

zh
aw

Life Sciences und
Facility Management

IUNR Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen



IUNR^N
0123
magazin

Studierende der
HNEE am IUNR

Seite 12

Quellen – sensible
Lebensräume in Gefahr

Seite 18

Im Garten Eden auf der
Spur des Feuerbrandes

Seite 20

Inhalt



Studium BSc |
Bachelorarbeit
**Keyline-Design als
Wassermanage-
mentstrategie**

Seite 4



Studium BSc |
Absolvent:innen
**Absolvent:innen-
porträts**

Seite 10



Studium MSc |
Double Degree
**Studierende der
HNEE am IUNR**

Seite 12



Forschung und Dienst-
leistungen | Projekte
**Quellen – sensible
Lebensräume in
Gefahr**

Seite 18



Forschung und Dienst-
leistungen | Projekte
**Im Garten Eden
auf der Spur des
Feuerbrandes**

Seite 20



Forschung und Lehre
**Einen Herbarium-
Schatz fit machen
für die Zukunft**

Seite 32

und ausserdem

Tranquillity im Regionalen Naturpark Schaffhausen **Seite 6** Eine Summer School für das ganze Departement **Seite 8** Ökobilanz eines Eisenbahntunnels **Seite 14** Herausforderung alpiner Renaturierungen **Seite 16** Gehen wir in die Tiefe! **Seite 22** Umweltfreundliche und gesunde Verpflegung ohne Kompromisse **Seite 24** PV-Potenzial von Grossanlagen auf Infrastrukturen **Seite 26** Rebound-Effekte bei längerer Nutzung von Mobilgeräten **Seite 28** Ein Wissensportal für vielfältige und naturnahe Freiräume **Seite 30** Nachhaltigkeit am IUNR: «Weiter geht's!» **Seite 34** News **Seite 36** Agenda **Seite 38**

20 Jahre Bachelor Umweltingenieurwesen am Spezialitätenmarkt

Seit genau 20 Jahren wird an unserem Institut mit dem BSc Umweltingenieurwesen ein interdisziplinäres und praxisorientiertes Studium im Bereich Nachhaltigkeit und Umwelt angeboten. Wir feiern dieses Jubiläum anlässlich des traditionellen Spezialitätenmarkts am Samstag, 13. Mai 2023, auf dem Campus Grüental in Wädenswil und freuen uns über ein Wiedersehen mit zahlreichen Absolvent:innen.



Der Bachelor of Science in Umweltingenieurwesen wurde 2003 zum ersten Mal angeboten und hat seitdem rund 1700 Absolvent:innen hervorgebracht. Um den erfolgreichen Studiengang wurde das Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen (IUNR) mit heute mehr als 20 Forschungsgruppen aufgebaut. Mit fünf Vertiefungen bietet unser Bachelor eine einmalige thematische Vielfalt, basierend auf qualifizierter anwendungsorientierter Forschung. Trotz steter Weiterentwicklung während der letzten beiden Jahrzehnte arbeiten wir aktuell an einer kompletten Neuausrichtung des Bachelor. Die Berufe im Umweltbereich werden in 10 Jahren andere Kompetenzen erfordern und unsere Studierenden sollen optimal auf die Bedürfnisse des zukünftigen Arbeitsmarkts vorbereitet sein. Wir bleiben dabei unserem Erfolgsrezept treu, die Lehre mit einer starken, anwendungsorientierten Forschung zu verknüpfen.

Ein zweiter Fokus liegt auf dem seit mehr als 5 Jahren erfolgreichen Master of Science in Umwelt und Natürliche Ressourcen, der letztes Jahr ohne Auflagen akkreditiert wurde. Weiter werden wir unsere Kompetenzen im Umweltbereich in zusätzlichen interdisziplinären Studienangeboten einbringen, beispielsweise durch die Mitwirkung von IUNR-Dozierenden im neuen Master of Science in Circular Economy Management oder in der Vertiefung Digital Environment im Bachelor Applied Digital Life Sciences. Zusätzliche innovative Angebote zur Unterstützung der gesellschaftlichen Transformation in Richtung mehr Nachhaltigkeit sind in Vorbereitung. Der Bachelor Umweltingenieurwesen ist und bleibt dabei ein Kernangebot des IUNR.

Nun freuen wir uns am IUNR sehr, im Mai den Spezialitätenmarkt nach 3 Jahren Unterbruch wieder durchzuführen und zahlreiche Besucher:innen begrüßen zu dürfen. Zusammen mit unseren Absolvent:innen wollen wir die blühenden Gärten unseres Campus Grüental nutzen, um zu Ehren von 20 Jahren BSc Umweltingenieurwesen ein tolles Fest zu feiern. Ich hoffe, Sie sind dabei!

Rolf Krebs
Institutleiter

Impressum

Magazin des Instituts für Umwelt und Natürliche Ressourcen der ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften



Dieses Werk ist lizenziert unter CC BY-NC-ND 3.0 CH.

Herausgeber Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Grüentalstr. 14, 8820 Wädenswil, www.zhaw.ch/iunr | **Redaktionsleitung und Layout** Esther Volken (esther.volken@zhaw.ch) | **Redaktionsteam** Manuel Babbi (manuel.babbi@zhaw.ch), Ruth Dettling (ruth.dettling@zhaw.ch), Penelope Elmiger (penelope.elmiger@zhaw.ch), Sabine Frei (sabine.frei@zhaw.ch), Monika Hutter (monika.hutter@zhaw.ch), Rahel Skelton (rahel.meier@zhaw.ch), Tobias Wildhaber (tobias.wildhaber@zhaw.ch) | **Titelblatt** Quellbeprobung im Löttschental. © Patrik Ngu (s. Beitrag S. 20: Quellen – sensible Lebensräume in Gefahr) | **Erscheinungsweise** 2 Mal pro Jahr, frühere Nummern können heruntergeladen werden unter: www.zhaw.ch/iunr/magazin | **Druck** CO₂-neutral auf 100 % Recyclingpapier; Kuhn-Druck AG; April 2023 | **Auflage** 250



Keyline-Design als Wassermanagementstrategie

Eine Antwort auf landwirtschaftliche Dürren und Umweltbelastung?

Landwirtschaftliche Produktionssysteme sind als direkte Konsequenz des globalen Klimawandels zunehmend von den Auswirkungen von Extremwetterereignissen betroffen. Daher ist es notwendig zu verstehen, in welcher Form resiliente und nachhaltige Kultivierungspraktiken in die heutige Agrarpraxis integriert werden können. Das Ziel meiner Bachelorarbeit war es zu beantworten, ob die Wassermanagementstrategie Keyline-Design einen möglichen Lösungsansatz darstellt, um die Auswirkungen von Dürre und das Ausmass der Umweltbelastung durch die Landwirtschaft zu reduzieren.



Diego Gil
Absolvent BSc UI 18 mit Vertiefung Biologische Landwirtschaft und Hortikultur

Ursprung von Keyline

Keyline-Design wurde vom Australier P. A. Yeomans in den späten 1940er und 1950er Jahren als praktische Antwort auf die unvorhersehbaren Regenmuster in Australien entwickelt. Es stellt ein alternatives Bewirtschaftungs- und Planungskonzept dar, das zum Ziel hat, fruchtbaren Boden in einer nachhaltigen Landschaft zu fördern sowie den Oberflächenabfluss zu optimieren. Yeomans schlug vor, Landschaftsmuster zu schaffen, die das Speichern von Regenwasser nach dem Schwammprinzip fördern, damit Landschaften möglichst über das ganze Jahr hinweg dürre- und brandresistent bleiben.

Wie funktioniert Keyline?

Die zentrale Idee des Wassermanagements durch Keyline besteht darin, den Oberflächenabfluss von Niederschlagswasser bewusst zu verlangsamen, das Wasser im Boden versickern zu lassen und eine möglichst gleichmässige Verteilung zu erzielen. Erreicht wird dies durch die aktive Verringerung von Bodenverdichtungen und der Umleitung von Oberflächenabfluss zu trockeneren Landschaftsabschnitten.

Dazu werden vereinzelt oder in Kombination folgende zwei Techniken angewandt: (1) mittels Tiefenmeissel angelegte Pflugfurchen, welche von den Konturlinien ausgehend leicht ab- oder aufsteigend angelegt sind; (2) künstliche Hügel und Staudämme für das Sammeln von Wasser an strategisch günsti-

gen Standorten, damit dieses bei Bedarf zur aktiven oder passiven Bewässerung verwendet werden kann.

Durch Keyline wird die Infiltrationsfläche des abfließenden Wassers maximiert und der direkte Eintrag von abgeschwemmten, potenziell schädlichen Stoffen aus der Nutzfläche in nahegelegene Gewässer verringert. In dieser Hinsicht agiert Keyline-Design als Überschwemmungs-, Dürreminimierungs- sowie Naturschutzstrategie.

Fokus meiner Bachelorarbeit

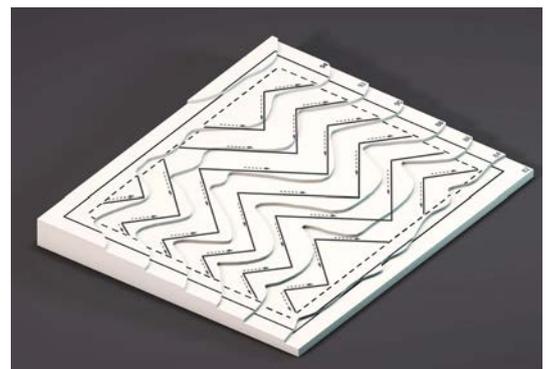
In meiner Bachelorarbeit habe ich mich folgenden Fragen gewidmet: Was charakterisiert ein Keyline-System und wo steht die Forschung aktuell? Welche Erfahrungen konnten aus der Umsetzung bereits existierender Keyline-Projekte gewonnen werden und wo besteht bei der Vorgehensweise noch Optimierungsbedarf? Um diese Forschungsfragen zu beantworten, habe ich im Rahmen einer Konzeptanalyse eine Literaturrecherche durchgeführt und die gewonnenen Erkenntnisse dazu verwendet, ein Keyline-Muster für den Landwirtschaftsbetrieb «Grüezi Garten» im Kanton Zug zu entwerfen.

Wie gross ist der Nutzen?

Die Ergebnisse zeigen, dass Keyline-Design unter bestimmten Voraussetzungen über das Potenzial verfügt, die Wasserkapazität und Durchdringungsraten von Böden zu verbessern sowie die Nähr- und

Mit CAD erstelltes Keyline-Modell auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche in der Nähe eines Fließgewässers. Mit Keyline lässt sich die Schadstoffbelastung lokaler Gewässer reduzieren (links). Vereinfachte Darstellung eines Keyline-Musters mit abgebildeter Fließrichtung des Wassers und Höhenlinien schattiert eingezeichnet. Am Ende der Nutzfläche bleibt freier Raum für das Vorgewende (rechts).

Quelle: Georgi Pavlov, 2015





Mit Keyline-Design kann die Infiltrationsfläche von abfließendem Niederschlag vergrößert werden. Als direkte Konsequenz dazu werden lokale Gewässer von Schadstoffen entlastet.

Quelle: Mariette van den Berg, 2016

Schadstoffbelastung lokaler Gewässer zu verringern. Obwohl Keyline eine weit verbreitete Methode ist, gilt es zu beachten, dass die Beurteilung der Effektivität von Keyline-Systemen aufgrund der geringen Anzahl an bisher durchgeführten Studien schwierig ist.

Keyline-Muster – früher und heute

Ein weiterer zentraler Aspekt von Keyline, den ich im Rahmen meiner Arbeit untersucht habe, ist der Erstellungsprozess von Keyline-Mustern, nach denen sich die Keyline-Techniken in der Praxis ausrichten. Aus den Ergebnissen lässt sich schliessen, dass die heutige Praxis stark von der aus den 1950er-Jahren stammenden Originalliteratur «The Keyline Plan» von P. A. Yeomans beschriebenen Vorgehensweise abweicht und dank moderner Werkzeuge und Erkenntnisse eine simplere Methode zur Erstellung von Keyline-Mustern eingesetzt werden kann. In meiner Bachelorarbeit habe ich diese beiden Methoden beschrieben und stellenweise Verbesserungen vorgeschlagen, basierend auf Fachwissen aus den Modulen GIS, Remote Sensing und AGI.

Verbesserungspotenzial dank moderner Methoden

Bei der gegenwärtigen Vorgehensweise zur Erstellung von Keyline-Mustern besteht durch den Einsatz algorithmusbasierter Werkzeuge grosses Optimierungspotenzial. Im Rahmen der Abschlussarbeit im Modul Angewandte Geoinformatik konnte ich direkt an meine Bachelorarbeit anknüpfen und ein Konzept zur Automatisierung der Modellierung von Keyline-Mustern erstellen sowie einen Teilschritt durch Python-Programmierung automatisieren.

Meine Bachelorarbeit und das AGI-Semesterprojekt können als Anknüpfungspunkte dienen, um die Thematik Keyline weiter zu erforschen oder unter Umständen sogar eine neuartige, an Keyline angelehnte Wassermanagement-Methode zu definieren, welche durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz dazu beitragen kann, das Potenzial von Niederschlägen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen maximal auszuschöpfen und gleichzeitig einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung der Gewässerverschmutzung zu leisten.

Persönliches Fazit

Ich fand es sehr spannend, mich im Rahmen meiner Bachelorarbeit mit Fachkräften aus der Keyline-Welt auszutauschen und das gesammelte Wissen durch Erstellen des Keyline-Modells direkt in die Praxis umsetzen zu können. Das notwendige Fachwissen, das ich mir im Verlauf meines Bachelorstudiums angeeignet habe, spielte dabei eine grundlegende Rolle, auch Informationen, die während des Studiums nicht immer den Anschein hatten, besonders relevant zu sein.

gilcodie@students.zhaw.ch

Tranquillity im Regionalen Naturpark Schaffhausen

Seit 2010 ist die Forschungsgruppe Tourismus und Nachhaltige Entwicklung aus Wergenstein im Regionalen Naturpark Schaffhausen aktiv. In den ersten Jahren im Rahmen des Aufbaus, seit 2018 im Rahmen der Gesamtprojektleitung und Geschäftsführung. Die Region Schaffhausen ist zu einer Modellregion für nachhaltige Entwicklung geworden. Rund 70 Projekte befinden sich in der Umsetzung oder wurden bereits abgeschlossen. In ihrer Bachelorarbeit hat sich Natalie Smith mit dem spannenden Thema «Tranquillity» beschäftigt, das von der Stiftung Landschaftsschutz Schweiz eingebracht wurde.



Natalie Smith
Absolventin BSc UI 19
mit Vertiefung Urbane
Ökosysteme

Tranquillity im Südranden-Gebiet

Schnell hatte ich mich im November 2021 entschieden, meine Bachelorarbeit in Zusammenarbeit mit dem Regionalen Naturpark Schaffhausen zu schreiben. Da ich selbst in der Nähe von Schaffhausen aufgewachsen bin, liegt mir die Region sehr am Herzen. Aus diesem Grund überlegte ich nicht lange, als ich eine ausgeschriebene Bachelorarbeit des Regionalen Naturparks Schaffhausen mit dem folgenden Titel sah: Tranquillity-Map – Umgang mit ruhigen, wenig zerschnittenen Landschaftsgebieten im Regionalen Naturpark.

Tranquillity-Map für das Schweizer Mittelland

Im Juli 2020 wurde die erste Tranquillity-Map für das Schweizer Mittelland veröffentlicht.¹ Diese Karte identifiziert 53 Gebiete im Schweizer Mittelland, die als besonders ruhefördernd sowie naturnah gelten und nur geringfügig durch Strassen oder Siedlungen fragmentiert werden. Zwei dieser 53 Gebiete, namentlich der «Hallauerbärg» und der «Südranden» liegen im Regionalen Naturpark Schaffhausen. Im Rahmen meiner Bachelorarbeit untersuchte ich, welche ruhefördernden Landschaftsqualitäten das Südranden-Gebiet als Ort der Tranquillity aufweist

Die Regionale Wertschöpfung ist Teil des Naturpark-Konzeptes – sie soll für Bevölkerung, Natur und Landschaft einen Nutzen generieren und die nachhaltige Entwicklung der Region fördern.

Quelle: Regionaler Naturpark Schaffhausen



und ob ein naturtouristisches Angebot vertretbar wäre.

Der englische Begriff «Tranquillity» vermag mehr auszudrücken als die deutsche Bezeichnung «Ruhe», die lediglich die Abwesenheit von Lärm beschreibt. Viel eher meint «Tranquillity» im Kontext der durchgeführten Kartierung ein Ruheempfinden, das durch landschaftliche Merkmale ausgelöst wird. Dabei spielen vor allem die akustische sowie die visuelle Wahrnehmung eine zentrale Rolle.

Umfrage im Südranden-Gebiet

Rund 21 km² umfasst das Tranquillity-Gebiet des Südrandens, das sich aus unterschiedlichen Wald-, Reb- und Wiesenlandschaften zusammensetzt. Um herauszufinden, welche Landschaftsmerkmale im Südranden-Gebiet zum Ruheempfinden beitragen und wie die Besuchenden gegenüber einer naturtouristischen Nutzung eingestellt sind, wurde eine Nutzungsanalyse vor Ort durchgeführt. Dabei wurden 34 Personen befragt, davon 21 Einheimische. Alle Teilnehmenden berichteten, dass sie sich im Südranden-Gebiet entspannen können. Auf die Folgefrage, welche Landschaftselemente zum Ruheempfinden beitragen, wurden von zahlreichen Antwortmöglichkeiten Vogelgesang, Vielfältigkeit der Landschaft, Rascheln des Laubes und Vorhandensein grosser, alter Bäume am häufigsten gewählt.

Ruheempfinden als geschätzte Qualität

Am Ende der Nutzungsanalyse wurden die Teilnehmenden gefragt, ob sie sich eine Erweiterung des naturtouristischen Angebots im Südranden-Gebiet vorstellen können. 17 Personen sprachen sich gegen eine naturtouristische Nutzung aus, fast die Hälfte aus Angst vor Übernutzung des Südranden-Gebietes. «Eine intensive touristische Nutzung würde die einmalig schöne Naturlandschaft zerstören: Konsumtourismus, zu viel Verkehr, Abfall und Lärm. Personen, die eine solche Oase der Ruhe schätzen, würden fernbleiben», meinte eine der Umfrageteilnehmerinnen.



Nachhaltiger Tourismus ist Teil des Naturpark-Konzeptes.

Quelle: Regionaler Naturpark Schaffhausen

Gestaltung zukünftiger Angebote

Da sich die meisten der befragten Besucher:innen gegen eine erweiterte naturtouristische Nutzung im Südranden-Gebiet ausgesprochen hatten, liegt es nahe, zukünftige Angebote mit Bedacht zu entwickeln. Denkbar sind Angebote zur Umweltbildung, die mit Besucherlenkungsmassnahmen erfolgen würden, sodass das Verständnis für die besondere Ruhequalität gefördert würde, ohne diese zu beeinträchtigen. So könnten beispielsweise Exkursionen auf die visuellen und akustischen Landschaftseigenschaften des Südrandens hinweisen und gleichzeitig

auch über die einheimische Flora und Fauna informieren. Denn die vorhandene Flora und Fauna scheint sich massgebend auf das Ruheempfinden auszuwirken, was die Umfrage gezeigt hat.

