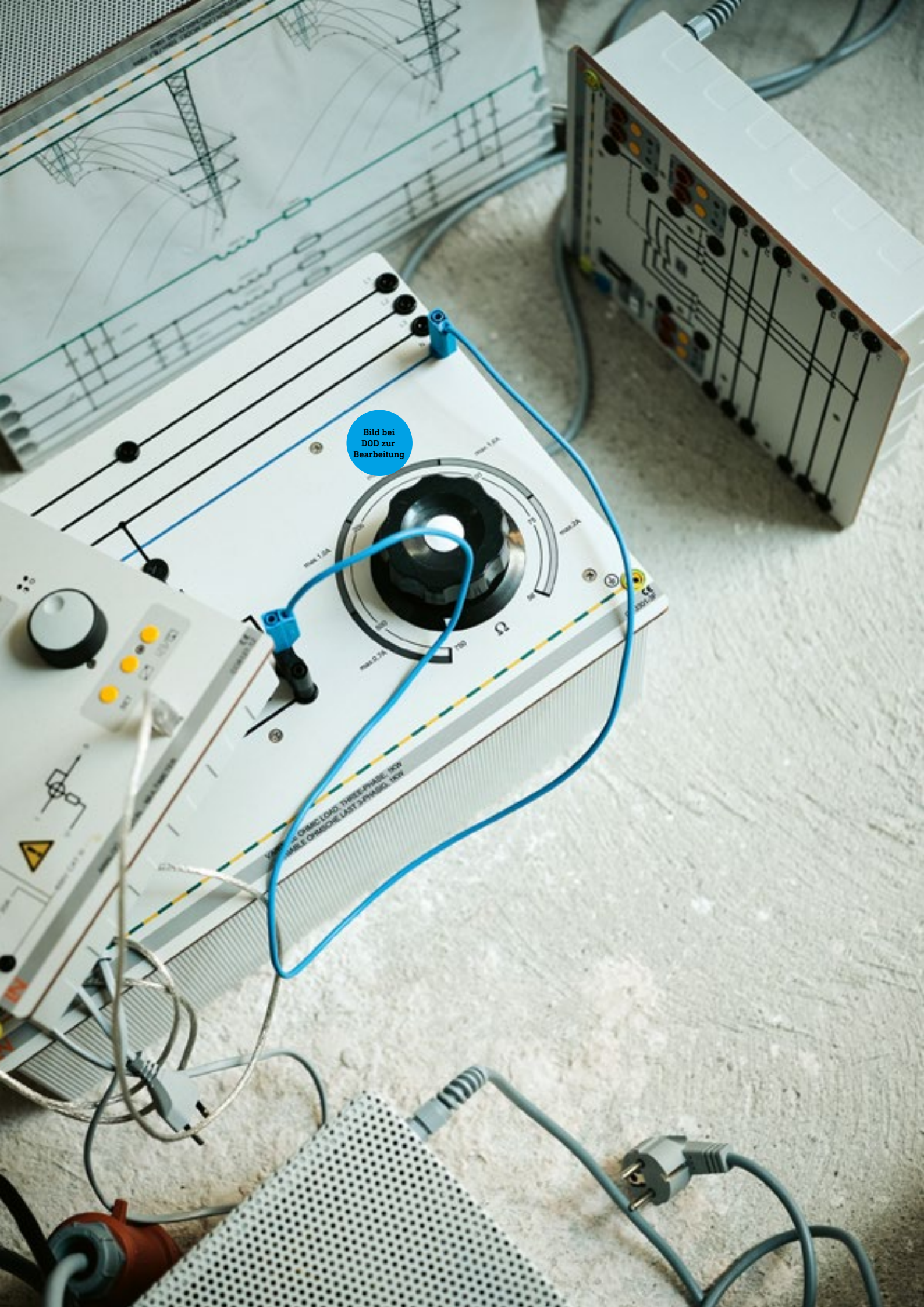


Bild bei  
DOD zur  
Bearbeitung

# ENERGIE- UND UMWELTECHNIK

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.



# Mehr Winterstrom dank schneefreier PVT-Module

Wenn Dach-PV-Anlagen in den Bergen von Schnee bedeckt sind, wird die Stromproduktion gebremst. Mittels Photovoltaischer-thermischer Module (PVT) lässt sich der Schnee schmelzen. Aufgrund der dafür nötigen Energie wird das Verfahren von vielen als unwirtschaftlich bewertet. Marc Willi und Fabian Maag beweisen mit ihrer Abschlussarbeit das Gegenteil.

Fabian Maag und Marc Willi haben sich mit der Wirkung beheizbarer PVT-Module und deren Einsatz im Winter unter Schneebedingungen auseinandergesetzt.

*«In höheren Lagen liegt der Schnee teils bis ins späte Frühjahr auf den Dächern. Dort kann sich das Abschmelzen nach unseren Berechnungen auf jeden Fall lohnen.»* Fabian Maag





1 Der Prüfstand in Graubünden mit zwei PVT-Modulen.

2 Das linke Modul wurde durchgehend beheizt, das rechte erst nach dem Schneefall.

3 Beide Module wurden nach dem Schneefall erwärmt. Trotz unterschiedlicher Neigung benötigten beide Module ca. 7,5 Stunden für das Abschmelzen.



1

2



3

Schnee kann auf Hallen- und Hausdächern in den Bergen bis weit ins Frühjahr liegen bleiben. Für darauf installierte Photovoltaik-Anlagen bedeutet das, dass sie weniger oder gar keinen Strom produzieren. Für ihre Bachelorarbeit haben Marc Willi und Fabian Maag in Zusammenarbeit mit dem Startup Sunmaxx die Wirkung sogenannter photovoltaisch-thermischer Module (PVT) getestet, die auf der Rückseite mit einem Wärmetauscher ausgestattet sind und damit sowohl Strom wie auch Wärme gewinnen können. Durch den darin installierten Flüssigkeitskreislauf fließt normalerweise ein kaltes Wasser-Glykol-Gemisch, das dann durch die Sonne erwärmt wird. Wenn der Kreislauf umgedreht wird, kann jedoch der auf den Modulen liegende Schnee zum Schmelzen gebracht und dadurch mit den PVT-Modulen wertvollen Winterstrom produziert werden.

#### Potenzial ist vorhanden

«In der Fachwelt heisst es, dass der Mehrertrag an Strom durch die für das Abschmelzen benötigte Energie wieder verloren geht», fasst Marc Willi ihre Ausgangssituation zusammen. «Expert:innen schätzten anfangs, dass sich die Abschmelzung nicht lohne, da der Schnee oft nur ein paar Tage liege. Doch in höheren Lagen sind Dächer teils bis ins späte Frühjahr mit

Schnee bedeckt und dort kann sich das Verfahren nach unseren Berechnungen in Verbindung mit einer Erdsonde und Wärmepumpe auf jeden Fall lohnen», erklärt Fabian Maag.

#### Tests auf Terrasse

Getestet haben die Studenten anhand eines selbstgebauten Prüfstandes auf dem zwei PVT-Module installiert wurden. Aufgestellt wurde dieser auf einer Terrasse in Graubünden auf 1360 m. ü. M. «Wir haben mit durchschnittlich 6 Grad warmem Wasser getestet, welches das Modul 1 während des Schneefalls und das Modul 2 erst nach dem Schneefall durchfloss», erklärt Marc Willi. Ersteres war durchgehend schneefrei, bei Modul 2 blieb nach der Erwärmung deutlich mehr Schnee an den Rändern des Moduls liegen. «Wir empfehlen jedoch eine Temperatur von rund 20 Grad, damit auch bei starkem Schneefall keine Schneeränder an den Modulrahmen entstehen können», resümiert Fabian Maag. «Wenn wir die Module während des Schneiens so beheizen, bleiben sie durchgehend frei.» Ob aus der Idee der beiden eine konkrete Pilotanlage entsteht, ist noch offen. «Vorstellbar sind auf jeden Fall Nachfolgeprojekte, die noch weitere Testreihen beinhalten», erklären die beiden.

*«Wir freuen uns ausserordentlich über die sehr gelungene Kooperation mit der ZHAW und insbesondere über das Ergebnis der Bachelorarbeit, das zeigt, dass mit unseren Modulen die Winterstromproblematik in der Schweiz massgeblich verbessert werden kann.»*

Dr. Wilhelm Stein, CEO Sunmaxx

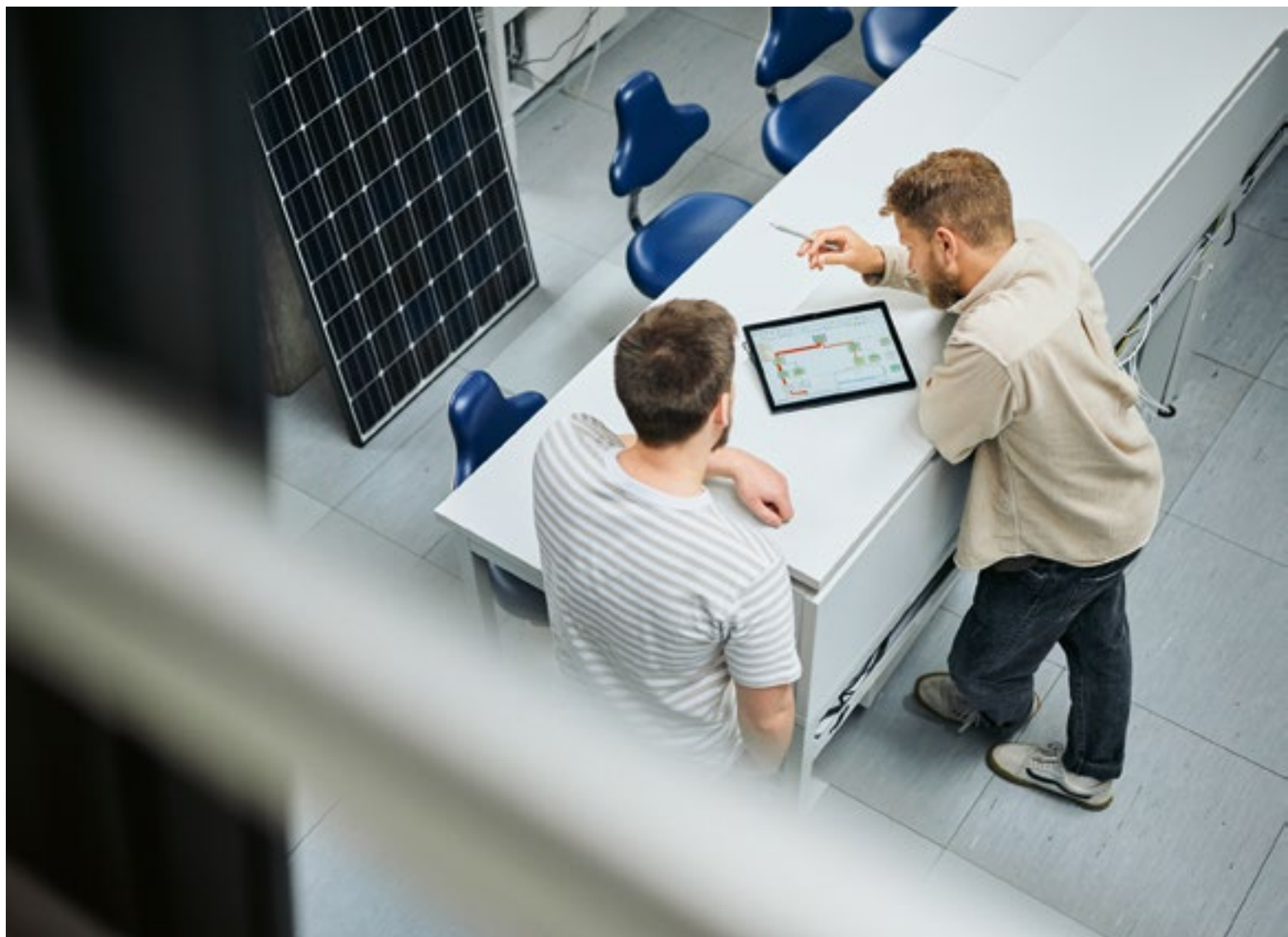


# Über dem Nebelmeer

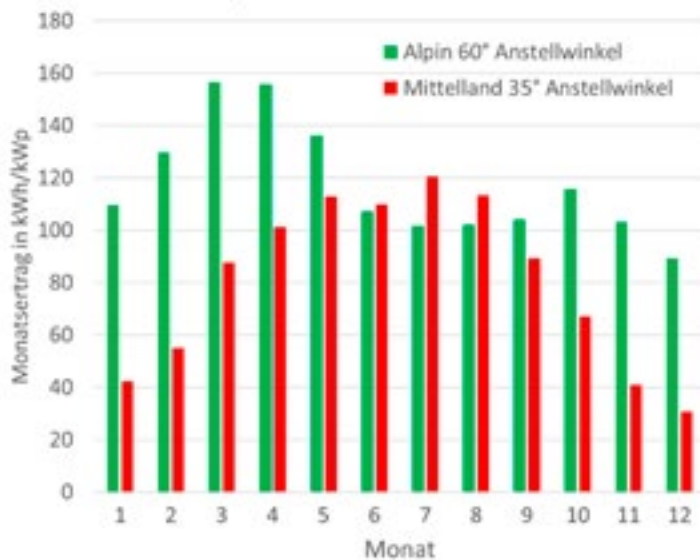
Photovoltaik-Grossanlagen könnten in Zukunft zu einem normalen Bild in alpinen Regionen werden. Warum das so ist, erklären die Energie- und Umwelttechnik-Absolventen Simon Blum und Raphael Küchler in ihrer Abschlussarbeit mittels Lebenszyklusanalysen.

Simon Blum und Raphael Küchler verglichen die Ökobilanzen von alpinen Photovoltaikanlagen mit Dachanlagen im Mittelland.

*«Das alles zusammen gesehen, wird in Zukunft sicher auch Einfluss auf die Akzeptanz alpiner Anlagen haben.»* Raphael Küchler



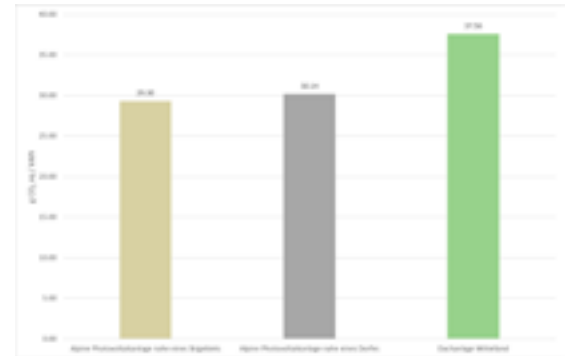
### Monatsertrag im Vergleich Alpin und Mittelland je mit optimalem Anstellwinkel



1

1 Der Energieertrag von Photovoltaikanlagen in den Alpen während der Wintermonate ist mehr als doppelt so hoch im Vergleich zu Anlagen im Mittelland.

2 Die aus der Herstellung und Installation der Anlagenkomponenten resultierenden Emissionen pro erzeugter Energie der untersuchten Dachanlage im Mittelland sind deutlich höher als die der alpinen Anlagen.



2

Der Strombedarf in der Schweiz wird voraussichtlich bis 2050 von 60 TWh auf 70 bis 100 TWh ansteigen. Bereits heute ist die Schweiz in den Wintermonaten auf Stromimporte angewiesen. Dennoch sind alpine Photovoltaik-Grossanlagen ein umstrittenes Thema, vor allem in den betroffenen Regionen. Simon Blum und Raphael Küchler haben die Umweltverträglichkeit und den Energieertrag solcher Anlagen untersucht sowie mit konventionellen Dachanlagen im Mittelland verglichen.

#### Weniger Nebel und Schnee, mehr Strom

Für die detaillierten Lebenszyklusanalysen verglichen die Studenten spezifische Daten einer bestehenden Anlage im Mittelland sowie die Berechnungen für zwei geplante alpine Anlagen. «Wir haben verschiedene Aspekte in unsere Analysen mit einbezogen, unter anderem den Bau von Strasseninfrastruktur und Seilbahnen für die Anlagen in den Bergen», so Raphael Küchler. Um die Daten vergleichbar zu machen, simulierten die Studenten nicht nur die Daten der alpinen Anlagen, sondern auch die der Dachanlagen. Simon Blum erklärt: «Für letztere hatten wir zwar reale Ertragsdaten, aber die bezogen sich auf ein Jahr mit eher schlechtem Energieertrag. Durch die Simulationen wurden die Daten besser vergleichbar.» So kamen sie zu dem

Ergebnis, dass trotz der höheren initialen Umweltbelastung alpine Photovoltaik-Grossanlagen durchaus eine relevante und nachhaltige Alternative zu Dachanlagen im Mittelland sind. «Das liegt vor allem am höheren Energieertrag der Anlagen im Winter, da die Anlagen über der Nebelgrenze natürlich mehr Sonne abbekommen und die Sonnenstrahlen durch den Schnee reflektiert werden», sagt Raphael Küchler.

#### Wichtige Winterproduktion

Dieser Aspekt führt dazu, dass mit alpinen Photovoltaikanlagen im Winter gut zwei- bis dreimal so viel Strom erzeugt werden kann wie im Mittelland. Dadurch, so Simon Blum, könnten vor allem die Speicherseen für die Stromproduktion entlastet werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch einen Modulwechsel auf den massiven Unterkonstruktionen die Anlagen 60 Jahre betrieben werden können, während konventionelle Dachanlagen bisher meist etwa 25 Jahre in Betrieb sind. «Das alles zusammen gesehen, wird in Zukunft sicher auch Einfluss auf die Akzeptanz alpiner Anlagen haben», so Raphael Küchler. «In den nächsten Jahren werden Kernkraftwerke altersbedingt abgestellt werden und deren Neubau wird viele Jahre dauern, falls sie überhaupt gebaut werden. Wir sind also dringend auf alternative Stromproduktion angewiesen.»

*«Auch wenn PV-Module im Betrieb keine Emissionen erzeugen, wird dennoch bei Herstellung, Installation und Wartung der PV-Systemkomponenten CO<sub>2</sub> freigesetzt. Während die Emissionen pro Energieertrag über die Systemlebensdauer für Standardanlagen gut untersucht sind, ist eine Untersuchung für alpine Anlagen von Interesse.»*

Dr. Markus Klenk,  
Dozent für Photovoltaik





## «Die Schweiz braucht zwingend zusätzliche Stromproduktion»

Ihr habt den gesamten Lebenszyklus von Photovoltaik-Grossanlagen betrachtet. Welche Schwierigkeiten seht ihr bei der Umsetzung von alpinen Anlagen?

**RK:** Die alpinen Anlagen können entweder in Siedlungsnähe oder an Berghängen installiert werden. Im ersten Fall ergeben sich kaum mehr Herausforderungen als bei Anlagen im Mittelland. Die Installation von Photovoltaik-Grossanlagen an Berghängen kommt dagegen mit speziellen Anforderungen, vor allem in der Logistikinfrastruktur. Oftmals müssen zuerst Strassen oder gar Seilbahnen gebaut werden, um das Gelände zugänglich zu machen. Teilweise werden auch Heli-

kompten eingesetzt. Dies hat Auswirkungen auf die Umwelt und Landschaft. Dadurch, dass sich künftig mehrere Projekte gleichzeitig in Bau befinden, kommt es auch zu Engpässen. Um die Anlagen im Berg zu verankern, sind aufwendige Bohrungen notwendig. Da muss erstmal die Maschinerie an den Berg gebracht werden und vor allem braucht es entsprechend ausgebildetes Personal.

**RK:** Durch den Mantelerlass der Schweizer Regierung sind die Anlagen aktuell subventioniert. Die Abstimmung am 9. Juni 2024 war ein Indikator für die Akzeptanz der Bevölkerung hinsichtlich des Zubaus erneuerbarer Energien.

Wie hat euch eure Forschung persönlich beeinflusst?

**RK:** Ich persönlich beschäftige mich schon länger mit dem Thema und wir haben im Studium ein Modul, das sich mit dem Strommix in der Schweiz beschäftigt. Dort werden Szenarien durchgespielt, wie die wegfallende Kernenergie ersetzt werden kann. Wir brauchen eine zukunftsfähige Stromerzeugung, mit der die Schweiz auch unabhängig ist. Stromimporte können aus verschiedenen Gründen ausfallen, wie wir in den letzten Jahren gesehen haben – sei es wegen internationalen Konflikten oder weil andere Länder ihre Stromproduktion ebenfalls umstellen.

**SB:** Gewissermassen ist man da auch wieder bei der eigenen Akzeptanz. Wenn man die alpinen Photovoltaik-Grossanlagen sieht, kann man sie als Zeichen von Fortschritt betrachten.

Was nehmt ihr mit aus dem Studium und der Abschlussarbeit?

**SB:** Aus der Arbeit nehme ich vor allem mit, was in der Planung solcher Anlagen beachtet werden muss. Dass die Umweltbilanz trotz des hohen Umwelteinflusses der Infrastruktur die Umsetzung rechtfertigkeitskünftigen Job mehr mit steuerbarer Energieerzeugung auseinandersetzen, also eher Wasserkraft. Dafür war das Studium auf jeden Fall hilfreich.

*«Wenn man die alpinen Photovoltaik-Grossanlagen sieht, kann man sie als Zeichen von Fortschritt betrachten.» Simon Blum*

kopter eingesetzt. Dies hat Auswirkungen auf die Umwelt und Landschaft. Dadurch, dass sich künftig mehrere Projekte gleichzeitig in Bau befinden, kommt es auch zu Engpässen. Um die Anlagen im Berg zu verankern, sind aufwendige Bohrungen notwendig. Da muss erstmal die Maschinerie an den Berg gebracht werden und vor allem braucht es entsprechend ausgebildetes Personal.

**SB:** Die Anlagen müssen bis zum Jahr 2025 mindestens zehn Prozent der Leistung am Netz haben. Daher besteht gerade ein grosser Zeitdruck. Und für die Installation von alpinen Anlagen hat man je nach Höhenlage nur wenige Monate im Sommer, wenn die Region zugänglich ist. Grundsätzlich ist Schnee aber kein Problem für die Anlagen, da sie in einem Winkel installiert werden, bei dem der Schnee einfach abrutscht.

