



Life Sciences und
Facility Management

IUNR Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen

IUNR ^{N^o} 0121 magazin

Urban Ecothon – Pilot-
projekt in der Lehre

Seite 6

Masoala Curry
versus Burger

Seite 10

Partnerhotels in der
Biosfera Val Müstair

Seite 18

Inhalt



Studierendenmobilität |
Outgoing
«Petta Reddast» –
Es wird schon
schiefgehen

Seite 4



Studium BSc
**Urban Ecothon –
Pilotprojekt in der
Lehre**

Seite 6



Studium MSc |
Masterarbeit
**Masoala Curry
versus Burger**

Seite 10



Forschung und Dienst-
leistungen | Projekte
**Foodscape – ein
bisschen Spass
muss sein!**

Seite 14



Forschung und Dienst-
leistungen | Projekte
**Klimaduell – das
Klima gewinnt**

Seite 16



Forschung und Dienst-
leistungen | Projekte
**Partnerhotels im
Naturpark Biosfera
Val Müstair**

Seite 18

und ausserdem

Absolventenporträts **Seite 8** Optimale Standortbedingungen für Trockenrasen
Seite 12 Square Foot Project gestartet **Seite 13** Biodiversitätsforschung auf DNA-
Ebene **Seite 20** Global essen – lokal produzieren **Seite 22** Agro-Photovoltaik in der
Schweizer Landwirtschaft **Seite 23** International Postdoc at the IUNR **Seite 24** Wie
grün ist Kunstrasen? **Seite 26** Biokohle – das andere Schwarze Gold **Seite 28**
Dekarbonisierungsrechner: Die Energiewende selbst planen **Seite 30** Amphibien,
Knabenkraut und Co. in ihrem (nassen) Element **Seite 32** News **Seite 33** Agenda
Seite 34

«Weiter wie bisher» ist keine Option mehr!

Leben wir in den besten aller Welten oder stehen wir mitten in einem globalen ökologischen Kollaps? Die Ansichten zur aktuellen Situation auf unserem Planeten könnten nicht unterschiedlicher sein. Aus Sicht von uns Privilegierten in Europa und der Schweiz treffen wohl beide Aussagen zu. Wir geniessen viele Freiheiten und einen nie erlebten Wohlstand. Dies bekommen wir allerdings bis anhin zum Preis einer übernutzten Natur und einer zunehmenden Umweltzerstörung.

Die Einsicht wächst, dass wir einen neuen, schonenden Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen brauchen. Immer mehr, insbesondere junge Leute wollen Verantwortung übernehmen und mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen haushälterisch umgehen. Und sie lassen sich nicht mehr auf die Zukunft vertrusten, sondern wollen Taten sehen. Über unsere Ernährung und unser Konsumverhalten haben wir alle die Möglichkeit, einen direkten Einfluss auf die Art und Weise zu nehmen, wie Lebensmittel und Konsumgüter jetzt und in Zukunft produziert werden.

Dies zeigt sich auch in der aktuellen Diskussion zu unserer Landwirtschaft. Die anstehenden Initiativen für sauberes Trinkwasser und eine Produktion ohne synthetische Pflanzenschutzmittel verlangen, die negativen Auswirkungen der aktuellen landwirtschaftlichen Produktion auf die Umwelt zu minimieren. Sind dies idealistische und utopische Anliegen? Natürlich sind nicht alle Fragen in der Umsetzung dieser Initiativen geklärt, aber die Richtung, in der wir Lösungen suchen sollten, wird vorgegeben. Ein «Weiter wie bisher» ist keine Option mehr für unsere Landwirtschaft. «Weiter wie bisher» ist auch keine Option für Konsumentinnen und Konsumenten. Nur wenn auch wir uns entsprechend anpassen, wird die Landwirtschaft alle Kräfte mobilisieren müssen, um tatsächlich umweltverträgliche und ressourcenschonende Anbaumethoden zu finden.

Ein ehemaliger UI-Student fordert in diesem Zusammenhang in einem aktuellen Medienauftritt, dass wir alle Bäuerinnen und Bauern werden – im Geiste zumindest: Es brauche Wissen und Wertschätzung, wenn wir in Zukunft gesunde, ökologisch sinnvoll und fair produzierte Nahrung wollen. Hierzu möchte unser Institut beitragen – eine Auswahl aktueller Projekte und Arbeiten finden Sie in dieser Ausgabe des IUNR Magazins. Ich wünsche eine spannende und inspirierende Lektüre.