1Tranquillity-Map des Schweizer Mittellandes
www.sl-fp.ch/de/stiftung-landschaftsschutz-schweiz/dokumentation/die-tranquillity-map-140.html

smithnat@students.zhaw.ch

Regionaler Naturpark Schaffhausen Randen – Reben – Rhein: Eine einzigartige Landschaft

Die Hügel des Randens, die weiten Rebberge und Landwirtschaftsflächen, Wälder, die typischen Dörfer und der Rhein verleihen der Region Schaffhausen eine einzigartige Vielfalt. In dieser Natur- und Kulturlandschaft eingebettet, mit gleichzeitiger Stadtnähe und guter ÖV-Anbindung, liegt der Naturpark Schaffhausen. Mit den beiden deutschen Parkgemeinden ist der Regionale Naturpark Schaffhausen der erste grenzüberschreitende Park der Schweiz.

Innovative Akteur:innen geben der Region neue Impulse. Der Regionale Naturpark Schaffhausen unterstützt Akteure im Parkgebiet mit fachlichen, personellen und finanziellen Ressourcen bei der Realisierung von nachhaltigen und innovativen

Projekten aus den Bereichen Gewerbe, Landwirtschaft, natur- und kulturnaher Tourismus, Natur, erneuerbare Energien sowie Bildung und Kultur. Ziele des Regionalen Naturparks Schaffhausen sind die verbesserte regionale Wertschöpfung sowie die Zusammenarbeit und Vernetzung inner- und ausserhalb des Parkperimeters. Dadurch soll für die Bevölkerung, aber auch für die Natur und Landschaft, ein echter Nutzen entstehen und eine nachhaltige Entwicklung erreicht werden. Hochstehende regionale Produkte von einheimischen Produzent:innen werden gefördert und bereichern das Produkteangebot von Schaffhausen und der ganzen Schweiz.

Sämtliche Projekte des Regionalen Naturparks Schaffhausen sind beschrieben unter:
www.rnpsh.ch/projektübersichten

christoph.mueller@zhaw.ch

Eine Summer School für das ganze Departement

Mit der Planung und Durchführung der BioMat Summer School konnte ich zusammen mit dem ILGI und dem ICBT einen Unterricht verwirklichen, der Studierende aller Institute zusammenbringt. Es gibt viel praktische Erfahrung und der Kopf wird gefordert. Alles auf Augenhöhe mit Profis und mit gemütlichem Beisammensein am Abend. Nicht etwas fürs ganze Jahr, aber perfekt für intensive zehn Tage.



Dominik Refardt
Dozent Aquakultursysteme



Marina Mariotto
Wissenschaftl. Assistentin
Aquakultursysteme (bis
November 2022)

Versuche zur Abbaubarkeit
von Kunststoffen in
den Laboren der FG
Umweltbiotechnologie.

Bild: Dominik Refardt

Vor vielen Jahren, als ich noch am Studieren war, habe ich an einem Workshop im Engadin teilgenommen. Studierende aus ganz Europa wurden in Gruppen eingeteilt und sollten, nur mit dem bisschen Gehirnschmalz, das sie mit sich herumtragen, einen Projektantrag schreiben. In fünf Tagen von null auf hundert! Unterwegs wurden wir immer wieder von der Faculty besucht – einer illustren Runde graumelierter Professorinnen und Professoren, die mit untrüglichem Instinkt die Schwachpunkte in unseren Ideen fanden und uns antrieben, uns nicht mit halbgaren Ansätzen zufriedenzugeben. Abends versammelten wir uns in gemütlicher Runde und die Faculty erzählte von ihrer Forschung und ermutigte uns, Fragen zu stellen. Am letzten Tag präsentierten wir unsere Werke, wurden gelöchert und kritisiert und feierten schliesslich stolz, was wir erreicht hatten. Ich war erledigt. Aber ich habe viel gelernt über Grenzen und dass man sie überwinden kann. Vor allem habe ich dieses berauschende Gefühl erlebt, wenn man sich intensiv einer Sache widmen kann und alles andere daneben verblasst.

Genau das wollte ich die Studentinnen und Studenten auch erleben lassen. Diese intellektuelle Intensität, die Höhen und Tiefen in einem Schaffungsprozess, die Gruppendynamischen Spannungen, die

BioMat Summer School 2023

Neugierig geworden? Die Summer School findet selbstverständlich auch dieses Jahr statt!

Wann: 28. August bis 6. September. Ein e-Learning-Kurs wird im Sommer freigeschaltet und muss vor der Summer School bearbeitet werden.

Ort: Campus Grüental und Reidbach der ZHAW in Wädenswil

Wer kann teilnehmen? Masterstudierende und Bachelorstudierende (ab dem 4. Semester) aus Studiengängen mit naturwissenschaftlich/technischem Hintergrund. Auch von ausserhalb der ZHAW!

Sprache: Englisch

Fragen und Anmeldung: dominik.refardt@zhaw.ch (Bitte Name, Studiengang und -jahr angeben.)

Kosten: Die Teilnahme ist kostenlos.

ECTS: Es können 3 ECTS (1 für den e-Learning-Kurs, 2 für die Summer School) erworben werden. Der Arbeitsaufwand ist entsprechend.

Anmeldeschluss: 1. Mai 2023



unerbittliche Kritik und der Stolz über das selbst Erreichte.

Die Gelegenheit am Schopf packen

2019 holte mich Selçuk Yildirim aus dem ILGI an Bord des Themenförderungsprojektes BioMat. Gemeinsam mit Partner:innen aus dem ICBT, dem ILGI und dem IUNR wollten wir an der Herstellung, Nutzung und Entsorgung bio-basierter Materialien forschen und damit praxisnah ein Kernanliegen der Kreislaufwirtschaft aufgreifen. Es folgten fantastische Jahre. Es war uns möglich, Algen zu züchten, die Bioplastik produzieren; andere entwickelten Verpackungsmaterial aus Kartoffelschalen, spannen federleichte Filtermaterialien aus der Schale von Krebstieren oder ergänzten unsere Arbeit mit einer kritischen Ökobilanz.



Grillplausch im Garten mit Prof. Ines Fritz von der Universität Bodenkultur Wien (BOKU).

Bild: Dominik Refardt

Natürlich wollten wir all dies in der Lehre teilen. Rasch war der Entschluss gefasst, eine Summer School zu organisieren, die Studierende den gesamten Lebenszyklus eines Produktes erleben lässt, von der Wiege bis zur Bahre. Nicht als trockene Theorie, sondern im Labor mit allen Sinnen, unter der Schirmherrschaft aller drei Institute, dem ICBT, dem ILGI und dem IUNR. Da erinnerte ich mich an meinen Workshop. Nun war die Gelegenheit da! Gemeinsam mit meiner Assistentin Marina Mariotto begannen wir ein Konzept für eine 10-tägige Summer School zu entwerfen: Jeder Schritt im Leben eines bio-basierten Produktes sollte experimentell selbst erlebt werden, die Studierenden sollten ihre eigene Forschungsidee entwerfen und präsentieren, von engagierten Dozierenden auf Trab gehalten werden, ihre Idee gemeinsam mit eingeladenen Expertinnen und Experten diskutieren und am Ende das Erreichte glücklich feiern. Zehn intensive Tage waren vorgesehen, bei denen sich alles nur darum dreht, wie wir in Zukunft unsere Produkte herstellen, nutzen und wiederverwerten. Studierende aus allen Studiengängen wollten wir ansprechen, die sich begegnen und ihren Horizont erweitern. Ja, es ging mir auch darum: Die Studierenden sollten ihre unterschiedlichen Stärken gemeinsam nutzen, um ein Ziel zu erreichen und dabei die Vielfalt schätzen lernen.

Leichter gesagt als getan

Nun, das sind alles hehre Worte. Allerdings war es keineswegs ein glatter Prozess. Es kriselte oft wäh-

rend der Planung und innerlich verfluchte ich das Wort «institutsübergreifend» unzählige Male. Aber das ist sie wohl, die vielgelobte Diversity: Deren Vorzüge kriegt man nicht geschenkt. Ein Glück hatte ich Marina an meiner Seite, die dann zog, wenn ich nicht mehr mochte und die dann lachte, wenn ich die Stirne runzelte. So wuchs die Summer School heran, die Anmeldungen trudelten ein und schliesslich stand ich im August 2022 einem zusammengewürfelten Haufen Studierender gegenüber, von der ZHAW und von auswärts. Ich sah zu, wie sie zu einem Team wurden, wie sie konzentriert im Labor arbeiteten, ernsthaft an ihren Ideen feilten, nachbohrten, wenn es nicht passte und abends bei einem Bier am Grill lachten. Der Plan ging auf!

dominik.refardt@zhaw.ch

«Danke an alle Dozierenden für ein absolut hilfreiches Modul, das so gut organisiert und super interessant war! Ihr alle wart voller Leidenschaft mit euren Themen dabei.»

Feedback einer Studentin

Absolvent:innenporträts

Interview mit vier Umweltingenieur:innen

Was sind deine Aufgaben bei deiner aktuellen Arbeitsstelle?

Nadja Bernardi: Bei der Ingesa AG berate ich Grundeigentümer:innen und Gemeinden zur Sanierung von Abwasserleitungen, plane die entsprechenden Projekte und mache die Bauleitung. Zudem werte ich Kanalfernsehaufnahmen aus, prüfe Kanalisationsanschlussgesuche, mache Begehungen von Gewässern und beurteile Einleitstellen. Dank meiner Bachelorarbeit, in welcher ich ein Biodiversitätskonzept erstellte, projiziere ich zudem Biodiversitätsmassnahmen und begleite deren Umsetzung.

Für die Lanius GmbH mache ich Naturgartenarbeiten und betreue Kund:innen. Auch das Erstellen von Gestaltungsplänen, Pflanzenlisten und Werbeinseraten gehören zu meinen Aufgaben.



«Schau über den Tellerrand und sei wachsam – manchmal öffnet sich eine Tür, von der du nicht wusstest, dass sie überhaupt existiert.»

Nadja Bernardi

Lars Hadorn: Ich leite und bearbeite vielfältige Entwicklungsprojekte in städtischen Räumen – von einzelnen Immobilien über Areale bis zu ganzen Ortschaften. Dabei stehen wir jeweils ganz am Anfang einer Entwicklung. Wie der Raum in Zukunft aussehen soll, ist oftmals noch unklar. Wir entwickeln Ideen, wie dieser mit Nutzungen und Identität entwickelt werden kann. Im Lauf der Projekte binden wir oft weitere Stakeholder mit ein – ein Architekturbüro, die Bevölkerung, die öffentliche Hand.

Lisa Hohmann: Im Rahmen von geplanten Bauvorhaben wie Strassensanierungen prüfe ich den Zustand der Kanalisation und schlage entsprechende Sanierungsmassnahmen für die Kanalisation vor. Des Weiteren prüfe ich bei Bewilligungsvorhaben von Bauten und Umbauten von Liegenschaften deren Entwässerung anhand der SN 592000 Norm. Auf Stufe Vorprojekt, Bauprojekt und Auflageprojekt erarbeite ich die technischen Berichte und erstelle Entwässerungskonzepte für Grundeigentümer. Auch fertige ich im Rahmen von Hochwasserschutzmassnahmen und Einführung von Tempo-30-Zonen Begrünungskonzepte und Begrünungsvarianten an.

Corinne Prunner: Ich berate Personen und Firmen zum Thema Innenbegrünung. Ich eruiere, was es genau braucht, welchen Nutzen und welche Wirkung die Begrünung haben soll (Raumtrennung, Besuchlenkung, Ästhetik, Raumluftregulierung etc.). Anschliessend entwerfe ich ein Konzept und eine Offerte, bespreche diese mit der Kundschaft und bin bei einer Realisierung die Ansprechperson.

Wie bist du zu deiner Arbeitsstelle gekommen?

Nadja: Bei der Ingesa AG habe ich mich aufgrund einer Ausschreibung beworben. Ich konnte während des Studiums in Teilzeit beginnen und nach dem Abschluss auf 100% erhöhen. Die Lanius GmbH wurde 2020 durch meinen Partner und eine Kollegin gegründet. Zuerst habe ich neben meiner Vollzeitstelle Büroarbeiten für die Lanius GmbH erledigt. Später habe ich bei der Ingesa AG reduziert und bin mit einem 20%-Pensum bei der Lanius GmbH eingestiegen.

Lars: Nach dem Studium suchte ich eine Stelle in einem interdisziplinären Team sowie eine Herausforderung, die über die klassischen UÖ-Themenfelder hinausgeht und wo ich das Wissen aus dem Studium einbringen kann. Dabei fand ich die Stellenausschreibung bei Intosens. Ich startete als Praktikant und bin via die Projektmitarbeit innerhalb rund eines Jahres Projektleiter geworden.



«Ich startete als Praktikant und bin via die Projektmitarbeit innerhalb rund eines Jahres Projektleiter geworden.»

Lars Hadorn

Lisa: Ich habe mich auf das online-Stelleninserat beworben. Das Inserat war an Bau- oder Umweltingenieure gerichtet, vorzugsweise mit Berufserfahrung im Fachbereich Siedlungsentwässerung.

Corinne: Nach dem Studium habe ich ein Praktikum in der Umweltbildung in Kombination mit praktischem Naturschutz gemacht. Diese Arbeit bereitete mir sehr viel Freude, ich suchte aber nach einer Arbeit, welche die Interaktionen mit verschiedenen Personen mit der planerischen und theoretischen Arbeit verbindet. Die Stelle bei der Hydroplant AG habe ich über ein klassisches Bewerbungsverfahren erhalten.

Welche Inhalte aus dem Studium sind für dich an deiner jetzigen Stelle besonders wertvoll?

Nadja: Generell konnte ich aus allen Modulen etwas mitnehmen, was mir heute dabei hilft, vernetzt zu denken und Zusammenhänge zu verstehen. Besonders wertvoll finde ich die Pflanzenkenntnisse aus dem Minor Artenkenntnisse, welchen ich absolviert habe. Ausserdem nutze ich heute das im Studium erlernte Programm InDesign für Inserate, Werbungen und Merkblätter.

Lars: Das Wissen aus meiner Bachelorarbeit, wo ich mich bereits mit der Stadtentwicklung auseinandersetzte. Darüber hinaus die räumliche Entwicklung wie auch

das vertiefte Wissen über den Klimawandel und die Handlungsfelder, die in der Mitigation und der Adaption helfen.

Lisa: Das im Studium erarbeitete Fachwissen zu standortgerechten Begrünungen im urbanen Raum ist für mich besonders wertvoll. Denn man ist zunehmend bestrebt, im Strassenraum und in der Stadtplanung das Konzept der «Schwammstadt» anzuwenden.

Corinne: Die biologischen Zusammenhänge und die Pflanzenphysiologie sind in meinem Alltag wichtig, weil die Versorgung der Pflanze entscheidend dafür ist, wie sie aussieht und gedeiht und damit auch, wie zufrieden die Kundschaft ist. Auch die Methoden aus den Kommunikationsmodulen sind in meinem Alltag nützlich.

Auf welchem Gebiet musstest du für deine aktuelle Stelle dazulernen? Wie bist du das angegangen?

Nadja: Als ich bei der Ingesa AG anfang, war die ganze Abwasserthematik neu für mich, was am Anfang ziemlich herausfordernd war. Mit der Bearbeitung von laufenden Projekten und dem Besuch von Weiterbildungen fand ich mich ziemlich bald in diesem Bereich zurecht.

Lars: Die Wirtschaftlichkeit wurde im Studium nicht gross behandelt, ist jedoch in

«Das im Studium erarbeitete Fachwissen zu standortgerechten Begrünungen im urbanen Raum ist für mich besonders wertvoll.»

Lisa Hohmann



«Ich suchte nach einer Arbeit, welche die Interaktionen mit verschiedenen Personen mit der planerischen und theoretischen Arbeit verbindet.»

Corinne Prunner

der Privatwirtschaft ein Schlüssel, um nachhaltige Projekte entwickeln zu können. Des Weiteren wurden in Bezug auf den städtischen Raum vor allem die Natur und die sozialen Aspekte betrachtet. Die Mechanismen, wie der öffentliche Raum funktioniert und mit welchen Methoden wir unsere Themen verankern können, wurden nur sehr kurz thematisiert. Ich lerne nun viel on the job und kann vom Wissensfundus unserer Firma und vom interdisziplinären Team sehr profitieren.

Lisa: Vor meiner Anstellung bei Scheidegger + Partner AG hatte ich keine Kenntnisse im Fachbereich Siedlungsentwässerung. Durch die Erarbeitung von Projekten im Rahmen meiner beruflichen Tätigkeiten sowie durch Weiterbildungen habe ich mir ein solides Fachwissen aneignen können.

Corinne: Im Studium standen die Kenntnisse zu einheimischen Pflanzen im Vordergrund. Die Arbeit mit tropischen und subtropischen Pflanzen ist nochmals etwas ganz anderes. Dementsprechend habe ich einige neue Arten und deren Eigenschaften kennenzulernen. Ausserdem fehlt mir die praktische Beratungs- und Verkaufserfahrung, die ich jedoch erst mit der Zeit erlangen werde.

Welche Empfehlungen hast du an Studieninteressierte und Studierende?

Die schriftlichen Interviews führte Katharina Genucchi mit folgenden UI-Absolventinnen und -Absolventen, alle mit der Vertiefung Urbane Ökosysteme:

Nadja Bernardi (UI16)

Sachbearbeiterin & Projektleiterin (80 %), Ingesa AG; Gründerin & Mitinhaberin (20 %) Lanius GmbH

Lars Hadorn (UI18)

Projektleiter Stadtentwicklung (100 %), Intosens AG

Lisa Hohmann (UI16)

Fachperson Siedlungsentwässerung (80 %), Scheidegger + Partner AG

Corinne Prunner (UI18)

Beraterin Planung & Vertrieb (100 %), Hydroplant AG

Nadja: Schau über den Tellerrand und sei immer wachsam, denn manchmal öffnet sich eine Tür, von der du nicht wusstest, dass sie überhaupt existiert.

Lars: Eine klare Idee haben, was dich interessiert, aber auch, was ein Must-Have ist. Mit dieser Kombination kann aus meiner Sicht ein gutes Fundament geschaffen werden, so dass man im Beruf unterschiedliche Anknüpfungspunkte hat.

Lisa: Ich kann nur empfehlen, sich stets weiterentwickeln zu wollen und immer offen zu sein für Neues. Im Studium haben wir das Basiswissen bekommen, das im Rahmen der beruflichen Tätigkeit nun stets verfeinert wird.

Corinne: Es ist wichtig, dass du die Module besuchst, die dich einfach interessieren. Versuche aber auch zu überlegen, was du später beruflich machen möchtest. Anhand davon kannst du Module wählen, welche dir den Arbeitseinstieg erleichtern.

katharina.genucchi@zhaw.ch

Erste Double-Degree-Studierende aus Eberswalde am IUNR

Ein intensiver Herbst und eine goldene Studienzzeit – oder umgekehrt?

Im Rahmen des kürzlich gestarteten Double Degree-Programms zwischen dem Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen der ZHAW und der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) erfolgte der erste Studienaufenthalt deutscher Double-Degree-Studierender an der ZHAW. Wir, Fabienne Buchmann und Philipp Dümig, sowie vier weitere Studierende, durften als erste Pionier:innen der Kooperation ein Semester lang an der ZHAW studieren. Wir werfen einen Blick zurück und reflektieren unsere Erlebnisse.