Diese Art von Solaranlagen ist derzeit Thema mit grosser medialer Aufmerksamkeit. Wie sieht es mit der Akzeptanz aus?

**SB:** Die Akzeptanz in der Bevölkerung ist gar nicht so schlecht. Von den Projekten, über die bisher abgestimmt wurde, wurden mehr als die Hälfte angenommen. Ich denke, die meisten sehen auch die Problematik. Altersbedingt werden die Kernkraftwerke früher oder später abgestellt. Die Schweiz braucht also zwingend zusätzliche Stromproduktion – momentan ist es aber fraglich, ob jemals wieder Kernkraftwerke in der Schweiz gebaut werden. Wenn es zu dieser Entscheidung





# Möglichkeiten für den Umgang mit Daten in Verwaltungen

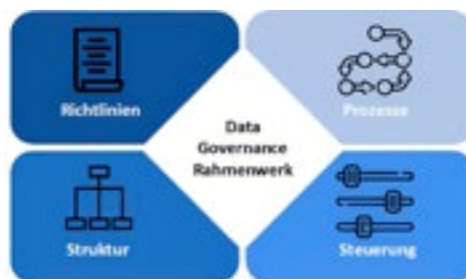
Die öffentliche Hand speichert immer mehr Daten elektronisch. Was soll sie damit tun, um die Informationen abteilungsübergreifend effizient zu nutzen? Was darf sie tun, ohne den Datenschutz zu verletzen? Arian Gajtani und Alperen Sevici haben gemeinsam mit der Stadt Winterthur einen Leitfaden zu Data Governance in Städten entwickelt.

Arian Gajtani und Alperen Sevici zeigen Städten, wie sie mit ihren Daten umgehen können.

*«Es ist kein starrer Leitfaden – Städte können auswählen, in welcher Art und welchem Umfang sie Data Governance eingliedern möchten.»*

Arian Gajtani





1 Die Übersicht des Data-Governance-Rahmenwerks stellt die Schlüsselemente dar.

2 Organigramm der Data Governance mit den dazugehörigen Rollen und Funktionen.

3 Elemente eines möglichen Schulungsprogramms für Data Governance.

Schulungsprogramm Data Governance



3



2

Im digitalen Zeitalter speichern auch Städte und Gemeinden ihre Daten elektronisch. Zu oft geschieht das aber noch in den einzelnen Abteilungen, ohne dass andere Bereiche Zugriff darauf hätten. Hier liegt Potenzial brach – durch eine gemeinsame Nutzung dieser Datensilos könnte die öffentliche Hand ihre Aufgaben effizienter und nachhaltiger erfüllen. Gleichzeitig weckt ein möglicher Austausch aber auch Sorgen in der Bevölkerung: Was geschieht mit den Informationen über mich? Wer kann darauf zugreifen? Darum gilt es, Vertrauen zu schaffen und alle Stakeholder zu involvieren, wenn die Effizienz nicht auf der Strecke bleiben soll. Das Wissen um den richtigen Weg hält sich aber auch in Verwaltungen noch in Grenzen. Dem wollen Arian Gajtani (Studiengang Energie- und Umwelttechnik) und Alperen Sevinci (Studiengang Informatik) mit ihrem Data Governance-Leitfaden für Städte Abhilfe schaffen.

#### Mit und für die Stadt Winterthur

«Wir zeigen auf, welche Möglichkeiten es gibt», erklärt Arian Gajtani, dass der Leitfaden nicht starr sein soll, sondern dynamisch eingesetzt werden kann: «Städte können auswählen, welchen Weg sie gehen wollen, was sie benötigen, was sie in welchem Umfang implementieren möchten.» Der Leitfaden beinhaltet neben Informationen zum

Umgang mit Daten (Datenzugriff und -teilung, Datenqualität und -integrität) auch eine Erklärung und Abgrenzung von Begriffen und Rollen in der Datenverwaltung sowie die wichtigsten Gesetze. Erarbeitet haben sie ihr Dokument im Austausch mit dem Amt für Stadtentwicklung der Stadt Winterthur, das den Leitfaden auch anwenden will. Arian Gajtani betont, dass das Dokument aber allen Schweizer Städten zur Verfügung steht, die bereit sind, den Schritt der Digitalisierung in ihrer Verwaltung anhand von Data Governance zu machen und somit ihre Datenqualität erhöhen und die Effizienz steigern möchten.

#### Spass an der Zusammenarbeit

Die Arbeit am Leitfaden hat den Studenten, die sich schon aus der Schule kannten, Spass gemacht – auch wenn die Fleissarbeit Literaturrecherche etwas trocken gewesen sei. «Es war informativ und ich habe Neues gelernt, das ich auch für meine Arbeit in der IT mitnehmen kann», hält Alperen Sevinci fest, da es doch einige Schnittstellen gebe. Datenzugriff, Datenschutz- und Datensicherheitsmassnahmen seien überall in der IT relevant. Arian Gajtani gibt zu, dass er gerade diesbezüglich etwas skeptisch war, dank der Arbeit nun aber überzeugt sei, dass Data Governance auch den Datenschutz verstärke.

«Der Leitfaden hilft der Stadt Winterthur dabei, das komplexe Thema der Data Governance anzugehen.»

Dr. Uwe Thümmel, Projektleiter Data Analytics, Amt für Stadtentwicklung Stadt Winterthur







# 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 Ingenieur:innen gefragt, die im Team innovative Lösungen entwickeln.



# Keine Panik auf der Titanic

Vergnügungsparks, Stadtfeste, Konzerte – wo viele Menschen aufeinandertreffen, kann es mitunter eng werden. Ganz besonders, wenn sich Ungeplantes ereignet. Jan Appel hat Menschenströme angeschaut und simuliert ihre Bewegungen in speziellen Verhältnissen.

Jan Appel simuliert das Verhalten von grossen Menschenmengen.

*«Es ist eigentlich erstaunlich, wie gut man sich Verhalten vorstellen kann: Die Menschenmengen verhalten sich genau so, wie man erwartet, dass sie sich verhalten würden.»* Jan Appel







1 Für seine Simulation hat Appel mit dem Layout des Europa-Parks gearbeitet.

2 Die Wege im Eingangsbereich noch ohne Menschenbewegungen.

3 Der Vergleich zwischen Jan Appels Simulation und einer Heatmap mit GPS-Daten der Plattform Strava.



1

2



3

In Vergnügungsparks oder auch an grossen Anlässen wie Badenfahrt oder Züri Fäscht sind Menschen gleichzeitig zu Tausenden unterwegs. Unvorhergesehene Ereignisse können die bereits bestehende Enge weiter verschärfen: Der Ausfall einer Attraktion beispielsweise oder ein Feuer führen zu Sperrungen von Wegen. «Da ist es für die Betreibenden interessant, zu wissen, wie sich die Leute verhalten», erklärt Informatik-Absolvent Jan Appel, der für seine Bachelorarbeit Bewegungen von Menschenmassen simuliert hat. Hat es genügend Wege? Sind sie breit genug? Besteht noch Optimierungspotenzial? Dafür hat er zusammen mit seinem Betreuer Andreas Weiler die webbasierte Applikation XCrowd entwickelt und arbeitet dabei mit Knoten und Kanten: Letzere stehen für die Wege und Strassen, mit den Knoten werden Attraktionen, Restaurants oder Toiletten abgebildet. Das erlaube eine realistische Berechnung.

### Reine Messung der Ströme

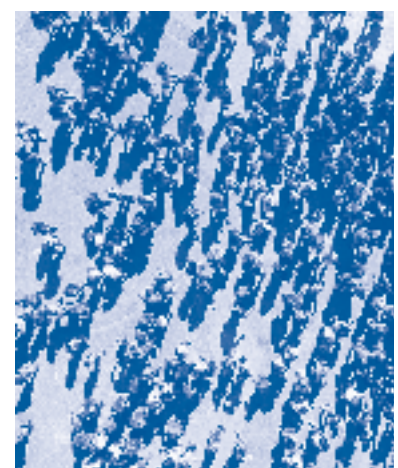
Die Applikation konnten sie auch bereits an internationalen Konferenzen vorstellen, denn noch gibt es in diesem Bereich wenig Produkte. Die meisten von ihnen befassen sich mit Mikro-Bereichen oder füllen Nischen. Niklas Appel dagegen versuchte, ein Produkt zu entwerfen, das einfach

verständlich und durch ein generelles Design später auch in weiteren Bereichen anwendbar ist. Was XCrowd nicht macht, ist das Aufzeigen von Empfehlungen für Ausweichwege: «Das ist eine Möglichkeit für weitere Forschung», betont Niklas Appel, «wir messen einfach, wieviele Menschen auf welchem Weg unterwegs sind.» Für seine Arbeit hat er das Layout des Europa-Parks verwendet, ohne dies allerdings mit echten Zahlen testen zu können. Es sei aber anzunehmen, dass die Simulation realistisch sei.

### «Einfach drauflos arbeiten»

Auf sein Thema gekommen ist Jan Appel eher zufällig: Er musste das Thema für seine Projektarbeit in kürzester Zeit auswählen und das damalige «Crowd Dynamics» habe sich interessant angehört. Das Thema habe er dann für seine Bachelorarbeit ausgewählt, nachdem er festgestellt hatte, dass es eben noch kaum solche Tools gebe. Sein Vorgehen ist ungewöhnlich: Wenn er eine Idee habe, setze er sich zwei Tage hin und arbeite einfach drauflos. Dann könne er sich vorstellen, was er erreichen wolle. Manchmal müsse man dann aber auch alles wieder wegwerfen. «Ich weiss nicht, ob das klug ist.» In seinem Fall habe er diese Grundlage jedoch brauchen können.

**Die Software XCrowd simuliert die Bewegungen von Menschenmassen. Sie soll die Lücke zwischen theoretischer Optimierung eines Park-Layouts und Ereignissen in der Praxis schliessen. Sie stellt ein effizientes Werkzeug für die Evaluation des Verhaltens von verschiedenen Menschenmassen unter spezifischen Bedingungen und Umgebungen dar.**



# Geschäftsprozesse einfacher abwickeln

Zu häufig sind wiederkehrende Geschäftsabläufe und deren Ergebnisse schlecht dokumentiert oder werden manuell abgewickelt, wo eine Automatisierung möglich ist. Die Informatik-Absolventen Joel Grand, Gianmarco Güntert und Noah Lichtenecker haben einen Process Orchestrator entwickelt, der auch Skripts hochladen kann, um Aufgaben automatisiert ausführen zu können.

Gianmarco Güntert, Joel Grand und Noah Lichtenecker erleichtern mit ihrem Process Orchestrator die Abwicklung von Geschäftsabläufen.

*«Unsere Betreuerin Marcela Ruiz war von Anfang an mit vollem Herzen dabei. Sie hatte Freude an der Idee und uns auch immer wieder motiviert und angespornt.»* Gianmarco Güntert



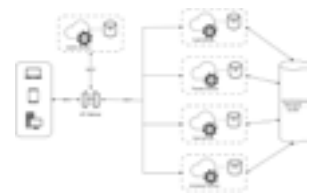




1 Durch das iterative Durchlaufen von drei Phasen entstand ein Prototyp, anhand dessen die Machbarkeit des Konzepts geprüft wurde.

2 Ein Mockup des möglichen Frontends stellt die Definition eines Prozesses dar und wie einem Task ein Skript hinterlegt werden kann – ein zentrales Element des Konzepts.

3 Der Entwurf der Systemarchitektur für den Prozess-Orchestrator orientiert sich an der Microservice-Architektur.



Die meisten bestehenden Produkte grosser Anbieter seien etwas undurchsichtig, fanden die drei. Vor allem die grossen Tools seien nicht durchschaubar und der Orchestrator sei Teil eines grossen Ökosystems. Ihnen sei wichtig gewesen, dass auch verschiedene Abteilungen untereinander darüber kommunizieren könnten: «Es ist ein bekanntes Problem, dass Management und IT aneinander vorbeireden», sagt Joel Grand. Ihr Tool sollte deshalb simpel genug sein, damit es für das Management verständlich bleibt. Aber auch Personen aus der IT, die sich mehr auf Systemebene bewegen als programmieren, sollten damit Automatisierungen vornehmen können. «Was unsere Lösung herausstechen lässt, ist die Leichtigkeit und Flexibilität», betont Gianmarco Güntert, «wir wollen Leute zusammenbringen.» Ihr Orchestrator sei eine Schnittstelle zwischen den Abteilungen.

#### Ausführbare Skripts als zentrales Element

Grundgedanke sei eine Dokumentation und Übersicht aller Geschäftsprozesse gewesen: wie oft die Abläufe ausgeführt worden sind, was die Ergebnisse waren, um eine Rückverfolgung zu ermöglichen. Ihr Process Orchestrator beschränke sich nur auf die Automatisierung von Prozessen und den Durchlauf, biete aber auch die Möglichkeit

Aufgaben durch den Computer ausführen zu lassen. «Zentrales Element ist die Möglichkeit, ein ausführbares Skript zu programmieren und hochzuladen», sagt Güntert. Um es für alle Firmen zugänglich zu machen, haben sie sich für eine Cloud-Lösung entschieden, erläutert Noah Lichtenecker: «Wir bewegen uns da in einer kleinen Nische.» Die drei wollen sich offenhalten, nach dem Studium daran weiterzuarbeiten.

#### Erster funktionierender Prozess als Highlight

Bei ihrer Arbeit sind sie nach dem Design-Science-Research-Ansatz vorgegangen. Dabei werden die Situation beschrieben und Probleme benannt, welche in der Folge mit dem Design gelöst werden sollen. Schliesslich wird evaluiert und gegebenenfalls von vorne begonnen, um letztlich das ideale Produkt zu schaffen. «Es war ein Highlight, als der erste Prozess, den wir definiert hatten, durchgelaufen ist und alles zusammen funktioniert hat», berichtet Grand. Aber natürlich sei die Entwicklung auch von vielen Tiefpunkten begleitet gewesen. «Als Software-Entwickler:in ist man es gewohnt, dass man Fehlern begegnet», ergänzt Lichtenecker.

**Ein Process Orchestrator kann Prozesse definieren, ausführen und verwalten. Mit Prozess sind alle Geschäftsabläufe gemeint, also auch jene, die nicht von einem Computer ausgeführt werden. Prozesse bestehen aus verschiedenen Entscheidungen und/oder Tasks, die automatisch oder manuell ausgeführt werden. Ein Beispiel für einen Prozess ist die Einführung neuer Mitarbeitenden.**





# Wie Social Media beim Markteintritt in China hilft

Der chinesische Markt ist für hiesige Produzierende von Luxusprodukten attraktiv. Ohne Kenntnisse der Kultur und der Konsumstimmung ist es aber schwierig, die Marktlage einzuschätzen. Daten von Social Media-Plattformen könnten hier helfen – besonders, wenn sie automatisch gesammelt und ausgewertet werden können.

Elia Bhend und Nicolas De Maio hatten am meisten Spass am Entwickeln der Software, die Informationen über den chinesischen Absatzmarkt für Luxusprodukte liefert.

*«Wir waren ehrgeizig und wollten eine sehr gründliche und effiziente Analyse machen. Am Ende mussten wir uns ein wenig einschränken. Daraus haben wir aber viel gelernt.»* Nicolas De Maio



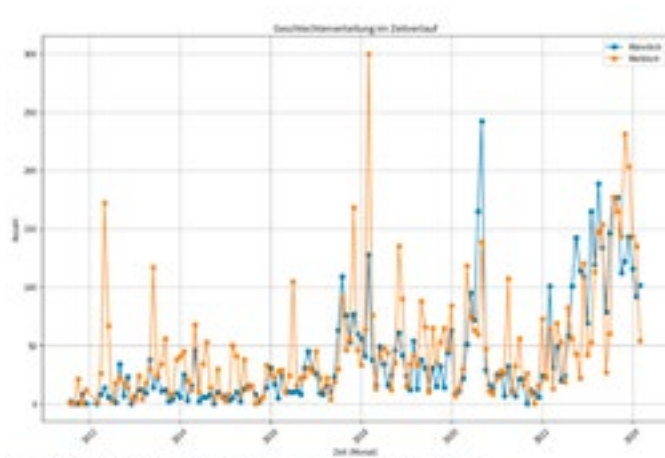


Abbildung 18: Geschlechterverhältnis über die Jahre, die zu Likes geschrieben hatten.

2



1

1 Von der Datensammlung bis zur Auswertung war Elia Bhend und Nicolas De Maio schnell klar, wie sie vorgehen wollten. Schwieriger war für sie das Festlegen auf zu überprüfende Thesen.

2 Eines von vielen Merkmalen, das die Analyse von Bhend und De Maio zutage bringt: Wer interessiert sich in China für westliche Luxusprodukte?

Wie kommen europäische Luxusprodukte bei chinesischen Konsument:innen an? Dies von einem Schreibtisch in Winterthur aus zu beurteilen, ist nicht so einfach – aber auch nicht unmöglich. Die Informatik-Absolventen Elia Bhend und Nicolas De Maio nahmen an, dass Informationen aus Sozialen Netzwerken gute Anhaltspunkte zur Beantwortung der Frage liefern könnten. Und sie lagen richtig, wie ihre Bachelorarbeit zeigt. Die beiden entwickelten ein Tool, das Posts über westliche Produkte und Firmen sammelt und analysiert und so ein Bild der Stimmung auf dem chinesischen Markt zeichnet.

### Sammeln, strukturieren, auswerten

«Unsere Arbeit ist ein Zusammenspiel von verschiedenen Tools. Einige davon gab es bereits, andere haben wir selbst entwickelt und am Ende haben wir sie miteinander verbunden», sagt Elia Bhend. Er und sein Kollege Nicolas De Maio gingen gründlich vor. Rund 65 Firmen bezogen sie in ihre Analyse ein und sammelten die wichtigsten Informationen über sie auf «Wikidata». Nach einer ersten Datensammlung definierten sie Schlüsselwörter und suchten via Programmierschnittstelle (API) auf der chinesischen Social Media-Plattform «Weibo» nach Posts mit diesen. Bis zu 500'000 Datensätze speicherten sie. Eine Analyse zeigte dann,

ob die Aussagen über die Produkte oder Firmen positiv oder negativ waren und wie andere User auf die Posts reagierten. Dass sich die Studenten sich auf Weibo konzentrierten, hatte praktische Gründe. «Andere Plattformen liessen es nicht zu, dass wir via Scraper Daten herunterladen. Oder wir wurden wegen zu vieler Anfragen gesperrt», sagt Nicolas De Maio. Ausserdem, fügt Elia Bhend an, hätten sie irgendwann einsehen müssen, dass sie nicht so umfangreich arbeiten konnten, wie sie es gerne getan hätten.

### Gründlich sein, realistisch bleiben

Darin lag für die beiden auch die grösste Herausforderung: Sich auf bestimmte Analyse Kriterien zu fokussieren und die Datenbasis zu begrenzen. «Wir mussten achtgeben, uns nicht in der Tiefe der Materie zu verlieren. Letztlich mussten wir ein Projekt entwickeln, das sich im Rahmen einer Bachelorarbeit umsetzen lässt», so Elia Bhend. Deshalb konzentrierten sie sich darauf, zu prüfen, ob eine Analyse von Daten aus chinesischen Social Media-Plattformen hilfreich sein könnte für die Erfassung der Stimmung auf dem Markt für westliche Luxusprodukte – und wie sich diese automatisiert umsetzen liesse. Das ist ihnen gelungen.

*«Trotz Hindernissen haben Elia Bhend und Nicolas De Maio es geschafft, aus dem chinesischen Social Network Weibo wertvolle Daten herauszuholen, zu säubern und automatisiert zu analysieren. Sie haben ein 'End-to-End' Data Science-System entwickelt, über alle Schritte hinweg. Ein sehr spannendes Projekt!»*

Dr. Jonathan Fürst, Dozent,  
Forschungsschwerpunkt Intelligent  
Information Systems



## «Die Kür war die Software-Entwicklung»

Eure Bachelorarbeit zeigt, wie man Daten aus Sozialen Netzwerken in China nutzen kann, um die Stimmung auf dem Markt für Produkte aus Europa zu erkunden. Wie verlässlich sind denn diese Analysen?

**Nicolas De Maio:** Sie geben zumindest ganz gute Hinweise darauf, wie es um die Reputation der Firmen und Produkte in China steht. Wir haben nach Posts über Produkte von Firmen wie Rolex, Swatch oder Audi gesucht und konnten dank einer recht grossen Datenmenge fundierte Aussagen machen.

**Elia Bhend:** Darum denken wir, dass eine Analyse nach unserem Vorgehen für westliche Firmen, die in China aktiv sind oder aktiv

Ausbildung der Benutzenden ziehen kann. Einige dieser Thesen konnten wir klar belegen, bei anderen war das Ergebnis weniger deutlich. Aber was wir auf jeden Fall zeigen konnten, ist, dass es möglich ist, automatisiert Informationen zu sammeln und auszuwerten.

**Elia Bhend:** Nachdem wir die Thesen aufgestellt hatten, sammelten wir via Crawling die wichtigsten Daten über 65 westliche Firmen. Diese Daten brauchten wir, um die Schlüsselwörter festzulegen, nach denen wir in den Sozialen Netzwerken suchen wollten. Das taten wir dann auf Weibo (siehe Artikel) und am Ende werteten wir diese Datensätze wiederum mit Machine Learning aus.

*«Ich glaube, unser Bild vom Leben in China ist verzerrt.»* Elia Bhend

werden wollen, hilfreich sein kann. Was man bedenken muss, ist, dass auf der Plattform «Weibo» Posts, die einen Bezug haben zu politischen Themen, teilweise zensuriert werden – oft sogar automatisiert, indem Posts oder Kommentare mit gewissen Stichwörtern dirket gefiltert werden. Aber abseits politischer Themen sind die Daten sicher aussagekräftig.

Warum habt ihr euch auf Luxusprodukte konzentriert?