Rolf Krebs
Institutsleiter



Impressum

IUNR magazin

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

Herausgeber Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Grüentalstrasse 14, 8820 Wädenswil, info.iunr@zhaw.ch, www.zhaw.ch/iunr | **Redaktionsleitung** 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), Andrea Gion Saluz (andrea.saluz@zhaw.ch) | **Layout** Esther Volken (esther.volken@zhaw.ch) | **Titelblatt** Roggenfeld in der Biosfera Val Müstair (siehe Beitrag S. 20). Bild: Andrea Badrutt | **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 2021 | **Auflage** 200

«Petta Reddast» – Es wird schon schiefgehen

Meine Bachelorarbeit in Island in unsicheren Zeiten

Ganz nach dem isländischen Motto «Petta Reddast», was so viel bedeutet wie «es wird schon schiefgehen», habe ich meine Bachelorarbeit in Island geschrieben. Dies, nachdem es trotz Corona bedingten Startschwierigkeiten und langer Unsicherheit im Frühling doch noch grünes Licht von Seiten Islands gab und ich meine Reise antreten konnte. Und in meinem Fall hatte Corona nicht nur negative Auswirkungen.



Roman Krahle
Student BSc UI 17 mit Vertiefung Erneuerbare Energien und Ökotechnologien

Etwas Abwechslung muss sein neben den Stunden am Schreibtisch.

Bild: Roman Krahle

In drei Tagen per Zug und Fähre nach Island

Um die Umweltauswirkungen meines Auslandsaufenthaltes so tief wie möglich zu halten, hatte ich mich entschieden, für die Reise nach Island auf den Zug und die Fähre zu setzen. Jedoch machte mir hier Corona das Leben nicht gerade einfach. Für meine Reise musste ich mit dem Zug die deutsche und die dänische Grenze überqueren, was bis knapp zwei Wochen vor meiner Abreise nicht möglich war. Mein Ticket für den Zug nach Dänemark und die Fähre nach Island konnte ich deshalb erst wenige Tage vor meiner Abreise buchen, was alles etwas hektischer machte. Es war mir (ebenfalls Corona bedingt) auch nicht erlaubt, auf meiner Reise einen Zwischenhalt einzulegen, weshalb die ganze Fahrt am Stück erfolgen musste. Mit dem Zug ging es dann von Zürich über Deutschland weiter nach Hirtshals in Dänemark, von wo jeweils die Fähre nach Island ablegt. Ich war überrascht, wie fit ich nach all diesen Stunden bei der Ankunft noch war. Dies änderte sich jedoch schnell, als es hiess, dass sich die Fähre um einige Stunden verspäten würde

und ich versuchte, mich im Warteraum mit der letzten Schokolade wachzuhalten. Mit etwas Verzögerung ging es dann jedoch mit der Fähre weiter, auf der ich zwei Tage verbrachte, bis ich schlussendlich das Land von Feuer und Eis erreichte.

Der erste Eindruck: Natur pur!

Wenn es um die Landschaft geht, muss sich Island definitiv nicht verstecken, dies wurde mir schnell bewusst. Das Land beeindruckt mit sattem Grün, blauen Gletschern und dramatischen Felsformationen. Kein Wunder, dass Island für seine übernatürlichen Wesen bekannt ist, welche «Huldufólk» oder im englischen «hidden People» genannt werden. Ich hatte einige Momente, in denen es mich nicht gewundert hätte, auf Elfen zu stossen, da die Natur so unberührt und friedlich erschien. Nichtsdestotrotz hat Island auch eine ganz andere Seite, die jedes Wetter in den Schatten stellte, das ich bis anhin gekannt hatte. Das erste Mal in meinem Leben hatte ich Mühe, eine Ladentüre zu öffnen, weil der Wind einfach zu stark dagegen blies und auch beim Öffnen der Autotür war oftmals Vorsicht geboten, wenn man diese nicht im Garten des Nachbarn zusammenlesen wollte. Was ich nach den ersten Ausflügen schnell gelernt hatte, war: Vertraue nie dem Wetterbericht und egal, wie blau und wolkenlos der Himmel am Morgen auch scheinen mag, die Regenjacke gehört zur Standardausrüstung.

Vom Land in die Stadt

Nachdem ich den Sommer auf einem Hof mit Pferden und Schafen verbracht hatte und nebenbei die Literaturrecherche für meine Thesis machte, ging es im Oktober weiter nach Reykjavik, der Hauptstadt von Island, wo ich mit der eigentlichen Arbeit startete. In Zusammenarbeit mit der Reykjavik University und dem Green Building Council Iceland entwarf ich ein 3-Schritte-Konzept, um die Nachhaltigkeit von bestehenden Mehrfamilienhäusern in Island zu erhöhen. Dabei sollten die einzelnen Schritte sowohl auf ihre ökologische als auch auf ihre ökonomische Umsetzbarkeit geprüft werden. Durch den hohen Anteil





Reise mit der Fähre von Dänemark nach Island.