Fabienne Buchmann
Studentin MSc OLE21 (HNEE) & ENR22 (ZHAW), Vertiefung Agrarökologie und Ernährungssysteme



Philipp Dümig
Student OLE21 (HNEE) & ENR22 (ZHAW), Vertiefung Ökotechnologien und Erneuerbare Energien

Die ersten Wochen an einer neuen Hochschule laufen meist ähnlich ab: Man bekommt viele neue Informationen, muss sich sowohl physisch als auch online neu orientieren und fährt zu einer für regionale Verhältnisse recht hohen Erhebung, die unabhängig von ihrer Grösse «Berg» genannt wird. In diesem Punkt wurde schnell ein erster Unterschied zwischen beiden Hochschulen ersichtlich: In Eberswalde bestiegen wir zu Beginn unseres Masterstudiums im September 2021 den Kleinen Rummelsberg (81 m ü. M.) – mangels Seilbahn zu Fuss – und blickten über die sanft hügelige Endmoränenlandschaft Brandenburgs. Im Kanton Zürich war unser erstes Ziel dagegen der Uetliberg (870 m ü. M.), den wir mit dem Velo bezwangen und von dem aus bei guter Sicht sogar das Aletschhorn zu sehen ist. Ziemlich genau die Hälfte unseres Duos überschätzte dabei seine Kondition. Doch am Ende konnte auch Philipp keuchend die grandiose Aussicht bei traumhaftem Wetter geniessen. Aber zunächst einen Schritt zurück.

Was hat uns dazu bewegt, am Double-Degree-Programm teilzunehmen?

Fabiennes Motivation bestand darin, ihr Wissen im Bereich der Forschungsmethoden zu vertiefen und anhand der Mitarbeit in einer Forschungsgruppe herauszufinden, ob für sie ein Doktorat in Frage kommt. Für Philipp war das attraktive Double-Degree-Angebot bereits ein wichtiges Kriterium für die Auswahl des Masterstudiengangs in Eberswalde und auch er wollte einen stärkeren Einblick in die Forschung erhalten. Neben dem Fachlichen stellten

auch die Schweiz als attraktiver Lebensort und die Vernetzung mit Menschen im Ausland für beide wichtige Argumente dar, die für die Teilnahme am Double Degree sprachen.

Wie haben wir uns vorbereitet?

Bereits vor Jahrzehnten haben wir Ersparnisse angelegt, leider in Euro – doch Spass beiseite. Das Programm ist von der ZHAW gut organisiert, weshalb sich die Vorbereitung besonders auf Themen jenseits der Hochschule bezog. Im Vorfeld unseres Herbstsemesters mussten wir uns nur wenige Gedanken zur Modulwahl machen. Wir alle besuchten das Modul «Research Methods», wahlweise in der sozial- oder der naturwissenschaftlichen Vertiefung, wobei nur Fabienne den sozialwissenschaftlichen Zweig gewählt hat. Ausserdem fertigten wir entweder zwei Semesterarbeiten innerhalb einer Forschungsgruppe (PWRG) an oder ersetzten eine davon durch die Belegung des Moduls «Agroecology and Food Systems». Schon in der Bewerbung wurden dafür von uns die Forschungsgruppen nach Interesse ausgewählt – von Fabienne «Geography of Food», Philipps PWRG-Arbeiten waren der Forschungsgruppe «Ökotechnologie» angegliedert.

Leben im Züribiet

Herausfordernd war die selbst organisierte Suche nach einer Unterkunft, die für uns beide glücklicherweise erfolgreich ausging. Fabienne wohnte in einer WG im gemütlichen Wädenswil. Dort schätzte sie die Boulderhalle und die Nähe zu Zürich sowie zu den Glarner Alpen. Philipp kam im etwas ruhigeren Nachbarort Richterswil unter, unweit der beiden Campus. Er fand eine Unterkunft im Haus einer Frau, die privat ein Zimmer mit eigenem Bad und gemeinsamen Kater untervermietete. Der Fahrradweg zur ZHAW oder auch zum wöchentlichen Hochschulsportkurs «Burner Games» bot etliche Ausblicke, die zum Verweilen einluden. Andere Double-Degree-Studierende hatten weniger Glück und mussten längere Fahrtwege in Kauf nehmen und/oder innerhalb des Semesters umziehen, wo-

Carmen Forrer in einer Diskussion beim Youth Engagement Workshop mit landwirtschaftlichen Auszubildenden. Der Workshop war Teil von Fabiennes PWRG.

Bild: Fabienne Buchmann





durch sie tröstlicherweise mit weiteren schönen Ausichten belohnt wurden. Während das Wohnen verglichen mit deutschen Mieten deutlich teurer ist, gab es im Bereich Ernährung kaum grössere Ausgaben, da wir viele Lebensmittel über Too Good To Go oder über den Wädenswiler Verein delikatrestessen retten konnten.

Fabienne hat das Leben so nah an den Bergen sehr genossen und viele Fahrradtouren und Wanderungen gemacht. Philipp unternahm viele Ausflüge mit der Bahn und erkundete von der Schweiz aus am Wochenende gerne Norditalien.

Haben wir überhaupt studiert?

Das natürlich auch. Studieren an der ZHAW ist sehr viel eigenverantwortlicher organisiert und weist einen höheren Workload im Vergleich zum Studium an der HNEE auf. Da wir im Double Degree in Vollzeit studieren, wurde bei einigen von uns mit fortschreitendem Semester jede Woche mit zusätzlicher Erwerbsarbeit sowie der nötigen Freizeit ein spannender Planungsakt.

An der ZHAW gibt es zudem einen stärkeren Forschungsbezug als an der HNEE, insbesondere was das Einbinden von Studierenden in die Forschungsgruppen angeht. Im Verlauf des Semesters hat Fabienne besonders die interdisziplinäre Arbeit in ihrer Forschungsgruppe Spass gemacht. Philipp gefiel vor allem die praktische Gruppenarbeit im Rahmen des Moduls «Research Methods». Als einziger Double-Degree-Student der HNEE in dieser Case-Study bereitere es ihm grosse Freude, zusammen mit den anderen Studierenden aus der Schweiz einen Algenreaktor zu betreiben. Zudem war der Campus Grüental mit seinen weitläufigen Gärten und dem Kalthaus ein beliebter Aufenthaltsort für beide.



Oben angekommen – Philipp geniesst die Aussicht vom Uetliberg (oben). Auf Velotour vorbei an grünen Weiden, Kühen und Obstbäumen rund um Wädenswil (unten).

Bild: Fabienne Buchmann

Wie hat es uns insgesamt gefallen?

«Tiptopp»! Wir beide nehmen viele Eindrücke, Kontakte und wertvolles Wissen mit. Es war eine tolle Erfahrung, die wir gerne weiterempfehlen. Das liebe-gewonnene Lebensgefühl in der Schweiz und die Begegnungen mit vielen tollen Menschen haben den Abschied sehr erschwert – doch ein Wiedersehen ist nah. Philipp wird Ende Juni für das Modul «Natural Resource Management in Mountain Areas» an die ZHAW zurückkehren und Fabienne im August zunächst für die dem Double-Degree angegliederte Summerschool Agroforestry, ausserdem wird sie ihre Masterthesis am IUNR verfassen.

buchmfab@students.zhaw.ch
duemiphi@students.zhaw.ch

Ökobilanz eines Eisenbahntunnels

Umweltauswirkungen von Bau und Betrieb des projektierten Brüttenertunnels

Auf etlichen Bahnlinien gibt es heute Kapazitätsengpässe, so auch auf der Verbindung zwischen Zürich und Winterthur. Im Rahmen des Grossprojekts MehrSpur Zürich – Winterthur soll der Brüttenertunnel zusätzliche Kapazitäten schaffen für den prognostizierten Anstieg des Personen- und Güterverkehrs im Grossraum Zürich. Obschon Schienenverkehr unbestritten umweltfreundlicher ist als der motorisierte Strassenverkehr, sind grosse Infrastrukturprojekte mit entsprechenden Umweltbelastungen verbunden. Im Rahmen einer Ökobilanz wurden die Umweltauswirkungen von Bau und Nutzung des projektierten Tunnels untersucht.



Michael Götz
Wissenschaftlicher Assistent
Ökobilanzierung
Absolvent MSc ENR19 mit
Schwerpunkt Ökotechnologien
und Erneuerbare Energien

Grossprojekt MehrSpur Zürich – Winterthur MSZW

Die bestehende Bahnverbindung zwischen Zürich und Winterthur gelangt während der Stosszeiten an ihre Kapazitätsgrenze. Um diesen Engpass zu beseitigen, hat das Bundesamt für Verkehr (BAV) die SBB beauftragt, die bestehende Stammlinie via Effretikon um eine zusätzliche Doppelspur zu erweitern. Kernstück des MSZW-Projekts ist der Bau eines etwa 9km langen Bahntunnels. Das Bauvorhaben sieht neben Umbauten auf den Strecken Wallisellen, Dietlikon, Bassersdorf und Winterthur den Bau von zwei parallelen, sich verzweigenden Tunnelröhren vor. Der geplante Brüttenertunnel wird die nordöstlichen Portale in Winterthur mit den südwestlichen Portalen in Dietlikon bzw. Bassersdorf verbinden (siehe Abb. unten).

Tunnelbau

Der schienengebundene Güter- und Personenverkehr verursacht im Vergleich zum motorisierten Strassenverkehr deutlich weniger Umweltauswirkungen. Dennoch sind grosse Infrastrukturprojekte wie der Bau von Tunnels mit erheblichem Energie- und Ressourcenbedarf verbunden. Die Erstellung von Tunnelbauwerken erfordert energieintensive Arbeiten, z. B. den Aushub und Ausbruch von Erdreich und Gestein. Zudem werden grosse Mengen

an Baustoffen wie Beton, Zement und Stahl für Ausbruchsicherung, Verkleidung und weitere Betonstrukturen benötigt. Hinzu kommen diverse Komponenten der Bahn- und Tunnelinfrastruktur; dazu gehören Schwellen, Gleise, Fahrleitungen, Lüftungs- und Drainagesysteme, Beleuchtung sowie elektrische Installationen, welche periodisch ersetzt werden müssen.

Die Tunnelröhren zwischen Winterthur und Dietlikon werden mit Hilfe zweier Tunnelbohrmaschinen (TBM) erstellt. Für die Abzweigung in Richtung Bassersdorf sowie für die Querverbindungen zwischen den Röhren kommen gemäss aktuellem Stand der Planung konventionelle Baumaschinen und teilweise auch Sprengvortrieb zum Einsatz. Energie- und Ressourcenbedarf unterscheiden sich je nach gewählter Vortriebsmethode und in Abhängigkeit der Gesteinsbedingungen. Um eine detaillierte Betrachtung zu ermöglichen, wurden die unterschiedlichen Vortriebsverfahren sowie der Einfluss der Gesteinsbedingungen hinsichtlich ihrer jeweiligen Umweltauswirkungen untersucht.

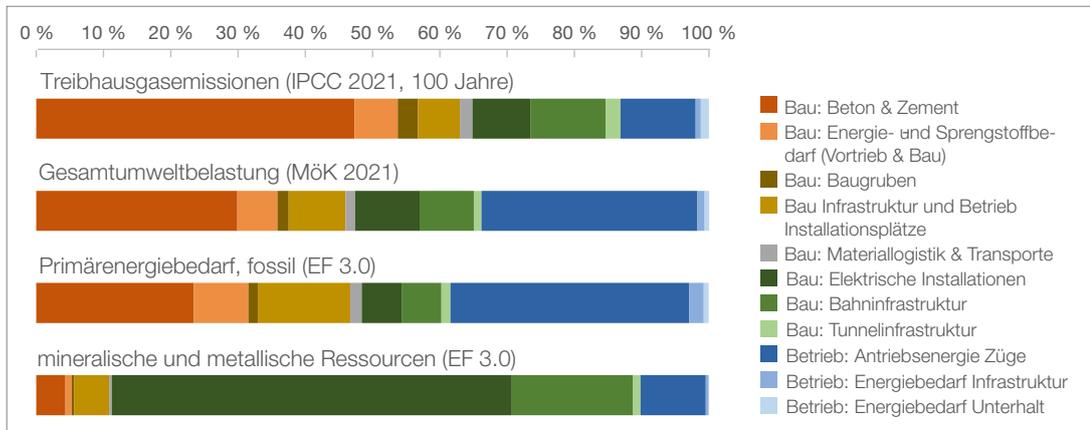
Beton, Zement und Stahl als Haupttreiber der Umweltauswirkungen

Beton, weitere zementbasierte Baustoffe und Stahl wurden als Haupttreiber der Umweltwirkungen der Bauphase identifiziert. In der Grafik S. 15 sind die

Überblick über das Infrastrukturprojekt MehrSpur Zürich – Winterthur. Der Verlauf des neuen Eisenbahntunnels ist als gepunktete rote Linie dargestellt.

Quelle: SBB





Überblick über die Anteile von Tunnelbau und Betrieb an den Resultaten der Wirkungsabschätzung in den Kategorien Treibhausgasemissionen, Gesamtumweltbelastung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit, fossiler Primärenergiebedarf sowie Verbrauch mineralischer und metallischer Ressourcen.

Grafik: Michael Götz

relativen Anteile der verschiedenen Prozesse der Bau- und Betriebsphase an den Gesamtumweltwirkungen dargestellt. Die Balken zeigen die Resultate für vier ausgewählte Wirkungskategorien. Betonstrukturen, Vortrieb, Bahn- und Tunnelinfrastruktur sowie weitere Prozesse der Bauphase werden voraussichtlich fast 90% der Treibhausgasemissionen sowie zwei Drittel der Gesamtumweltbelastung verursachen. Wie sich herausgestellt hat, sind für TBM-basierte Tunnelbaumethoden tiefere Umweltauswirkungen zu erwarten als für konventionelle Methoden. Dies ist primär auf den geringeren Bedarf an zementbasierten Bauhilfsmassnahmen zurückzuführen. Ähnliches zeigt sich beim Vergleich von Tunnelbau in Fest- und Lockergestein. Je lockerer das Gestein, desto höher der Bedarf an Zement und desto höher die zu erwartenden Umweltauswirkungen. Der Verbrauch mineralischer und metallischer Ressourcen wird durch elektrische Installationen und Bahninfrastruktur dominiert. Kupfer, Stahl und andere metallische Ressourcen sind dabei die Haupttreiber. Obwohl enorme Mengen an Ausbruch- und Baumaterial transportiert werden müssen, fallen die Umweltauswirkungen der Materiallogistik im Vergleich zu den übrigen Prozessen kaum ins Gewicht.

Strommix ist entscheidend für den Betrieb

Tunnelsysteme haben im Vergleich zu anderen Bauwerken eine äusserst lange Lebensdauer. Dem Ressourcen- und Energieaufwand der Bauphase steht eine projektierte Nutzungsphase von mindestens 100 Jahren gegenüber. Mit Blick auf die Umweltauswirkungen der Bauphase ist eine möglichst lange Betriebsdauer aus ökologischer Sicht begrüssenswert. Dies bedeutet jedoch auch, dass die Umweltauswirkungen des Betriebs während eines entsprechend langen Zeitraums auftreten. Für den Betrieb der Tunnel- und Bahninfrastruktur wird Energie benötigt, ebenso für Unterhalt und Reinigung des Tunnels. Da der Zugverkehr aufgrund des erhöhten

Luftwiderstands im Tunnel deutlich mehr Strom verbraucht als auf freier Strecke, wurde auch die Antriebsenergie der Züge berücksichtigt. Wie die Grafik oben zeigt, dominiert der Strombedarf der Züge die Umweltwirkungen der Betriebsphase. Zwei Drittel der Umweltauswirkungen in den Kategorien Gesamtumweltbelastung und fossiler Primärenergiebedarf werden durch den Betrieb verursacht.

Fazit

Massnahmen wie die Wahl möglichst zementarmer Betonsorten und Baustoffe, das Bevorzugen von Tunnelbohrmaschinen gegenüber konventionellen Tunnelbauverfahren sowie der Einsatz von elektrisch statt fossil betriebenen Baumaschinen können zu einer effektiven und deutlichen Senkung der Gesamtumweltbelastung beitragen. Die von den SBB für den Zugbetrieb eingesetzte Elektrizität wird aktuell grösstenteils in Wasserkraftwerken erzeugt, maximal 10% stammen aus Kernkraftwerken. Eine Reduktion der Umweltauswirkungen hinsichtlich der Gesamtumweltbelastung und des Verbrauchs fossiler Ressourcen könnte durch eine weitere Erhöhung des Wasserkraftanteils im Strommix erreicht werden. Bereits kleine Anteile Strom aus fossilen Quellen würden hingegen zu einem deutlichen Anstieg der Gesamtumweltwirkungen und zu einer Verschiebung der Umweltwirkungen von der Bau- hin zur Nutzungsphase führen.

Die vorgestellte Ökobilanzstudie wurde als Masterarbeit im Studiengang Umwelt und Natürliche Ressourcen erstellt (MSc ENR). Betreut wurde die Arbeit von Matthias Stucki und René Itten (ZHAW IUNR, Forschungsgruppe Ökobilanzierung) und unterstützt durch die SBB und ILF Consulting Engineers.

michael.goetz@zhaw.ch

Herausforderung alpiner Renaturierungen

Markante Unterschiede in Vegetation, Bakterien und Boden

Die Schweiz weist mit ihrer abwechslungsreichen Topografie eine hohe Artenvielfalt auf. Die heterogene Landschaft und insbesondere die mächtigen Gebirgszüge tragen dabei zur besonderen Verantwortung gegenüber dem Schutz und Erhalt der Biodiversität bei. Bautätigkeiten und Eingriffe in die Landschaft ausserhalb der Bauzonen werden daher häufig von Renaturierungsmassnahmen begleitet. Jonathan Blank-Pachlatko untersuchte in seiner Masterarbeit am Corvatsch im Engadin, welche ökologischen Unterschiede sich dabei kurz nach der Ausführung im Vergleich zu unberührten Flächen feststellen liessen.



Jonathan Blank
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Umweltplanung
Absolvent MSc ENR 19 mit
Schwerpunkt Biodiversität
und Ökosysteme

Die Ansprüche an unsere Böden sind schon seit jeher gross, insbesondere dort, wo der Platz knapp ist. Weil es immer weniger wilde, unberührte Gebiete gibt, benannte die UNO die Zeit zwischen 2020 und 2030 als Dekade der Wiederherstellung und fördert weltweit Wiederherstellungsprojekte. Je mehr auch in Zukunft baulich in intakte Naturräume eingegriffen wird, desto relevanter werden fundierte Kenntnisse über die Wirkung von Renaturierungen und deren ökologische Herausforderungen.

Infrastrukturanlagen für Skigebiete

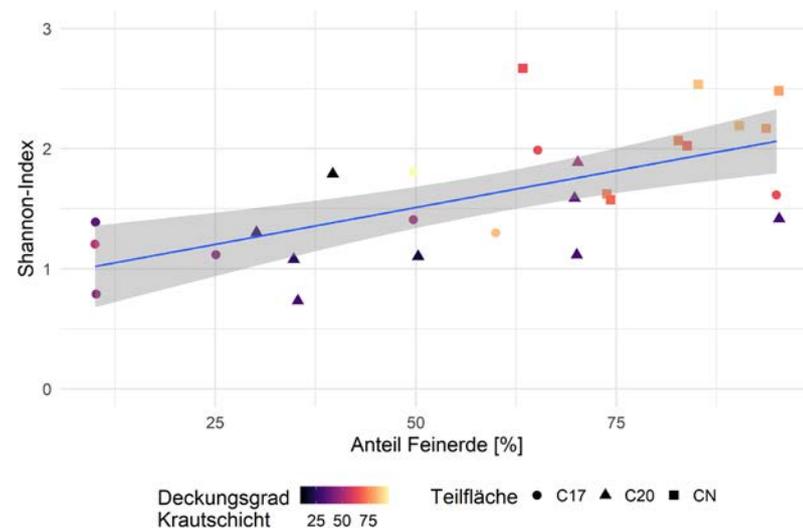
In Wintersportzonen treffen diesbezüglich verschiedene Interessen zusammen. Einerseits sollen moderne Infrastrukturen für die Ausübung des Skisports in der oft hochalpinen Höhenlage (ausserhalb der Bauzone) bereitgestellt werden. Andererseits beherbergen die alpinen Wiesen und Weiden eine grosse Artenvielfalt, für welche die Schweiz eine besondere Verantwortung hat. Da zudem Beschneigungsanlagen aufgrund der prognostizierten Schneeknappheit für die Skigebiete eine immer grössere Bedeutung gewinnen, werden entlang der Pisten kilometerlange

Wasser- und Stromleitungen verlegt oder ganze Seen aufgeschüttet. Obwohl diese Bauarbeiten in der Regel durch eine Umwelt- oder Bodenbaubegleitung beaufsichtigt werden, sind Störungen unvermeidlich.