**Elia Bhend:** In diesem Bereich gibt es grosses Marktpotenzial für westliche Firmen in China. Darum gingen wir davon aus, dass eine Marktanalyse dazu Erkenntnisse liefern kann, die auch nachgefragt werden. Man könnte dieses Vorgehen sicher auch auf andere Segmente anwenden, wenn man die Keywords anpasst.

Wie seid ihr denn vorgegangen?

**Nicolas De Maio:** Wir haben zuerst ausführlich analysiert, welche Faktoren für westliche Produzierende überhaupt relevant sind und uns überlegt, was wir mit der Arbeit genau erreichen wollen. Auf dieser Grundlage haben wir vier Thesen aufgestellt, die wir überprüfen wollten. Unter anderem, ob die Auswertung von Daten aus chinesischen Sozialen Medien Erkenntnisse zur Position eines Produkts, einer Marke und zur Konkurrenz liefern kann. Oder ob man basierend auf dem Profil der Benutzenden die Bedeutung der geteilten Meinungen bewerten und Rückschlüsse zum Beispiel auf die Region und

Was hat euch zu diesem Thema gebracht?

**Elia Bhend:** Ich war schon mehrmals in China, spreche die Sprache und habe auch Freunde dort. Ich glaube, dass wir hier eine etwas verzerrte Vorstellung vom Leben in China haben. Natürlich kann ich mich mit einigen Dingen, die dort passieren, nicht identifizieren. Aber ich erlebe die Menschen in China als enorm interessiert. Sie haben einen hohen Antrieb; sie sind auf eine bestimmte Art «hungrig» auf Neues und die technologische Entwicklung geht in China sehr schnell voran. Ich finde das inspirierend und wollte etwas über die dortige Kultur einbringen.

**Nicolas De Maio:** Für mich war es dann vor allem von der technischen Seite her sehr spannend. Information Engineering ist absolut meine Welt und diese Leidenschaft konnte ich in dieser Arbeit voll ausleben.

Entsprechend hat euch der technische Teil der Arbeit auch am meisten Spass gemacht...

**Nicolas De Maio:** Ja, das Software schreiben war toll.

**Elia Bhend:** Alles zusammenzubauen und zu zeigen, dass man tatsächlich sehr viel automatisieren kann, mit guten Ergebnissen – das war wunderbar. Die schriftliche Analyse war hingegen nicht unbedingt unsere Lieblingsbeschäftigung, das musste einfach sein (lacht). Die Kür war klar das Entwickeln der Software.







# MASCHINEN- TECHNIK

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



# Eine Orgel für zukünftige Studierende

Um physikalische Phänomene im Hochschulunterricht zu erklären, kommen viele Anschauungsobjekte zum Einsatz. Genau für so einen Einsatz haben Philip Csurgay und Simon Wyssen eine Orgel aus sogenannten Rijke-Rohren gebaut, die in Zukunft auch noch digitalisiert werden kann.

Die Rijke-Rohr-Orgel der Studenten Simon Wyssen und Philip Csurgay kann im Unterricht verwendet werden.

*«Wir mussten uns mit verschiedenen Aspekten auseinandersetzen von der Thermoakustik über die Stromplanung bis hin zu Prototyping und Fertigung.»* Simon Wyssen





1



2

1 Die Orgel aus Rijke-Rohren kann mittels Tasten bedient werden.

2 Ein Heizgitter erwärmt die Luft im Rohr, die Strömungsgeschwindigkeit der von unten einströmenden Luft beeinflusst dabei die Wärmeabgabe.

Philip Csurgay und Simon Wyssen haben für ihre Abschlussarbeit im Studiengang Maschinentechnik eine Orgel aus Rijke-Rohren gebaut, die im Unterricht verwendet werden kann. «Die Konstruktion soll dazu dienen, im Unterricht thermoakustische Instabilitäten zu veranschaulichen, wie sie zum Beispiel in Gasturbinen auftreten können», sagt Philip Csurgay. Diese Instabilitäten können den Betrieb von Gasturbinen beeinträchtigen, ihre Effizienz verringern und die Emissionen erhöhen. Simon Wyssen erklärt das Prinzip der Rijke-Rohre wie folgt: «Ein Rijke-Rohr ist ein vertikales Rohr, in das ein Heizgitter eingebaut ist. Die Wärmeabgabe dieses Heizgitters wird durch die Strömungsgeschwindigkeit und Druckveränderung beeinflusst. Da dies phasenverschoben geschieht, entstehen Pfeifgeräusche im Rohr.»

#### Multidisziplinarität als Anreiz

Die Studenten haben die Orgel mit zwölf Rijke-Rohren realisiert, die über Tasten bedient werden können. «Wir haben diese Arbeit gewählt, weil uns die Multidisziplinarität reizte», sagt Simon Wyssen. «Die Arbeit ist nicht rein theoretisch. Wir mussten uns mit verschiedenen Aspekten auseinandersetzen von der Thermoakustik über die Stromplanung bis hin zu Prototyping und Fertigung.» Für die

Anwendung in Innenräumen setzten die Studierenden auf eine elektrische Wärmequelle anstelle der sonst üblichen Gasbrenner. Dabei war es gar nicht so einfach, das perfekte Set-up umzusetzen. Es brauchte mehrere Ansätze, da die Orgelpfeifen nicht durchgängig funktionierten. Philip Csurgay meint dazu: «Das Prinzip ist zwar einfach. Aber wir hatten mit der Struktur zu kämpfen, also unter anderem mit der Definition, welche Materialien für das Heizgitter geeignet sind und dessen Dimensionierung.»

#### Potenzial für Digitalisierung

Schlussendlich waren die Studenten aber erfolgreich und konnten ihre Orgel sowie ein Poster mit physikalischen Erklärungen über thermoakustische Phänomene präsentieren. Als ein fertiges Objekt sehen die beiden die Orgel aber nicht. «Wir haben das System bewusst modular aufgebaut, um Erweiterungen zu ermöglichen», so Simon Wyssen. «So könnten beispielsweise Rohre ergänzt werden oder eine automatisierte Steuerung integriert werden. Mit der entsprechenden Programmierung wäre die Orgel dann in der Lage, digitale Musikstücke abzuspielen.»

*«Thermoakustische Instabilitäten sind eine der grössten Herausforderungen bei der Entwicklung zukünftiger CO<sub>2</sub>-freier Verbrennungssysteme, welche für die Energiewende essenziell sind. Mit der Rijke-Orgel möchte ich das Phänomen, an dem meine Forschungsgruppe arbeitet, künftigen Studierenden anschaulich näherbringen und ihr Interesse wecken.»*

Dr.-Ing. Mirko Bothien, Schwerpunkt-leitung Erneuerbare Energien, Dozent



# Ein Lift, der überall hineinpasst

Ein kostengünstiger, modular aufgebauter Lift, der sich einfach montieren lässt und in den meisten Privathäusern eingebaut werden kann. Das war die Aufgabenstellung der Bachelorarbeit von Fabian Murer und Fabrizio Unterrainer. Der Weg dorthin war nicht immer einfach, vor allem mit Blick auf den knappen Zeitrahmen für eine solch umfangreiche Arbeit.

Fabian Murer und Fabrizio Unterrainer entwickelten einen Prototyp für einen Lift, der sich einfach aufbauen und montieren lassen soll.

*«Angesichts der Aufgabenfülle mussten wir uns immer wieder entscheiden, welche Idee wir weiterverfolgen und welche wir aufgeben.»* Fabian Murer

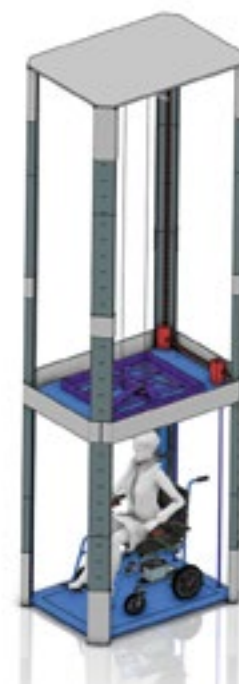






1 Das Bild zeigt den oberen Bereich der Lift-Konstruktion.

2 Die Absolventen erstellten vier Konzeptskizzen für den Lift, wovon schliesslich diese ausgewählt wurde.



2

Im hohen Alter oder nach einem Unfall kann die heimische Treppe zu einem wahren Hindernis werden. Durch die älter werdende Bevölkerung sehen sich immer mehr Menschen mit der Problematik konfrontiert. Und da nicht in jedes Haus ein Treppenlift hineinpasst, hatte das Winterthurer Start-up flexomobil AG die Idee, einen kleinen, einfach zu montierenden Lift zu entwickeln, der ohne grossen Aufwand von einem geschulten Handwerksbetrieb eingebaut werden kann. Die Konstruktion eines Prototyps bot sich als herausforderndes Thema für eine Projekt- und Bachelorarbeit an, dem sich die beiden ZHAW-Absolventen Fabian Murer und Fabrizio Unterrainer gerne annahmen. Dazu erklärt Fabio Murer: «Fabrizio studiert Maschinenbau und ich Systemtechnik und da wir beide die gleichen Favoriten bei den ausgeschriebenen Arbeiten auswählten, gingen wir die Aufgabe gemeinsam an.» Der Aufzug selbst soll maximal so gross sein, dass ein Rollstuhl hineinpasst. «zudem muss sich der Lift einfach zusammenbauen lassen, im Prinzip wie ein Ikea-Möbel», fasst es Fabrizio Unterrainer zusammen.

#### Viele Ideen, wenig Zeit

Bereits in der Projektarbeit entwarfen die beiden ein Konzept für den Lift, in der Bachelorarbeit entstand dann der physische Prototyp, der anschliessend

getestet wurde. «Die grösste Herausforderung für uns war dabei sicherlich das Zeitmanagement. Angesichts der Aufgabenfülle mussten wir uns immer wieder entscheiden, welche Idee wir weiterverfolgen und welche wir aufgeben – auch wenn sie schon weit vorangeschritten war», sagt Fabian Murer rückblickend. «Zudem mussten wir immer alle Bauteile und Konstruktionen im Blick haben, konnten uns also nicht nur auf eine Sache konzentrieren. Wenn ein Lieferant nicht liefern konnte, musste schnell eine Alternativlösung gefunden werden», so Fabrizio Unterrainer. «Wenn aber dann mal alles ineinandergegriffen hat, war das natürlich ein Erfolgserlebnis, das uns auch motivierte», wirft Fabian Murer ein.

#### Entwicklung geht weiter

Sicher ist, dass die Vorarbeit der beiden weitergeführt wird. Möglicherweise auch in Form einer weiteren Bachelorarbeit am ZHAW Institute of Product Development and Production Technologies (IPP), in dessen Hallen bereits der Lift-Prototyp entstand. Und trotz der ganzen Anstrengung hat ihre Abschlussarbeit den Absolventen vor allem eines gezeigt: «Wir wollen beide im Bereich Produktentwicklung weiterarbeiten», ist sich Fabian Murer sicher.

*«Die zuerst einfach erscheinende Aufgabe entpuppte sich bereits in der Projektarbeit zu einer immer grösser werdenden Herausforderung. Mir wurde rasch bewusst, dass hier zwei sehr engagierte Studenten am Werk waren, welche die Aufgaben bravourös meisterten.»*

Marcel Senn, Projektleiter, Flexomobil











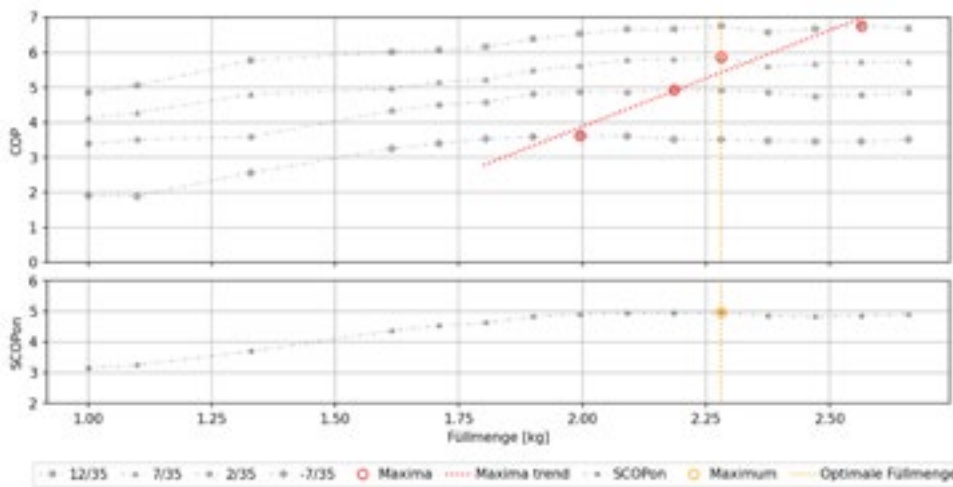
# Wieviel Kältemittel braucht die Wärmepumpe?

Damit Wärmepumpen effizient arbeiten, ist die korrekte Füllmenge des Kältemittels entscheidend. Aufgrund ihres Treibhauspotenzials werden viele Kältemittel durch die EU schrittweise reduziert und so knapper und teurer. Justine Vitali und Janis Aeschlimann haben untersucht, welche Füllmenge über die gesamte Heizsaison die energieeffizienteste ist.

Janis Aeschlimann und Justine Vitali haben sich in ihrer Bachelorarbeit mit der Energieeffizienz von Wärmepumpen beschäftigt.

*«Wir haben durch die Arbeit gelernt, auf welche Punkte bei der Füllmenge des Kältemittels geachtet werden muss, um eine optimale Energieeffizienz zu erreichen.»* Janis Aeschlimann

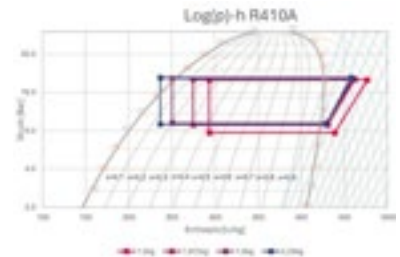




1

1 In der oberen Grafik ist der Verlauf des Coefficient of Performance (COP) bei unterschiedlichen Betriebspunkten über der Füllmenge zu sehen. Unten der Seasonal-COP über der Füllmenge. Die rot markierten Werte markieren die optimale Füllmenge des Betriebspunktes und der orange die optimale Füllmenge über alle Betriebspunkte.

2 Der Kreisprozess des Betriebspunkts A12/W35 bei unterschiedlichen Füllständen. Der saisonal energetisch optimale Punkt wird bei einer Füllmenge von 2.28 Kg erreicht.



2

Justine Vitali und Janis Aeschlimann haben mit viel Interesse das Kältemaschinen und Wärmepumpen-Modul in ihrem Studiengang Maschinentechnik besucht. «Daher bot sich ein Thema aus dem Bereich für unsere Bachelorarbeit an. Ausserdem war wichtig, dass wir experimentell arbeiten können», erläutert Justine Vitali den Weg zu ihrer Abschlussarbeit. Da die gängig verwendeten Kältemittel klimaschädlich sind, arbeiten die Hersteller laufend an einer Reduktion der Füllmenge. Zudem ist eine energetisch optimale Füllmenge auch mit Blick auf den Stromverbrauch die nachhaltigste.

### Schrittweise Füllmenge erhöht

Die Effizienz einer Wärmepumpe lässt sich anhand des Coefficient of Performance (COP) benennen, der das Verhältnis zwischen abgegebener Wärmeleistung und hinzugefügter elektrischer Energie beschreibt. Dieser COP ist aber stark vom aktuell zu untersuchenden Betriebspunkt abhängig. Darum gibt es auch einen Seasonal Coefficient of Performance (SCOP). Er bildet, abgestimmt auf die vor Ort herrschende Klimazone, mehrere Betriebspunkte und deren Häufigkeit über die gesamte Heizperiode ab und zeigt so die Energieeffizienz der Wärmepumpe im ganzjährigen Betrieb auf. Ein Betriebspunkt beschreibt die Erwärmung von einer Temperatur auf eine andere

(etwa von -10 Grad Eintrittstemperatur auf 35 Grad Heizungsvorlauftemperatur). Für ihr Experiment haben die beiden eine Wärmepumpe von der Firma Heim AG gestellt bekommen, die zu Beginn bewusst mit deutlich zu geringer Füllmenge (1 kg) gefüllt war. «Wir haben das Kältemittel schrittweise aufgefüllt und die Wärmepumpe an unterschiedlichen Betriebspunkten getestet», erklärt Justine Vitali. «Bei jeder Erhöhung der Füllmenge über all die Betriebspunkte haben wir die Werte neu gemessen, um zu ermitteln, welcher Füllstand über die Heizsaison hinweg der optimalste ist», so Janis Aeschlimann.

### Die optimale Energieeffizienz

Die Wärmepumpe wurde im Betriebsbereich des Prüfstandes analysiert. Dies deckt einen grossen Bereich innerhalb der Normbedingungen ab. Manche Normpunkte konnten jedoch nicht angefahren werden. «Doch am Ende haben wir durch die Arbeit viel tiefer verstanden, wie Wärmepumpen funktionieren und gelernt, auf welche Punkte man bei der Füllmenge achten muss, um eine optimale Energieeffizienz der Wärmepumpe zu erreichen», beschreibt Janis Aeschlimann eines der wertvollsten Ergebnisse, die sie sich erarbeitet haben.

«Die Genauigkeit bei der Kältemittelfüllmenge wird durch den Trend zu natürlichen Kältemitteln künftig sehr wichtig sein, um die höchstmögliche Betriebssicherheit und Effizienz zu erreichen. Die Studierenden haben sehr gut verstanden, welche verschiedenen Faktoren für die Ermittlung der optimalen Füllmenge berücksichtigt werden müssen.»

Moritz Fuchs, Wärmepumpen- und Systementwicklung, Heim AG









# MOBILITY SCIENCE

Der Studiengang Mobility Science 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 Ingenieur:innen die Zukunft massgeblich mit.

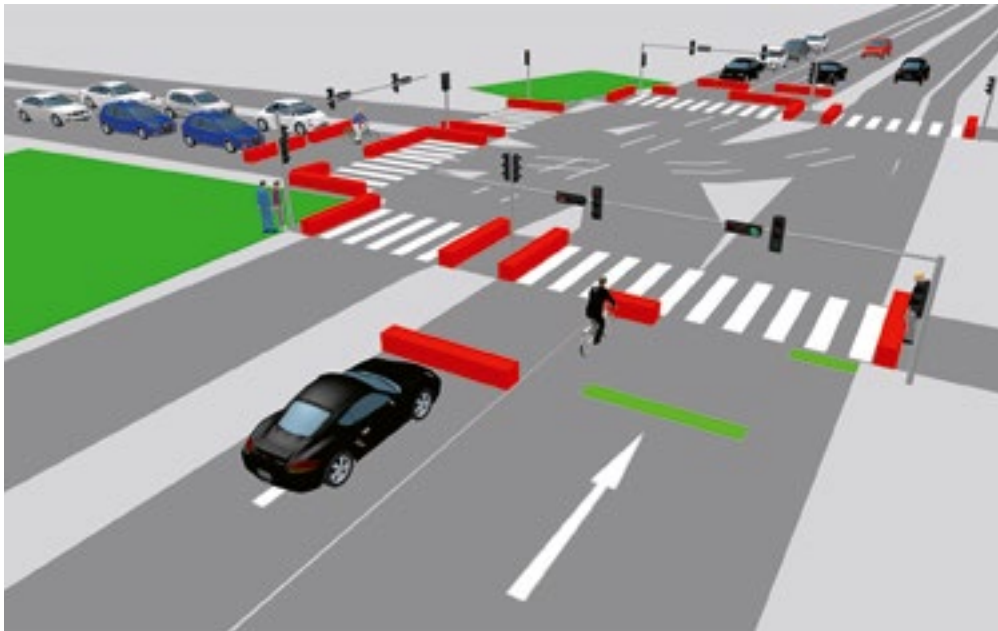
# Von flexiblen Ampeln profitieren alle

Auch Autos können profitieren, wenn Busse an einer Ampel bevorzugt werden – mit intelligenter Steuerung sogar noch mehr. Zu diesem Schluss kommt Mobility Science-Absolvent Claudio Niederer in seiner simulationsgestützten Analyse von allgemeinen Lichtsignalanlagen (LSA). Der Gewinn gegenüber Anlagen mit Festzeit-Steuerung sei deutlich.

Claudio Niederer hat die Auswirkungen von Bevorzugungen an Lichtsignalen auf andere Verkehrsteilnehmende erforscht.

*«Es ist zum Teil überraschend, welche Resultate man erhält, was funktioniert und was nicht funktioniert. Es fasziniert mich, was alles hinter Lichtsignalanlagen steckt.»* Claudio Niederer

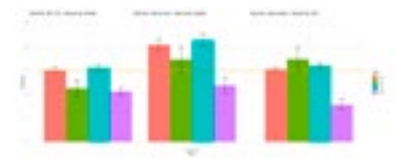




1 Eine 3D-Ansicht der simulierten Kreuzung mit Velovorstart: Velofahrende erhalten drei Sekunden früher Grün als Autos.

2 Die Selbststeuerung (ganz rechts) gleicht Zeitverluste aus, welche durch einen Velovorstart mit adaptiver Steuerung (Mitte) entstehen.

3 Simulation mit der Selbst-Steuerung von Lumisera. Dunkel die bereits festgelegte Schaltung, hell die Schaltungen nach Prognose.



1

2



3

Niemand wartet gerne an einer roten Ampel. Ganz besonders nicht, wenn gefühlt noch mehr Zeit verloren geht, weil andere Verkehrsteilnehmende bevorzugt werden. Tatsächlich gibt es jedoch noch keine allgemein gültigen Messwerte für die Verlustzeiten, wie Claudio Niederer in einem Meeting mit dem Industriepartner Lumisera AG für seine Bachelorarbeit in Mobility Science (ehemals Verkehrssysteme) festgestellt hat. «Ich wollte sehen, wie die verschiedenen Steuerungsarten im Vergleich abschneiden.» Mit vier Varianten hat er sich befasst: Fixsteuerung, bei der die Ampeln in einem festen Turnus für eine immer gleiche Dauer auf Grün schalten; zwei adaptiven Steuerungen, welche je nach Bedarf die Grünzeiten verlängern oder verkürzen, und schliesslich der Selbst-Steuerung (SST) von Lumisera, die mit einer Prognose ständig über den Verkehrsfluss entscheidet und auch Abläufe ändert, um möglichst viel Verkehr in möglichst kurzer Zeit zu ermöglichen.