Bild: Roman Krah

an erneuerbaren Energien und deren reichlichem Vorkommen sind die Preise für Strom und Wärme in Island vergleichsweise tief. Dies führt dazu, dass Energiesparmassnahmen im Gebäudebereich meist schlicht und einfach nicht wirtschaftlich sind, da es günstiger ist, Energie zu verschwenden, als in Einsparmassnahmen zu investieren. Das 3-Schritte-Konzept beinhaltet deshalb sowohl einfach umsetzbare und kostengünstige als auch komplexere Massnahmen, wobei deren ökologische Auswirkungen besonders interessant sind. Da Gebäude in Island während des Gebrauchs durch den hohen Anteil an erneuerbaren Energien vergleichsweise wenig Emissionen verursachen, geht es darum, bei der Evaluierung zu untersuchen, ob die im Renovationskonzept enthaltenen Energiesparmassnahmen nicht mehr Emissionen verursachen, als sie eigentlich einsparen. Schliesslich müssen in Island die meisten Materialien via Flugzeug oder Containerschiff importiert werden, was den Anteil an grauen Emissionen in den einzelnen Gütern erhöht. Daher kann es sein, dass Energiesparmassnahmen, die in den meisten europäischen Ländern die Nachhaltigkeit von Gebäuden erhöhen, in Island kontraproduktiv sein können.

Corona bringt auch Vorteile

Trotz langer Ungewissheit und etwas Hektik vor der Abreise bin ich sehr dankbar, dass ich meine

Bachelorarbeit in Island schreiben konnte. Corona hat mir die Möglichkeit gegeben, das sonst von Touristen überfüllte Island in seiner natürlichen Form zu erleben. Es war teils erschreckend zu sehen, welche Spuren der Massentourismus in der Natur hinterlässt. Ich hoffe sehr, dass sich durch Corona die Möglichkeit ergeben wird, den Tourismus neu zu gestalten und zu regulieren, so dass auch zukünftige Generationen die ursprüngliche Natur Islands erleben können.

krahrom@students.zhaw.ch

Ein Pilotprojekt in der Lehre

Wenn Umweltingenieur*innen und Architekt*innen zusammenspannen

Transdisziplinär und gemeinsam zu arbeiten gilt als Gebot der Stunde. Gerade in der Stadtentwicklung müssen die unterschiedlichsten Disziplinen zusammenspannen. Wie das gelingen kann und was die Herausforderungen sind, zeigt ein Lehrexperiment aus dem Herbstsemester 2020 der ZHAW: Studierende aus den Studiengängen Umweltingenieurwesen und Architektur suchten im Rahmen eines Pilotprojektes zusammen nach Lösungen für eine «grünere Stadt».



Nathalie Baumann
Dozentin
Grünraumentwicklung



Anke Domschky
Dozentin
Institut Urban Landscape



Roland Züger
Dozent
Institut Urban Landscape

Neue Begrünung an den Fassaden und ein üppig begrünter Dachgarten verschmelzen mit dem vielfältig gestalteten Aussenraum.

Quelle: Shirley Rellstab & Rebecca Fässler 2020

Jenseits des Gartenzauns

Bei der Vermittlung von Synergien zwischen Stadt und Natur stossen wir immer wieder an Grenzen: disziplinäre, organisatorische, sprachliche, geschichtliche, kulturelle. Damit die Vision der dichten und gleichzeitig grünen Stadt von morgen nicht durch Blockaden verhindert wird, braucht es Einfühlungsvermögen. Nur mit Empathie für die Nachbardisziplinen legen wir Scheuklappen ab und können, in Kombination mit Überzeugungsarbeit, über Grenzen hinweg planen. Für viele aktuelle Herausforderungen brauchen wir keine neuen Ideen, Konzepte oder gar Technologien. Dergleichen sind genug vorhanden. Gefragt sind Wille, Weitsicht und Mut, vorhandenes Wissen zu nutzen, neu zu verknüpfen und in die Tat umzusetzen.

Spannendes und lehrreiches Experiment

Vor diesem Hintergrund sind Studierende aus den Disziplinen Umweltingenieurwesen und Architektur der ZHAW zusammengetroffen. Vier Dozierende und 23 Studierende probierten im Rahmen des Pilotprojektes «Urban Ecothon», finanziert von der AG Nach-

haltigkeit des Departementes LSFM, im Herbstsemester 2020 aus, wie in Köpfen vermeintlich Getrenntes zusammenfliessen kann und welche Barrieren es dabei zu überwinden gilt.

«Der erfolgreiche Abschluss dieser komplexen Aufgabe gibt mir das Vertrauen, mich in Zukunft an ähnliche Herausforderungen heranzutrauen und solche Projekte zu betreuen.»

Teilnehmer*in Modul (UI-Studium)

Es war eine lehrreiche Herausforderung, von Beginn an: Zunächst mussten geeignete Module gefunden werden, die organisatorisch eine Zusammenarbeit überhaupt ermöglichen. Die Wahl fiel auf die Module «Urban Aspects» für die Architekt*innen und «Biodiversität im Siedlungsraum» für die Umweltingenieur*innen. Es galt, überschneidende Interessen zu definieren, um daraus Inhalte für Inputs und Übungen zu entwickeln. So konzentrierten sich die Dozierenden auf fünf gemeinsame Veranstaltungen. Dazu gehörten beispielsweise Inputreferate von Experten





Kraftwerk 1 – «A meets UI»,
Aufwertung der Dachter-
rasse.