Zusätzlich müssen in Skigebieten aufgrund der grossen Höhe und der Abgeschlossenheit Ressourcen für Wiederbegrünungen (z. B. passender Oberboden) von weit her transportiert werden. Obwohl gesetzlich vorgeschrieben, wird der Ausgangszustand durch die anschliessende Renaturierung deshalb oftmals nicht erreicht. Landschaftsnarben bleiben lange und im Sommer von weitem sichtbar. Um den Erfolg hochalpiner Renaturierungen zu untersuchen, hat Jonathan Blank-Pachlatko von der Forschungsgruppe Umweltplanung deshalb ein Best-Practice-Beispiel am Corvatsch im Engadin auf 2800m ü. M. untersucht. Die Flächen wurden entweder angesät oder mit Rasenziegeln wiederbegrünt und waren im Jahr 2021 für den Begrünerpreis der Arbeitsgruppe Hochlagenbegrünung 2021 nominiert.

Der Feinerde-Anteil des Oberbodens hat zusammen mit dem Deckungsgrad der Krautschicht einen Einfluss auf die Diversität der Pflanzen (Shannon-Index). Beide Parameter verändern sich durch bauliche Eingriffe.

Grafik: Jonathan Blank-Pachlatko



Unterschiede in der Vegetation

Hinsichtlich der Vegetation liess sich in den Aufnahmen ein klares Muster erkennen. Die Aufnahmen der angesäten Wiederbegrünung aus dem Jahr 2017 zeigten im Vergleich zu den unveränderten Flächen signifikant tiefere Artenzahlen und Shannon-Indices; die Aufnahmen der Wiederbegrünung mit Rasenziegeln aus dem Jahr 2020 wiesen signifikant tiefere Vegetationsdeckungen und Shannon-Indices auf. Die hohe pflanzensoziologische Qualität der Vergleichsflächen wurde mit beiden Begrünungsmethoden nicht erreicht. In den angesäten Flächen fanden sich zudem nicht nur weniger, sondern auch standort-untypische Arten, wie z. B. *Phleum pratense*, *Leucanthemum* sp. oder *Achillea millefolium* aggr. Obwohl die Saatgutmischung mit lokal vorkommenden Arten angereichert wurde, setzten sich schnellwüchsige Generalisten dominant durch und führten zu artenarmen Beständen. Die Rasenziegelflächen wiesen im Vergleich dazu zwar höhere Artenzahlen mit standortangepassteren Arten auf, die Vegeta-



Bauschneise nahe der Bergstation des Curtinella-Lifts im Skigebiet Corvatsch im Engadin. Mit noch vorhandenen Rasenziegeln wurden die Flächen im Jahr 2021 bestmöglich zugedeckt.

Bild: Jonathan Blank-Pachlatko

tionsbedeckung blieb aber aufgrund von fehlendem Oberbodenmaterial und Rasenziegel bei lediglich ca. 30 %.

Unterschiede im Boden

Auch im Vergleich des Bodens liessen sich grosse Unterschiede feststellen. Den veränderten Flächen fehlten insbesondere die Feinerde und das Oberbodenmaterial, das sich in den unveränderten Flächen zuvor über Jahrhunderte aufgebaut hatte und durch die Bautätigkeit verloren ging. Die bodenchemischen und -biologischen Parameter korrelierten stark mit der Bodentiefe und dem Anteil der Kiesfraktion des Oberbodens sowie mit der Deckung der Krautschicht. Beide ehemaligen Baustellen wiesen einen signifikant geringmächtigeren Boden, weniger Nährstoffe sowie einen höheren pH-Wert auf. Darüber hinaus konnte ein signifikanter Unterschied der mikrobiellen Biomasse im Boden beobachtet werden. Die Shannon-Indices der Bakteriengemeinschaften waren jedoch in den gestörten Bereichen höher, die veränderten Flächen unterschieden sich bezüglich der Bakteriengesellschaft deutlich von den ungestörten Vergleichsflächen. Daraus ergaben sich acht Bakterientaxa auf Gattungsebene, die sich als Indikatoren für ungestörte alpine Böden im Untersuchungsgebiet eignen.

Fazit

Für die Erfolgskontrolle der untersuchten Hochlagenbegrünungen hat sich das angewendete Methoden-

set mit Vegetationsaufnahmen, der Analyse der Bodeneigenschaften sowie der 16S und ITS rRNA-Sequenzierung der Bodenbakterien bewährt. Nebst Bodeneigenschaften und Zielarten der Gefässpflanzen konnten für das Gebiet acht Bakteriengattungen identifiziert werden, welche lokal als Indikatorarten ungestörter Böden verwendet werden können. Die Einbindung weiterer Artengruppen wie Pilze oder Laufkäfer wäre technisch machbar und für die Beschreibung einer ganzheitlicheren Biozönose aus Sicht der Biodiversität auch angezeigt.

Trotz der erfolgreichen Hochlagenbegrünungen zeigen die Ergebnisse dieser kleinräumigen Studie am Corvatsch nach ein und vier Jahren einen erheblichen Verlust der Gefässpflanzenvielfalt und Oberbodenmenge, was sich direkt auf die im Boden verfügbaren Nährstoffe, den pH-Wert sowie auf die Bakteriengesellschaft auswirkte. In Anbetracht der langsamen Regenerationszeit von Böden und Lebensräumen in dieser Höhe sowie der derzeit weltweit hohen Bodenverluste sprechen die Ergebnisse für einen rücksichtsvollen Umgang mit dem alpinen Boden.

Link zur Masterarbeit

<https://digitalcollection.zhaw.ch/handle/11475/25608>

jonathan.blank@zhaw.ch

Quellen – sensible Lebensräume in Gefahr

Im UNESCO-Welterbe Schweizer Alpen Jungfrau-Aletsch (SAJA) befindet sich eine Vielzahl von gefassten und ungefassten Quellen. Durch ihre konstanten Wassertemperaturen, stabilen physikalischen und chemischen Eigenschaften bieten sie Lebensraum für eine spezialisierte Lebensgemeinschaft. Nebst der zunehmend intensiveren Nutzung der Alpen in den letzten Jahrzehnten stellt in jüngerer Zeit der Klimawandel eine weitere Gefahr für diese sensiblen Lebensräume dar. Wird es gelingen, diese einzigartigen Lebensräume zu schützen und einen Teil der ökologischen Vielfalt der Welterbe-Region sicherzustellen?



Nicolas Anderegg
Absolvent BSc UI 18
Vertiefung Naturmanagement



Patrick Greber
Absolvent BSc UI 18
Vertiefung Naturmanagement



Christa Gufler
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Ökohydrologie

Drusus muelleri – eine kälteangepasste Köcherfliege der subalpinen/alpinen Höhenstufe, welche künftig aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels lokal aussterben kann.

Bild: Verena Lubini

Quellen – Ursprung des blauen Goldes

Die grosse Zahl gefasster und ungefasster Quellen im UNESCO-Welterbe Schweizer Alpen Jungfrau-Aletsch prägen die Natur- und Kulturlandschaft. Sie tragen zur Vielfalt der unterschiedlichen Landschaften und Ökosysteme bei und nehmen eine wichtige ökologische und ökonomische Rolle für die Region ein. Verglichen mit dem Mittelland weist der Alpenraum eine deutlich höhere Dichte an naturnahen Quellen auf. Quellen bilden den Ursprung von Fliessgewässern und sind einzigartige Lebensräume, die das Grundwasser permanent oder temporär mit den Oberflächengewässern verbinden. Der Bedeutung von Quellen als Lebensraum wurde lange Zeit kaum Beachtung geschenkt: Sie bieten konstante Wassertemperaturen sowie stabile physikalische und chemische Verhältnisse. Infolgedessen beherbergen sie eine Vielzahl spezialisierter Arten. Dies sind oft wirbellose Kleintiere der Gewässersohle (Makrozoobenthos), z. B. Eintags-, Stein- und Köcherfliegenlarven, die tiefe Wassertemperaturen für eine optimale Entwicklung benötigen und aufgrund ihrer Gefährdung sowie Spezialisierung als national prioritär eingestuft werden.

Temperatur als prägender Faktor

Die Temperatur gilt für die meisten biologischen Prozesse als Schlüsselfaktor. Es ist daher anzunehmen, dass sich die Lebensgemeinschaften in den Quellen aufgrund des Klimawandels in Zukunft verändern werden. Um dessen Einfluss auf die Lebensgemein-



schaft des Makrozoobenthos in Quelllebensräumen zu verstehen, wurden im Rahmen der Bachelorarbeit von Nicolas Anderegg und Patrick Greber 20 Quellen aus verschiedenen Höhenlagen hinsichtlich ihrer Struktur- und Temperaturverhältnisse sowie der Zusammensetzung des Makrozoobenthos untersucht. Ein Augenmerk galt dabei dem Zusammenhang zwischen Quelltemperatur und Höhenlage sowie zwischen Quelltemperatur und Distanz zum Permafrostboden. Pro 100 Höhenmeter wurde eine Abnahme der Quelltemperaturen von 0.28 °C festgestellt. Beim Permafrost bewirkte eine zusätzliche Entfernung von 100m eine Erwärmung von 0.11 °C. Mit einer Abnahme der spezifischen Quelltemperaturen wurde eine Zunahme der Makrozoobenthos-Arten in den untersuchten Quellen beobachtet. Als Folge der globalen Erwärmung und durch das Auftauen des Permafrosts wird ein weiterer Anstieg der Quelltemperaturen prognostiziert. Neben dem bereits geringen Grundwasservorkommen auf Walliser Seite werden im Welterbe verringerte Niederschlagsmengen im Sommer erwartet. Damit könnten gering schüttende Quellen (d. h. Quellen mit kleinen austretenden Wassermengen) während den Sommermonaten versiegen.

Alpine Quellen – Refugien seltener Arten

Neben ihren kalten Temperaturen sind die Merkmale alpiner Quell-Lebensräume ihre zahlreichen spezialisierten sowie endemischen (d. h. nur in einem begrenzten Gebiet vorkommenden) Arten. Besonders empfindlich auf den Klimawandel reagieren kälteliebende Arten mit einer Spezialisierung auf hohe Lagen, Wasserinsekten mit einer kurzen Schlupfphase und endemische Arten. Besonders alpine Köcherfliegenarten, die in dieser begrenzten ökologischen Nische leben, werden am stärksten mit den Folgen des Klimawandels konfrontiert. Die Untersuchungen im Lötschental bestätigen dies. Im Einzugsgebiet wurden drei endemische Arten der Westalpen nachgewiesen, die vom Aussterben bedroht sind. Es handelte sich dabei um drei Arten der Köcherfliegen-Unterfamilie Drusinae (siehe Abb. links).



Quellbeprobung im Löttschental. Im Hintergrund zu sehen die Lonzhörner, das Breithorn, das Breitlauhorn, das Bietschhorn und das Wilerhorn.

Bild: Patrik Ngu

Generalistische alpine Arten können von künftigen zusätzlichen Schmelzwassereinträgen profitieren, was artspezifische Verschiebungen in andere Gebiete zur Folge haben kann. Für diverse Pflanzen- und Tierarten wurden bereits Verschiebungen – insbesondere in höhere Lagen – nachgewiesen. Eine Anpassung wird jedoch durch die Ausbreitungsfähigkeit einzelner Arten und die Einzugsgebietsgrenzen eingeschränkt. Arten, die bereits in den höchstgelegenen Quellen leben, können nicht nach oben ausweichen und könnten lokal aussterben. Die Verletzlichkeit der Quell-Lebensgemeinschaften gegenüber dem Klimawandel nimmt mit zunehmender Höhe zu. Dies zeigen auch die Untersuchungen im Löttschental. Hochgelegene Quellen stellen zum einen ein Refugium für spezialisierte, gegenüber dem Klimawandel sensible Artgemeinschaften dar. Zum anderen fungieren sie als letzter Zufluchtsort für mobilere Arten, die sich aufgrund der steigenden Temperaturen nach oben bewegen.

Quellen erhalten und schützen

Lange Zeit von menschlichen Eingriffen verschont, nimmt der Nutzungsdruck auf alpine Quellen zu. Da Quellen in der Schweiz noch keinen umfassenden Schutzstatus besitzen, bleibt es zentral, Quellstandorte in der Welterbe-Region flächendeckend zu erfassen, um einen zielorientierten Schutz zu ermöglichen. Quell-Lebensräume sind bei Bauprojekten – wie andere schützenswerte Lebensräume – zu berücksichtigen. Geeignete Massnahmen zum Schutz können z. B. durch Vereinbarungen mit Bewirtschaftenden, einem zonenrechtlichen Schutz oder der Ausscheidung von Schutzgebieten sichergestellt werden. Gezielte Aufwertungsmassnahmen können den

Zustand von beeinträchtigten Quell-Lebensräumen verbessern.

Weitere Informationen

<https://jungfraualetsch.ch/quellen>

christa.gufler@zhaw.ch

Wissenschaftliche Begleitung

Die Bachelorarbeit «Vulnerabilität von Quell-Lebensgemeinschaften unter Berücksichtigung des Klimawandels – eine Untersuchung im UNESCO-Welterbe Swiss Alps Jungfrau-Aletsch» wurde wissenschaftlich begleitet von:

- Christa Gufler, Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Ökohydrologie, IUNR/ZHAW
- Alessandra Lochmatter, Leiterin Aufwertung und Erhaltung UNESCO-Welterbe Schweizer Alpen Jungfrau-Aletsch (SAJA)
- Dr. Daniel Küry, Geschäftsleitung Life Science AG Basel

Artikel «Einblicke – Ausblicke»

Bei diesem IUNR Magazin Artikel handelt es sich um eine Kurzversion des Artikels der wissenschaftlichen Publikationsreihe «Einblicke – Ausblicke» der Stiftung UNESCO-Welterbe Schweizer Alpen Jungfrau-Aletsch (SAJA). Verantwortlich für diese Ausgabe waren:

- Nicolas Anderegg, Alessandra Lochmatter, beide UNESCO-Welterbe Schweizer Alpen Jungfrau-Aletsch (SAJA)
- Patrick Greber, BSc Umweltingenieurwesen
- Dr. Roger Bär, Centre for Development and Environment (CDE), Universität Bern

Im Garten Eden auf der Spur des Feuerbrandes

Ein internationales Projekt zum Schutz der Biodiversität in Zentralasien

Feuerbrand ist eine schwerwiegende bakterielle Krankheit von Kernobstbäumen, die innerhalb kürzester Zeit ganze Obstanlagen zerstören kann. In den letzten Jahren hat die Krankheit Zentralasien erreicht, wo Kernobstbäume die dominante Art in Wäldern darstellen und somit die Grundlage ganzer Ökosysteme bilden. Deren genetische Diversität, aber auch die lokale Wirtschaft, sind nun akut durch Feuerbrand bedroht, weshalb die Forschungsgruppe Umweltgenomik und Systembiologie in Zusammenarbeit mit zahlreichen internationalen Partnern an einem Projekt zum Schutz der Apfelwälder in Zentralasien mitgewirkt hat.



Mirjam Kurz
Wissenschaftl. Assistentin
Umweltgenomik und
Systembiologie



Theo Smits
Dozent Umweltgenomik und
Systembiologie



Fabio Rezzonico
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Umweltgenomik und
Systembiologie

Apfelstrudel, Süessmost, Apfelmus – Äpfel sind in der Schweizer Küche allgegenwärtig. Doch unsere Lieblingsfrucht ist keineswegs heimisch, sondern hat eine unerwartet exotische Herkunft: das Tian-Shan-Gebirge in Zentralasien. Von dort stammt der kleine, saure und holzige genetische Vorfahre (*Malus sieversii*) unseres modernen Apfels (*Malus domestica*). Auf dem Weg über die Seidenstrasse nach Europa wurde er durch zahlreiche Kreuzungen zu dem schmackhaften Apfel, wie wir ihn im Birchermüesli lieben. Auch heute noch blüht jeden Frühling eine faszinierende Vielfalt an Apfelsorten in den über zehn Millionen Jahre alten zentralasiatischen Obstwäldern. Doch das einmalige Ökosystem ist gefährdet. Unter anderem durch ein Bakterium, das sich in Windeseile verbreitet, Obstbäume innert kürzester Zeit zerstört und gegen das keine nachhaltigen Bekämpfungsmittel bekannt sind: *Erwinia amylovora* oder umgangssprachlich Feuerbrand. Die Krankheit stammt ursprünglich aus Nordamerika, hat um die Jahrhundertwende in Europa zur Zerstörung von unzähligen Obstplantagen geführt und ist vor 15 Jahren auch in der Heimat der Äpfel angekommen. Während die Verbreitung der Krankheit hierzulande durch regelmässige Befallskontrollen und sofortige Vernichtung von erkrankten Pflanzen in Schach gehalten werden kann, ist über die Verbreitung und Bekämpfungsmöglichkeiten der Krankheit in den Wäldern von Zentralasien wenig bekannt.



Zu Gast bei einer kirgisischen Familie.

Bild: Fabio Rezzonico

Eine win-win-Situation für die Projektpartner

Die Forschungsgruppe Umweltgenomik und Systembiologie erforscht und verfolgt die Verbreitung von Feuerbrand seit mehreren Jahren aufmerksam. Als 2013 Forschende aus zentralasiatischen Ländern begannen, sich an Feuerbrand-Konferenzen zu beteiligen, war das gegenseitige Interesse an einer Kooperation gross. Die Partner eröffneten uns die Möglichkeit, Feuerbrand in einer einmaligen ökologischen Umgebung zu studieren, während wir sie mit jahrelanger Erfahrung zu Erforschung und Bekämpfung von Feuerbrand unterstützen würden. Zudem weckten die wundervollen Bilder der Apfelwälder unsere Reiselust! So kam es, dass wir zusammen mit Partnern aus Kirgistan, Kasachstan und Tadschikistan ein Projekt im Rahmen des r4d-Programmes, das praktische Lösungsansätze für globale Herausforderungen anstrebt, starteten. Ziel des Projektes war es, die Verbreitung von Feuerbrand in Zentralasien zu verstehen und lokal angepasste Schutzmassnahmen für die Apfelwälder zu definieren.

Vermutlich aus Europa importiert

In einem ersten Schritt wurde anhand genetischer Analysen von Hunderten von Feuerbrandproben untersucht, wie das Bakterium nach Zentralasien gelangt ist und wie es sich dort weiterverbreitet. Wir konnten zeigen, dass Feuerbrand sehr wahrscheinlich mehrmals durch Import von Pflanzenmaterial aus Europa oder dem Mittleren Osten in Kasachstan und Kirgistan eingeschleppt wurde. Anfangs dieses Jahrhunderts gab es nämlich Bestrebungen in Zentralasien, die lokale Apfelproduktion auf westliche Apfelsorten umzustellen. Weiter konnte gezeigt werden, dass sich die Krankheit, wenn sie einmal eingeschleppt ist, lokal durch natürliche Übertragung über Insekten, Vögel oder Regen verbreitet.