#### Verluste werden kompensiert

«Man kreuzt sich auf der Kreuzung, das ist der Sinn davon», konstatiert Niederer – und das soll ohne Kollision geschehen. Dafür sind in einer LSA-Konfiguration zahlreiche Parameter festgelegt, unter anderem eine Zwischenzeit-Matrix, die angibt, wieviel Zeit nötig ist, bevor die nächste

Ampel Grün werden darf. «Wenn Grün dank intelligenter Schaltung nur genauso lange geschaltet wird, wie es gerade notwendig ist, ist auch die Rotzeit am kürzesten. Dadurch kann der Verlust zu einem gewissen Grad kompensiert werden.» Tatsächlich hat Niederer festgestellt, dass in seiner Simulation mithilfe der SST Autos auch mit der Bevorzugung von Bussen schneller weiterkommen und Zeitverluste durch Velovorstarts fast komplett kompensiert werden können.

#### Grundlage für weitere Forschung

Aufs Thema gekommen ist Niederer durch sein Praktikumsjahr in einem Ingenieurbüro, bei dem er auch nach seinem Studium arbeiten wird. Die Tätigkeit mit Lichtsignalanlagen habe ihn fasziniert – er habe gesehen, wieviel hinter einer einzelnen Anlage stecke: «Zu Lichtsignalanlagen gibt es seitenweise Unterlagen und die Ausgangslage ist am Morgen anders als am Abend.» Seine Arbeit sei nun abgeschlossen, könne aber Grundlagen liefern für weitere Forschung dazu. So habe er nur Mikro-Simulationen durchgeführt, in der einzelne Fahrzeuge an einer Kreuzung miteinander agieren. Untersucht werden könnten beispielsweise auch Makro-Situationen mit mehreren LSA an einer Strasse.

*«Wir freuen uns jedes Mal, wenn unsere Steuerung, wie auch in dieser Forschungsarbeit, zur Anwendung kommt. Natürlich hoffen wir zu sehen, wie gut die Selbst-Steuerung im Vergleich mit anderen Ansätzen performt, aber zugleich sind wir auch neugierig über jeden Test, der uns vielleicht auch Potenziale für weitere Verbesserungen aufzeigt.»*



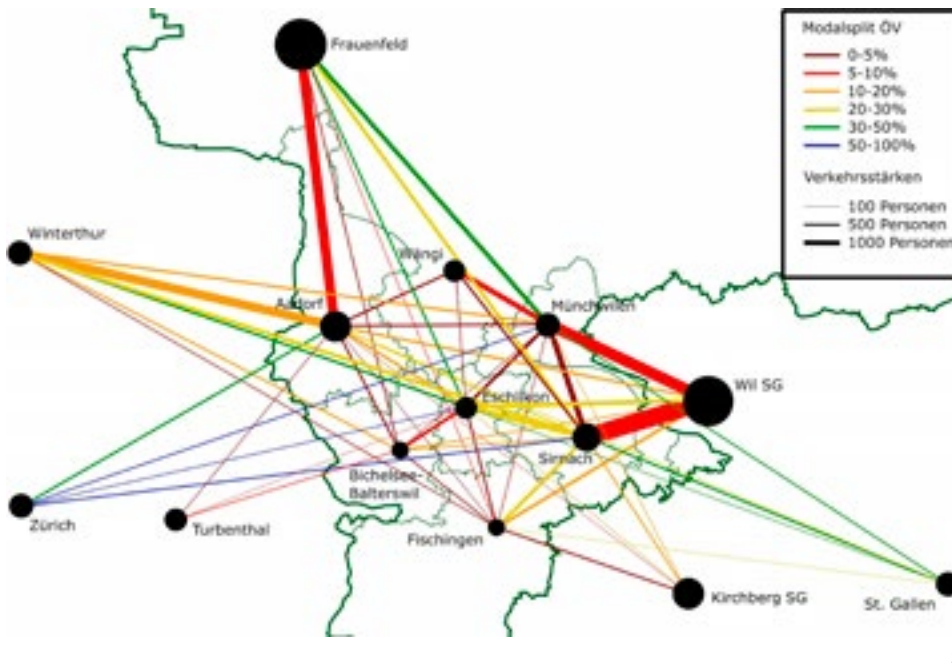
# Massnahmen für weniger Autoverkehr in den Vororten

Den Autoverkehr in der Schweiz einzudämmen, ist nicht einfach. Laut Jann Fuhrer wäre es aber wichtig. Der Platz wird immer knapper und die Umwelt wird immer mehr belastet. Darum hat der Absolvent des Studiengangs Mobility Science (ehemals Verkehrssysteme) konkrete Vorschläge ausgearbeitet.

Jann Fuhrer war schon immer begeistert von den öffentlichen Verkehrsmitteln in der Schweiz. Der Studiengang «Mobility Science» hat ihm gezeigt, wie wichtig sie tatsächlich sind.

*«Plötzlich ergibt sich ein Gesamtbild und man sieht, wo künftig wahrscheinlich wie viele Leute wohnen und wie sie sich bewegen werden.»* Jann Fuhrer





2

1 Anhand der leeren Bauzonenflächen hat Jann Fuhrer versucht herauszufinden, in welchen Orten bis 2030 wie viele Raumnutzende (Bevölkerung und Beschäftigte) dazukommen werden, die wiederum mit ihren Mobilitätsbedürfnissen zusätzlichen Verkehr generieren.

2 Die Karte zeigt die verschiedenen Verkehrsströme und «Modalsplits» der untersuchten Region. Der Modalsplit gibt an, wie hoch der Anteil der öV-Nutzung an der Mobilität in der Region ist.



1

Wie lässt sich die Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel (öV) in der Schweiz erhöhen und der Anteil der Autofahrenden reduzieren? Diese Frage stellt sich Jann Fuhrer schon seit einiger Zeit. Er ist nicht der Einzige, der sich diese Gedanken macht. Aber er hat sich in seiner Bachelorarbeit konkret daran gemacht, eine für Schweizer Verhältnisse typische Region unter die Lupe zu nehmen und Massnahmen vorzuschlagen. «Der Anteil derer, die den öV nutzen, ist in sogenannten periurbanen Regionen sehr tief. In solchen Gebieten leben aber sehr viele Menschen», sagt Fuhrer. Gemeint sind ländliche Räume, die einen starken Bezug zu Städten haben und häufig auch grössere Gemeinden beinhalten. Am Beispiel des Hinterthurgaus hat Fuhrer sich gefragt: Was sind die Bedürfnisse der Einwohnenden in Sachen Mobilität? Wo wollen sie regelmässig hinreisen und wie entwickeln sich die Siedlungen?

### Bachelorarbeit als Leitfaden

«Ich habe versucht, die Verkehrsströme zu ermitteln und einzuschätzen, wie sich die Region bezüglich Einwohnender entwickelt», sagt Fuhrer. Dazu hat er verschiedene Statistiken und Modelle beigezogen. Seine Analyse zeigte, an welchen Orten in den nächsten Jahren wahrscheinlich mehr Menschen leben werden, welche Pendel-

wege besonders gefragt sein werden und ob das öV-Angebot dafür ausreicht. «So konnte ich zeigen, wo man den öV ausbauen sollte, damit die Leute eine echte Alternative zum Auto haben», so Fuhrer. Solche «Pull-Massnahmen» schlägt Fuhrer in den Ergebnissen seiner Arbeit vor. Sie soll auch als Leitfaden fungieren, wie man in ähnlichen Regionen vorgehen könnte, um geeignete Massnahmen zu eruieren.

### Massnahmen sollen umsetzbar sein

Auch «Push-Massnahmen» schlägt Fuhrer vor. Also Massnahmen, die das Autofahren in den Regionen weniger attraktiv machen, wie das Verknappen oder Verteuern von Parkplätzen. «Ich finde es wichtig, dass wir versuchen, die Verkehrsentwicklung zu beeinflussen. Wenn immer mehr Autos verkehren, wird der Raum enger und die negativen Auswirkungen werden grösser. Das lässt sich nicht abstreiten.» Fuhrer schlägt Massnahmen vor, die in periurbanen Räumen umsetzbar sind. Das ist ihm wichtig. Auch wenn ihm klar ist: «So einfach wird es nicht, Massnahmen einzuführen. Schliesslich spielen hier verschiedene Player eine Rolle: Gemeinden, Kantone, Politik und andere Interessenvertretende. Aber ich wollte zeigen, dass es möglich ist, wenn man will.»

Um die Verkehrsströme zu analysieren, hat Jann Fuhrer in seiner Bachelorarbeit mit dem Nationalen Personenverkehrsmodell gearbeitet, das öffentlich verfügbar ist. Um die Siedlungsentwicklung zu ermitteln, nahm er ein Programm der ETH zur Hilfe. Es lieferte ihm die Prinzipien, anhand derer er ausrechnen konnte, wie viele Menschen wo hinziehen.



## «Der politische Wille ist entscheidend»

Warum sollen mehr Menschen die öffentlichen Verkehrsmittel (öV) nutzen? Noch dazu in Regionen, in denen es doch bequemer ist, mit dem Auto unterwegs zu sein?

**Jann Fuhrer:** Es ist so lange bequemer mit dem Auto, wie das öV-Angebot zu wünschen übrig lässt. Das ist leider gerade in periurbanen Regionen aktuell oft der Fall (siehe Beitrag). Mir geht es darum, den Autoverkehr in der Schweiz zu reduzieren. Das geht natürlich auch, indem mehr Menschen auf das Velo umsteigen oder kurze Strecken zu Fuss gehen. Das finde ich auch sehr unterstützenswert. Ich habe mich in meiner Bachelorarbeit einfach auf die öffentlichen Verkehrsmittel

untersucht. Ihre Wirkung ist bereits belegt. Ich habe einfach geschaut, welche Massnahmen in der Region Hinterthurgau als Beispiel wirklich passend und umsetzbar wären. Sie sollen ja auf tatsächliche Entwicklungen und Bedürfnisse reagieren. Dabei habe ich sowohl Massnahmen vorgeschlagen, die die öV attraktiver machen (Pull-Massnahmen), als auch solche, die das Autofahren weniger attraktiv machen und die Leute davon abhalten sollen (Push-Massnahmen). Eine Kombination wirkt wohl am besten.

So einfach?

**Jann Fuhrer:** In der Theorie schon. Man weiss zum Beispiel, dass der Autoverkehr stark zunimmt, wenn man die Infrastruktur für Autos stetig ausbaut. Leider tun wir oft genau das. Dabei haben schon zahlreiche Studien bewiesen, dass der Verkehr nicht flüssiger und besser läuft, wenn die Strassen ausgebaut werden. Sondern es führt dazu, dass immer mehr Autos auf die Strasse kommen, womit man dann wieder am selben Punkt ankommt und das Problem nicht gelöst hat. Man nennt das «induzierten Verkehr». Das Prinzip «Build it and they will come» wirkt. Derselbe Effekt tritt auch ein, wenn man zum Beispiel die Velowege verbessert. Und er funktioniert auch im umgekehrten Sinn: Wenn etwas weniger attraktiv wird, wird es weniger genutzt. Darum gehören auch Push-Massnahmen dazu. Wir könnten den Raum für Autos in den periurbanen Räumen verringern.

Und in der Praxis?

**Jann Fuhrer:** Das würde wie geschildert in der Praxis sehr wohl funktionieren. Die Realität kennt einfach noch weitere Dimensionen, wie die Gesellschaft und die Politik. Die Chance, dass die von mir vorgeschlagenen Massnahmen im Hinterthurgau umgesetzt werden, ist klein, obwohl sich viele Player für meine Ergebnisse interessiert haben. In der Politik ist es nicht so leicht, solche Anliegen durchzubringen. Die Massnahmen kosten Geld und die meisten Menschen hängen an ihren Autos. Auch wenn sich der finanzielle Aufwand auf lange Sicht lohnen würde, weil nachgelagerte Kosten gespart werden könnten, macht man sich mit solchen Massnahmen wohl unbeliebt. Ich bin der Meinung, es fehlt am Willen, nicht am Geld. Wäre der politische Wille da, könnte man den Autoverkehr reduzieren.

*«Mein Leitfaden wird die Praxis nicht revolutionieren. Das Problem ist oft die Umsetzung.»*

Jann Fuhrer

als Alternative zum Auto konzentriert. Wie können wir die Menschen vom Auto wegbringen, das für viele Probleme sorgt, die immer noch grösser werden?

Welche Probleme sprichst du an?

**Jann Fuhrer:** Die Infrastruktur für Autos braucht enorm viel Platz. Die Autos werden grösser, die Strassen breiter – und der Platz wird immer wertvoller. Man könnte natürlich sagen, auf dem Land sei das kein grosses Problem. Aber das neue Raumplanungsgesetz will verhindern, dass wir immer weiter ausbauen und Kulturland in Anspruch nehmen. Die Siedlungsentwicklung soll sich nach innen richten. Da wird es nun einfach eng. Dazu kommt die Umweltbelastung, die durch die vielen Autos entsteht – gerade, wenn im Durchschnitt nur eineinhalb Personen in einem Auto sitzen. Ausserdem entsteht bei viel Verkehr auch viel Lärm, der belastend sein kann, und über die Sicherheit für Fussgänger:innen und Velofahrer:innen haben wir noch gar nicht gesprochen. Diese Probleme könnten alle reduziert werden, wenn wir den Anteil der Autos am Verkehr senken könnten. Es liegt mir sehr am Herzen, den nachhaltigen Verkehr zu fördern.

Darum schlägst du in deiner Bachelorarbeit auch verschiedene Massnahmen vor, um die Menschen weg vom Auto und hin zu den öV zu bringen. Wie soll das denn funktionieren?

**Jann Fuhrer:** Die Massnahmen, die ich vorschlage, habe ich ja nicht erfunden. Sie wurden schon vielfach diskutiert und





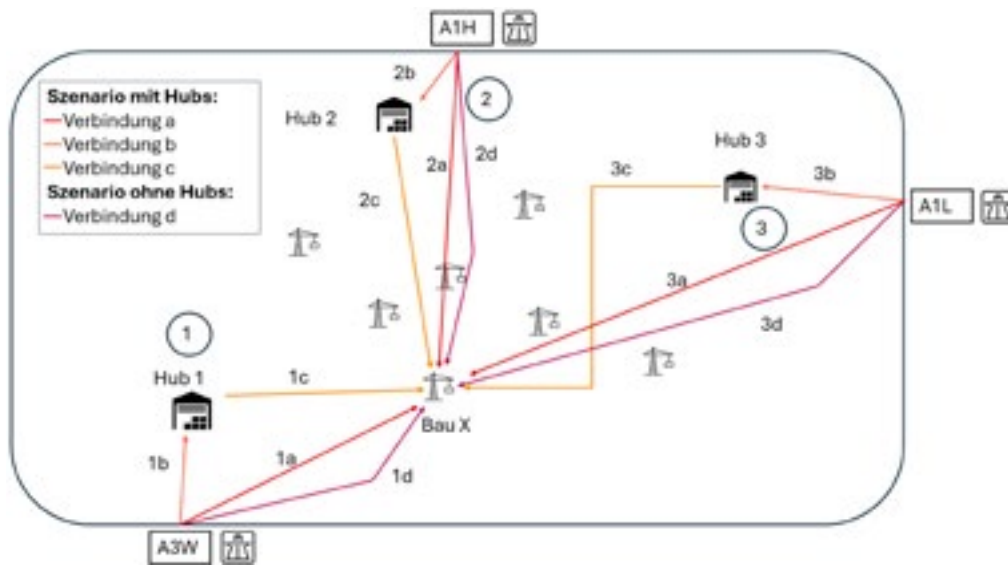
# Für mehr Effizienz auf Baustellen

Logistik-Hubs können im Baubetrieb des urbanen Raums viele Vorteile mit sich bringen. Chantal von Arx und Henrik Simon haben versucht, dafür Theorien in Modelle zu übersetzen. Zwar sei die Datenlage schwach, aber dennoch hätten die Hubs Potenzial.

Henrik Simon und Chantal von Arx  
starteten ihre Untersuchungen schon  
in einer vorgelagerten Projektarbeit.

*«Vor allem dort, wo durch die Hubs die Auslastung – also die Beladung – von Lastwagen optimiert werden kann, sehen wir Potenzial.»* Henrik Simon





1 Für die Hubs-Systeme mit je drei Hubs pro Baustelle wurden verschiedene Szenarien entwickelt.

2 Die Absolvierenden ermittelten für Zürich 28 relevante Baustellen und acht Hub-Standorte.



1

2

In zunehmend verdichteten Städten wird das Bauen immer mehr zu einer Herausforderung, vor allem für die Logistik. Es hat zu wenig Platz, um das Material zu lagern, und grosse Lastwagen sind im städtischen Verkehr eine Belastung. Eine Lösung dafür könnten Logistik-Hubs sein, von denen die Baustellen beliefert werden. So lautet zumindest die Theorie, welche die Verkehrssysteme-Absolvierenden Chantal von Arx und Henrik Simon in ihrer Bachelorarbeit überprüft haben. «Unser Ziel war es, die bisherigen Theorien für die Praxis zu verifizieren», sagt Henrik Simon und fügt mit einem Augenzwinkern hinzu: «Wir können die Theorien nun bestätigen und gleichzeitig auch verwerfen.»

### Schwierige Datenlage

«Die Problematik ist, dass es aus der Praxis kaum belastbare Daten gibt», sagt Chantal von Arx. Dennoch haben die Absolvierenden auf Basis ihrer Literaturrecherche ein Modell entwickelt und für die Stadt Zürich angewendet. Aus 28 Baustellen und acht Logistik-Hubs wurden Hub-Systeme mit genau drei verschiedenen Hubs modelliert, von denen Lastwagen jeweils nur eine Baustelle anfahren. Als Referenz wurden zwei Szenarien ohne Hubs modelliert. Als ausschlaggebende Faktoren haben die Absolvierenden Fahrzeit, Kosten, Kilometerzahl

und CO<sub>2</sub>-Ausstoss definiert. Mittels Sensitivitätsanalyse haben sie die Auswirkungen für den urbanen Raum und die Baustellenaktivitäten untersucht. «Da wir, wie schon erwähnt, nur wenige reale Daten hatten, haben wir hauptsächlich mit Annäherungen gearbeitet», so Chantal von Arx.

### Potenzial ist da

Die beiden Absolvierenden kommen trotzdem zu dem Schluss, dass Logistik-Hubs durchaus einen Vorteil bringen könnten. «Vor allem dort, wo durch die Hubs die Auslastung – also die Beladung – von Lastwagen optimiert werden kann, sehen wir Potenzial», sagt Henrik Simon. In bestimmten Varianten konnte ausserdem eine signifikante Reduktion der gefahrenen Kilometer und der CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht werden, insbesondere wenn E-Lkws zum Einsatz kommen. Aber auch hier verweisen Chantal von Arx und Henrik Simon auf die Realität. «Auch wenn es vielversprechende Beispiele gibt, wie beispielsweise in London, scheint die Branche noch nicht wirklich überzeugt zu sein vom Ansatz mit den Logistik-Hubs», resümiert Chantal von Arx Gespräche mit Fachpersonen aus der Branche.

«In urbanen Räumen ist die Strassenkapazität konstant überlastet. Die Verdichtung der Städte wird diese Situation zusätzlich verschärfen. Da Baustellenverkehr mit 34 Prozent das grösste Segment im urbanen Logistikverkehr ausmacht, wird durch die Etablierung von Baustellen-Hubs eine grosse Verkehrs-entlastung erwartet.»

Prof. Dr. Maike Scherrer, Schwerpunktleiterin nachhaltiges Supply Chain Management und Mobilität







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.

# Konfrontation mit der Realität

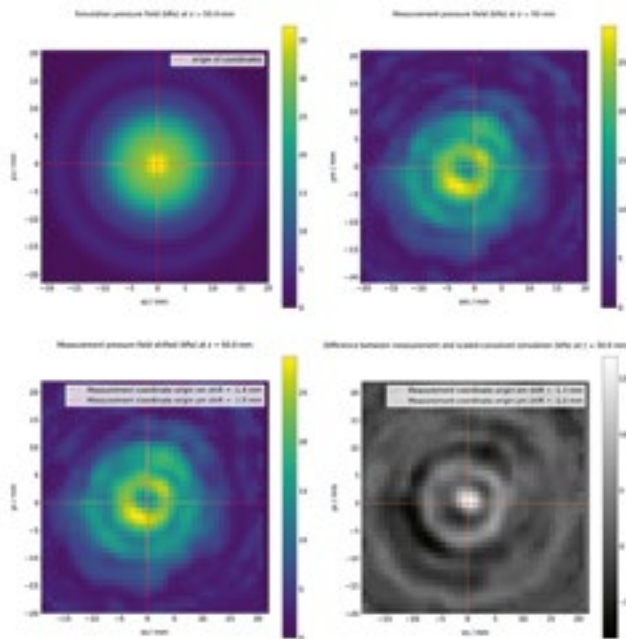
Ultraschall-Hyperthermie könnte ein effizientes Mittel im Kampf gegen Krebs sein. Unter realen Bedingungen lässt sich dies allerdings nicht untersuchen. Simulationen sollen deshalb eine möglichst genaue Abbildung der Realität erreichen. Agan Muharemi und Denis Stahl versuchen, diese virtuelle Umgebung zu erstellen.

Agan Muharemi und Denis Stahl versuchen die Annäherung einer Simulation an die Wirklichkeit.

*«Ich hoffe, wir können aufzeigen, was nicht funktioniert, damit weitere Arbeiten einen guten Ausgangspunkt haben.»* Agan Muharemi







1

1 Der Abgleich von Druckfeldern aus Simulation und Messung (oben) ermöglicht eine Berechnung der Koordinatenverschiebung und des Druckunterschiedes der jeweiligen Koordinaten, um die Simulation möglichst genau der Realität anzupassen.