Quelle: Shirley Rellstab &
Rebecca Fässler 2020

und Expertinnen zum Thema Biodiversität oder Integrale Planung, wie auch eine gemeinsame Exkursion ins Labitzke- und das Letzibach-Areal in Zürich. Im Zentrum stand jedoch die von Oktober bis Dezember 2020 in gemischten Teams erarbeitete Übung zu ausgewählten Stadtarealen in Zürich-Altstetten. Die Studierenden waren gefordert, durch ihre architektonische oder ökologische Brille die Areale zu analysieren – und daraus Vorschläge zur Förderung eines lebenswerten Umfeldes für Mensch, Tier und Pflanzen zu machen.

«Bei den Studis besteht ein Interesse an Umweltthemen, aber in der Lehre kommen solche Themen kaum vor. Eine solches Modul während des Studiums legt den Grundstein für eine weitere Zusammenarbeit.»

Teilnehmer*in Modul (Architekturstudium)

Areal Kraftwerk1 Siedlung Hardturm – ein Beispiel von sieben

Als eines von sieben Beispielen haben die angehenden Umweltingenieurinnen Rebecca Fässler und Melanie Schneider sowie die Architektur-Studierenden Shirley Rellstab und Marco Stalder das Areal Kraftwerk1 bearbeitet. Das Ziel der 1995 gegründeten Genossenschaft liegt im Schaffen von günstigen Wohn- und Arbeitsräumen im Raum Zürich, in denen solidarisch und sozial durchmischt auf vielfältige Weise gewohnt und gearbeitet wird. Die mit dem Areal Kraftwerk1 betrauten Studierenden haben biodiverse und nachhaltige Verbesserungsvorschläge für ein Areal gemacht, das bereits gute Voraussetzungen für vielfältig gestaltete Aussenräume mit-

bringt – nicht zuletzt aufgrund seiner interessierten Bewohnerschaft. In Planzeichnungen und perspektivischen Ansichten hat die Arbeitsgruppe ihre Vorschläge visuell attraktiv in Szene gesetzt (s. Abbildungen).

Abschlussveranstaltung – Marktplatz im Open-Space-Format

Die Übung endete mit einer gemeinsamen Schlussveranstaltung in Form eines Online-Marktplatzes. Hier bot sich den Studierenden die Möglichkeit, ihre Ergebnisse mit Vertretern und Vertreterinnen der ZHAW, aus der Planungspraxis und mit Behördenmitgliedern zu diskutieren.

Die überaus positiven Rückmeldungen zeigen, dass die Ziele des Pilotprojekts – integrale Planung und kritisches Denken zu fördern – erreicht wurden. Gleichwohl stecken solche disziplinenübergreifende Lehrveranstaltungen noch in den Kinderschuhen. Denn entgegen aller Sonntagsreden, den Austausch verschiedener Perspektiven, Berufssprachen und Ideen in der Hochschullehre zu fördern, gab es diesen bis jetzt noch nicht. Nun liegt es an der Weitsicht der Studienleitungen, dieses Pilotprojekt weiter zu fördern und eine gemeinsame Plattform zu entwickeln.

Wir sind wieder dabei und hoffen auf ein Folgemodul, erweitert mit Studierenden des Studiengangs Facility Management – im Frühling 2022!

nathalie.baumann@zhaw.ch
anke.domschky@zhaw.ch
roland.zueger@zhaw.ch

Absolventenporträts

Interview mit vier Umweltingenieurinnen und Umweltingenieuren

Wie bist du zu deiner Arbeitsstelle gekommen?

Martin: Meine aktuelle Arbeitsstelle hatte es nicht gegeben, sondern wurde für mich geschaffen. Als Gastreferent im Modul «Biogene Energieträger» (heute «Biomasse als Ressource») hatte mein heutiger Chef uns Studierende darauf aufmerksam gemacht, dass er das eine oder andere Projekt für Umweltingenieure habe. Daraufhin habe ich ihm eine E-Mail mit meinem Lebenslauf geschickt und mein Interesse an einem solchen Projekt mitgeteilt. Am Bio-



«Meine Arbeitsstelle hat es nicht gegeben, sondern wurde für mich geschaffen.»

Martin Joss

energie-Forum im April 2017, zu dem ich als Gast eingeladen wurde, konnte er beobachten, wie ich mich in diesem noch unbekannten Themenfeld bewege und wie ich mich im Umgang mit Mitmenschen verhalte. Daraufhin haben sich die Gespräche immer weiter konkretisiert, bis ich im Juli die Zusage für eine Vollzeitstelle bekam (60 % Biofuels Schweiz und 40 % Erdöl-Vereinigung). Seit dem 1. Januar 2019 arbeite ich 100 % für den Verband Biofuels Schweiz.