Länderspezifische Schutzstrategien

Anhand dieser ersten Ergebnisse konnten Schutzstrategien für Kirgistan und Kasachstan entwickelt werden. Diese wurden länderspezifisch angepasst,



da sich die Verteilung der Hauptwirtschaftspflanzen des Feuerbrandes, wie z. B. Apfel oder Birne, in den zwei Ländern sehr unterschiedlich präsentiert. In Kasachstan sind geschützte und gefährdete Sorten vor allem in abgelegenen Naturschutzgebieten zu finden. Deshalb ist die Gefahr einer Übertragung von Feuerbrand ausgehend von privaten Gärten oder Obstanlagen durch Insekten, Vögel oder Regen gering. Mit dem Einrichten einer Pufferzone um die Apfelwälder, in denen das Anpflanzen von Feuerbrand-Wirtschaftspflanzen verboten ist, kann somit das Risiko einer Ausbreitung von Feuerbrand in die Naturschutzgebiete stark verringert werden.

Solche Massnahmen sind in Kirgistan schwieriger umzusetzen, da hier Dörfer stärker in die Wälder mit schützenswerten Arten eingebettet sind. Es konnte beobachtet werden, wie Feuerbrand von den privaten Gärten auf die umliegenden wilden Pflanzen übertragen wird. Um dies zu verhindern und die Infektionen bereits in den Gärten zu bekämpfen, ist es zentral, die kirgisische Bevölkerung vollumfänglich über die Symptome der Krankheit und die richtigen Bekämpfungsmassnahmen zu informieren. In einer ersten Phase wurde dies durch eine Reihe von Veranstaltungen in den betroffenen Gebieten und die Verteilung von übersetztem Infomaterial, das die Agroscope zur Verfügung stellte, erreicht. Später wurde zusätzlich eine App für Android entwickelt. Darin sind die wichtigsten Informationen zu Feuerbrand auf Russisch, Englisch und in den Lokalsprachen verfügbar und Feuerbrand-Infektionen können anonym gemeldet werden.

Wertvoller internationaler Austausch

Das Projekt war sowohl wissenschaftlich als auch kulturell sehr bereichernd. Obwohl während der



Gruppenfoto während der Exkursion in den Wäldern rund um Arslanbob (Kirgistan) [oben].

Früchte von *Malus niedzwetzkyana*, einer bedrohten einheimischen Apfelspezies [unten].

Bilder: Ormon Sultangaziev, Fauna and Flora International | Fabio Rezzonico

Pandemie nicht alle Reisepläne eingehalten werden konnten, waren gegenseitige Besuche und sogar ein IZA-Praktikum für einen angehenden Umweltingenieur in Bishkek möglich. Auch unser Reisewunsch erfüllte sich im Sommer 2022 und wir durften die Diversität der Apfelwälder vor Ort bewundern, die Lebensweise der einheimischen Bevölkerung kennenlernen und unseren kulinarischen Horizont erweitern. Nach Abschluss des erfolgreichen Projekts sind weitere Kooperationen im Rahmen des SOR4D-Programms vorgesehen. Dabei soll der Fokus auf praktischen und sozialen Aspekten der entwickelten Schutzmassnahmen liegen und für einmal werden die Naturwissenschaften in der Forschungsgruppe ein wenig in den Hintergrund rücken.

Webseite zum Projekt

www.r4d.ch/en/t4k12cEYHtpKKh64/project/preservation-of-fruit-tree-forest-ecosystems

An App for Apples

<https://tinyurl.com/bdz8u7a7>

mirjam.kurz@zhaw.ch
theo.smits@zhaw.ch
fabio.rezzonico@zhaw.ch

Gehen wir in die Tiefe!

Nachwachskräfte zur Kartierung unserer Böden gesucht

In der Schweizer Bodenkartierungsszene steht viel Arbeit an. Der Sachplan Fruchtfolgeflächen des Bundes fordert von den Kantonen mittelfristig die Kartierung aller Landwirtschaftsböden. Auf nationaler Ebene ist sogar die vollständige Kartierung sämtlicher nicht versiegelter Böden ausserhalb der Siedlungsgebiete beabsichtigt. Für die erfolgreiche Ausführung dieser Kartierungsprojekte braucht es dringend neue Fachkräfte. Die Forschungsgruppe Bodenökologie arbeitet an einem Ausbildungsprogramm, das dem antizipierten Nachwuchsmangel entgegenwirken soll.



Roman Berger
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Bodenökologie

Schweizer Mittellandböden: fruchtbar und vielfältig

Die Schweiz ist in der glücklichen Lage, im Mittelland vergleichsweise junge Böden zu haben. Vielerorts sind die Böden dennoch bis in einen Meter Tiefe verwittert und weisen eine gute Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit auf. Böden versauern natürlicherweise. Mit fortschreitendem Alter respektive sinkendem Säuregrad (pH) des Bodens nimmt die Bodenfruchtbarkeit ohne Gegenmassnahmen wie eine Aufkalkung langsam ab.

Unsere Böden im Mittelland weisen in der Regel einen dunkelbraunen Oberboden mit angereichertem Humus (A-Horizont) von ca. 10–30 cm Mächtigkeit auf. Darauf folgt ein hellbrauner Unterboden (B-Horizont) von ca. 30–90 cm Mächtigkeit. Darunter befindet sich das mehr oder weniger unverwitterte, meist gräuliche Ausgangsmaterial (C-Horizont), aus dem der Boden entstanden ist. Aufgrund des kleinräumig sehr variablen Reliefs und vieler verschiedener Ausgangsmaterialien (z. B. vielfältige Gletscherablagerungen, Flussablagerungen, Ablagerungen durch Erosion) weist die Schweiz zudem eine grosse Bodenvielfalt auf. In der obersten Bodenschicht leisten die Böden mit ihrer Multifunktionalität im Verborgenen viele wertvolle Dienstleistungen für Mensch und Umwelt.

Bodenstrategie und Sachplan FFF zum Schutz einer wertvollen Ressource

Unsere Böden werden nach wie vor in erheblichem Masse durch Bautätigkeit zerstört oder durch Verdichtung, Schadstoffe oder Erosion belastet. Der Bund hat im Jahr 2020 eine neue Bodenstrategie zum besseren Schutz der nicht erneuerbaren Ressource Boden verabschiedet. Im Rahmen dieser Strategie wurden verschiedene Funktionen definiert, welche Böden erfüllen. Dies sind die Produktions- und die Regulierungsfunktion (z. B. Regulierung von Wasser und Nährstoffen), die Lebensraum-, die Rohstoff- und die Archivfunktion (z. B. zeitlich geordnete Bleikonzentrationen in Moorböden) sowie die Trägerfunktion. Die neue Strategie verfolgt unter

anderem das Ziel, den Bodenverbrauch und die Bodenbelastung zu reduzieren und die Wahrnehmung von Wert und Empfindlichkeit des Bodens zu verbessern. Zudem sollen die Bodenfunktionen künftig bei der Planung und Interessensabwägung berücksichtigt werden.

Zeitgleich mit der Bodenstrategie hat der Bund den Sachplan Fruchtfolgeflächen (FFF) aktualisiert und verabschiedet. Die Kantone werden neu dazu angehalten, ihr vom Bund vorgeschriebenes Kontingent an Fruchtfolgeflächen, also die besten ackerfähigen Böden, mithilfe von Bodenkarten im Massstab von 1:5000 zu bestimmen. Solche grossmassstäblichen Bodenkarten unterstützen die Kantone auch bei der Bearbeitung von vielen anderen Fragestellungen im täglichen Vollzug. So können beispielsweise besonders wertvolle Böden in der Raumplanung gezielt geschützt und dafür weniger wertvolle oder durch den Menschen bereits stark beeinträchtigte Böden für eine Umnutzung freigegeben werden. Im Rahmen der ökologischen Infrastruktur sind die Kantone zudem angehalten, in ihren kantonalen Richtplänen Böden auszuweisen, die besonders als Biodiversitätsstandorte geeignet sind (u. a. Nass- oder Trockenstandorte).

Grossprojekt erfordert Fachleute

Da im Gegensatz zum Ausland in der Schweiz für lediglich 13 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche Bodenkarten vorliegen, gibt es grossen Nachholbedarf. Diverse Kantone führen aktuell Bodenkartierungen durch oder sind in der Planungsphase. Gleichzeitig plant der Bund eine nationale Bodenkartierung, um nach einer mehrjährigen Vorbereitungsphase ab ca. 2028 die noch nicht kartierten, nicht versiegelten Böden der ganzen Schweiz kartieren zu lassen. Erste, vermutlich eher zu optimistische Schätzungen gehen für dieses Grossprojekt von einer Laufzeit von ungefähr 25 Jahren aus. Die Kartierungsgeschwindigkeit ist unter anderem von der Kartiermethodik und den verfügbaren Fachleuten abhängig. Da die Bodenszene schon seit einigen Jahren stark ausgelastet ist, rückt bei den Vorberei-



Bodenvielfalt in der Schweiz (v.l.n.r.): sehr tiefgründige Parabraunerde; ziemlich flachgründiger, drainierter ehemaliger Moorboden; flachgründiger, sehr junger Auenboden.

Bilder: Gaby Brändle, LANAT

tungsarbeiten deshalb die Nachwuchsförderung in den Fokus.

Aktuell werden Nachwuchskräfte von den kartierenden privaten Ingenieurbüros individuell «on the job» ausgebildet und/oder sie besuchen den CAS Bodenkartierung. Ersteres führt zu uneinheitlichen Ausbildungsergebnissen und die Kosten und Risiken liegen ausschliesslich bei den Büros. Letzteres bietet den Teilnehmenden zwar eine ausgezeichnete Grundausbildung, aber befähigt sie noch nicht zur selbständigen, sehr anspruchsvollen Bodenkartierungsarbeit im Feld. Die Büros haben momentan keinen Anreiz und nicht die finanziellen Ressourcen, vorsorglich Leute auszubilden. Der finanzielle Aufwand ist erheblich und die Unsicherheiten in Bezug auf die nationale Kartierung sind noch zu gross.

Das Ziel: Ein Ausbildungsprogramm mit Praxisbezug

Im Auftrag des neu aufgebauten nationalen Kompetenzzentrums Boden (KOBO/CCSols) arbeitet die Forschungsgruppe Bodenökologie deshalb an einem Ausbildungsprogramm. Primäres Ziel ist die Vereinheitlichung der Ausbildung von Nachwuchskartierenden unter Einbezug des CAS Bodenkartierung. Den Auszubildenden soll nebst der Grundausbildung die Möglichkeit gegeben werden, Praxiserfahrung in verschiedenen Gebieten zu erwerben. So könnten die Nachwuchskräfte bereits in der Ausbildung in kantonalen Kartierungsprojekten eingesetzt werden und Erfahrungen sammeln, während sie eng begleitet und allenfalls bereits entlohnt würden. Ebenfalls wichtig wird sein, überhaupt genügend Studienabgänger:innen für ein solches Programm zu be-

CAS Bodenkartierung

Der CAS Bodenkartierung wird von der ZHAW in Zusammenarbeit mit den Partnerinstitutionen BFH, Changins und hepia organisiert. Die Teilnehmenden vertiefen die Ansprache und Klassierung von Bodenprofilen und Bodenbohrungen, schärfen ihr Verständnis und ihren Weitblick für die Entstehung von Landschaftsformen und erlernen die Abgrenzung von unterschiedlichen Böden mithilfe dieser Fertigkeiten.

www.zhaw.ch/iunr/bodenkartierung

geistern. Strittig ist, wie die Kosten für das Ausbildungsprogramm auf Bund, Kantone, private Büros und Auszubildende verteilt werden können. Es ist zu hoffen, dass in Zusammenarbeit mit allen Akteuren eine pragmatische Lösung gefunden wird. Ein Entwurf für das Ausbildungsprogramm mit verschiedenen Varianten soll bis im Sommer 2023 vorliegen.

Bodenstrategie Bund:

www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/boden/fachinformationen/massnahmen-fuer-den-bodenschutz/bodenstrategie-schweiz.html

Kompetenzzentrum Boden:

<https://ccsols.ch/de/home/>

roman.berger@zhaw.ch

Umweltfreundliche und gesunde Verpflegung ohne Kompromisse

Menüoptimierung in der Gastronomie

In der Schweiz geht rund ein Viertel der Umweltbelastung auf das Konto der Ernährung. Treiber sind vor allem tierische Komponenten wie Fleisch, Eier, Käse und Milch. Die Universität St. Gallen (HSG) hat sich dem Ziel der Klimaneutralität bis 2030 verpflichtet; dazu gehört auch die Verpflegung auf dem Campus. Diese soll umweltfreundlicher und gesünder gestaltet werden. In einem Pilotprojekt in der Mensa Sapelli, geführt von der Genossenschaft Migros Ostschweiz (GMOS), wurde deshalb eine Menüoptimierung mit dem an der ZHAW entwickelten Menü-Nachhaltigkeits-Index (MNI) getestet.



Silvan Wanner
Wissenschaftl. Assistent
Ökobilanzierung

Der MNI – kurz erklärt

Küchenverantwortlichen mangelt es oft an Zeit, teilweise auch an vertieftem Wissen und der Kompetenz, das Menüangebot in ihren Betrieben umweltfreundlich und gesund zu gestalten. Hier kommt der Menü-Nachhaltigkeits-Index, kurz MNI, ins Spiel. Der MNI ist ein webbasiertes Tool, welches es ermöglicht, Zutaten und Menüs zu erfassen, diese aus einer Umwelt- und Gesundheitsperspektive zu bewerten und zu optimieren. Ob Äpfel, Basilikum, Lachs, Olivenöl, Planted Chicken oder Spargel; in der MNI-Datenbank sind bereits über 600 unterschiedliche Zutaten erfasst. Und laufend werden neue hinzugefügt, insbesondere auch neue Ersatzprodukte, die das vegetarische und vegane Menüangebot erweitern. Für jede dieser Zutaten sind Umwelt- und Gesundheitsdaten im MNI hinterlegt. Im MNI-Tool können nun mehrere Zutaten mit ihrem jeweiligen Gewicht zu Komponenten ergänzt werden. Mehrere Komponenten wiederum werden zu Menüs zusammengestellt. So kann für jedes der mittlerweile 700 Menüs die Umwelt- und Ernährungsbelastung ermittelt werden. Zusätzlich können verschiedene Zutaten, Komponenten oder Menüs miteinander verglichen und somit die mögliche Einsparung einfach bestimmt werden.

Einfache Menübewertung mit dem Menü-Nachhaltigkeits-Index

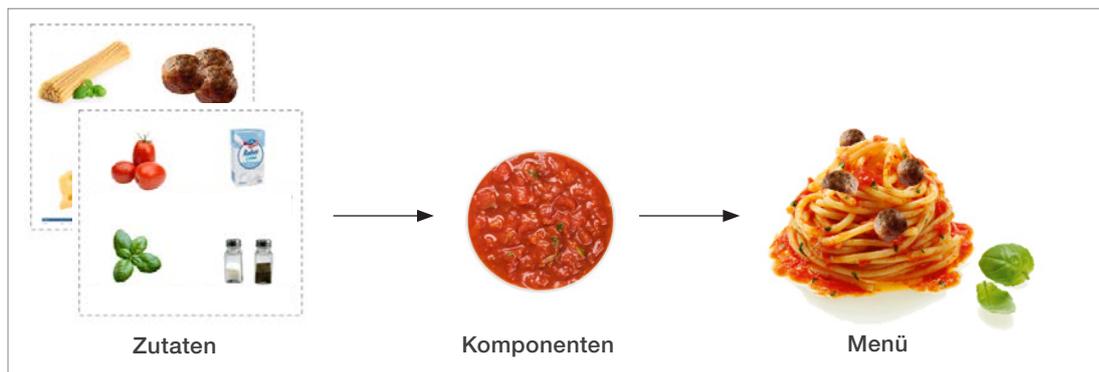
Die Quantifizierung der ökologischen Nachhaltigkeit der Zutaten erfolgt mittels einer lebenszyklusba-

sirten Berechnung der Treibhausgasemissionen (CO₂-eq) und der Gesamtumweltbelastung, gemessen in Umweltbelastungspunkten (UBP), welche unter anderem auf Anbau, Verarbeitung, Verpackung und Transport zurückzuführen sind. Bei Bedarf können die Menüs mit weiteren Umweltindikatoren ergänzt werden. Die ernährungsphysiologische Ausgewogenheit von Menüs wird anhand des Verhältnisses verschiedener Nährstoffe bestimmt und in Ernährungsphysiologischen Balancepunkten (EBP) wiedergegeben. Zu den qualifizierenden Nährstoffen, die in den EBPs berücksichtigt werden, gehören ungesättigte Fettsäuren, Kohlenhydrate, Proteine sowie Obst / Gemüse, welche positiv bewertet werden. Disqualifizierende Nährstoffe sind Fett, Zucker, Salz und Energie, die bei grossen Mengen negativ bewertet werden. Die EBP-Werte der Menüs reichen von -40 bis +20, wobei eine Punktzahl von 0 bedeutet, dass alle Nährstoffe entsprechend der Empfehlungen im Menü enthalten sind. Ab diesem und bei höheren Werten gilt das Menü als ausgewogen für die entsprechende Zielgruppe.

Wie optimiert man nun ein Menü? Nehmen wir ein klassisches Riz Casimir, also Pouletgeschneitzeltes mit Currysauce, Früchtegarnitur, Reis und Salat. Da Fleisch eine hohe Umweltbelastung hat, wird es mit Planted Chicken ersetzt. Das Öl der Salatsauce wird reduziert, der Vollrahm der Currysauce wird durch fettarmen Rahm ersetzt sowie die Grösse der Portion leicht angepasst. Ét voilà: Mit diesen Anpas-

Aufbau des webbasierten MNI-Tools nach Zutaten, Komponenten und Menüs mit hinterlegten Umwelt- und Gesundheitsaspekten.

Quelle: Silvan Wanner





In der Schweiz geht rund ein Viertel der Umweltbelastung auf das Konto der Ernährung.

Bild: colourbox.com

sungen wird die Umweltbelastung des Menüs um mehr als einen Drittel reduziert und die Ausgewogenheit um 5 EBP-Punkte verbessert.

	Standardmenü	Optimiert	Veränderung
kg CO ₂ -eq	1.86	1.17	-37 %
EBP	-15	-10	+5

Vergleich der Standard- und der optimierten Variante von Riz Casimir anhand des Menü-Nachhaltigkeits-Index.

Jede Woche eine Tonne CO₂ einsparen

Zurück zur Universität St. Gallen. Die Auswertung des Standardangebots zeigt, dass Optimierungspotenzial vorhanden ist. Ein durchschnittliches Mensa-Menü an der HSG entspricht während des Normalbetriebes rund 1.48kg CO₂-eq (ohne Buffet-Angebot). Rund 78 % der verkauften Menüs sind fleischhaltig. Im Rahmen des Projekts wurden über einen Zeitraum von drei Wochen auf den Menülinien grösstenteils umweltfreundliche und ausgewogene Menüs aus der MNI-Rezeptdatenbank angeboten. Durch diese Massnahme konnten die CO₂-eq um 23 % gesenkt werden, mit weiterem Einsparpotenzial. Der Anteil verkaufter fleischhaltiger Menüs reduzierte sich auf 53 %. Über diese drei Wochen konnten rund 3 Tonnen CO₂-eq eingespart werden. Und wie kam die Kommunikation der Menüoptimierung bei den verpflegten Gästen an? Eine Umfrage an der Mensa Sapelli hat gezeigt, dass über 70 % der Befragten ökologisch nachhaltige Menüs als wichtig empfinden, für über 90 % sind gesunde und ausgewogene Menüs wichtig. Mit Hilfe des MNI können beide Aspekte beachtet werden.