2 Die verschiedenen Komponenten des Versuchsaufbaus müssen präzise aufeinander abgestimmt sein. In der Praxis ist dies immer wieder mit Herausforderungen verbunden.



2

Die beiden Systemtechnik-Absolventen sind nicht nur begeistert von der Numerik, sondern auch an der Krebsforschung interessiert. Sie reagierten auf das ausgeschriebene Thema, weil sie darin den ethischen Aspekt erkannten. «Ich bin interessiert an Technik, die in der Medizin entwickelt wird», sagt Denis Stahl, «was kann die Technik leisten, um das Leben von Patient:innen zu verbessern?» Durch ihre Arbeit konnten sie einen Blick hinter die Kulissen der medizinischen Forschung werfen und am eigenen Leib erfahren, wie langwierig die Prozesse sein können, wieviel Trial and Error darin steckt. Der Einstieg fiel indes nicht leicht, wie Agan Muharemi berichtet: «Das im Studium erlernte Wissen gewinnbringend in das Projekt einzubringen, war zu Beginn eine grosse Herausforderung.»

### Ein kleines Rädchen

Ihre Arbeit macht nur einen kleinen Teil der gesamten Forschung zu Ultraschall-Hyperthermie aus: Ein Team mit Beteiligung der Universität Zürich sucht nach einer Technologie, die weltweit einfach und universell eingesetzt werden kann. «Ultraschall ist einfach zu bedienen und benötigt keine Fachexpertise», erklärt Denis. Um die komplexen Zusammenhänge der Hyperthermie zu untersuchen, wurde ein spezieller In-vitro-Messaufbau verwendet.

Damit wiederum können aber aufgrund von physischen Einschränkungen die komplexen Umgebungsbedingungen nicht exakt erfasst werden, welche für diese Untersuchungen essenziell sind. Hier kommt die Arbeit von Denis Stahl und Agan Muharemi ins Spiel: Ihre Simulation soll eine kontrollierte virtuelle Umgebung schaffen, welche die realen Bedingungen möglichst genau nachbildet. Dies würde eine zuverlässige Beurteilung der Ultraschall-Hyperthermie ermöglichen.

### Aufgabe bleibt aktuell

Die Thematik war bereits Inhalt früherer Arbeiten an der ZHAW – und wird wohl auch in Zukunft weiter bearbeitet werden. «Die Simulation eines Ultraschallgeräts ist viel schwieriger als erhofft», erklärt Agan Muharemi. Dennoch kamen sie der Lösung ein Stück näher. Ihre Arbeit liefert wichtige Resultate für das Team der Universität Zürich und bringt die Krebsforschung damit weiter. Auch wenn es – wie so oft in der Realität der medizinischen Forschung – nur ein kleiner Schritt gewesen sein mag.

**Tumore haben eine andere Physiologie als normales Gewebe, was die Resistenz gegen Strahlentherapie und bestimmte Krebsmedikamente erhöht. Studien zeigen, dass Hyperthermie (Überwärmung) dieses Problem lösen kann. Allerdings kann die Wärmedosis nur schwer reguliert und exakt deponiert werden, weshalb Wege gesucht werden, die reale Situation in Simulationen möglichst genau abzubilden.**



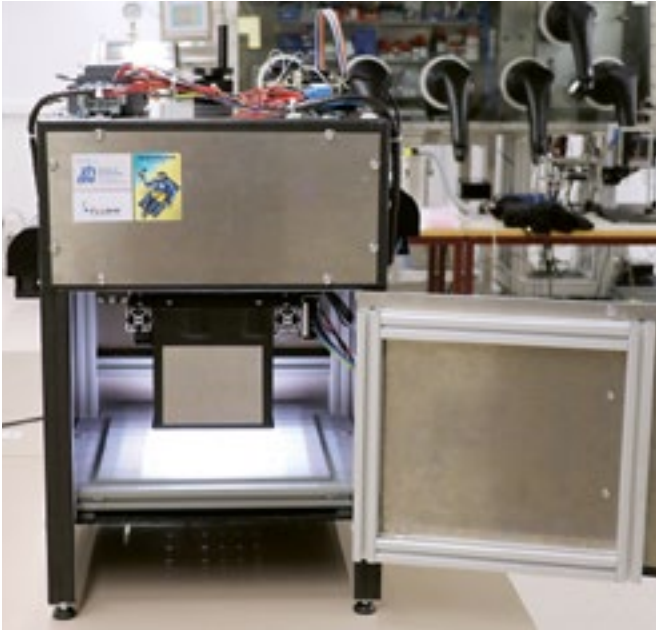
# Eine LED-Lampe, die das Sonnenlicht simulieren kann

Um neu entwickelte Solarzellen im Labor prüfen zu können, braucht es einen sogenannten Sonnensimulator, der mit gleichbleibender Lichtstärke über längere Zeit die Solarzelle mit sonnenähnlichem Licht bestrahlen kann. Jan Hinnen und Michael Andres haben für ihren Industriepartner Fluxim einen Simulator-Prototyp erstellt und mit selbst entwickelten Komponenten ausgestattet.

Michael Andres und Jan Hinnen konstruierten den Prototyp eines Sonnensimulators für die Solarzellen-Forschung.

*«Gerade die Vielfalt der Aufgabe, sich mit Elektronik, Mechanik und Software zu beschäftigen, hat mir sehr gefallen.»* Jan Hinnen

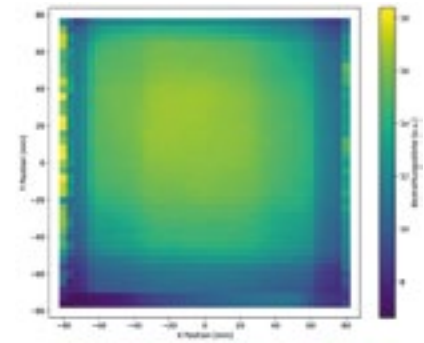




1

1 Der Sonnensimulator mit geöffneter Tür und Sicht auf den von den LEDs beleuchteten Probenraum.

2 Die Grafik zeigt das Ergebnis der Homogenitätsmessung der Bestrahlungsstärke auf der Zielfläche bei einer OneSun-Intensität an – dieselbe Stärke, wie sie die Sonne auf unserer Erdoberfläche bei wolkenlosem Himmel hat.



2

Das ZHAW Spin-off Fluxim AG entwickelt Messinstrumente und Simulations-Software für Solarzellen. Aktuell arbeitet das Unternehmen an einen Sonnensimulator, mit dem sich die Stabilität und Effizienz von Solarzellen testen lässt. Dafür wurde bereits ein erster Prototyp entwickelt. «Jan hat sich bereits in seiner Projektarbeit mit dem Simulator beschäftigt und ich kam in der Bachelorarbeit hinzu», sagt Michael Andres. Die Zielvorgabe der Arbeit bestand darin, den Sonnensimulator-Prototyp zu überarbeiten, so dass er das geforderte Lichtspektrum AM1.5G mit der höchsten Klassifizierung erfüllt, «was der erste Schritt hin zum Serienprodukt wäre», so die Absolventen.

#### Jede LED einzeln ansteuern

Zwei wesentliche Herausforderungen für die Weiterentwicklung zum Serienprodukt konnten die beiden Systemtechnik-Absolventen meistern. «Wir haben einen modular konstruierten Simulator gebaut, bei dem sich jedes LED sehr fein einzeln ansteuern lässt, wodurch wir das geforderte Spektrum grösstenteils erreichen konnten. Ausserdem haben wir eine Homogenitätsmessung durchgeführt, mit der getestet wird, ob die Beleuchtungsstärke im gesamten Bereich gleich ist. Hier kam raus, dass unsere LEDs diese homogene Helligkeit vor allem im mittleren

Bereich erreichen, aber noch nicht auf der gesamten Zielfläche», beschreibt Michael Andres ihr Ergebnis. «Jedoch konnten wir am Ende nicht sagen, ob die errechneten Eigenschaften 1:1 erreicht wurden oder nicht. Dafür hätten wir noch einige Tools selbst erstellen müssen, um das validieren zu können – wofür die Zeit gefehlt hat».

#### Schwierige Entscheidungen

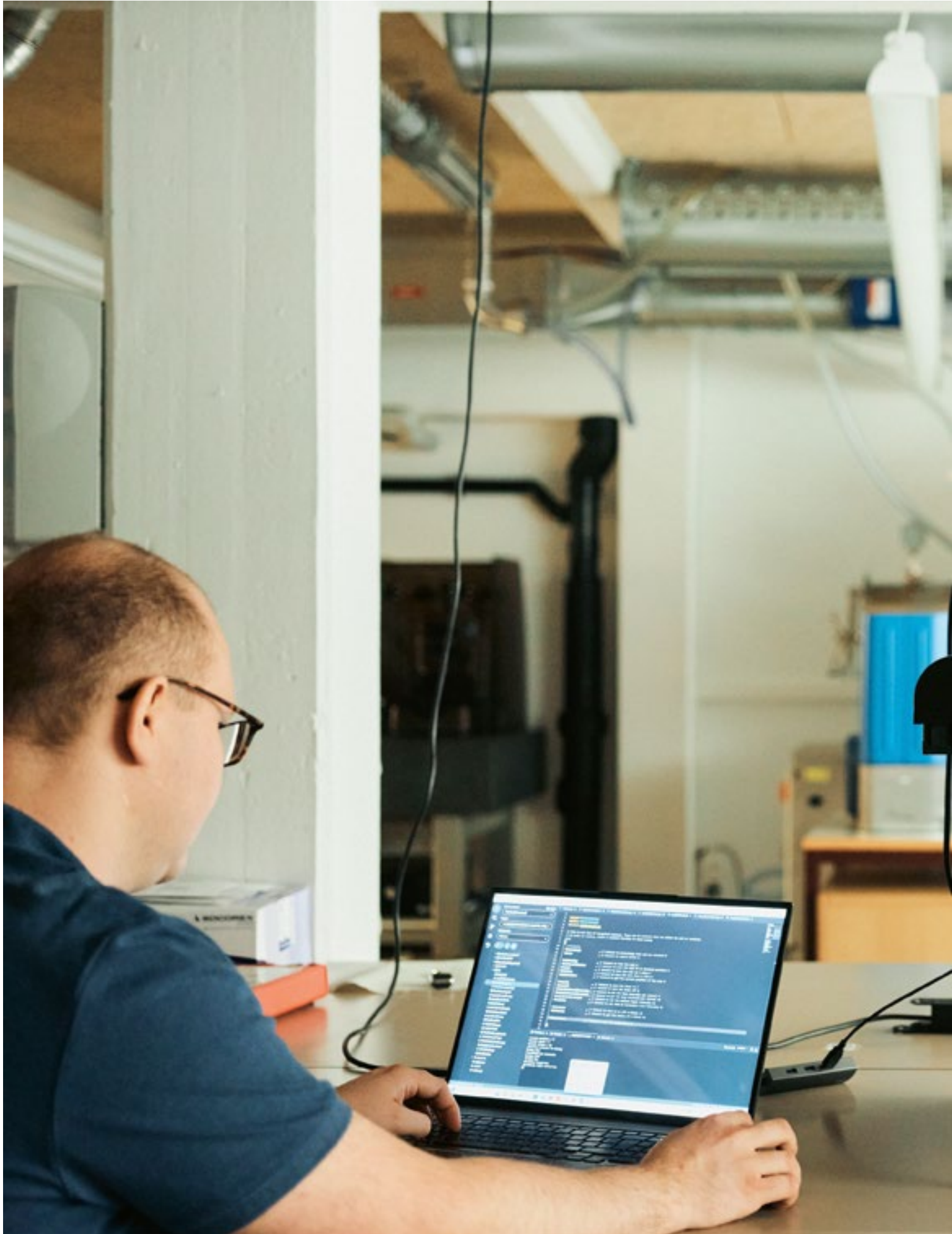
Für Michael Andres steckten die Herausforderungen ihrer Arbeit vor allem in den Details: «Wir haben viele Lösungen entwickelt, die in etwa zu 80 Prozent funktioniert haben. Um jedoch die 100 Prozent zu erreichen, brauchte es dann viel mehr Zeit und Aufwand. Die Entscheidung, wo die 100 Prozent Sinn machen und wo nicht, war für mich die grösste Herausforderung». Für Jan Hinnen kam noch ein technischer Aspekt hinzu, «herauszufinden, warum manche Messungen gestimmt haben und manche nicht». Spass gemacht hat ihnen die Arbeit aber allemal. «Gerade die Vielfalt der Aufgabe, sich mit Elektronik, Mechanik und Software zu beschäftigen, hat mir sehr gefallen», so Jan Hinnen. «Dass wir die Elektronik ohne jegliche Beschränkung designen konnten, hat mir hingegen sehr zugesagt», ergänzt Michael Andres.

*«Die Entwicklung des LED-basierten Sonnensimulators durch die Bachelorstudenten zeigt eindrucksvoll, wozu Systemtechnik-Absolventen in der angewandten Forschung fähig sind. Der funktionierende Prototyp bildet eine solide Basis für weitere Iterationen hin zu einem marktreifen Produkt.»*

Prof. Dr. Beat Ruhstaller,  
Geschäftsleiter Fluxim AG und Leiter  
Schwerpunkt Organische Elektronik  
und Photovoltaik ZHAW School of  
Engineering











# Heisse Städte messen

Severin Kiefer und Fabio Oberhäsli haben eine Messstation für die Messung von Wetterdaten überarbeitet. Sie unterstützen damit die Forschung zu urbanen Hitzeinseln. Nebenbei haben sie sich noch Projektmanagement-Fähigkeiten angeeignet.

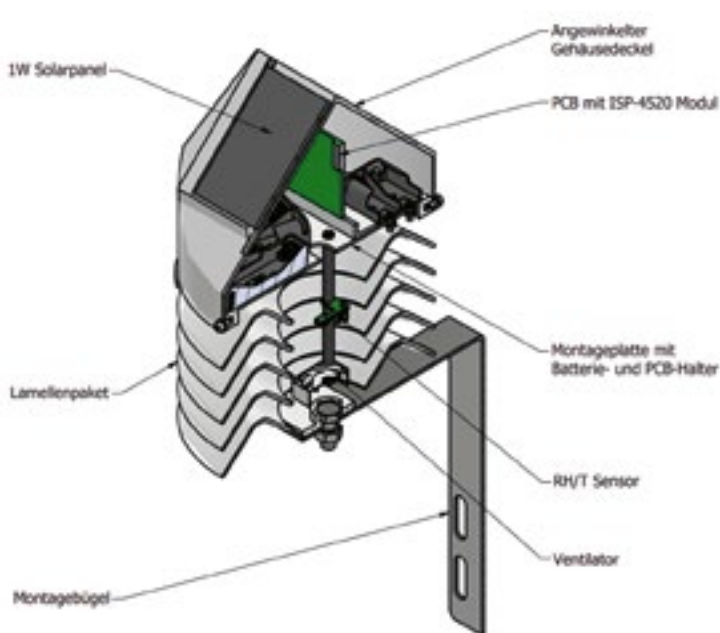
Spannende Herausforderung:  
Severin Kiefer und Fabio Oberhäsli  
mussten Sensoren, Steuerung und  
Co. auf kleinstem Raum unterbringen.

*«Während unserer Arbeit haben wir uns viel Wissen  
im Bereich Projektmanagement angeeignet.»*

Fabio Oberhäsli







1



3

1 Die Absolventen haben die Gehäusestruktur überarbeitet und im 3D-Druckverfahren hergestellt.

2 Während eines Feldversuchs im Stadtpark Winterthur wurde eine Messstation mit interner und externer Antenne auf einem Dreibein-Stativ installiert.

3 Wenn man die Messstation ohne Gehäusedeckel betrachtet, erkennt man die senkrechte Leiterplatte mit den Batteriepaketen.



2

Am ZHAW-Zentrum für Aviatik (ZAV) untersuchen Forschende gemeinsam mit dem ZHAW-Institut für Signalverarbeitung und drahtlose Kommunikation (ISC) in verschiedenen Projekten sogenannte urbane Hitzeinseln. In diesen Gebieten liegt die Durchschnittstemperatur oft deutlich höher als in der Umgebung, ein Phänomen, das durch den Klimawandel und die Verdichtung in Städten verstärkt wird. Vor allem nachts kühlen diese Gebiete schlechter ab, was gesundheitliche Folgen für die Bevölkerung haben kann. Mittels eines Sensornetzwerks erhebt das ZAV verschiedene Wetterdaten für die Forschung. Die Absolventen Severin Kiefer und Fabio Oberhänsli haben eine solche Temperaturmessstation in ihrer Bachelorarbeit überarbeitet. «Eine Vorgabe war, dass wir die Kosten für die Sensorstationen senken können», beginnt Severin Kiefer.

### Kein Platz, kein Problem

Nachdem sich die Systemtechniker mit dem Thema Hitzeinseln auseinandergesetzt hatten, machten sie sich an die Arbeit. Sie ergänzten die Software und erweiterten den Aufbau der Messstation. «Wir haben die Lamellenkonstruktion für den 3D-Druck optimiert und die Anordnung der Komponenten im Gehäuse neu überdacht», sagt Severin Kiefer. «Da die Datenübertragung über das Netzwerk

nicht immer gewährleistet ist, haben wir zudem eine Speicherkarte eingebaut, damit die Daten nicht verloren gehen.» Fabio Oberhänsli hat das Entwerfen der Leiterplatte besonders viel Spass gemacht: «Die Leiterplatten auf so kleinem Raum zu planen und zu bestücken war eine spannende Herausforderung.» Sensoren, Steuerung, Speicher und Batterien für die autark arbeitende Messstation mussten dafür kompakt gehalten werden.

### Projektmanagement als Lerneffekt

Die engen Platz- und Kostenvoraussetzungen hatten einen lehrreichen Nebeneffekt. «Während unserer Arbeit haben wir uns viel Wissen im Bereich Projektmanagement angeeignet», so Fabio Oberhänsli. «Vor allem durch die Vorgabe der Kostenreduktion mussten wir viele wichtige Entscheidungen treffen, über die wir uns sonst vielleicht nicht so viele Gedanken gemacht hätten», ergänzt Severin Kiefer. So hätten die Absolventen auf eine externe Antenne für die Datenübertragung verzichtet. «Diese hätte zwar im Vergleich zu einer internen Antenne einen höheren Antennengewinn, dafür wäre sie aber deutlich teurer gewesen. Wir mussten priorisieren, welche Ideen umsetzbar waren und welche nicht», so Fabio Oberhänsli.

*«Der Klimawandel lässt die Temperaturen in Zukunft stark ansteigen, in Städten akzentuiert sich dieses Phänomen sogar noch. Städte haben aufgrund ihrer starken Versiegelung ein eigenes Mikroklima. Um den 'Hitzeinsel-Effekt' zu messen, sind viele, günstige und trotzdem genaue Messstationen nötig.»*

Patrick Rennhard, Dozent,  
ZHAW Institute of Signal Processing  
and Wireless Communications.





# WIRTSCHAFTS- INGENIEUR- WESEN

Wirtschaftsingenieur:innen 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.



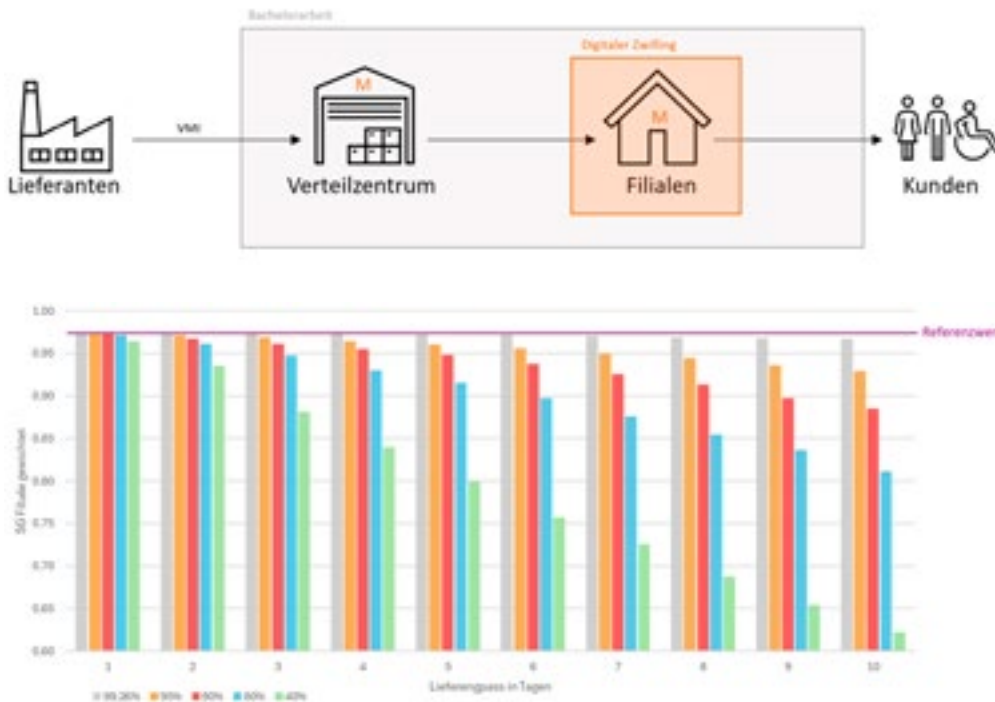
# Volle Supermarktregale trotz kleinerem Lagerbestand

Jasmin Lieberherr, Muriel Müller und Lara Otero haben sich mit der Frage beschäftigt, wie die Produktverfügbarkeit in Migros-Filialen bei einer Reduktion der Verfügbarkeit im Verteilzentrum erhalten bleiben kann. Durch die Erstellung eines digitalen Zwillings konnten sie mehrere Verfügbarkeits-Szenarien durchspielen.