Denis: Bereits während meiner Semesterarbeit konnte ich erste Erfahrungen und Kontakte in einem Ingenieurbüro sammeln. Daraufhin habe ich mich entschieden, für die Bachelorarbeit aktiv nach Firmen zu suchen, bei denen ich etwas bewirken kann. Mit dieser Motivation habe ich mehrere Architekturbüros angefragt. Schliess-

lich hatte ich die Chance, bei einem Projektwettbewerb mitzuarbeiten. Während diesen Arbeiten lernte ich den Geschäftsleiter von Areal und Gebäude der CSD kennen, der mich dann auf das Jobangebot Juniorprojektleiter aufmerksam gemacht hat.

Michael: Ursprünglich habe ich mich als Simulationsspezialist für Thermische Simulationen beworben. Obwohl dieses Thema im Studium nicht behandelt wurde, habe ich mir gedacht «Was du nicht kannst, das kannst du lernen». Im Vorstellungsgespräch hat sich herausgestellt, dass die Firma mittlerweile eine interne Person für die ausgeschriebene Stelle bevorzugte, jedoch Interesse an mir hatte. Die Gartenmann Engineering AG hatte bereits UI-Abgänger*innen angestellt und war daher mit deren Kenntnissen vertraut. Sie bot mir ein Praktikum mit Aussicht auf eine Festanstellung an. Obwohl ich ursprünglich kein Praktikum hatte machen wollte, erschien mir das Angebot spannend und die Konditionen fair. Daher entschied ich mich schliesslich für das Praktikum. Angesprochen hat mich vor allem die Firmenphilosophie, die Aussicht auf eine selbständige Tätigkeit und der Umgang mit den Kunden.



«Sucht aktiv den Kontakt zu Betrieben und baut euch ein Netzwerk auf.»

Denis Kriegesmann

Tracy: Während des Studiums erkannte ich die Wichtigkeit von Umweltämtern in der Gesellschaft wie AWEL, die für eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Lebens-

grundlagen sorgen. Dort werden unter anderem auch wichtige Beschlüsse gefasst. Mein Wunsch war es, ein Teil davon zu sein und aktiv mitzuwirken. So habe ich als erste Arbeitsstelle nach dem Studium gezielt eine Praktikumsstelle im Stellenportal des Kantons Zürich gesucht, weil ich einen Einblick in verschiedene Bereiche gewinnen wollte. Nach Bekundung meiner Interessen hatte ich das Glück, mich in die gewünschten Gebiete vertiefen zu können.

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

Martin:

- Das generelle Verständnis von Nachhaltigkeit, Politik und CO₂-Reduktionszielen
- Chemie und Biologie – beides ist wichtig für flüssige Treib- und Brennstoffe
- Das Thema «Ökobilanzen»
- Einführung in das Thema «Normung»
- Informatikgrundlagen

Denis: Die gesamte Breite des Studiums ist sehr wertvoll. Die Nachhaltigkeitslabels für Gebäude und Areale beinhalten oft über 30 Kriterien, welche vom Energieverbrauch bis zur Biodiversität reichen. Das Verständnis über Ökobilanzierung, welches ich im Minor erlangt habe, hilft mir zu verstehen, was hinter den Berechnungen zu Baustoffen oder ganzen Gebäuden steckt. Die Module, die sich mit Energie im Gebäude befassen, geben mir das Grundwissen, um im Bauprojekt die Fachplanenden besser zu verstehen.

Weiter sind insbesondere Erfahrungen aus den Gruppenarbeiten wertvoll, da jedes Projekt andere Herausforderungen mit sich bringt und ich oft auch meine Herangehensweise neu entwickeln muss.

Michael:

- Building Physics
- Anlagen- und Projektmanagement (erster Kontakt mit Normen und planerischen Projektablaufen)
- Die Fähigkeit, ganzheitlich zu denken

Tracy: Für meine erste Stelle nach dem Studium beim AWEL waren alle EÖ-rele-



«Ich entschied mich schliesslich doch für ein Praktikum, weil das Angebot spannend und die Konditionen fair waren.»

Michael Lappert

vanten Themen besonders bedeutsam, insbesondere die Module Basics of renewable energies and ecological engineering 3, Environmental Heat, Solarthermie und Photovoltaik wie auch Energieeffizienz. Wichtige Aspekte im Modul «Biomasse als Ressource» halfen mir als Grundlage, einen internen Bericht über synthetische Treibstoffe im Luftverkehr zu verfassen. Mithilfe der GIS Module I und II konnte ich im Geoinformationssystem des Kantons Zürich hilfreiche Karten erstellen. Im Studium hätte ich nie gedacht, was für ein Gewinn die diversen Projekt- und Semesterarbeiten in der Berufswelt sind. Sie fördern eine methodische Herangehensweise, eigenständiges Denken und selbstständiges Arbeiten.