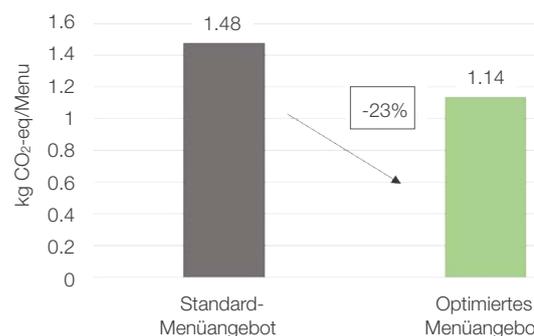
Erweiterung der Funktionen

Damit die Umweltbelastung der Menüs noch genauer abgebildet werden kann, wird der MNI in Zu-

kunft mit weiteren Funktionen ergänzt. Ab diesem Frühling werden für jede Zutat weitere Aspekte spezifisch berücksichtigt: Herkunft, Verarbeitungsart, Art der Verpackung, Zubereitung sowie die Saisonalität. Je nach Zielgruppe sollen die Kcal und Nährwerte der Portionen automatisch angepasst werden können: Denn Bewohnende einer Altersresidenz haben einen anderen Nährstoffbedarf als das Personal einer Baufirma. Ein weiteres Ziel ist es, dass die Gastroverantwortlichen Auswertungen und Grafiken per Knopfdruck erstellen können. So sehen sie, welche ihrer Menüs den grössten Umwelteinfluss haben und weiter optimiert werden könnten. In Zukunft soll es möglich sein, Menüvorschläge zu generieren, die beispielsweise rein saisonal sind oder sich alternative Komponenten vorschlagen zu lassen, die tiefere Umweltauswirkungen haben. So können sich die Küchenverantwortlichen auf das Wesentliche konzentrieren und dem MNI-Tool Arbeit delegieren.

Webseite zum MNI
www.zhaw.ch/ltsfm/mni

silvan.wanner@zhaw.ch



Vergleich der durchschnittlichen kg CO₂-eq vor und nach der Optimierung des Menüangebots an der Mensa der Universität St. Gallen (HSG).

Quelle: Silvan Wanner

PV-Potenzial von Grossanlagen auf Infrastrukturen

Studie zu Photovoltaik auf Gebäuden und anderen Infrastrukturen im Kanton Zürich

Die Gruppe Erneuerbare Energien untersucht zurzeit das Photovoltaik-Potenzial im Kanton Zürich. Bisher liegen die Ergebnisse für Gebäude und zwei Infrastrukturtypen – Parkplatzareale und Klärbecken – vor. Auf Parkplätzen könnten pro Jahr zusätzliche 156 GWh Solarstrom produziert werden, was rund 50 % der aktuellen PV-Stromproduktion im Kanton entspricht. Bei Abwasserreinigungsanlagen könnten zusätzliche 42 GWh pro Jahr gewonnen werden. Im Vergleich zum Potenzial auf den Gebäuden tragen die untersuchten Infrastrukturen jedoch wenig zum Gesamtpotenzial bei.



Dionis Andereg
Wissenschaftlicher Assistent
Erneuerbare Energien

Die Baudirektion des Kanton Zürich hat der Forschungsgruppe Erneuerbare Energien den Auftrag erteilt, das Potenzial für Photovoltaik (PV) im Kanton Zürich zu ermitteln. Ein spezieller Fokus soll dabei auf Grossanlagen liegen, um personelle und finanzielle Ressourcen beim Bau von Anlagen möglichst effizient einzusetzen (Nutzung von Skaleneffekten). Unter Verwendung von bereits bestehenden und zusätzlichen, im Rahmen der Studie erstellten Geodatenätzen werden die Potenziale ermittelt. Dies ermöglicht es, die grössten Potenziale zu verorten und eine schnelle Umsetzung seitens des Kantons voranzutreiben. Zum aktuellen Zeitpunkt sind die Teilbereiche Dach- und Fassadenflächen, Parkplatzareale sowie Abwasserreinigungsanlagen bereits untersucht. Im weiteren Projektverlauf werden zusätzlich die Potenziale für Agri-Photovoltaik, also die Kombination landwirtschaftlicher Nutzung mit PV, und Strasseninfrastrukturen erhoben.

PV-Anlagen als Parkplatzüberdachung

Im Kanton Zürich gibt es 1052 grosse Parkplatzareale (unter Berücksichtigung der öffentlichen Parkplätze mit mehr als 25 Parkfeldern und der privaten mit mehr als 50 Parkfeldern). Diese umfassen zusammen eine Gesamtfläche von 2.1 km². PV-Anla-

gen auf Parkplatzarealen können zum Beispiel als Carport (siehe Abb. S. 27, links) realisiert werden. Auf diese Weise werden die Flächen über Parkfeldern zur Stromproduktion genutzt. Solche Carports wurden in einer Stichprobe auf Parkplatzarealen platziert, um zu ermitteln, welcher Anteil der Parkplatzflächen für PV nutzbar ist. Dabei wurden baurechtliche Aspekte wie ein Mindestabstand zur Parzellengrenze, Abstände zum Wald und Gewässern usw. eingehalten. Ein Beispiel zeigt die Abbildung S. 27 (rechts). Die für PV-Anlagen nutzbare Parkplatzfläche reduziert sich dadurch auf rund 1.7 km². Durchschnittlich kann davon jeweils knapp die Hälfte (0.8 km²) mit PV-Modulen belegt werden. Der Rest bleibt insbesondere für Verkehrswege frei oder kann wegen Verschattung und komplexen Parzellen-Geometrien nicht genutzt werden.

Unter Berücksichtigung der lokalen Einstrahlung liegt der potenzielle Jahresertrag dieser Anlagen im Kantonsgebiet bei schätzungsweise 156 GWh. Bei einer Vollbelegung der Parkplatzflächen (inkl. Verkehrsareale) könnten jährliche Erträge bis zu 300 GWh erreicht werden. Die untersuchten Parkplatzflächen unterschieden sich in ihrer Grösse stark. Würden beispielsweise PV-Anlagen auf den grössten 30 Parkplatzflächen installiert, könnten jährlich 25 GWh erzeugt werden. Durch die Nutzung von 3 % der Parkplatzareale lassen sich also bereits 16 % des Potenzials erschliessen. Die Areale verteilen sich über das Kantonsgebiet. Viele grosse Parkplatzareale befinden sich in der Nähe des Flughafens Zürich Kloten.

Faltdachsysteme für Abwasserreinigungsanlagen

Bei ARA werden derzeit hauptsächlich Dachflächen für die Stromproduktion genutzt. Über Klärbecken existieren bereits einzelne Anlagen in Form von Faltdachsystemen (siehe Abb. links), die bei Bedarf zur Seite gefahren werden können. So bleibt die Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten gewährleistet und eine Doppelnutzung der Flächen ist möglich.

Beispiel eines PV-Faltdaches über Klärbecken einer ARA in Egg-Oettwil (ZH). Die Module können eingefahren werden.

Foto: dhp technology AG





Visualisierung eines PV-Carports (links). Ausschnitt aus der GIS-Analyse (rechts). Die nutzbare Fläche wurde berechnet (blaue Linie). Die spezielle Form ergibt sich aufgrund der baurechtlichen Vorschriften, die einen Waldabstand von 30 m fordern. Darin wurden PV-Carports platziert (rot).

Bild links: Megasol Energie AG | GIS-Analyse: Dionis Andereg

In naher Zukunft werden im Kanton Zürich rund 60 ARA betrieben. Würden die Klärbecken dieser ARA mit Faltdachsystemen genutzt, liesse sich insgesamt eine Modulfläche von 0.12 km² erreichen. Unter Berücksichtigung der lokalen Einstrahlung beträgt das PV-Potenzial über Klärbecken rund 25 GWh pro Jahr. Zusätzliche Potenziale auf ARA liegen über weiteren befestigten Flächen (Verkehrswegen usw.). Deren Nutzung mittels Faltdachsystemen könnte zusätzliche 6 GWh pro Jahr beitragen. Derzeit sind rund 25 % der geeigneten Dachflächen auf ARA mit einer PV-Anlage ausgestattet. Durch die Nutzung der verbleibenden Dachflächen könnten weitere 11 GWh pro Jahr erschlossen werden. Zusammen mit der energetischen Verwertung von Klärgas könnten die ARA des Kantons bei einer Ausschöpfung der Potenziale mehr Strom erzeugen, als diese für ihren Betrieb benötigen. Auch bei den ARA zeigt sich, dass mit der Nutzung weniger sehr grosser Flächen viel erreicht werden kann. Die Nutzung von Klärbecken, weiteren befestigten Flächen und noch nicht genutzten Dachflächen auf der grössten ARA (Werdhölzli) hätte eine Stromproduktion von jährlich 10 GWh zur Folge. Dies entspricht bereits 24 % am Gesamtpotenzial auf ARA.

Kleines Potenzial im Vergleich zu Gebäudeflächen

Im Vergleich zum PV-Potenzial auf Gebäudeflächen machen die bereits untersuchten Infrastrukturen Parkplätze und ARA einen kleinen Anteil am Gesamtpotenzial des Kantons aus. Die Grafik rechts zeigt die Grössenverhältnisse, welche auf die Anzahl an verfügbaren Flächen zurückzuführen sind. Durch die Nutzung der grössten Flächen auf Infrastrukturen könnte die Solarstromproduktion mit wenigen

Anlagen zügig erhöht werden. Viele dieser Flächen befinden sich zudem in öffentlicher Hand. Genauso wichtig oder noch wichtiger ist eine Beschleunigung des Zubaus auf Dächern und an Fassaden von Gebäuden, welche sich vorwiegend in privatem Besitz befinden (siehe Grafik unten). Die derzeitige Stromproduktion aus Photovoltaik im Kanton Zürich beträgt rund 350 GWh pro Jahr. Bei einem Gesamtpotenzial von knapp 8200 GWh ist momentan erst ein Anteil von rund 4 % am hier dargestellten Gesamtpotenzial erschlossen.

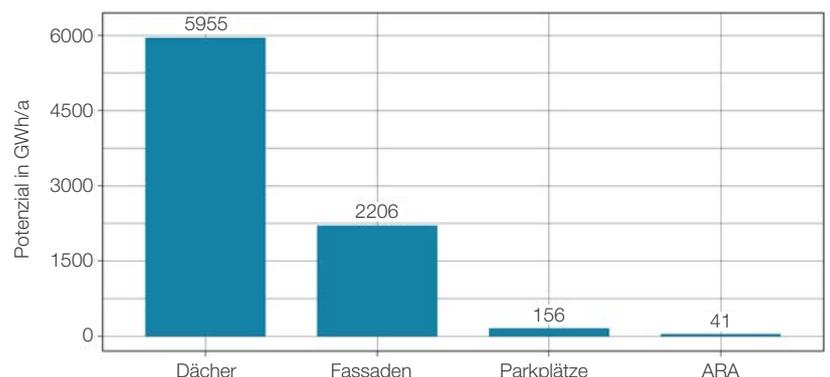
Webseite zum Projekt

www.zhaw.ch/de/forschung/forschungsdatenbank/projekt-detail/projektid/5934/

dionis.andereg@zhaw.ch

Vergleich der Potenziale auf Gebäuden und bereits untersuchten Infrastrukturen im Kanton Zürich.

Grafik: Dionis Andereg



Rebound-Effekte bei längerer Nutzung von Mobilgeräten

Ergebnisse aus dem NFP 73 Forschungsprojekt «Lifesaving»

Momentan liegt die durchschnittliche Erstnutzungsdauer von Smartphones in der Schweiz bei ungefähr 3.3 Jahren, obwohl eine technische Lebensdauer von bis zu 6 Jahren möglich wäre. Ziel des Forschungsprojekts «Lifesaving» war es, neue Ansatzpunkte zu finden für eine Verlängerung der Lebensdauer von Mobilgeräten, um deren Umweltauswirkungen zu reduzieren. Das Projekt wurde im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Wirtschaft» (NFP 73) gefördert.



René Itten
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Ökobilanzierung

Mobilgeräte sind unverzichtbar

Mobilgeräte sind ein integraler Bestandteil unseres täglichen Lebens, sowohl im Beruf als auch in der Freizeit. Ein Leben ohne diese Geräte ist für viele Menschen nicht mehr vorstellbar. Weit über die Hälfte der Mobilgeräte landen aber in der Schublade, wenn ein neues Gerät gekauft wird. Viele davon sind noch funktionsfähig und würden auf dem Secondhand-Markt einen guten Preis erzielen. Das bietet ein grosses Potenzial für eine längere Nutzung der Mobilgeräte, was positive Auswirkungen auf Umwelt, Unternehmen und Konsumierende hätte.



Yann Blumer
Dozent Institute for Innovation
and Entrepreneurship, ZHAW
School of Management and Law

Mobilgeräte sind ressourcenintensiv

Für die Herstellung von Mobilgeräten werden eine Vielzahl von Ressourcen benötigt. Dazu gehören Gold, Kupfer, Aluminium und Lithium, aber auch seltene Erden wie Indium, Neodym und Gadolinium. Die Versorgungsketten dieser Ressourcen sind sehr umweltintensiv und zusätzlich oft mit grossen negativen sozialen Auswirkungen verbunden. Die grössten Umweltauswirkungen bei der Herstellung von Mobilgeräten verursacht jedoch die Produktion der Prozessoren und Speicherchips, die sehr energieintensiv ist. Die Bereitstellung dieser Energie im jeweiligen Produktionsland ist ein sehr bedeutender Faktor.

Smartphone, Tablet und Laptop sind Bestandteil unseres täglichen Lebens.

Bild: Pixabay

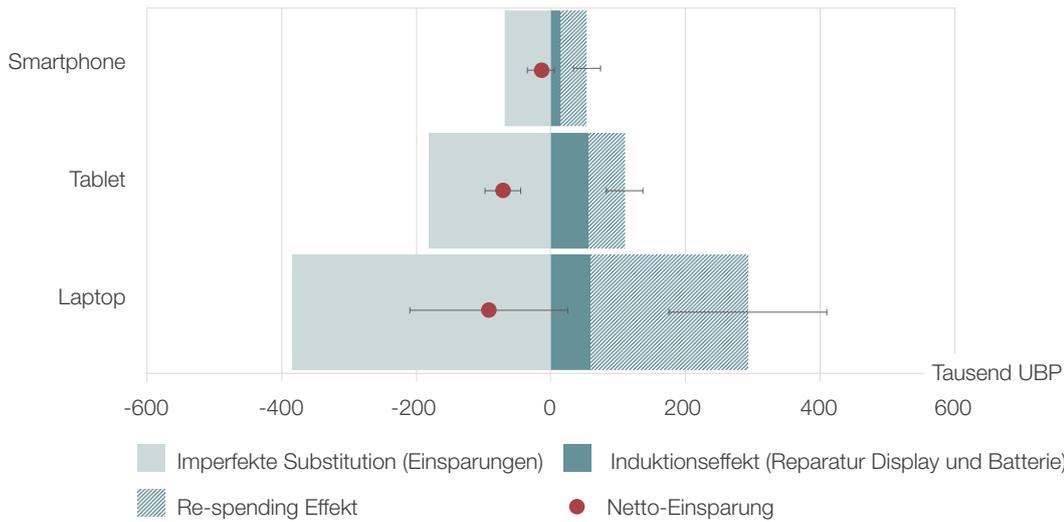


Verlängerung der Lebensdauer

Als Konsument in der Schweiz kann man die Umweltauswirkungen bei der Herstellung der Mobilgeräte nicht direkt beeinflussen. Aber man kann sein Gerät länger nutzen. Dies ist ein wichtiger Hebel, um die Nachfrage nach neuen Geräten zu verringern und so die Umweltauswirkungen zu senken. Eine Verlängerung der effektiven Lebensdauer kann auf zwei Arten erreicht werden: (1) eine längere Nutzung desselben Geräts (Retention), ermöglicht durch sorgfältige Nutzung und Reparaturen oder (2) ein weiterer Nutzungszyklus desselben Geräts (Rezirkulation) durch Weitergabe oder Verkauf des genutzten Geräts. Die Verlängerung der Lebensdauer eines Mobilgeräts durch Retention oder Rezirkulation hat auf den ersten Blick nur positive Auswirkungen, da kein neues Mobilgerät produziert werden muss. Jedoch können bei einer längeren Nutzung oder bei einem weiteren Lebenszyklus auch Rebound-Effekte auftreten, welche die durch die Lebensdauererweiterung eingesparten Umweltauswirkungen reduzieren.

Was sind Rebound-Effekte?

Rebound-Effekte können auftreten, wenn die Nutzung eines Produkts effizienter oder intensiver gestaltet wird. Die effizientere oder intensivere Nutzung hat in erster Linie positive Auswirkungen, im Falle von Mobilgeräten müssen durch die Lebensdauererweiterung weniger Mobilgeräte produziert werden, was die Umweltauswirkungen der Mobilgerätenutzung reduziert. Die Rebound-Effekte treten auf, wenn die Verlängerung der Lebensdauer von Mobilgeräten eine erhöhte Nachfrage, z. B. für die zur Reparatur benötigten Komponenten, verursacht. Dies ist ein direkter Rebound-Effekt. Aufgrund des hohen Preises von Mobilgeräten sparen wir aber auch Geld durch die längere Nutzung der Mobilgeräte, das uns dann für andere Konsumausgaben zur Verfügung steht, welche wiederum ökologische Auswirkungen verursachen. Dies ist ein indirekter Rebound-Effekt.



Vergleich der positiven ökologischen Auswirkungen von Lebensdauererlängerung (imperfekte Substitution) mit Rebound-Effekten bei der Intervention Reparatur für Smartphones, Tablets und Laptops, aufgeteilt in die Beiträge von direkten und indirekten Rebound-Effekten sowie die daraus resultierende Netto-Einsparung in Umweltbelastungspunkten UBP.

Grafik: eigene Darstellung

Rebound-Effekte bei der Lebensdauererlängerung

Im Lifesaving-Projekt haben wir die eingesparten Umweltauswirkungen durch eine verringerte Nachfrage an Mobilgeräten, sogenannte Substitutionseffekte, mit den ökologischen Auswirkungen von möglichen direkten und indirekten Rebound-Effekten verglichen, die bei der Reparatur von Mobilgeräten auftreten. Im Falle der direkten Rebound-Effekte haben wir die ökologischen Auswirkungen von sogenannten Induktionseffekten quantifiziert, also Umweltauswirkungen, welche durch die zur Lebensdauererlängerung benötigten Massnahmen anfallen, wie z. B. den Ersatz des Displays oder des Akkus. Im Falle der indirekten Rebound-Effekte haben wir die ökologischen Auswirkungen von sogenannten Re-Spending-Effekten berechnet, also Umweltauswirkungen verursacht durch Konsumausgaben, welche durch eingesparte Ausgaben für neue Mobilgeräte ermöglicht werden.

Rebounds bei der Lebensdauererlängerung sind relevant

Unsere Berechnungen zu den ökologischen Rebound-Effekten haben gezeigt, dass die Induktionseffekte für die Intervention Reparatur im Vergleich zur Herstellung eines neuen Mobilgeräts verhältnismässig gering sind. Die Substitutionseffekte durch die vermiedene Produktion von neuen Mobilgeräten sind deutlich höher als der Rebound verursacht durch die Induktionseffekte, was zu einer relevanten Reduktion der Umweltauswirkungen führt (siehe Grafik oben). Der Rebound verursacht durch die Re-Spending-Effekte kann die positive Umweltbilanz der Reparatur hingegen deutlich reduzieren – je nachdem, wie das eingesparte Geld ausgegeben wird. Aufgrund des hohen Preises von Mobilgeräten

ist ihre Umweltintensität (negative Auswirkungen pro ausgegeben Schweizer Franken) deutlich tiefer als z. B. diejenige für Mobilität oder Wohnen. Entsprechend können hier die positiven Substitutionseffekte fast vollständig zunichte gemacht werden, wenn das eingesparte Geld z. B. für Ferien oder Reisen ausgegeben wird.