Wie weit kann der Produktbestand in einem Verteilzentrum der Migros reduziert werden, ohne dass die Verfügbarkeit in der Filiale selbst gefährdet ist? Mit dieser Frage beschäftigten sich Lara Otero, Muriel Müller und Jasmin Lieberherr.

*«Wir wollten zeigen, wie wichtig es ist, die Regalverfügbarkeit in den Filialen zu messen. Erst damit lässt sich berechnen, wie weit sich im Verteilzentrum bestimmte Verfügbarkeiten reduzieren lassen.»* Lara Otero





1 Die Abbildung zeigt den Abschnitt in der Lieferkette, mit dem sich die drei Studentinnen in ihrer Arbeit auseinandergesetzt haben.

2 Die Grafik zeigt die Ergebnisse der Servicegrade (SG) einer MMM-Filiale, durchgespielt anhand fünf angenommener Werte zur Liefertreue der Verteilzentren (99,26%, 95%, 90%, 80%, 40%) und Lieferengpässen von ein bis zehn Tagen.

3 Die Absolventinnen erstellten ihre Simulationen auf Grundlage von Daten zu Warenausgängen und -eintritten bestimmter Lebensmittelproduktgruppen aus drei Migros-Filialen unterschiedlicher Grössen.

Bild: Migros-Genossenschafts-Bund Zürich



2

3

Leere Regale im Supermarkt sehen Kund:innen nicht gerne. Für das Detailhandelsunternehmen Migros gehört eine hohe Regalverfügbarkeit zu ihren Unique Selling Propositions (USP). Das erfordert eine hohe Verfügbarkeit der Produkte in den Verteilzentren (VZ), was sich wiederum auf die Liefer- und Lagerkosten auswirkt. Die Frage, wie weit sich die Lieferbereitschaft der VZ herunterfahren lässt, ohne dass die Regalverfügbarkeit in den Filialen leidet, bietet sich daher als Untersuchungsgegenstand an.

### Niedrigerer Lagerbestand, leere Filialen?

Jasmin Lieberherr, Muriel Müller und Lara Otero haben sich für ihre Projekt- und Bachelorarbeit in Kooperation mit der Migros mit dieser Frage beschäftigt. «Wir erstellten mit Daten der Migros einen digitalen Zwilling, der das Bestellverhalten der Filialen abbildet», erklärt Lara Otero. «Uns interessierte, auf welche Hebel es beim Verhältnis zwischen Lieferbereitschaft im VZ und der Regalverfügbarkeit in den Filialen ankommt», nennt Muriel Müller die Zielsetzung ihrer Arbeit. Dafür spielten sie mit dem digitalen Zwilling verschiedene Szenarien durch, wofür ihnen Daten zu Warenausgängen und -eintritten bestimmter Lebensmittelproduktgruppen aus drei Migros-Filialen unterschiedlicher Grössen (M, MM und

MMM) bereitstanden. «Vom VZ hatten wir Daten zu den Warenausgängen, jedoch ohne Zuordnung zu den jeweiligen Filialen», fügt Muriel Müller hinzu.

### Filialtypen reagieren unterschiedlich

Mit unterschiedlichen Kombinationen spielten die Absolventinnen mehrere Szenarien durch. Dazu liessen sie die Liefertreue der VZ zwischen 40 und 99,26 Prozent schwanken und nahmen Lieferengpässe von einem bis zu zehn Tagen an. Dabei fanden sie heraus, dass die M-Filiale auf kurzzeitige Lieferengpässe sehr sensibel reagiert, wohingegen die MMM-Filiale bei längeren Lieferengpässen die stärkste Abnahme der Regalverfügbarkeit verzeichnet. «Wir wollten zeigen, wie wichtig es ist, die Regalverfügbarkeit in den Filialen zu messen. Erst damit lässt sich voraussagen, wie weit sich im VZ bestimmte Bestände reduzieren lassen», betont Lara Otero. «Eine Verfügbarkeitsreduktion im VZ von angenommen 10 Prozent eines Produkts bedeutet nicht automatisch, dass die Verfügbarkeit in der Filiale ebenfalls um 10 Prozent zurückgeht», erklärt Jasmin Lieberherr. Muriel Müller resümiert: «Unsere Arbeit ist der Grundstein, auf den nun weiter aufgebaut werden kann».

«Die hohe Regalverfügbarkeit ist ein grosses Anliegen der Migros. Das Optimieren der Regalverfügbarkeit einerseits und von Lagerbeständen in den Verteilzentren andererseits ist essenziell. Mit dem erstellten Digital Twin haben Jasmin, Muriel und Lara einen Beitrag geleistet, damit wir diesen Trade-off künftig gezielt datengetrieben verbessern können.»

Mette Nielsen, Senior Projektleiterin, Migros-Genossenschafts-Bund



# Auf der Suche nach dem Jahrhundert-Schaden

Cyberrisiken stellen für Unternehmen weltweit eine zunehmende Bedrohung dar. Dadurch steigt auch der Bedarf an entsprechenden Versicherungen. Die beiden Wirtschaftsingenieur-Absolventen Kai Frehner und Jerko Martinic untersuchten einen neuen Ansatz zur Quantifizierung des Kumulrisikos.

Kai Frehner und Jerko Martinic modellieren den Gesamtschaden eines 200-Jahres-Ereignisses im Cyberversicherungsportfolio der AXA Schweiz.

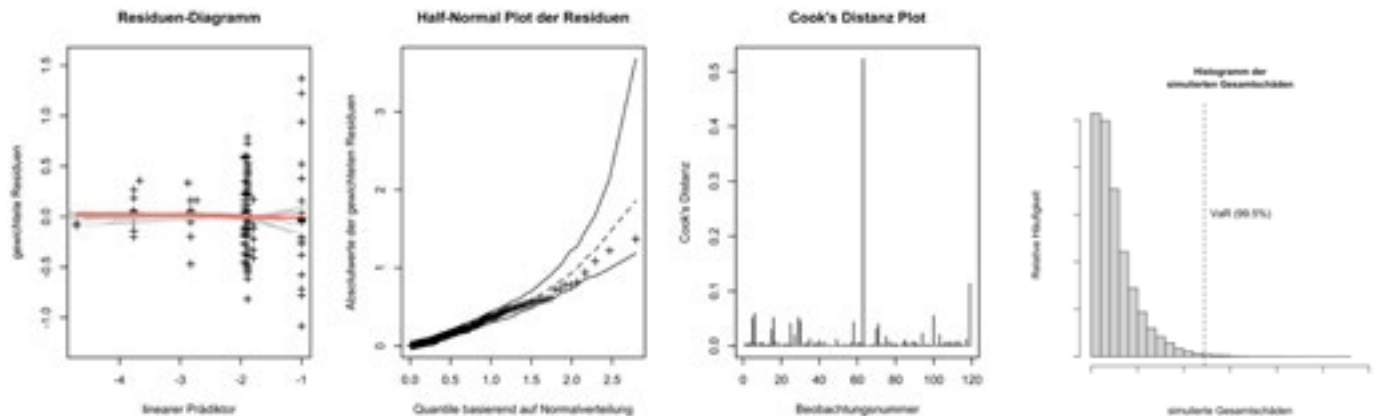
*«Uns war es wichtig, dass unsere Arbeit für andere verständlich ist, trotz der inhaltlichen Komplexität. Dass nun im ›Engineers‹ darüber berichtet wird, freut uns enorm!»* Kai Frehner





1 Die Residuenanalyse des angepassten Beta-Regressions-Modells, zur Prüfung der Modelleignung.

2 Resultat der Monte-Carlo-Simulation. Eingezeichnet ist das 200-Jahres-Ereigniss (VaR 99.5%).



1

2

Cyberkriminalität verursacht weltweit Schäden in der Höhe von mehreren Billionen US-Dollar; in der Schweiz hat sich die Zahl der Cybervorfälle innert vier Jahren vervierfacht. Der AXA Future Risk Report wertet Cyberangriffe als weltweit zweitgrößtes Risiko nach dem Klimawandel. Entsprechend steigt auch die Nachfrage für Cyberversicherungen und damit das Interesse von Versicherern, einen möglichen Kumulschaden quantifizieren zu können. Hierzu wird der Gesamtschaden in einem sogenannten 200-Jahres-Ereignis durch den 99.5 Prozent Value at Risk (VaR) abgeschätzt. «Das ist das Schlimmste, was passieren kann, und dafür möchte die Versicherung vorbereitet sein», erklärt Kai Frehner, der neben dem Studium seit November bei der AXA Schweiz im Risk Management tätig ist und dadurch auf das Thema gestossen ist.

### Wahrscheinlichkeitsanalyse und Monte-Carlo-Simulation

Zusammen mit Jerko Martinic hat er einen neuen Ansatz zur Quantifizierung des Kumulrisikos untersucht. Da es sich um einen jungen Bereich handelt, werden noch verschiedene Ansätze für die Erstellung von Modellen geprüft. In einer statistischen Analyse werden geeignete Modelle für die «Destruction Rate», d. h. den Anteil der Schadenshöhe an der Versicherungs-

summe, identifiziert. Basierend auf den angepassten Beta-Regressionsmodellen werden in mehreren Tausend Durchgängen – eine Monte-Carlo-Simulation – Versicherungsfälle aus zufällig ausgewählten Policen generiert. Pro Durchgang entstehen mehrere Schäden, welche als Gesamtschaden zusammengefasst werden. In einer Simulation entstehen so tausende Gesamtschäden. Besonders interessant sind diejenigen Gesamtschäden, welche nur alle 200 Jahre eintreten sollten.

### Gute Mischung zwischen Praxis und Wissenschaft

Wie tauglich ihr Modell ist, wird Kai nun beim Vergleich mit anderen Ansätzen in seiner weiteren Arbeit beim Industriepartner der AXA Schweiz sehen können. Allenfalls müsse dann das Modell verfeinert werden. Daneben wird er den Master in Versicherungswissenschaften an der Universität Basel anstreben. Auch Jerko möchte sich zum Aktuar SAV fortbilden. Beide freuen sich, dass die Weiterführung ihres Bildungswegs theoretischer wird. Die Mischung aus Praxis und Wissenschaft an der ZHAW, gerade auch beim Erstellen der Bachelorarbeit, haben sie sehr geschätzt. Dies erleichtere auch den Arbeitseinstieg.

«Für uns bei der AXA ist es immer interessant neue Ideen in Kooperation mit der ZHAW ausprobieren zu können und dadurch gegenseitig Neues zu lernen. Die Bachelorarbeit von Kai und Jerko zeigt eindrücklich, wie mit wenig beobachteten Cyberschäden ein grosser Kumulschaden simuliert und quantifiziert werden kann.»

Mino Müller, Risk Management P&C, AXA Schweiz



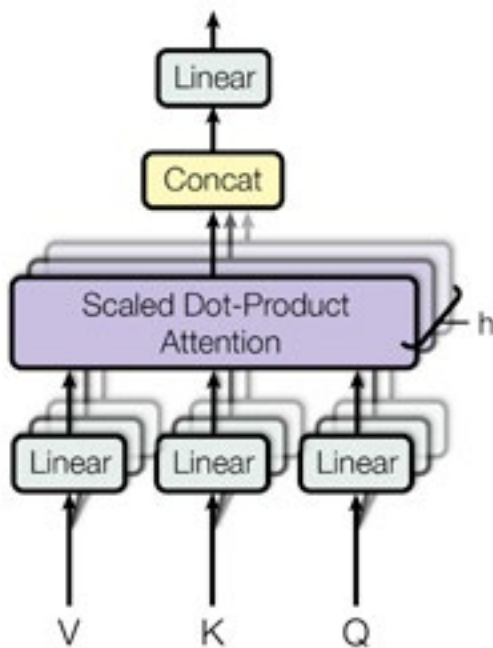
# Unternehmensanalysen in Minuten statt Tagen

Was Business Analyst:innen in tagelanger Arbeit machen, erledigt ein von Tenpa Dongtse und Colin Weuste entwickeltes Programm in 30 Minuten. Die beiden Absolventen des Studiengangs Wirtschaftsingenieurwesen ermöglichen damit eine bessere Interpretation der Auswirkungen von Kapitalerhöhungen.

Konnten ihre Experimentierfreude in ihrer Bachelorarbeit ausleben: Tenpa Dongtse und Colin Weuste entwickelten ein Tool, das Banken einen Haufen Arbeit erspart.

*«Während der Arbeit wurde mir noch klarer: Im Bereich Data Science und Artificial Intelligence bin ich genau richtig. Darum mache ich anschliessend auch den Master an der ZHAW.»* Tenpa Dongtse





1

1 Der «Attention-Mechanismus», vereinfacht dargestellt, bildet das Herzstück aktueller Large Language Models wie ChatGPT 4. Er ermöglicht es, die Semantik eines Textes durch die dynamische Gewichtung und Fokussierung auf relevante Informationen zu erfassen.

Bildquelle: <https://arxiv.org/pdf/1706.03762>, S.4

2 Die Schweizer Börse SIX in Zürich. Wenn eine Aktiengesellschaft eine Kapitalerhöhung vornehmen möchte, kann das eine Vielzahl von Auswirkungen haben, etwa auf den Aktienkurs des Unternehmens.



2

Will eine Aktiengesellschaft eine Kapitalerhöhung vornehmen, gibt es viel zu beachten. Wie wirkt sich die Erhöhung auf den Aktienkurs aus und wie auf das Firmenkapital zum Beispiel? Um solches abzuschätzen, nehmen Fachleute verschiedene Daten zu Hilfe. Banken beraten Aktiengesellschaften auf Grundlage solcher Analysen. Diese sind aber sehr aufwendig. Viele Tage Arbeit stecken in einer Analyse. Die Bachelorarbeit von Tenpa Dongtse und Colin Weuste könnte das ändern. Die Absolventen des Studiengangs Wirtschaftsingenieurwesen haben eine Anwendung entwickelt, mit der vor einer Kapitalerhöhung relevante Daten gesammelt und analysiert werden können. Das Ergebnis: Wenn die Qualität der Quelle passt, liefert die Anwendung in unter 30 Minuten eine gute Analyse.

#### 120'000 Mitteilungen ausgewertet

Bereits im Mai 2023 sprachen Dongtse und Weuste mit einer Schweizer Bank, die daran interessiert war, die Analysen für Kapitalerhöhungen von börsenkotierten Unternehmen zu aktualisieren. Die beiden Studenten überlegten, wie es möglich sei, den Analyseprozess mithilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) zu automatisieren. «Damals diskutierten wir mit unserem Dozenten und waren unsicher. Und nur ein Jahr später sind die Tools und das Wissen dazu verfügbar. Das ist schon

eindrücklich», sagt Weuste. Um ihr Ziel zu erreichen, analysierten die Absolventen 246 Kapitalerhöhungen verschiedener Firmen in den letzten 20 Jahren. Hierfür sammelten sie Daten aus über 120'000 Mitteilungen.

#### «Ausreichend Zeit zu haben, war das Tollste»

Daraus filterten sie die relevanten Informationen. «Das fühlte sich an wie die Suche nach der Nadel im Heuhaufen», erzählt Dongtse. «Doch wir fanden immer wieder neue Wege, um mithilfe von Large Language Models die richtigen Daten zu erheben.» Nun ging es um die Frage, welches die wichtigen Variablen sind und wie diese aus den Texten gezogen werden können. Auch um die richtige Formulierung der Anfrage an die KI drehten sich die Überlegungen. «Nach den ersten Anfragen dachte ich, das wird nichts!», erinnert sich Dongtse. «Doch dann vertiefte ich mich ins Thema und wir verbesserten die Methode Schritt für Schritt.» Das war auch das, was die beiden vorantrieb: Die Lust am Experimentieren und neue Wege zu finden, wenn eine Methode nicht zum Ziel führte. «Die Zeit dafür zu haben im Rahmen der Bachelorarbeit, das war das Tollste», so Weuste. Das Ergebnis erfüllt beide Absolventen mit Freude. Und die Bank auch.

Um zu überprüfen, wie verlässlich die Ergebnisse ihrer automatisierten Analyse sind, verglichen Weuste und Dongtse die Ergebnisse mit jenen aus einer früheren, manuellen Analyse, die durch eine Fachperson der Bank gemacht worden war. Dabei zeigte sich, dass die automatisierte Analyse zu ähnlichen Ergebnissen kommt wie die manuelle.











$$\frac{2 \cdot 10}{11 + 26}$$

$$\frac{20}{37}$$

$$\frac{20}{37} \approx 0,54$$

R

1000

$$1000 \cdot 10 \frac{R \cdot 10}{L} = \frac{10000 \cdot 10}{3} = 33333,33 \cdot 0,2 = \underline{\underline{6666,67}}$$

R

$$SCOP = \frac{45}{3}$$



# 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.

# Hoch hinaus und nachhaltig?

Vertical Farming ist eine zukunftsweisende Anbaualternative zur konventionellen Landwirtschaft. Wie ökologisch und sinnvoll diese Methoden sind, hat Silvana Bachmann in ihrer Masterarbeit untersucht. Sie zeigt auf, wo die Herausforderungen liegen.

Silvana Bachmann kam zu der Erkenntnis, dass Vertical Farming vor allem Ergänzung zu konventioneller Landwirtschaft ist.

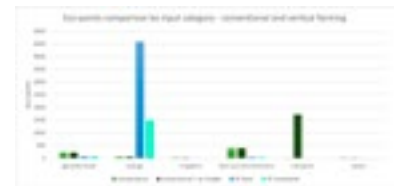
*«Mittels Literaturwerten und Lebenszyklus-Datenbanken konnte ich errechnen, dass die Ökobilanz von Vertical Farming deutlich schlechter ist als die der konventionellen Landwirtschaft.»* Silvana Bachmann





1 Vertical Farming wird häufig für schnellverderbliche Pflanzen eingesetzt.

2 Vor allem der Energieverbrauch von Vertical Farming-Anlagen wirkt sich negativ auf die Ökobilanz aus.



1

2

In der Lebensmittelproduktion besteht grosses Potenzial für nachhaltige Innovationen. Ausserdem sind immer neue Ideen gefragt, um die Nahrungsmittelversorgung auch in Zukunft unter sich wandelnden klimatischen Bedingungen sicherzustellen. Ein Lösungsansatz ist das sogenannte Vertical Farming – eine Form der urbanen Landwirtschaft, die auf übereinander gelagerten Pflanzebenen unter Gewächshausbedingungen basiert. Silvana Bachmann hat in ihrer Masterarbeit untersucht, welche Umweltauswirkungen und Potenziale diese Technologien haben.

### Energiemix ist relevant

Die Arbeit besteht aus zwei Teilen: einer vergleichenden Ökobilanzanalyse von Vertical Farming-Technologien und konventioneller Landwirtschaft sowie dem Potenzial für Nahrungsmittelversorgung. «Mittels Literaturwerten und Lebenszyklus-Datenbanken konnte ich errechnen, dass die Ökobilanz von Vertical Farming deutlich schlechter ist als die der konventionellen Landwirtschaft», erklärt die Absolventin. Zwar hat die konventionelle Landwirtschaft Einfluss auf die Boden- und Wasserqualität sowie das Klima. «Beim Vertical Farming ist aber der Energiebedarf für Beleuchtung und Temperaturregelung enorm», so die Absolventin. «Wenn dieser über

nicht ausschliesslich erneuerbare Energien gedeckt wird, fallen Faktoren wie Rohstoffe für Atomenergie stark ins Gewicht.»

### Für Nischen geeignet

Mittels Expert:inneninterviews bewertete Silvana Bachmann das Produktionspotenzial von Vertical Farming. «Das hängt davon ab, welche Pflanzen angebaut werden», sagt sie. «Der Anbau von Getreide wäre im Vergleich zu konventionellen Methoden ineffizient.» Sie sieht vor allem für Nischenprodukte eine Chance: «Ich denke da vor allem an urbane Gebiete, wo schnell verderbliche Produkte kurzfristig und frisch verfügbar sein müssen, beispielsweise in der Gastronomie.» Vertical Farming kann platzsparend in Städten betrieben werden. Aktuelle Anlagen konzentrieren sich auf wenige spezifische Lebensmittel mit geringem Nährwert, wie Salate und Kräuter. Ihr Fazit: Vertical Farming könnte zwar theoretisch zur Ernährungssicherheit beitragen, ist aber unter den derzeitigen Bedingungen weder ökologisch noch wirtschaftlich wettbewerbsfähig. Es brauche vor allem Verbesserungen in der konventionellen Landwirtschaft.

**Mittelfristig ist laut Agroscope die Ernährungssicherheit in der Schweiz gewährleistet. Extremwetterereignisse, Schädlingsbefall sowie pro Kopf sinkende Agrarflächen stellen die Landwirtschaft aber vor Herausforderungen. Daher sei es wichtig, nachhaltig mit den verfügbaren Ressourcen wie Land, Wasser und Energie umzugehen.**

Quelle: Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung BWL.





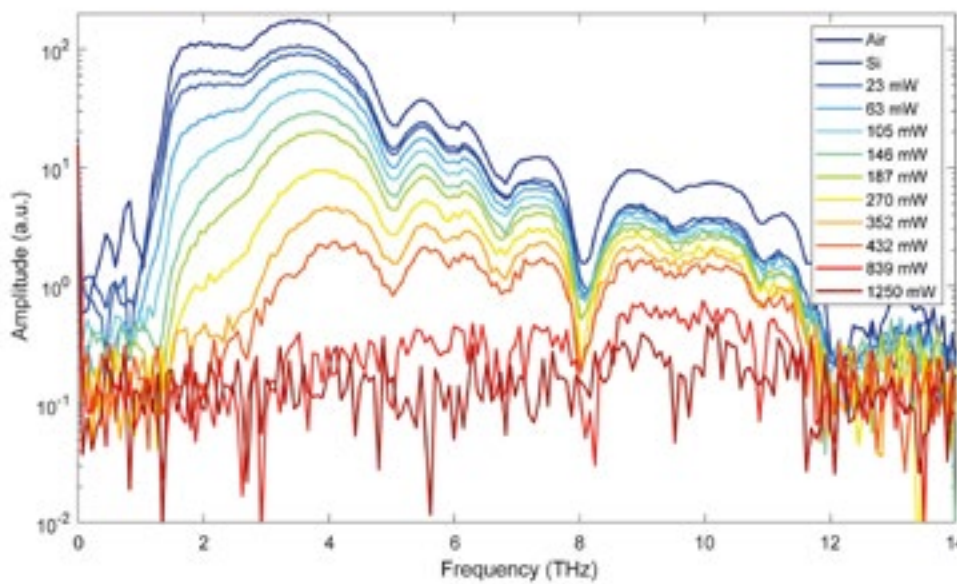
# Auf dem Weg zu günstigeren Solarmodulen

Michael Auer ist Teil des Forschungsteams, das Solarmodule optimieren will. In seiner Masterarbeit hat er dazu getestet, welche Eigenschaften verschiedene Halbleitermaterialien unter optischer Anregung aufweisen.