Auf welchem Gebiet musstest du dazu lernen? Was hat dir für die aktuelle Stelle gefehlt?

Martin: Die Branchenkenntnisse musste ich erarbeiten. Zu diesem Wissen bin ich hauptsächlich durch Gespräche mit Experten gekommen. Fragen lohnt sich. Zudem musste ich gewisse Arbeitstechniken lernen, um meine Produktivität zu steigern. Da konnte ich viel von meinem Chef abschauen.

Denis: Eine grosse Herausforderung für mich ist die Diskrepanz zwischen dem, was aus meiner Sicht notwendig ist, um eine

lebenswerte Zukunft zu ermöglichen und der Art, wie heute gebaut wird. Im Studium wurde mir durch die Dozierenden und meine Mitstudierenden sehr klar aufgezeigt, wie dramatisch die Klimakrise für die Menschheit ist. Weiter wurde mir bewusst, dass das nötige Wissen und die Technologien für die nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft bereits vorhanden sind. Diese müssen nur systematisch und richtig angewendet werden. Von einem konsequenten Umgang mit der Klimakrise ist die Baubranche jedoch, auch bei Gebäuden mit Nachhaltigkeitslabel, noch weit entfernt. Am richtigen Umgang damit arbeite ich noch. Durch persönliche Weiterentwicklung (Fachwissen, Projektleitung, Kommunikation usw.) versuche ich, meinen Einfluss in den Projekten ein wenig zu vergrössern.

Michael:

- In so ziemlich allen – kein Studium gibt einem alle Kompetenzen mit auf den Weg.
- Insbesondere Akustik und Projektmanagement – Learning on the Job und eine akustische Weiterbildung.

«Ich hätte nie gedacht, was für ein Gewinn die diversen Projekt- und Semesterarbeiten in der Berufswelt sind. Sie fördern eine methodische Herangehensweise, eigenständiges Denken und selbstständiges Arbeiten.»

Tracy Napitupulu

Tracy: Meine Studienunterlagen waren bei meiner ersten Stelle beim AWEL mein steter Begleiter. Falls ich in einem Gebiet nicht versiert war, fragte ich mich: Woran kann ich anknüpfen? Was braucht es dazu? Ich liebe es, mir neues Wissen anzueignen. Fachbücher sind geeignete Hilfsmittel. Während meines Studiums habe ich meinen Fokus stark auf die ökologische Komponente gerichtet. Das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit beinhaltet aber auch sozio-ökonomische Aspekte. Alle drei Komponenten gleichgewichtig zu berücksichtigen ist komplex und stellt in der Realität nicht selten eine Herausforderung dar. Durch den intensiven Austausch

mit meinen Vorgesetzten gewann ich aber einen viel umfassenderen Blickwinkel auf wichtige Fragestellungen. Ich lernte von meinen Vorgesetzten viel dazu, wofür ich ihnen sehr dankbar bin.

mathujah.manikkan@zhaw.ch

Die Interviews führte Mathujah Manikkan mit folgenden UI-Absolventinnen und -Absolventen, alle mit Vertiefung Erneuerbare Energien und Ökotechnologien (vormals: Nachwachsende Rohstoffe und erneuerbare Energien)

Martin Joss (UI14)

Projektleiter mit Schwerpunkt erneuerbare Treib- und Brennstoffe (100 %), Biofuels Schweiz

Denis Kriegesmann (UI15)

Juniorkonstrukteur Nachhaltiges Bauen (70 %), CSD Ingenieure

Michael Lappert (UI14)

Projektleiter Akustik, Bauphysik, Energie, Nachhaltigkeit (100 %), Gartenmann Engineering AG

Tracy Napitupulu (UI16)

Erste Stelle nach dem Studium: Praktikantin, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Kt. Zürich

Essen im Zoo Zürich: Masoala Curry versus Burger

Herausforderungen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Zoo-Gastronomie

In den zwei Selbstbedienungsrestaurants des Zoo Zürich werden pro Tag durchschnittlich 1000 Gerichte verkauft. Gemäss Leitbild möchte der Zoo die Besucher*innen für den Natur- und Artenschutz sensibilisieren. Als Tochtergesellschaft tragen die Zoo-Restaurants das Ziel auf ideeller und finanzieller Ebene mit. Eine Fallstudie zeigt ein grosses Potenzial, das Gastronomieangebot den Werten des Zoos anzupassen.



Lena Eberle
Absolventin MSc ENR 18 mit
Schwerpunkt Agrofoodsysteme



Priska Baur
Dozentin
Geography of Food



Sonja Trachsel
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Geography of Food

Zoo Zürich als Praxispartner

Der Zoo Zürich zählt zu den Kultur- und Weiterbildungsinstitutionen der Stadt Zürich und sieht sich gemäss Leitbild als «Botschafter zwischen Mensch, Tier und Natur». Der Zoo will ein Zentrum des Naturschutzes sein, selbst einen grossen Beitrag leisten und die Menschen dazu anregen, die Natur zu schützen.