Fazit

Neue Ansätze zur Verlängerung der Lebensdauer von Mobilgeräten reduzieren deren Umweltauswirkungen und haben positive Auswirkungen auf Umwelt, Unternehmen und Konsument:innen. Anstatt isolierter Massnahmen ist es aber wichtig, das ganze System «Mobilgeräte» mit allen Akteur:innen anzuschauen und zu verstehen. Das Lifesaving-Projekt hat gezeigt, dass eine Verlängerung der Lebensdauer die Umweltauswirkungen von Mobilgeräten reduziert. Gleichzeitig kann aber die Höhe der eingesparten Umweltauswirkungen durch auftretende Rebound-Effekte wiederum deutlich gesenkt werden. Auf der Ebene der Konsument:innen lautet daher die Empfehlung: Falls Sie Ihr Mobilgerät aus ökologischen Gründen reparieren anstatt ein Neues zu kaufen, dann sollten Sie das gesparte Geld nachhaltig und nicht in Ferien am anderen Ende der Welt investieren.

rene.itten@zhaw.ch
yann.blumer@zhaw.ch

Ein Wissensportal für vielfältige und naturnahe Freiräume

Die Biodiversität im Siedlungsgebiet gerät zunehmend unter Druck. Doch in der Praxis fehlt es an anwendungsorientierten Planungs- und Umsetzungshilfen, um Massnahmen zur Biodiversitätsförderung und Hitze-minderung in Grün- und Freiräumen zu konzipieren und zu realisieren. Die Forschungsgruppen Grünraum-entwicklung, Vegetationsökologie und Pflanzenverwendung haben deshalb bestehendes Wissen aus Praxis und Forschung zusammengetragen, systematisiert und aufbereitet. Daraus entstand die Web-App fokus-n – ein Wissensportal für naturnahe Freiräume.



Tobias Wildhaber
Wissenschaftl. Assistent
Grünraumentwicklung



Stefanie Wiesinger
Wissenschaftl. Assistentin
Grünraumentwicklung

Urbane Biodiversität unter Druck

In der Biodiversitätsförderung ist die Bedeutung des Siedlungsgebietes lange Zeit unterschätzt worden. Denn die Artenvielfalt in bebauten Gebieten kann deutlich grösser sein als in der offenen Landschaft des Umlands. Einer der Hauptgründe ist die Heterogenität des Siedlungsgebietes; verschiedene Freiräume und Gebäude mit unterschiedlichen Strukturen und Standortbedingungen liegen eng beieinander. Diese grosse strukturelle Vielfalt kann etliche Lebensraumansprüche von Tieren und Pflanzen decken und dadurch wichtige Ökosystemleistungen zur Verfügung stellen, von denen wiederum die Bevölkerung profitiert.

Dennoch ist die Biodiversität auch im Siedlungsgebiet rückläufig: Klimawandel, verdichtetes Bauen und invasive gebietsfremde Arten sind Faktoren, die zu einer Abnahme der Biodiversität beitragen. Zahlreiche Städte und Gemeinden haben diese Entwicklung und den daraus entstehenden Bedarf an naturnahen und biodiversen Freiräumen erkannt. Die ergriffenen Massnahmen zielen jedoch vorwiegend auf öffentliche Grünräume (z. B. Parks oder Friedhöfe) ab, während ein grosser Anteil des Siedlungsgebietes in halböffentlichem oder privatem Eigentum ist. Folglich hat auch die Qualität dieser Räume einen grossen Einfluss auf die Biodiversität.

Bei Bauvorhaben hat die Biodiversität nach wie vor einen geringen Stellenwert: Zum einen fehlt es an

Informationen, Vorgaben und Kontrollmechanismen; zum anderen bestehen nach wie vor Vorurteile und Unklarheiten in Bezug auf biodiversitätsfördernde Lösungen. Hinzu kommen komplexe Akteur-Konstellationen. Neben der Bauherrschaft, Investor:innen und den späteren Nutzenden sind weitere Akteur:innen involviert, deren Werthaltungen, Interessen und Ansprüche sehr unterschiedlich und deren fachlichen Hintergründe divers sind.

Wissensportal fokus-n.ch

An dieser Stelle setzt das interdisziplinäre Forschungsprojekt an. In Zusammenarbeit mit zehn Schweizer Städten (Aarau, Bern, Cham, Kreuzlingen, Luzern, Neuchâtel, Thun, Wädenswil und Zürich) und mit Unterstützung durch das Bundesamt für Umwelt BAFU wurden Planungs- und Umsetzungshilfen für die Praxis erarbeitet, die alle Beteiligten darin unterstützt, Biodiversitätsprojekte, Freiräume und Gebäudebegrünungen naturnah zu planen, zu realisieren und zu pflegen.

Um die erstellten Planungs- und Umsetzungshilfen den Zielgruppen einfach zugänglich zu machen, wurde die Web-App fokus-n entwickelt. Sie richtet sich in erster Linie an Behörden und Fachpersonen aus den Bereichen Landschaftsarchitektur, Gartenbau, Siedlungsökologie und Facility Management. Mit dem Portal wird es möglich, Biodiversitätsziele

fokus-n ist eine auf die Praxis ausgerichtete Planungs- und Umsetzungshilfe für Biodiversitätsprojekte, naturnahe Freiräume und Gebäudebegrünungen.





Staudenbepflanzungen aus vorwiegend einheimischen Arten fördern eine vielfältige Fauna.

Bild: Erich Stutz, Forschungsgruppe Grünraumentwicklung

sowohl auf öffentlichem wie auch auf privatem und halböffentlichem Grund effektiv und effizient umzusetzen.

Im Fokus steht dabei der gesamte Lebenszyklus eines Freiraumes – von der Planung über die Realisierung, Pflege und Nutzung bis hin zum Rückbau. Dabei werden Aspekte der Biodiversitätsförderung mit Gestaltungsansprüchen und Nutzungsmöglichkeiten in Einklang gebracht.

Die Web-App ist in vier Hauptbereiche gegliedert:

- Der Bereich Profile beinhaltet Planungs- und Umsetzungshilfen zu einzelnen Freiraumelementen (z. B. Ruderalvegetation, Blumenrasen, Vertikalbegrünung).
- Fachthemen behandeln übergeordnete Aspekte, die für naturnahe Freiräume im Siedlungsgebiet wichtig sind (z. B. Regenwassermanagement, Pflanzenverwendung, Wildtiere).
- In den Grundlagen sind praktische Hinweise für den Planungs- und Umsetzungsprozess von Projekten zu finden.
- Ein ausführliches Glossar definiert wichtige Fachbegriffe und liefert zusätzliche Hintergrundinformationen.

Die Web-App fokus-n wird fortlaufend mit neuen Inhalten zur Biodiversitätsförderung sowie weiteren relevanten Themen ergänzt und aktualisiert. Ziel ist es, dass sich das Wissensportal laufend weiterentwickelt, um stets aktuelle Lösungen und Antworten

für die sich wandelnden Herausforderungen im Siedlungsgebiet bereit zu stellen.

Informationen zur Webseite

Das Wissensportal für naturnahe Freiräume und Biodiversitätsförderung ist frei zugänglich und steht zur Verfügung unter:

www.fokus-n.ch

tobias.wildhaber@zhaw.ch

Einen Herbarium-Schatz fit machen für die Zukunft

2200 gepresste Pflanzen werden zugänglich für Lehre, Forschung und Naturschutz

Das IUNR erhielt kürzlich eine umfangreiche Sammlung von gepressten Pflanzen. Dieses Herbarium ist eine wertvolle Ressource: In der Lehre können die Pflanzenarten in Originalgrösse vergleichend unter die Lupe genommen werden, in Forschungsprojekten helfen die Herbarbelege bei der Pflanzenbestimmung und dem Naturschutz dienen die historischen Beleginformationen. Nun gilt es, das Herbarium zeitgemäss zu sortieren, zu digitalisieren und zu konservieren, um es fit zu machen für die Zukunft.



Daniel Hepenstrick
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Vegetationsökologie



Manuel Babbi
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Vegetationsökologie

Im Alter von 16 Jahren, im Jahr 1960, begann Peter Zimmermann Pflanzen zu sammeln. Inspiriert vom Schulunterricht und unterstützt von seinen Eltern fertigte Peter seine ersten Herbarbelege an. Mit grosser Sorgfalt präparierte er die Pflanzen, woraus attraktive und für die Bestimmung informative Herbarbelege resultierten. Diesem Qualitätsanspruch ist er über die Jahre treu geblieben. Auch während seines Mathematikstudiums verfolgte er seine Leidenschaft in der Freizeit und auf Botanik-Exkursionen, an denen er im Rahmen eines Freifachs teilnahm, weiter.

Vom Pflanzenjäger zum Datensammler

Das Ziel, jede einheimische Pflanzenart mit einem Herbarbeleg zu dokumentieren, lag irgendwann auf der Hand. Seit der eindringlichen Ermahnung eines befreundeten Botanikers vermerkte Peter auch konsequent Lebensraum, Fundort, Koordinaten und Datum auf seinen Herbarbelegen. Seit 1971 wohnt Peter Zimmermann in Glarus, wo er mit seiner Frau Liliane eine Familie gründete und bis zur Pensionierung an der Kantonsschule Mathematik unterrichtete.

Um sein Herbarium zu vergrössern, wälzte Peter botanische Fachliteratur und legte umfangreiche, nach Geografie und Jahreszeit gegliederte Karteien an, die er konsultierte, um seine Familienausflüge mit dem Sammeln von botanischen Raritäten zu kombinieren. «Damals war ich ein Pflanzenjäger», sagt Peter rückblickend mit selbstkritischem Unterton. Seit 1985 leitet er regelmässig botanische Exkursionen für die Naturforschende Gesellschaft Glarus und verschiedene botanische Gesellschaften. Ab seinem Einsatz als Regionalkoordinator für die Rote Liste der gefährdeten Gefässpflanzen (2009–2015) verlagerte sich Peters botanischer Fokus vom Herbarisieren auf das Erfassen von Fundortdaten zur einheimischen Flora, die er Info Flora — dem nationalen Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora — übermittelt. So kartiert er z. B. mit Kolleginnen und Kollegen im Glarnerland 5 x 5 km Flächen und Blitzinventargebiete für Info Flora. Seine Lieblingspflanze ist der Kleine Gelbsterne (*Gagea minima*), der im Kanton Glarus sein Hauptverbreitungsgebiet hat.

Gebrauchen statt verstauben lassen

Die Zukunft seines Herbariums wollte Peter – der sich bester Gesundheit erfreut – unbedingt noch zu seinen Lebzeiten regeln: «Ich möchte nicht, dass mein Herbarium irgendwo in einem Archiv verstaubt, es soll genutzt werden!» Und so fand es in die Obhut der Forschungsgruppe Vegetationsökologie des IUNR, wo es nun wertvolle Zwecke in Lehre und Forschung erfüllt. Weil das Herbarium alle häufigen Arten der Schweiz enthält, eignet es sich sehr gut für den Unterricht. Die schwierigen Artengruppen der Farne, Gräser und Seggen sind sogar fast vollständig abgedeckt. So kann man die Arten in Originalgrösse miteinander vergleichen und an den gut konservierten Belegen ihre Unterscheidungsmerkmale unter die Lupe nehmen. Auch in Forschungsprojekten erfüllen die gepressten Pflanzen als Vergleichsherbar wertvolle Dienste. Bereits konnten kleinste, aus Vegetationsaufnahmen stammende Blattfragmente dank dem Vergleich mit den Herbarbelegen bestimmt werden. Oft verfügen die Pflanzenarten

Peter Zimmermann und sein Herbarium, das er dem IUNR vermacht hat. In den Händen hält er einen Herbariumbogen mit Belegen der beiden einheimischen Mannstreu-Arten (*Eryngium alpinum* und *E. campestre*).

Bild: Daniel Hepenstrick



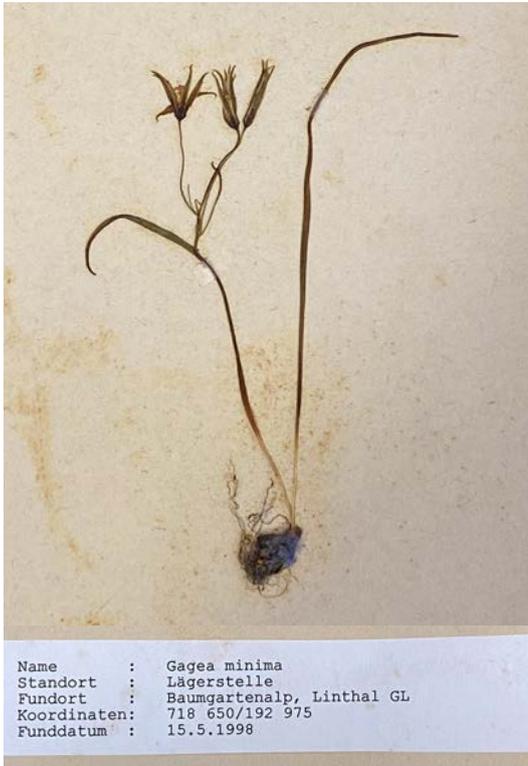


Bild links: Der Kleine Gelbsterne (*Gagea minima*) ist Peter Zimmermanns Lieblingpflanze. Die Belegsinformationen (unten) sind wertvolle Informationen für den Naturschutz, um die Bestandesentwicklung dieser gefährdeten Art zu verfolgen.

Bild rechts: Das Herbarium dient als Vergleichsherbar für die Lehre und Forschung: Dank diesem Herbarbeleg des Wasserdosts (*Eupatorium cannabinum*) konnten kleinste aus Vegetationsaufnahmen stammende Blattfragmente anhand ihrer charakteristischen Haare (kleines Bild) bestimmt werden.

Bilder: Daniel Hepenstrick

über sehr charakteristische Haare, eine spezielle Blattnervatur, kleinste Drüsen etc., die in keiner Literatur beschrieben sind, aber beim Vergleich mit Herbarbelegen sofort ins Auge springen und so eine sichere Bestimmung zulassen.

Sortieren, digitalisieren und konservieren

Um die 2200 gepressten und beschrifteten Pflanzen zugänglich und fit für die Zukunft zu machen, müssen wir wichtige Arbeiten in Angriff nehmen. Aktuell sind die Arten im Herbarium nach ihrer Reihenfolge im Bestimmungsbuch Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz «Binz» von 1959 sortiert. Damit man einen Herbarbeleg effizient auffinden kann, müssen die Belege wie in einem wissenschaftlichen Herbarium innerhalb der Pflanzenfamilien alphabetisch sortiert werden. Das gleiche gilt für die Pflanzenfamilien innerhalb ihrer vier Grossgruppen der Farne, Nacktsamer, Einkeimblättrigen und Zweikeimblättrigen. Dafür werden die Belege mit mehreren Pflanzenarten pro Papierbogen auf separate Bogen aufgezogen und veraltete Namen durch die aktuell geltenden Namen ersetzt. Gleichzeitig digitalisieren wir die Belegsinformationen – d. h. Artname, Lebensraum, Fundort, Koordinaten und Datum – und übermitteln sie dem nationalen Datenzentrum der Schweizer Flora (Info Flora). So können die für den Naturschutz wertvollen Fundangaben genutzt werden. Zudem möchten wir das Herbarium mit Herbar-

belegen ergänzen, insbesondere mit den darin unterrepräsentierten Wasserpflanzen, die sich über die Jahre in unserer Forschungsgruppe angesammelt haben. Schliesslich erarbeiten wir noch ein Konservierungskonzept, das insbesondere einem allfälligen Schädlingsbefall vorbeugt.

Ein lohnenswertes Projekt – von Spezialisten betreut

Personell sind wir gut aufgestellt, um die Arbeiten sachgemäss erledigen zu können: Daniel ist Botaniker mit einem Faible für Systematik und schwierige Artengruppen und Manuel ist in der Ausbildung zum Konservator und Restaurator von naturkundlichen Sammlungen. Für die Sortier- und Digitalisierarbeiten setzen wir einen von uns betreuten Zivildienstleistenden ein. Die nächsten Schritte bestehen in der Suche nach finanziellen Mitteln für die geplanten Arbeiten. Wir sind überzeugt, dass das Herbarium mit aktuell rund 2200 Pflanzenarten ein grosser Gewinn für das IUNR ist und sowohl die Studierenden als auch die Mitarbeitenden im Rahmen von studentischen Arbeiten und Forschungsprojekten davon profitieren, weswegen sich der Aufwand auf jeden Fall lohnt.

daniel.hepenstrick@zhaw.ch
 manuel.babbi@zhaw.ch

Nachhaltigkeit am IUNR: «Weiter geht's!»

Dritter Nachhaltigkeitsbericht und die Fortsetzung

«Das Klima sind wir». Unter diesem Titel ist der dritte Nachhaltigkeitsbericht des IUNR (Periode 2019–2021) erschienen. Er zeigt schwarz auf weiss, wo wir stehen sowie den Weg für die Zukunft. Das IUNR macht weiter mit einem Fokus auf die Umsetzung mit der Kultur eines «Reallabors», wo die Grenzen des Üblichen erweitert werden.



Silvia Burgdorf
Wissenschaftl. Assistentin
Nachhaltigkeitskomm. und
Umweltbildung



Moritz Vögeli
Dozent Grünraumentwicklung

Wo stehen wir?

Der aktuelle Bericht enthält die Zahlen und Fakten zu den 33 publizierten Nachhaltigkeitszielen. Er zeigt auf, wie wir 11 davon erreicht, 3 verfehlt, welche Fortschritte wir bei 14 Zielen gemacht haben und begründet, weshalb 5 nicht beurteilbar waren. Hat sich der nicht geringe Aufwand für die Berichterstattung und die Umsetzung der Massnahmen gelohnt? Die Antwort ist ein klares Ja. Das haben wir erreicht:

- Eine hohe Glaubwürdigkeit – das IUNR hat seine Vision eines «Leuchtturms der Nachhaltigkeit» innerhalb der Forschungs- und Bildungslandschaft der Schweiz entworfen und will an dieser arbeiten.
- Die Stärkung des Zusammenhalts im Institut – das Erreichen vieler Ziele war nur dank vielen mitdenkenden Köpfen, interaktiven Veranstaltungen, Diskussionen und persönlichem Austausch möglich.
- Wir haben den Überblick über unseren Ressourcenverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgas-Emissionen – eine Notwendigkeit für die Bewertung und Planung der zukünftigen Massnahmen.
- Mitarbeit in Nachhaltigkeitsprojekten und -Gremien im Departement und ZHAW Sustainable – wir sind aktiv dabei, wenn die ganze ZHAW nachhaltiger wird.
- Viel kleine Erfolge – wie z.B. vegetarisches Catering an Anlässen, Hafermilch im Pausenraum, Biodiversitätstage, Telefon-Rückzugskabinen und Feierabendbier.

Damit existiert eine fruchtbare Grundlage, um mehr zu tun. Wir sind wirksam. Genau darum wollen wir weitermachen.