Michael Auer untersuchte in seiner Masterarbeit die optischen und elektrischen Eigenschaften von Halbleitermaterialien.

*«Für diese Messungen muss man den anregenden Laser sehr genau ausrichten, damit der gesamte THz-Strahl eine angeregte Fläche trifft, da sonst falsche Werte gemessen werden.»* Michael Auer

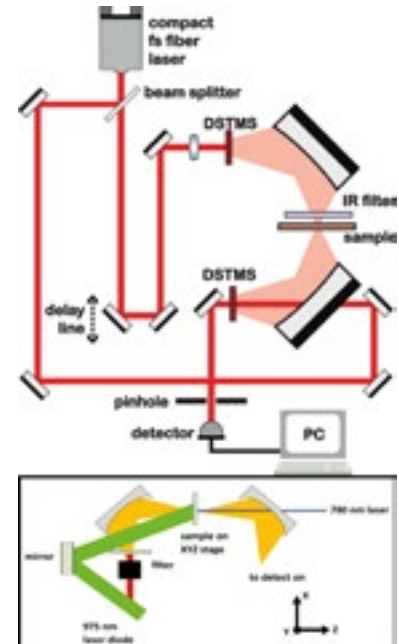




2

1 Schema des genutzten THz-TDS System (oben) und der Laseranordnung für die Photoanregung (unten).

2 Abhängig von der Leistung des Lasers ändert sich das gemessene THz-Spektrum.



1

Masterabsolvent Michael Auer hat in seiner Abschlussarbeit Messungen und Modellierung von optischen und elektrischen Eigenschaften von Halbleitermaterialien durchgeführt. Nach einer Literaturrecherche machte er sich an den Versuchsablauf. «Ziel dieses Projekts war es, verschiedene Halbleiter mit Terahertz-Zeitbereichsspektroskopie (TDS) in einem sogenannten photoangeregten und einem nicht photoangeregten Zustand zu messen», erklärt der Absolvent. Durch die Photoanregung entsteht auf der Materialoberfläche eine dünne Schicht, deren Leitfähigkeit mit verschiedenen Näherungen berechnet werden kann. «Die genaue Berechnung und Modellierung der Näherungen sind relevant, da sie die grössten Herausforderungen für eine zuverlässige Parameterextraktion bei optischer Anregung darstellen.» In seinen Untersuchungen war Michael Auer auch mit verschiedenen Herausforderungen konfrontiert. «Für diese Messungen muss man den anregenden Laser sehr genau ausrichten, damit der gesamte THz-Strahl eine angeregte Fläche trifft, da sonst falsche Werte gemessen werden», so der Absolvent. «Ausserdem kann die Photoanregung Veränderungen im Probenmaterial verursachen, die man nicht von Messung zu Messung erkennt, dafür aber über den kompletten Versuchszeitraum.»

### Breites Anwendungsgebiet

Die Methode funktioniert aber nicht nur für Halbleiter, sondern in leicht abgewandelter Form auch für Perowskite. Perowskitmodule können günstiger hergestellt werden als bisherige Siliciumzellen, da die Modulzellen deutlich dünner aufgebaut werden. Das Problem dabei ist jedoch die geringe Haltbarkeit des Materials. In einem Forschungsprojekt des ZHAW-Institute of Computational Physics (ICP) mit internen und externen Partnern wird derzeit eine zerstörungsfreie Materialprüfmethode entwickelt, um optimierte Solarmodule herstellen zu können.

### Forschung noch nicht abgeschlossen

Mit den Ergebnissen seiner Arbeit trägt Michael Auer zum Forschungsprojekt bei und ist auch darüber hinaus involviert: «Ich bin weiterhin am ICP angestellt und kann meine Untersuchungen fortführen.» Diese sollen einen Beitrag dazu leisten, dass für Solarmodule aus Perowskit verbesserte Verpackungsmaterialien zur Verfügung stehen, die die Degradation der Module minimieren. Ausserdem sollen fortgeschrittene zerstörungsfreie Prüf- und Modellierungsverfahren für eine Optimierung von Solarmodulen entwickelt werden.

«Die Arbeit zeigt, dass durch breitbandige THz-Zeitbereichsspektroskopie viele nützliche Informationen über die dielektrischen und leitenden Eigenschaften von Halbleitern gewonnen werden können. Wir entwickeln diese Methoden weiter für eine Vielzahl von Materialien, darunter Komponenten der nächsten Generation von Solarmodulen.»

Dr. Mojca Jazbinsek  
Dozentin für Physik und Teamleiterin für THz Photonics









# Fast wie das Original

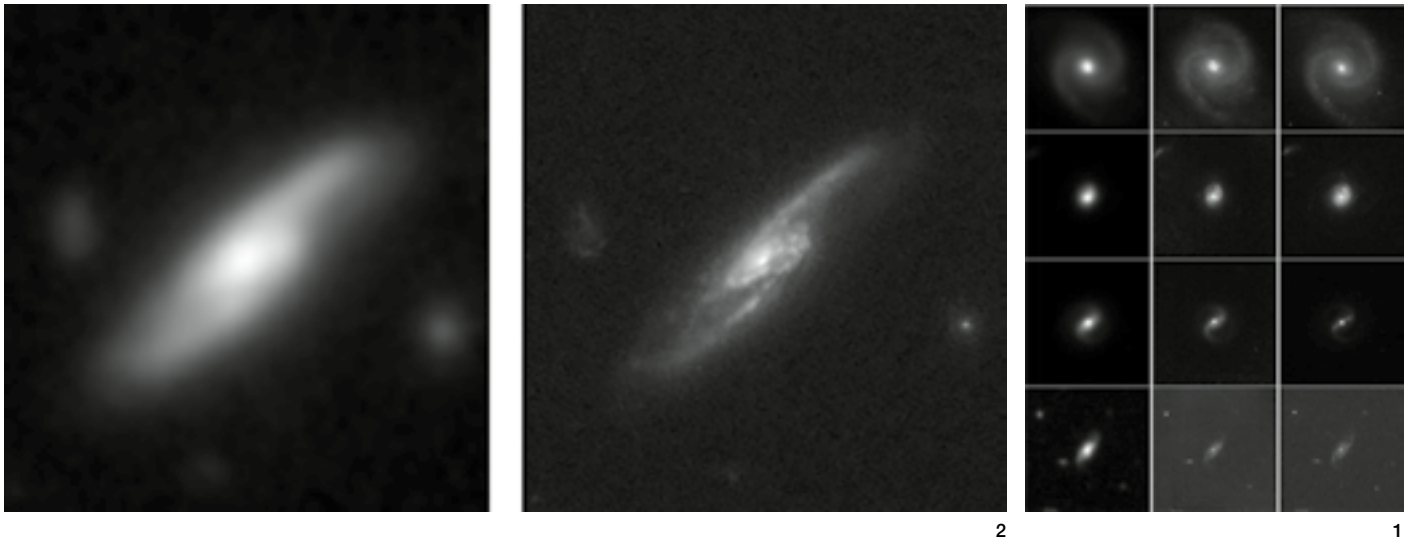
Das Auflösungsvermögen erdgebundener Teleskope ist limitiert durch Turbulenzen in der Atmosphäre. Die verfügbare Beobachtungszeit an Weltraumteleskopen ist beschränkt und teuer. Die Bilder, die Steven Häslers Modell aus Aufnahmen erdgebundener Teleskope generiert, können Astronom:innen bei der Abwägung helfen, ob sich der Einsatz für die Forschung lohnt.

Bereits in seiner Bachelorarbeit hatte sich Steven Häsler mit Teleskop-aufnahmen beschäftigt.

*«Die Bilder können Forschenden helfen zu evaluieren, ob sich der Einsatz eines Weltraumteleskops lohnt.»* Steven Häsler







1 Der Vergleich zeigt, dass die neu erzeugten Bilder (Mitte) den Ground Truth-Aufnahmen des HST (rechts) sehr nahekommen. Die Grundlage sind die Aufnahmen des Subaru-Teleskops (links).

2 Das rechte Bild zeigt, wie unterschiedlich die Aufnahmen der gleichen Galaxie bei dem Subaru-Teleskops (links) und des HST aussehen.

Die Astronomie macht sich zwei Arten von Grossteleskopen zur Erforschung von Sternhaufen und Galaxien zunutze. Weltraumteleskope wie das Hubble-Space-Telescope (HST) sind berühmt für ihre detailreichen Aufnahmen, Zeitslots für deren Nutzung aber rar und ausserordentlich teuer. Erdgebundene Teleskope wie das Subaru-Teleskop auf Hawaii sind einfacher verfügbar, ihre Bilder werden jedoch durch die atmosphärischen Turbulenzen der Erde verzerrt. Astronom:innen müssen gut abwägen, wie sie ihre Ressourcen einsetzen, um die richtigen Bilder für ihre Untersuchungen zu bekommen. Steven Häsler hat in seiner Masterarbeit daher ein Machine Learning-Modell trainiert, das Bilder erdgebundener Grossteleskope so überarbeitet, dass sie denen von Weltraumteleskopen entsprechen. Der Absolvent erklärt: «Die Bilder können Forschenden helfen zu evaluieren, ob sich der Einsatz eines Weltraumteleskops lohnt.»

### Wissenschaftlich korrekt

Dafür beschäftigte sich Steven Häsler mit Computer Vision und Super Resolution-Technologien, die in der Fotografie bereits bekannt sind. «Ich habe für meine Arbeit ein gängiges Modell neu aufgesetzt und mit Bildpaaren der gleichen Himmelsausschnitte vom HST und Subaru-Teleskop trainiert», so

Steven Häsler. Dabei lernt das Modell aus einem Bild des Subaru-Teleskops ein Bild zu produzieren, das dem des HST sehr nahekommt. Ein weiteres Modell soll dabei gleichzeitig lernen, zwischen den generierten Bildern und den tatsächlichen HST-Bildern zu unterscheiden. Da übliche Metriken zur Messung der Ähnlichkeit zwischen zwei Bildern nur schlecht performten, wurden zur Evaluierung Metriken zur Bestimmung der Morphologie von Galaxien – beispielsweise deren Form oder deren Lichtkonzentration – verwendet. Dazu sagt Steven Häsler: «Das war eine Herausforderung. Subjektiv sehen die Bilder stimmig aus, aber es ist wichtig, dass sie wissenschaftlich auch korrekt sind. Nur so helfen sie den Forschenden.»

### Individuelle Algorithmen notwendig

Das Ergebnis sind Bilder, die zwar mit dem Subaru-Teleskop aufgenommen wurden, aber aussehen, als wären sie vom HST. «Die Arbeit hat gezeigt, dass das Modell gut performt», fasst Steven Häsler zusammen. Er gibt aber zu bedenken: «Das gilt aber nur für die Kombination dieser beiden Teleskope. Da sich Teleskope in ihren optischen Komponenten und der verwendeten Sensorik unterscheiden, müsste man das Modell für andere Kombinationen mit entsprechenden Daten neu trainieren, damit dabei brauchbare Bilder entstehen.»

*«Das Universum ist unermesslich gross, mit Milliarden von Galaxien weit weg von uns. Nur ein kleiner Teil des Lichts erreicht unsere Teleskope. Durch den Einsatz fortschrittlicher Computer Vision-Methoden können wir Astronom:innen helfen, faszinierende Regionen besser zu identifizieren und so die Erforschung unseres Universums erleichtern.»*

Prof. Dr. Helmut Grabner, Dozent für Data Analytics und Machine Learning















## HIGHLIGHTS

# Ein Rückblick in Kurzmeldungen <sup>114</sup>

Auszeichnungen, Lehre, Forschung, Unternehmertum: Was sich an der ZHAW School of Engineering im vergangenen Jahr bewegt hat.

## JUBILÄUM

# 150 Jahre Ingenieurausbildung <sup>118</sup>

Vor 150 Jahren gründete Friedrich Autenheimer das Technikum Winterthur; Eine Rückschau in Bildern.

## CAMPUS T

# Neuer Campus für die ZHAW School of Engineering <sup>120</sup>

Die Bauarbeiten zum neuen Campus T sind gestartet. Eine Vorschau auf die neuen Gebäude und das Gelände.

## ALUMNI

# Ein ZHAW- Studium – viele Möglichkeiten <sup>122</sup>

Wir haben nachgefragt, wo die Studierenden von früher heute arbeiten.

# Die Schlagzeilen des Jahres

In einem Jahr passiert vieles an der ZHAW School of Engineering. Wir zeigen einen Ausschnitt davon, was uns in den vergangenen 12 Monaten bewegt hat.

## Europäische Hochschulallianz EELISA: Erstes Treffen der Allianz an der ZHAW

**26. Mai 2023** Die ZHAW ist seit Januar als erste Schweizer Hochschule ein Mitglied der europäischen Hochschulallianz EELISA. Dies bietet die Möglichkeit mit hochrangigen Universitäten aus dem EU-Raum zu kooperieren und Partnerschaften innerhalb Europas zu stärken. Erstmals fand nun

das Executive Board Meeting der Allianz an der ZHAW statt. Ziel der EELISA-Allianz ist es, die europäische Hochschulbildung zu transformieren und damit Lösungen für soziale und gesellschaftliche Probleme zu erarbeiten.

Bild: ZHAW School of Engineering





## ZHAW Centre for Artificial Intelligence an Schweizer Version von ChatGPT beteiligt

**22. August 2023** Das Centre for Artificial Intelligence (CAI) der ZHAW School of Engineering ist gemeinsam mit Forschenden anderer KI-Labore und Unternehmen an der Gründung des KI-Startups AlpineAI beteiligt, das eine Schweizer Version von ChatGPT lanciert. Unter dem Namen

SwissGPT will die Allianz aus Universitäten, Fachhochschulen und Privatwirtschaft den hiesigen Forschungs- und Wirtschaftsstandort stärken. Die Beteiligung an AlpineAI ist das erste Spin-off des CAI.

Bild: AlpineAI AG



## Entrepreneurial Profile – Ein neues Angebot für unternehmerisch interessierte Studierende

**12. September 2023** Die ZHAW School of Engineering führt im Herbstsemester 2023 ein Entrepreneurial Profile in drei Studiengängen ein. Das neue Angebot richtet sich an unternehmerisch interessierte Studierende und beinhaltet neben der Belegung spezialisierter Module die Betreuung durch eine:n Mentor:in.

Bild: ZHAW School of Engineering



## ZHAW Start-up LEDCity gewinnt den «Green Business Award 2023»

**13. September 2023** Der wichtigste Nachhaltigkeitspreis der Schweizer Wirtschaft geht an das ZHAW-Start-up LEDCity. Mit seinem intelligenten Beleuchtungssystem hat das Zürcher Unternehmen die Jury rund um Jurypräsidentin und Altbundesrätin Doris Leuthard am meisten überzeugt. Der «Green Business Award» wurde im Rahmen des Sustainable Switzerland Forums verliehen und würdigt Unternehmen, die ökologische Innovationen mit unternehmerischem Erfolg verbinden.

Bild: Green Business Switzerland





## Überzeugt Jury der Venture Kick Initiative: ZHAW Start-up Borobotics bekommt 150'000 CHF Förderung

**22. September 2023** Das ZHAW-Spin-off Borobotics revolutioniert mit ihrem selbst entwickelten Bohrroboter den Bohrprozess für erdgekoppelte Wärmepumpen. In Zukunft werden dadurch Geothermiebohrungen an Orten möglich,

wo bisherige Technologien zu viel Platz brauchen und zu teuer sind. Dafür wurde das Unternehmen von der Venture Kick Initiative mit CHF 150'000 für Testbohrungen gefördert.

Bild: Borobotics



## Student Award der EU Solarkonferenz geht an ZHAW School of Engineering

**25. September 2023** Cyril Allenspach, Absolvent des Studiengangs Energie- und Umwelttechnik an der ZHAW School of Engineering, hat den renommierten Student Award bei der EU-Solarkonferenz in der Kategorie «PV System Engineering» nach Winterthur geholt. Dies für seine Labormessungen und seine Ertragssimulation von komplex verschatteten Photovoltaik-Dächern, aus denen sich wichtige Ergebnisse für PV-Planer ergeben.

Bild: Privat/ZHAW School of Engineering



## ZHAW-Mitarbeiter Pascal Kienast mit Watt d'Or ausgezeichnet

**18. Januar 2024** Für die Entwicklung eines intelligenten Lastmanagements an Gebäuden wurde das Unternehmen CLEMAP AG mit dem Watt d'Or, dem Gütesiegel für Energieexzellenz des Bundesamts für Energie (BFE), geehrt. ZHAW-Forscher und CLEMAP-Gründer Pascal Kienast nahm die Auszeichnung in Bern entgegen.

Bild: Bundesamt für Energie (BFE)



## ZHAW School of Engineering an weltweit stärkster ESS Neutronenquelle in Schweden beteiligt

**8. Februar 2024** Die European Spallation Source dient zur Untersuchung von Materialeigenschaften und Prozessen auf atomarer Ebene in den Bereichen Medizin, erneuerbare Energien oder Quantencomputing. ZHAW-Forschende entwickelten Schutzsysteme für diese weltweit einzigartige Neutronenquelle in Schweden.

Bild: Perry Nordeng/ESS



## ZHAW leitet Flagship-Projekt «Circulus», das Wege zu einer zirkulären Netto Null Industrie aufzeigt

**21. Februar 2024** Das EU-Projekt «Circulus» hat zum Ziel, konkrete Schritte aufzuzeigen, wie sich die Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie der Schweiz (MEM-Industrie) zu einer zirkulären Industrie transformieren lässt. Geleitet wird das Projekt von Maike Scherrer vom ZHAW-Institut für Nachhaltige Entwicklung (INE).

Bild: Adobe Stock/Yellow Boat



## ZHAW-Absolventen gewinnen Publikumspreis des Nationalen Siemens Excellence Award

**22. März 2024** Ihre Bachelorarbeit räumte beim Publikums-voting ab: Die ZHAW-Absolventen Martin Oswald und Tenzin Samdrup Langdun gewinnen mit ihrem KI-Modell zur besseren Erkennung von Schilddrüsenkrebs den

Nationalen Siemens Excellence Award 2024! Somit kehrt der Preis erstmals nach mehr als zehn Jahren wieder an die ZHAW School of Engineering zurück.

Bild: Siemens AG



# 150 Jahre Ingenieurausbildung in Winterthur

Mit der Gründung des schweizweit ersten Technikums begann im Jahr 1874 die Erfolgsgeschichte der Ingenieurausbildung in Winterthur. Aus dem damaligen Technikum gingen die heutige ZHAW School of Engineering sowie das Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen der ZHAW hervor. Dieses Jahr feiern wir unser 150-jähriges Bestehen – ein Grund, um einen Blick zurück und in die Zukunft zu werfen.



**Friedrich Autenheimer.**

Bild: Winterthurer Bibliotheken

Die Gründung des Technikums Winterthur geht auf Friedrich Autenheimer (1821-1895) zurück. Der Mathematik-lehrer und Maschineningenieur, der eine angesehene Persönlichkeit in Winterthur war, fordert 1866 öffentlich ein Technikum für die Schweiz.

Friedrich Autenheimer wird zum Direktor des neuen Technikums gewählt. 1874 wird das Technikum Winterthur feierlich eröffnet. Das erste Semester beginnt mit 72 Studierenden in fünf verschiedenen Fachbereichen, zehn Jahre nach seiner Gründung zählt das Technikum 180 Studierende, 1894 sind es bereits 580.



**Abschlussklasse Maschinenbau, 1892.** Bild: Winterthurer Bibliotheken





**Labor Fernmeldetechnik, 1940er Jahre.** Bild: Staatsarchiv des Kantons Zürich

In der 1930er Jahren wird die Abteilung für Elektrotechnik von der Maschinenbauabteilung abgetrennt und neu die Fachrichtung Fernmeldetechnik eingeführt, um der wachsenden Bedeutung der Telefonie und Hochfrequenztechnik zu entsprechen.



**Färberei Laboratorium Textilchemie, 1950er Jahre.** Bild: Staatsarchiv des Kantons Zürich

Vor dem Hintergrund der florierenden Schweizer Textilindustrie wird 1947 eine gleichnamige Vertiefungsrichtung eingeführt, die bis 1969 erhalten bleibt.



**Elektrotechnischer Versuch, 1959.** Bild: Staatsarchiv des Kantons Zürich

Der konjunkturelle Aufschwung nach dem Zweiten Weltkrieg führt zu einem Mangel an Ingenieur:innen. Ab Mitte der 50er-Jahre übertrifft die Zahl der Stellenangebote jene der Diplomierten um ein Mehrfaches. Das Technikum zählt zu dieser Zeit erstmals mehr als 1000 Studierende.



**Labor Verfahrenstechnik, 1990.** Bild: Staatsarchiv des Kantons Zürich

Während Deutschland bereits zu Beginn der 70er-Jahre seine Ingenieursschulen in Fachhochschulen umwandelt, erfolgt dieser Schritt in der Schweiz erst 1995 mit dem Inkrafttreten des Fachhochschulgesetzes. Damit einher geht die internationale Anerkennung der Diplome.



**Hauptgebäude mit Logo.** Bild: ZHAW School of Engineering

Im Jahr 2007 wird das Technikum durch den Zusammenschluss mehrerer traditionsreicher Hochschulen Teil der ZHAW. Die bestehenden Fachbereiche werden auf die beiden Departemente «School of Engineering» und «Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen» aufgeteilt.