Die Zoo-Gastronomie wurde im Rahmen einer Masterarbeit am IUNR in der Forschungsgruppe Geography of Food untersucht. Im NFP 69 Projekt NOVANIMAL Innovations for a future-oriented consumption and animal production (novanimal.ch) wurden über 50 Massnahmen vorgeschlagen, die dazu beitragen, dass die Gäste auswärts mehr pflanzliche und weniger tierische Nahrungsmittel essen. In der Fallstudie wurde das Angebot der Zoo-Restaurants anhand der NOVANIMAL-Innovationen analysiert und beurteilt. Die dazu notwendigen Gespräche, Beobachtungen und Dokumentanalysen wurden zwischen November 2019 und Juli 2020 durchgeführt.

Zoo-Restaurants wollen nachhaltiger werden

Die Hälfte des Angebots in den Selbstbedienungsrestaurants Masoala und Pantanal war zum Untersuchungszeitpunkt vegetarisch. Vor 2019 lag der Anteil der Gerichte ohne Fleisch bei 30 %. Das neue Angebot wurde im Rahmen der Angebots- und Nachhaltigkeitsstrategie der Zoo Restaurants GmbH entwickelt. Die Angebote der Zoo-Gastronomie sollen die natürlichen Ressourcen im Vergleich zu herkömmlichen Gerichten und Produkten schonen: Möglich sei dies durch Saisonalität und Regionalität, mehr vegetarische Menüs, weniger Fleisch von Wiederkäuern, mehr biologische Nahrungsmittel und innovative Produkte.

Im Jahr 2019 war durchschnittlich ein Drittel der verkauften Gerichte in den Restaurants Masoala und Pantanal vegetarisch (gemäss Hochrechnung einer 5-wöchigen Angebotsanalyse). Die Anzahl Gäste, die sich für ein vegetarisches oder veganes Gericht

entscheiden könnten, ist vermutlich grösser: Je nach Quelle sind die Hälfte bis zwei Drittel der Schweizer Bevölkerung offen für Gerichte ohne Fleisch. Gemäss NOVANIMAL sind Flexitarierinnen und Flexitarii die Hauptzielgruppe für ein grösseres vegetarisches und veganes Angebot.

An der Motivation liegt es nicht

Vom Personal in der Küche über die Betriebsassistenten bis hin zum Management: Für alle spielt Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle – natürlich gehört für die Befragten das Thema vegane und vegetarische Verpflegung dazu. Wie lässt sich dann erklären, dass 20 % mehr vegetarische Gerichte auf der Karte nur zu 3 % mehr verkauften Vegi-Gerichten führte? Was hemmt die Entwicklung der Nachfrage in Richtung «mehr pflanzliche, weniger tierische Produkte»?

Die Bedürfnisse der eigenen Kundschaft zu kennen, ist zentral. Gleichermassen wichtig bei der Menügestaltung ist aber auch die Vorstellung, was den Gästen, abgesehen von Allerweltsgerichten wie Burger und Bratwurst, schmecken könnte. Genussvolle Gerichte ohne Fleisch und andere tierische Produkte zu kochen, verlangt Fachwissen. Wichtig für den Erfolg vegetarischer Gerichte sind der Geschmack und die attraktive Präsentation. Neben kochhandwerklichem Können ist auch fundiertes Wissen über die Umweltfolgen der Tierproduktion wichtig, ebenso Hintergründe zur Tierhaltung – nur so können nachhaltige Menüs entwickelt werden. Nicht zuletzt entscheidend ist die Art und Weise, wie ein Menü vermarktet wird. Ein Schild, das die Spaghetti Bolognese oder ein anderes Gericht als «vegan» anpreist, schreckt die Kundschaft ab.

Im Restaurant Masoala wurden nach Erhöhung des Vegi-Angebots auf 50 % anteilmässig sogar weniger Vegi-Gerichte verkauft als vorher. Die Erklärung ist, dass ein durchschnittliches Vegi-Gericht gegen die vertrauten und beliebten Fleisch-Klassiker Burger, Schnitzel, Bratwurst & Co. wenig Chancen hat. Mit Ausnahme von Pommes Frites rangieren auf den ersten zehn Plätzen der meistverkauften Gerichte im Zoo Zürich ausnahmslos solche mit Fleisch.

weniger Fleischgerichte anbieten

Vegi-Symbol nicht vor, sondern nach Gericht, klein und diskret

Vegi-Auslobung kann abschrecken

Gericht und Bezeichnung fallen im Vergleich ab

STATION 2

GERICHTE AUS ALLER WELT

vegi/vegan Kindermenüs



Region	Gericht	Preis (CHF)
Lateinamerika	Chili con Carne (Rind) mit Reis, Nachos, Sauerrahm und knackigem Topping	CHF 17.90
	Nachos mit Sauerrahm [vegetarisch]	CHF 8.80
Asien	Massaman Curry mit Rindfleisch, dazu Jasminreis	CHF 19.90
Afrika	Masoala Curry [vegan] mit Kichererbsen und Linsen, dazu Jasminreis und Maniokchips	CHF 16.90
	Afrikanisches Erdnuss-Peperoni-Poulet mit Pfefferminz-Zitronen-Couscous	CHF 18.90

kleines, diskretes Vegi-Symbol: gute Idee!