Die Geschichte der IUNR-Nachhaltigkeitsberichterstattung

Das IUNR, d. h. seine Mitarbeitenden und Studierenden, wünschen sich ein Institut, das als Leuchtturm in der Forschungs- und Bildungslandschaft der Schweiz eine Strahlwirkung hat. Um dieser Vision gerecht zu werden, wurde bereits im Jahr 2015 klar, dass ein Nachhaltigkeitsbericht den Grundstein für die Analyse der Umweltauswirkungen des IUNR legen

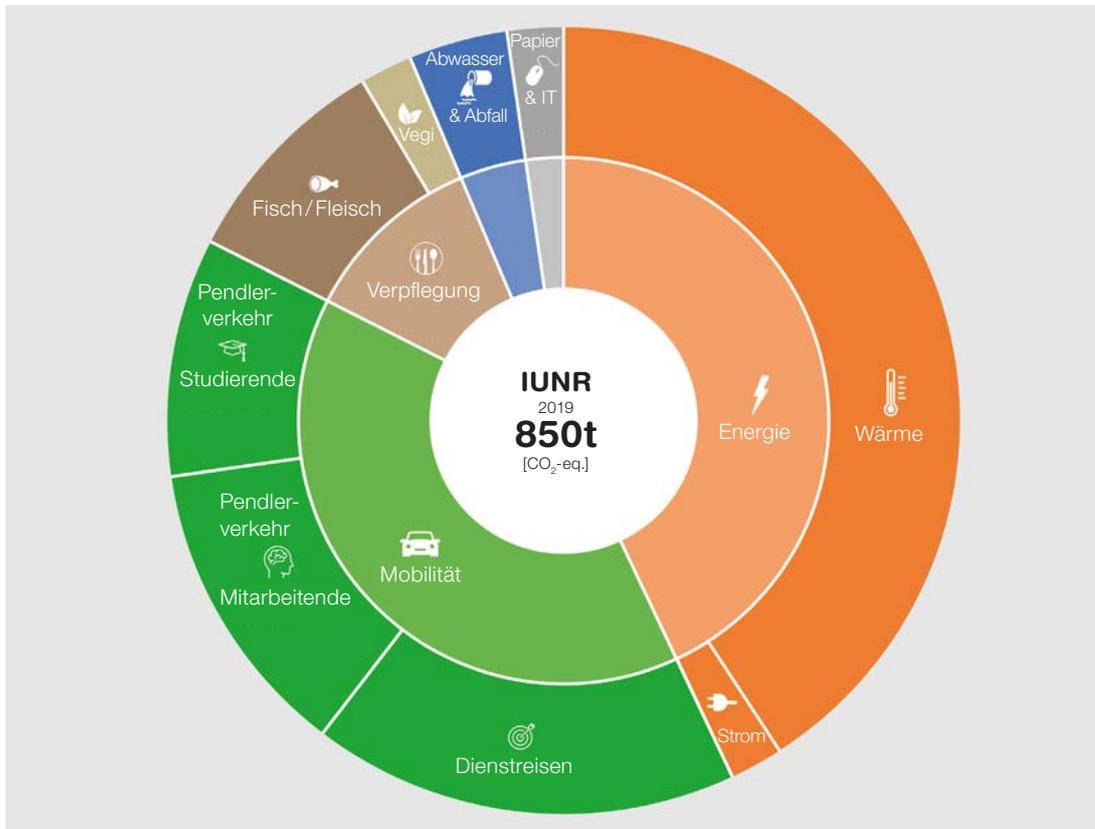
muss. Hier entschied man sich für den Standard der Global Reporting Initiative (GRI), damals wie heute ein wichtiger Standard mit klaren Vorgaben für eine transparente Berichterstattung unter Einbezug relevanter Stakeholder. Über insgesamt drei Berichtsperioden (2015–2016, 2017–2018, 2019–2021) wurden Daten intern gesammelt, ausgewertet und in einem ansprechenden Bericht veröffentlicht. Inzwischen ist der Funke auf die gesamte Hochschule übergesprungen. Es wurde entschieden, zentrale Umweltauswirkungen (im Green Impact Book) für alle Standorte der ZHAW zu erfassen, Ziele daraus abzuleiten und entsprechende Massnahmen zu entwickeln. Der IUNR-Leuchtturm strahlt trotzdem weiter. Insbesondere weil die aufwändige Datenerfassung und -auswertung nun zentral erfolgt, werden am Institut Ressourcen für neue Ideen und noch mehr Pionierwirkung frei, mit einem klaren Fokus auf die Umsetzung.

Wie geht es weiter?

Mit dieser Motivation ist die Projektgruppe Nachhaltigkeit IUNR im Januar 2023 in ein neues Kapitel gestartet. Das Wort zur Stunde? «Wirkungsorientierung» nach dem Modell «Impact-Outcome-Output-Input» (iooi) und die entsprechende Haltung dafür mit «Design Thinking», d. h. kreativ sein, brainstormen und testen. Mit anderen Worten wird die Umsetzung für mehr Nachhaltigkeit von der Wirkung (nicht den personellen und finanziellen Ressourcen) hergedacht. Die Vision, die dabei mit viel «Gehirnschmalz» für das Institut entwickelt wurde, ist die Folgende:

Das IUNR versteht sich als Reallabor für maximale ökologische Nachhaltigkeit. Unser Institut – und damit wir – wollen diese in fünf Schwerpunkten vorleben, fördern und mit konkreten Lösungen stärken: IUNR-Community, Mobilität, Biodiversität, Ressourcennutzung und Verpflegung.

Warum diese Schwerpunkte und warum «Maximal»? Die bisherigen drei Nachhaltigkeitsberichte wurden nicht umsonst verfasst. Sie bilden die ideale Grundlage, um die Handlungsfelder identifizieren, wo das



Anteile der Treibhausgasemissionen des IUNR im Jahr 2019 für die Kategorien Abwasser & Abfall, Energie, IT & Papier, Mobilität und Verpflegung.

Quelle: 3. IUNR-Nachhaltigkeitsbericht 2019–2021 «Das Klima sind wir»

Institut am meisten Potenzial hat. Mit den fünf Themenschwerpunkten soll einerseits der ökologische Fussabdruck (u. a. CO₂-Emissionen durch Mobilität, Abfallbewirtschaftung am Campus, Umweltbelastung durch Ernährung) reduziert werden. Andererseits wird der ökologische Handabdruck (Austausch und Inspiration zwischen den Mitarbeitenden und Studierenden zu laufenden Projekten und Möglichkeiten) vergrössert. Hierbei spielt das Wort «maximal» eine zentrale Rolle, da es die Ambition des IUNR, ein Pionier in Sachen Nachhaltigkeit zu bleiben, verdeutlicht. Das Reallabor verkörpert zudem einen Ort, wo eine Kultur des «Grenzen des Üblichen verschieben» und «aus früheren Fehlern lernen» gelebt wird.

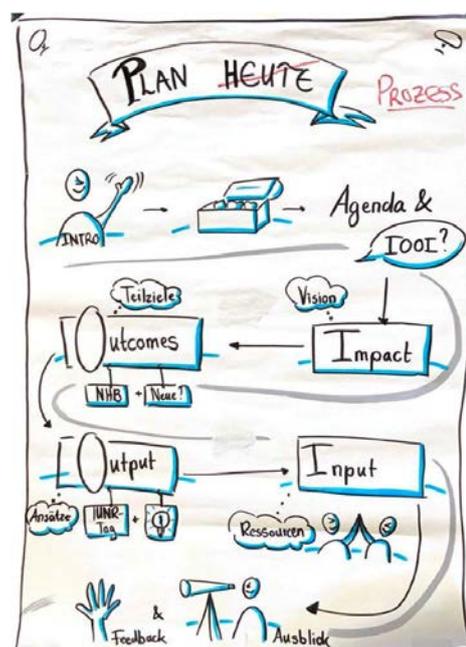
Diese Vision wurde von der Projektgruppe im nächsten Schritt in konkrete Wirkungen, bzw. SMARTe Teilziele, übersetzt und priorisiert. Mit rauchenden Köpfen sind so fünf attraktive Ziele mit einer klaren Definition entstanden, die anhand einer Messgrösse überprüft und innerhalb eines limitierten Zeithorizonts erreicht werden sollen. Konkret sollen IT-Ressourcen effizienter bewirtschaftet, der Recycling-Anteil auf dem Campus erhöht, der Fussabdruck der Verpflegung verkleinert, die Emissionen durch Mobilität reduziert und die Kultur des «Reallabors» am Institut gestärkt werden. Ab hier wurde es kreativ und es wurden Ideen brainstormt. Dabei war vom «motzenden Mülleimer», dem «Ökobarometer in der Mensa» bis zum «Juhuu ein Fehler – Buzzer» für eine po-

sitive Fehlerkultur alles dabei. Im nächsten Schritt werden diese sortiert, priorisiert und erste Prototypen gebaut. Das IUNR bewegt sich – gestern, heute und morgen.

Nachhaltigkeit am IUNR

www.zhaw.ch/iunr/nachhaltigkeitsbericht

silvia.burgdorf@zhaw.ch
moritz.voegeli@zhaw.ch



iooi als roter Faden durch den Prozess der Ideenentwicklung und -umsetzung.

Skizze: Silvia Burgdorf

News

Master Umwelt und Natürliche Ressourcen

Akkreditierung ohne Auflagen

123 Studierende haben seit Beginn im HS2017 den Masterstudiengang Umwelt und Natürliche Ressourcen erfolgreich absolviert. Zur Erfüllung der Auflage für die Bewilligung wurde er durch die Agentur ACQUIN akkreditiert. Dieser Prozess fand im 2021/2022 statt und dauerte insgesamt rund anderthalb Jahre. Am 12. September 2022 erfolgte die Akkreditierung ohne Auflagen.

In einem ersten Schritt wurde das sogenannte Studiengangprofil erstellt. Darin wird der Bedarf und der vom IUNR gewünschte Fokus der Begutachtung formuliert und es enthält überdies Angaben zu den Studieninhalten und zum Studienmodell. Darauf basierend wählte die Agentur die Expertinnen und Experten für die Gutachter:innengruppe aus.

In einer zweiten Phase galt es, die Selbstdokumentation zu verfassen. Eine 12-köpfige Redaktion stellte passend zu den Prüfkriterien Informationen u. a. zu Auswahlverfahren, Lernen, Lehren und Prüfen, aber auch zu Auswertungs- und Informationsmanagement zusammen. Mit diesem 91 Seiten umfassenden Bericht erfolgte die erste Bewertung durch die Gutachter:innengruppe und gleichzeitig deren Vorbereitung des Vor-Ort-Besuchs.

Bei der Vor-Ort-Visite am 8. März 2022 prüften die acht Expertinnen und Experten auf konstruktiv-kritische Weise die Inhalte der Selbstdokumentation und führten Ge-

spräche mit Studiengangverantwortlichen, Studierenden und Departementsleitung. In sieben Empfehlungen wurde die individuelle Profilbildung als Alleinstellungsmerkmal sowie das gegebene Betreuungsverhältnis als hervorragend bewertet. Empfohlen werden weitere Vertiefungsmöglichkeiten im Wahlbereich sowie ein weiterer Ausbau der Vernetzung der Absolventinnen und Absolventen untereinander und mit der ZHAW.

Weitere Informationen zum Master Umwelt und Natürliche Ressourcen:
www.zhaw.ch/iunr/master

daniela.harlinghausen@zhaw.ch

Digitale Bildung für nachhaltige Entwicklung

Büchertipp

Im Jahr 2021 fand das «Klimaduell» als internationaler Hochschulwettbewerb statt mit dem Ziel, Mitarbeitende und Studierende zu klimafreundlichem Verhalten zu motivieren. Teil des Projekts war es, herauszufinden, inwieweit Gamification bei der Förderung von umweltfreundlichem Verhalten wirksam sein kann. Im Klimaduell wurden die Hochschulangehörigen dazu aufgefordert, an Challenges mit Möglichkeiten zu CO₂-Einsparungen teilzunehmen, die auf dem Campus oder im Homeoffice umsetzbar waren. Die Einsparungen wurden den Klimaduellteilnehmenden laufend kommuniziert, so dass diese die unmittelbare Wirksamkeit ihres Handelns erlebten.



In der abschliessenden Umfrage gaben die Teilnehmenden an, sich Wissen über die Klimarelevanz alltäglicher Handlungen angeeignet zu haben und nach Abschluss des Wettbewerbs neue umweltfreundliche Verhaltensweisen in den Alltag integrieren zu wollen. Der Ansatz der Gamification wurde somit erfolgreich zur Förderung nachhaltigen Handelns eingesetzt. Gleichzeitig konnten mit dem Klimaduell insgesamt 2.3 Tonnen CO₂ eingespart werden. Die Erkenntnisse aus diesem Projekt sind in ein ausführliches Kapitel über den Gamification-Ansatz im Buch «Digitale Bildung für nachhaltige Entwicklung» eingeflossen, verfasst durch Christina Bantle von der HNEE, Sabine Frei, Matthias Stucki und Marleen Jattke von der ZHAW. Im Frühling findet das Klimaduell 2.0 zwischen sämtlichen Departementen der ZHAW statt. Neben einer nachhaltigeren Hochschule hofft das Projektteam auf mehr Austausch und neue Freundschaften innerhalb der ZHAW. Für eine nachhaltige und lebenswerte Zukunft braucht es uns alle!

Bantle, C., Jattke, M., Frei, S., Stucki, M. (2022). Das Klimaduell – Gamification als Ansatz einer Bildung für nachhaltige Entwicklung im Rahmen digitaler internationaler Hochschulkooperationen. In: Weselek, J., Kohler, F., Siegmund, A. (eds) Digitale Bildung für nachhaltige Entwicklung. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-65120-9_10

sabine.frei@zhaw.ch





Von *Phytophthora infestans* (Krautfäule) befallene Tomate. Bild: Esther Fischer

Mit Bakterien statt Kupfer gegen Pilzkrankheiten

Heute werden in der biologischen Landwirtschaft gegen zahlreiche Pilzkrankheiten Kupferpräparate als Alternative zu den chemischen Pflanzenschutzmitteln verwendet. Hohe Kupfergehalte in Böden können aber zu einer Verringerung der Bodenfruchtbarkeit und zu Stress bei den Kulturpflanzen führen, weshalb deren Einsatz langfristig problematisch ist.

Im Rahmen eines Projektes für das Bundesamt für Landwirtschaft entwickelt die Forschungsgruppe Phytomedizin ein neues biologisches Bakterienpräparat gegen unechte Pilze, basierend auf den symbiotischen Bakterien von entomopathogenen Nematoden (Fadenwürmer). Die ZHAW besitzt eine der weltweit grössten Lebenddatenbanken dieser entomopathogenen Bakterien und in den letzten Jahren konnte die Wirksamkeit verschiedener Stämme im Labor und auf Topfpflanzen schon bewiesen werden.

Im laufenden Projekt wird nun die Wirkung des Bakterienpräparats gegen die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) an Tomaten und Kartoffeln während drei Jahren untersucht und optimiert. Das Endprodukt soll eine variabel einsetzbare Alternative für Kupferpräparate in der Landwirt-

schaft sein, die ohne negative Einflüsse auf den Boden, die Insekten und die Umwelt eingesetzt werden kann. Mit einer verbesserten Medienwahl und einer verlängerten Anzuchtdauer konnte die Wirkung des Präparats bereits verstärkt werden. Im Sommer 2023 werden erste Versuche im Halbfreiland durchgeführt und im Folgejahr sollen die ersten Freilandversuche starten.

samuel.gogniat@zhaw.ch

Neue Baumsubstrate im Praxistest

Freiluftversuch auf dem Campus Grüental

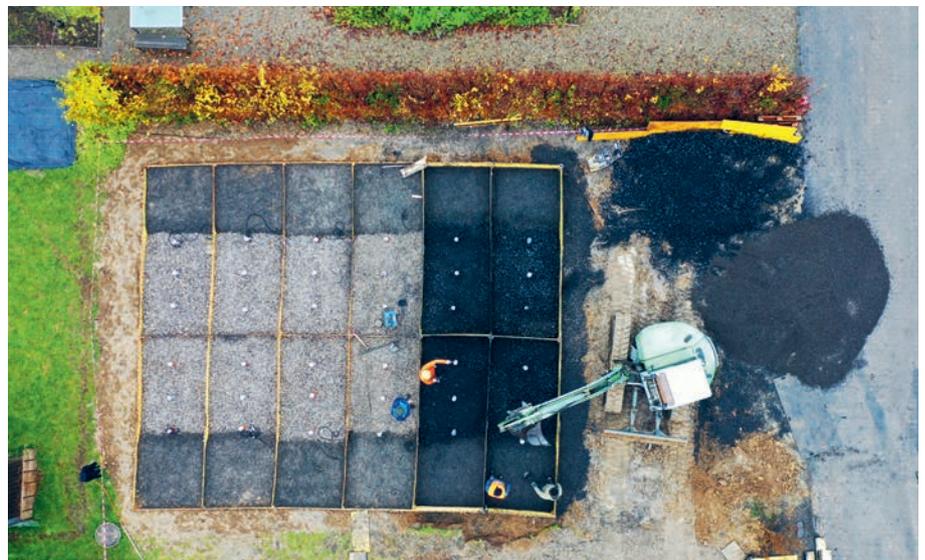
Wenig Platz, qualitativ ungünstiger Boden – und in der Folge eine geringe Verfügbarkeit von Nährstoffen und Wasser. Die städtischen Bäume leiden und das Leiden nimmt mit dem Klimawandel zu.

Grün Stadt Zürich erteilte der ZHAW den Auftrag, neue, überbaubare Baumsubstrat-Rezepturen in einem Freiluftversuch zu testen. Je vier Ulmen (*Ulmus* 'Rebona') wurden dabei auf dem Campus Grüental in drei verschiedene Substratmischungen gepflanzt. Alle Substrate enthalten mit Nährstoff geladene Pflanzenkohle, was die Wasser- und Nährstoffspeicherung verbessern soll.

Die gepflasterte Fläche bildet einen städtischen Gehweg nach. Über durchsichtige Wurzelrohre kann beobachtet werden, wie sich die Wurzeln über drei Jahre unter dem Gehweg entwickeln. Die Entwicklung der Bäume, Bodentemperatur und -feuchtigkeit werden ebenfalls stetig erfasst.

Das neue, überbaubare Standard-Baums substrat soll zukünftig in Zürich den urbanen Herausforderungen Stand halten und ein Wurzelwachstum unter den Gehwegen ermöglichen. Die Forschungsgruppe Pflanzenverwendung begleitet den Versuch.

stefan.stevanovic@zhaw.ch



Insgesamt zwölf Kammern wurden auf dem Campus Grüental gebaut. Alle Substratmischungen enthalten mit Nährstoffe «geladene» Pflanzenkohle. Bild: Stefan Stevanovic.

CAS / DAS / MAS

MAS Arten + Biodiversität

Beginn: laufend
Weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/mas-arten-biodiversitaet

CAS Naturbezogene Umweltbildung

Beginn: laufend
Weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/nub

CAS Vegetationsanalyse & Feldbotanik

Beginn: 13.5.2023
Modulübersicht, Termine, Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/vegetationsanalyse

CAS Gewässerrenaturierung

Beginn: 8.9.2023
Modulübersicht, Termine, Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/gewaesserrenaturierung

Lehrgänge / Kurse / Workshops

Workshop Aquaponik

Beginn: 1.6.2023
Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/workshop-aquaponik

Lehrgang Wildstaudenpflege

Beginn: 15.6.2023
Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/wildstaudenpflege

Fachspezifische Berufsunabhängige Ausbildung (FBA) Aquakultur

Beginn: 10.8.2023
Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/fba

Drohngestützte Fernerkundung – Anwendung & Analyse

Beginn: 7.9.2023
Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/drohnenkurs

Fachtagungen

21.4.2023

Fachtagung Urban & Grün

Weitere Informationen, Programm und Anmeldung sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/urban-und-gruen

2.6.2023

8. Fischforum Schweiz – Ressourcen klug nutzen

Weitere Informationen, Programm und Anmeldung sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/fischforum

7.9.2023

Fachtagung Pflanzensysteme 2023 – Vegetationssysteme in der Schwammstadt

Weitere Informationen, Programm und Anmeldung sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/pflanzensysteme

13.10.2023

Substratforum 2023

Weitere Informationen, Programm und Anmeldung sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/substratforum



Spezialitätenmarkt

13. Mai 2023

www.zhaw.ch/iunr/spezialitaetenmarkt



Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

**Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen**

Grüentalstrasse 14, Postfach
8820 Wädenswil
Tel. +41 58 934 59 59
info.iunr@zhaw.ch
www.zhaw.ch/iunr

www.zhaw.ch/iunr/magazin