**Campus T.** Architektur: Graber Pulver Architekten, Visualisierung: indievisual

Baulich erweitert wurde die ZHAW School of Engineering auf dem heutigen Campus zuletzt im Jahr 1979. Seitdem ist der Platzbedarf rasant gestiegen. Daher wird nun in mehreren Etappen über die nächsten Jahre der Campus T modernisiert und zwei neue Laborgebäude gebaut. Los geht der lang geplante Umbau im Sommer 2024.





**Aussenansicht der neuen Laborgebäude von der Wildbachstrasse her.** Architektur: Graber Pulver Architekten, Visualisierung: indievisual



**Terrasse des grossen Laborgebäudes mit Blick auf die Parkanlage und das historische Hauptgebäude.** Architektur: Graber Pulver Architekten, Visualisierung: indievisual



**Cafeteria im Erdgeschoss des neuen Laborgebäudes.** Architektur: Graber Pulver Architekten, Visualisierung: indievisual

# Neuer Campus für die ZHAW School of Engineering

Die teils denkmalgeschützten Bauten auf dem heutigen Campus der ZHAW School of Engineering in Winterthur stammen aus den Jahren 1877 bis 1979. Seither ist die ZHAW School of Engineering rasant gewachsen. Mit dem Bau von zwei neuen Laborgebäuden beginnt im Sommer 2024 der lange geplante Umbau des Campus T.

Ein belebter, moderner Campus mit einem Park, der auch von der Winterthurer Bevölkerung genutzt wird. Eine Mensa, in der sich Studierende und Mitarbeitende, aber auch externe Gäste verpflegen und zusammensetzen. Labors, die durch grossflächige Fenster einen Blick hinter die Kulissen erlauben. Das ist die Zukunftsvision der ZHAW School of Engineering, die mit dem ausgewählten Architekturprojekt der Arbeitsgemeinschaft von Graber Pulver Architekten und Takt Baumanagement aus Zürich in den kommenden Jahren wahr wird.

Die erste Bauetappe, die 2024 beginnt, umfasst den Bau von zwei Laborgebäuden. Zudem wird eine Parkanlage angelegt, die sich bis zur Eulach erstreckt. Diese wird im Rahmen eines Wasserbauprojekts renaturiert. Der Bezug des kleineren Laborgebäudes ist im Jahr 2027 vorgesehen, das grössere Laborgebäude soll 2029 fertiggestellt sein. Die geplante Parkanlage wird 2030 nach Abschluss der Bauarbeiten realisiert.

Nach Abschluss der Arbeiten sind weitere Bauetappen geplant. Einerseits soll das historische Hauptgebäude saniert und durch einen neuen Anbau ergänzt werden. Dieser soll unter anderem ein grosses Auditorium inklusive Foyer enthalten, das Raum bietet für Veranstaltungen und Grossvorlesungen. Andererseits ist die Sanierung der weiteren denkmalgeschützten Gebäude auf dem Campus vorgesehen sowie ein weiterer Anbau für Unterrichts- und Institutsräumlichkeiten.



Atrium und Treppenhaus des grossen Laborgebäudes.

Architektur: Graber Pulver Architekten, Visualisierung: indievisual



# Was tun nach dem Studium?

Mit einem Studienabschluss der ZAHW School of Engineering eröffnen sich viele berufliche Möglichkeiten. Wir haben bei ZHAW-Alumni aller Studiengänge nachgefragt, wo sie heute arbeiten.



Feierlicher Abschluss für die Studierenden der ZHAW School of Engineering ist die alljährlich stattfindende Nacht der Technik, an der die Absolvierenden traditionell in eleganter Kleidung mit ihren selbst gebauten Frackmobilen durch die Winterthurer Altstadt fahren und den Besuchenden eine Auswahl ihrer Bachelorarbeiten präsentieren. Bild: Thomas Glauser

## Mit dem richtigen Mindset am Boden geblieben

Rund um das Weltwirtschaftsforum im Januar ist es hektisch in der Flugsicherung in Dübendorf. Philipp Schleiss ist dennoch entspannt beim Interview: «Eine der wichtigsten Eigenschaften, die ich mir im Studium angeeignet habe, ist das richtige Mindset für den Aviatikbetrieb», sagt er. «Die Flugsicherung ist ein sehr komplexes System, für das man ein Verständnis entwickeln muss. Die Menschen arbeiten im Schichtbetrieb und haben viel Verantwortung. Wenn ich beispielsweise Projekte umsetze, muss ich immer daran denken, dass die Technik von jemandem morgens um vier nach einer langen Schicht bedient werden muss.» Der Aviatik-Absolvent ist Project Engineer für Voice Communication Systems – er arbeitet hauptsächlich zugunsten des Militärischen Bereichs der Flugsicherung von Skyguide. Damit ist er zuständig für sämtliche technischen Kommunikationssysteme, die Lots:innen im Tower nutzen, um mit Flugzeugen,



Helikoptern sowie anderen Flugverkehrsleitstellen zu interagieren. Er erklärt: «Unser Team ist für den kompletten Lebenszyklus der Systeme zuständig. Ich kann Evaluationen für Ausschreibungen durchführen, Projekte leiten, Sicherheitsanalysen für Systeme erstellen. Aber ich schraube auch Racks zusammen und löte Bauteile.» Das alles habe er im Studium lernen können, vor allem das Projektmanagement. «Den Rest lernt man über Learning-by-Doing», sagt er. Während des Studiums an der ZHAW bestand er die Selektion für die Linienpilotenausbildung bei der Horizon Flight Academy. Er entschied sich jedoch schlussendlich gegen diesen Karriereweg. «Mein Interesse an den Technologien hinter der Aviatik war grösser. Daher entschied ich mich damals für ein Ingenieurstudium. Da ich das Studium an der ETH als zu praxisfern empfand, wählte ich den Studiengang Aviatik an der ZHAW School of Engineering, da es mehr meiner Passion entsprach.»

*«Da ich das Studium an der ETH als zu praxisfern empfand, wählte ich den Studiengang Aviatik an der ZHAW School of Engineering, da es mehr meiner Passion entsprach.»*

Philipp Schleiss, Absolvent Aviatik



## Fasziniert von Strom und seiner Verteilung

Als Helen Reist 1999 ihre Ausbildung begann, war sie eine der ersten Netzelektrikerinnen in der Schweiz. «Und ich habe es keinen Moment bereut, mich für diese Ausbildung entschieden zu haben», sagt sie. «Was es alles braucht, damit wir zu Hause Strom aus der Steckdose haben, das fasziniert mich bis heute.» Aufgrund von Rückenproblemen konnte sie nach der Lehrabschlussprüfung nicht als Netzelektrikerin arbeiten und war gezwungen, den Fachbereich zu wechseln. Die Faszination für das Verteilnetz jedoch blieb. So absolvierte sie ein erstes Studium an einer Höheren Fachschule und bewarb sich auf die Stelle als Fachspezialistin Schutz- und Leittechnik bei Stadtwerk Winterthur. Heute, 18 Jahre später, ist Helen Reist Abteilungsleiterin Messwesen und trägt die Verantwortung für 26 Mitarbeitende. Die Basis dafür erarbeitete sich Helen Reist im Bachelorstudium Elektrotechnik an der ZHAW School of Engineering. «Damals war ich bereits Fachspezialistin Schutz- und Leittechnik, eine sehr spannende Funktion. Gleichzeitig hatte ich aber das Gefühl, inhaltlich anzustreben», erinnert sich die Absolventin. Das im Bachelorstudium angeeignete Wissen hat Helen Reist durch die Jahre bei Stadtwerk Winterthur begleitet. 2019 wurde Helen Reist angeboten, die Abteilung Messwesen zu übernehmen. «Eigentlich war ich zufrieden mit meiner bisherigen Stelle», erinnert sie sich. «Das Vertrauen meines damaligen Chefs, Gespräche mit Freunden und Familie und dass im Messwesen gerade sehr viel in Bewegung ist, haben mich dann doch dazu bewogen, die Herausforderung anzunehmen.»

*«Was es alles braucht, damit wir zu Hause Strom aus der Steckdose haben, das fasziniert mich bis heute.»*

Helen Reist, Absolventin Elektrotechnik



## Schon früh mit Energiesparen beschäftigt

Bereits in der Schule entdeckte Leonie Basler ihr Interesse für nachhaltige Energieerzeugung: «Während einer Energie-Projektwoche entdeckte ich das Thema erstmals für mich, später habe ich im Rahmen meiner Maturaarbeit eine Energiebilanz einer Blockhütte erstellt», erzählt Basler. Nach einem Praktikum im Photovoltaik-Bereich bei der Firma Basler & Hofmann zog die 28-Jährige ein Studium an der ZHAW School of Engineering in Betracht. «Die Praxisorientierung des Studiengangs im Energiebereich überzeugte mich, diese starke Ausprägung fand ich so an keiner anderen Hochschule», erklärt Basler. «Im Studium selbst gefiel mir besonders, dass wir vom Gelernten sofort die Brücke zur Anwendung schlagen konnten. Sehr gut fand ich zudem die Möglichkeit, mich durch Vertiefungsmodule in technischen Bereichen, etwa in der elektrischen



erneuerbaren Energie, weiter zu spezialisieren», erklärt sie, «das passte sehr gut, da mich die Bereiche Photovoltaik und Stromnetze besonders interessieren.» Doch auch abseits des Unterrichts fand sie das Studium angenehm, «man hatte schnell einen guten Draht zu den Dozierenden. Und auch der Klassenzusammenhalt war grossartig, wir treffen uns heute noch immer zwei Mal im Jahr.» Nach ihrem Abschluss arbeitete sie zunächst beim Industriekonzern ABB. «Doch nach fünf Jahren zog es mich wieder in den Bereich erneuerbare Energien». Sie wechselte zum Ingenieur- und Beratungsunternehmen Basler & Hofmann zurück, wo Sie bereits ihr Praktikum absolviert hatte. In der Abteilung Erneuerbare Energien berät Leonie Basler Kund:innen, wie z. B. Gemeinden und Energiedienstleister, in gesamtheitlichen Energiethemen.

*«Die Praxisorientierung des Studiengangs im Energiebereich überzeugte mich, diese starke Ausprägung fand ich so an keiner anderen Hochschule»*

Leonie Basler, Absolventin Energie- und Umwelttechnik



## Kaya Ercihan sorgt für eine sichere IT-Struktur beim Militär

Bereits in seiner Bachelorarbeit befasste sich Kaya Ercihan mit der Entwicklung eines Programms zum Ausspionieren von Daten mittels Audiosignalen aus gesicherten Bereichen. Mittlerweile arbeitet der Informatik-Absolvent als Security Advisor bei der Schweizer Armee. Von den dortigen Aufgaben und Herausforderungen ist der ZHAW-Alumnus begeistert. Nach seiner Berufsmaturität hat ihn das Informatik-Studium an der ZHAW vor allem aufgrund der Praxisnähe überzeugt. «Recht schnell war ich aufgrund der exzellenten Wissensvermittlung an der School of Engineering von meiner Entscheidung, hier zu studieren, überzeugt», erinnert sich Kaya Ercihan, der sein Studium 2023 abschloss. Besonders gut gefallen hat ihm, «dass unter den Studierenden kein starres Konkurrenzdenken herrschte, wie teilweise an den grösseren Universitäten. Wir haben oft in Teams zusammen an Aufgaben gearbeitet und gemeinsam Lösungen gesucht.» Mit dem Ende des Studiums wurde es Zeit für eine neue berufliche Herausforderung. «Für mich kam die Stelle bei der Schweizer Armee gerade richtig. Ich wollte zum einen an etwas arbeiten, das mich fachlich interessiert und herausfordert und zum anderen etwas Sinnstiftendes tun», so Ercihan. Für Informatik-Absolvent:innen der ZHAW sehen die Chance auf dem Arbeitsmarkt seiner Ansicht nach sehr gut aus. «Informatiker:innen werden in vielen Bereichen gesucht. Doch für das Studium sollten Interessierte auf jeden Fall mathematisches und logisches Denken mitbringen, sonst wird es schwer. Mein Professor Thilo Stadelmann sagte einmal über Informatiker: *We are masters of complexity* – das, so fand ich, trifft die Berufsbezeichnung ganz gut.»

*«Besonders gut gefallen hat mir, dass unter den Studierenden kein starres Konkurrenzdenken herrschte. Wir haben oft in Teams zusammen an Aufgaben gearbeitet und gemeinsam Lösungen gesucht.»*

Kaya Ercihan, Absolvent Informatik



## Breite Grundlage für die Ingenieurskarriere

Andreas Mörker hat schon als Kind gerne Sachen zusammengebaut. «Ich wollte immer wissen, wie die Dinge funktionieren», sagt der 37-Jährige. Folgerichtig, dass er ein Ingenieursstudium begann, auch wenn er sich zuvor einige Semester in Medizin probierte. «Auf einem Infotag der ZHAW hat mich vor allem der Studiengang Systemtechnik angesprochen, da er inhaltlich eine gute Mischung aus vielen Anwendungsgebieten anbietet, auch wenn mich schliesslich die Spezialisierung in Medizintechnik überzeugte», erinnert sich Andreas Mörker. «Das Besondere an dem Studiengang Systemtechnik finde ich, dass er einem viele Einblicke in verschiedene Fachbereiche bietet, wodurch sich später eine breite Auswahl beim Berufseinstieg ergibt», so Mörker. Man lerne viel über Produktionsabläufe und wie man Probleme analysiert und Lösungen erarbeitet: «Für mich hat sich das Studium an der ZHAW auf jeden Fall gelohnt. Gerade wenn man noch nicht genau weiss, welche Themen im Ingenieurbereich einen interessieren, dem kann ich das Systemtechnik-Studium absolut empfehlen». Inzwischen arbeitet Mörker bei der Unternehmensgruppe Liebherr und ist dort als «Global Data Steward» unter anderem für die Implementierung einer Data Governance Organisation zuständig. «Ich berate auf unterschiedlichen Ebenen Mitarbeitende rund um das Thema Daten, um zu einem besseren Daten-



*«Gerade jungen Menschen, die noch nicht genau weiss, welche Themen sie im Ingenieurbereich interessieren, kann ich das Systemtechnik-Studium absolut empfehlen.»*

Andreas Mörker, Absolvent Systemtechnik

management beizutragen und das Unternehmen so für die Zukunft zu wappnen», erklärt Mörker, «schön finde ich, dass ich hier aktiv etwas von Anfang an gestalten kann und meine Fähigkeiten, die ich auch im ZHAW-Studium erworben habe, für die Lösung komplexer Probleme einsetzen kann.»

*«Als Berechnungsingenieurin führe ich unter anderem Festigkeitsanalysen aus oder bewerte Anlagenänderungen. Und da wir nach Normen arbeiten, nutze ich einige Formeln, die ich bereits aus dem Studium kenne.»*

Karin Seba, Absolventin Maschinentechnik



## Spannender Job an einem ungewöhnlichen Ort

Karin Sebas Arbeitsplatz ist in vielerlei Hinsicht kein gewöhnlicher. Die 29-Jährige ist als Berechnungsingenieurin bei der Energieproduzentin Axpo im Kernkraftwerk (KKW) Beznau tätig, das auf einer künstlichen Insel inmitten der Aare liegt. Das Kraftwerk ist das älteste in Betrieb befindliche KKW der Welt. Eine nicht bestandene Prüfung im ETH-Maschinenbaustudium veranlasste sie, das Maschinentechnik-Studium im internationalen Profil an der ZHAW School of Engineering zu beginnen. «Vor allem das Vertiefungsprofil Biomechanik und Leichtbau hat mich dazu bewogen, zur ZHAW zu gehen», sagt Seba. An das Studium erinnert sie sich gerne zurück: «Mir hat das Klassengefühl sehr gut gefallen. Wir waren 20 bis 30 Studierende, was meiner Meinung nach die ideale Grösse ist.» Auch inhaltlich kann die Ingenieurin heute vieles, was sie im Studium gelernt hat, bei ihrer Arbeit einsetzen: «Als Berechnungsingenieurin führe ich unter anderem Festigkeitsanalysen aus oder bewerte Anlagenänderungen. Und da wir nach Normen arbeiten, nutze ich einige Formeln, die ich bereits aus dem Studium kenne». Zwar ist der Atomausstieg durch die Politik beschlossene Sache, jedoch bangt Karin Seba keineswegs um ihre Stelle. Auch wenn die beiden Reaktoren Beznau I und II dereinst vom Netz gehen, «im Anschluss daran kommt aber noch die Stilllegungs- und Rückbauphase, die nochmals rund 15 Jahre dauern wird», weiss Seba. Sie ergänzt: «Die Jobs werden erhalten bleiben, sie ändern sich nur von den Aufgaben. Daher sind wir auch laufend auf der Suche nach neuen Fachkräften.»

## Ihr stehen alle Wege offen

Mit ihrer Digitalstrategie will die Stadt Kloten unter anderem digitale Kundenerlebnisse und effiziente Prozesse und Projekte in vielen Bereichen vorantreiben. Dafür hat die Stadtverwaltung 2023 das neue Team «Business Services» zusammengestellt, zu dem auch ZHAW-Absolventin Andrina Rohner als Business Analystin gehört. «Ich bekomme Einblicke in die unterschiedlichsten Bereiche, die für eine Stadt relevant sind.» Die Bandbreite der Digitalisierung in einer aufstrebenden Stadt ist umfassend – von Projekten in Pflegeeinrichtungen über Schulen und Kinderkrippen bis hin zu Sicherheit und Sport. Eines der zentralen Instrumente ist dabei der Ausbau von eServices, die Medienbrüche reduzieren und damit die Effizienz steigern. Die Methoden, um so vielfältige Aufgaben zu meistern, hat sich Andrina Rohner im Wirtschaftsingenieurwesen-Studium angeeignet. Das sind vor allem die Inhalte mit Bezug zu Prozess- und Projektmanagement. Die gelernte Zeichnerin EFZ/Architektur entschloss sich im Anschluss an ihre Ausbildung direkt für ein Studium. «Ich wollte möglichst viele Optionen für mein Berufsleben offenhalten», erinnert sich die Absolventin. «Mit einem Studium in Wirtschaftsingenieurwesen steht einem die Welt offen.» Über einen Umweg an die damalige Hochschule Rapperswil kam sie an die ZHAW School of Engineering, wo sie in Vollzeit studierte. Die Business Analystin erwähnt dazu lachend: «Nebenbei habe ich aber dennoch immer gearbeitet, um mir das Studium finanzieren zu



*«Ich wollte möglichst viele Optionen für mein Berufsleben offenhalten. Mit einem Studium in Wirtschaftsingenieurwesen steht einem die Welt offen.»*

Andrina Rohner, Absolventin Wirtschaftsingenieurwesen

können. Es war eine aufregende Zeit und hat mich eine Menge Selbstdisziplin gelehrt.» Und so ist es auch heute noch, Abwechslung braucht Andrina Rohner immer. Neben ihrer Arbeit hat sie mit Mitarbeitenden einen Verein gegründet, um ein Urban Golf-Projekt in Kloten zu etablieren.



*«Durch das Studium wird man zu einem Generalisten ausgebildet, wodurch man in der Lage ist, Herausforderungen im alltäglichen Betrieb mit einer gesamtheitlichen Denkweise anzugehen. Das Handwerkszeug dazu habe ich an der ZHAW gelernt.»*

Gregor Frei, Absolvent Mobility Science

## Vom Lokführer zum Chef der SBB Deutschland

Vom Bahnverkehr und Zügen war Gregor Frei schon früh fasziniert. Die Entscheidung für die Ausbildung zum Lokführer bei der SBB fiel ihm daher nicht schwer. «Nach einigen Jahren wollte ich meine Kenntnisse im betrieblichen Bereich und auch mein theoretisches Wissen erweitern», sagt Frei. Ausgerechnet eine Werbeanzeige im Zug machte ihn auf den Studiengang Mobility Science (ehemals Verkehrssysteme) an der ZHAW School of Engineering aufmerksam. Der Besuch eines Infotags überzeugte ihn schliesslich. «Durch das Studium wird man zu einem Generalisten ausgebildet, wodurch man in der Lage ist, Herausforderungen im alltäglichen Betrieb mit einer gesamtheitlichen Denkweise anzugehen. Das Handwerkszeug dazu habe ich an der ZHAW gelernt», bringt Gregor Frei die Quintessenz von Mobility Science für sich auf den Punkt. Schon während des Studiums konnte Gregor Frei bei der SBB Einblicke in die Angebotsplanung erhalten, «dort konnte ich vieles, was ich im Studium lernte, direkt einsetzen, so zum Beispiel organisierte ich den Eventverkehr am Heitere Open Air in Zofingen, hier kamen meine Erfahrung als Lokführer, die Angebotsplanungskompetenz sowie theoretisches Wissen aus dem Studium zusammen». Als Geschäftsführer der SBB Deutschland GmbH ist Gregor Frei vor allem für die Weiterentwicklung der Verkehrsangebote im Grenzgebiet verantwortlich. «Meine Aufgabe ist es, darauf zu achten, alles Notwendige zusammenzubringen, damit ein Projekt wie geplant auch wirklich auf der Schiene realisiert wird», erklärt Gregor Frei.







Herausgeberin  
**ZHAW School of Engineering**

Texte  
**David Bäuerle, Elena Ibello, Julia Obst,  
Helen Oertli, Thomas Schneider**

Fotografie  
**Ladina Bischof**

Konzept und grafische Gestaltung  
**Wolf Studio, Zürich  
Samuel Wolf**

Druck  
**Druckerei Odermatt AG**

Auflage  
**500 Exemplare  
Juni 2024**

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

**E-Mail: [markom.engineering@zhaw.ch](mailto:markom.engineering@zhaw.ch)  
Website: [www.zhaw.ch/engineering](http://www.zhaw.ch/engineering)**



© 2024 ZHAW School of Engineering, Winterthur  
© Fotografien Studierende (bis S. 108), Studiengänge und  
Aussenaufnahmen Campus: Ladina Bischof  
© Fotografie S. 2: Ladina Bischof

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