Vegi an erster Stelle platzieren: wichtig!

Topseller ohne Fleisch!

→ Mehr pflanzliche Eigenkreationen anbieten

Vegi günstiger als Fleisch – ein Muss?

Kommentare zu den Zoo-Gerichten am Beispiel der Essensstation 2 – Was kann aus Sicht des NOVANIMAL-Projektes verbessert werden?

Quelle: Zoo Zürich (2020), mit Kommentaren von Eberle et al.

So könnte es funktionieren

Auf dem elften Platz befindet sich das viel gelobte Masoala Curry – ein geschmacksintensives, herzhaftes Curry mit Kichererbsen und Linsen. Dieses Gericht erzählt eine eigene Geschichte und passt zum Zoo. Mit solchen Menükreationen kann sich die Zoo-Gastronomie von anderen Ausflugszielen abheben und den Gast mit exotischen Aromen auch geschmacklich im Zoo willkommen heissen. Vegi-Gerichte müssen kreativ sein, gut schmecken und attraktiv bezeichnet sein. Sie dürfen nicht als «vegan», «vegetarisch» oder «bio» ausgelobt werden, denn diese Eigenschaften wecken in den wenigsten Gästen Lust zum Essen.

Zum Zoo passende Eigenkreationen sind möglicherweise aufwändiger als Topseller-Fleischgerichte. Da-

für muss je nach Art der vegetarischen Gerichte am Verkaufstag weniger Zeit mit Frittieren verbracht werden, oder es fallen möglicherweise weniger Kosten für die Zutaten an. Umso einfacher ist der Erfolg messbar: Auf dem richtigen Weg ist die Zoo-Gastronomie, wenn weniger Tonnen Fleisch eingekauft werden, der Umsatz mindestens gehalten werden kann und die Gäste zufrieden sind.

Der Zoo Zürich und die Zoo Restaurants sind für nachhaltige Anliegen sensibilisierte Unternehmen. Naturschutz ist ihre Herzensangelegenheit und diese darf sich – unaufdringlich – auch auf dem Teller zeigen.

lena_eberle@hotmail.com
priska.baur@bluewin.ch
sonja.trachsel@zhaw.ch



Die beliebte vegetarische Eigenkreation des Zoo Zürich: das Masoala Curry.

Bild: Zoo Zürich

Optimale Standortbedingungen für Trockenrasen

Bachelorarbeit in Zusammenarbeit mit dem Kanton Zürich

Halbnatürliche Halbtrockenrasen wie jene des Verbandes *Mesobromion* gehören zu den artenreichsten Habitattypen Europas in Bezug auf Gefässpflanzen und zahlreiche andere taxonomische Gruppen. Zugleich unterliegen sie seit 1900 einem erheblichen Flächenverlust und gehören heutzutage zu den gefährdeten Lebensräumen. Marc Büchler hat 2019 in der Forschungsgruppe Vegetationsökologie eine Bachelorarbeit geschrieben, in der er analysiert hat, welches heute die entscheidenden Faktoren für die Erhaltung oder Neuschaffung von Halbtrockenrasen von hohem Naturschutzwert sind.



Marc-Olivier Büchler
Student BSc UI 16 mit
Vertiefung Naturmanagement



Jürgen Dengler
Dozent
Vegetationsökologie

In der Schweiz sind die Trockenwiesen und -weiden (TWW), zu denen das *Mesobromion* gehört, in nationalen und kantonalen Inventaren geschützt, abhängig vom jeweiligen Naturschutzwert. Um den aktuellen Zustand und mögliche Massnahmen zum Erhalt und zur Aufwertung von Trockenwiesen und -weiden des Kantons Zürich zu untersuchen, wurden in dieser Arbeit von insgesamt 27 Trockenwiesen und -weiden die Vegetations- sowie Bodeneigenschaften erhoben und analysiert. Die untersuchten Objekte waren vor über zehn Jahren durch den Kanton Zürich als qualitativ «gut» oder «schlecht» bewertet worden. Bei den untersuchten Objekten handelte es sich um 14 Trockenwiesen und -weiden «guter» und 13 «schlechter» Qualität, allesamt in der Region Winterthur.

Die Analyse der Vegetations- und Bodeneigenschaften zeigte, dass gut zehn Jahre nach der Einteilung durch den Kanton Zürich in «gute» und «schlechte» Qualität teilweise nach wie vor Unterschiede zu erkennen sind. Nennenswerte Unterschiede liessen sich beispielsweise im Nährstoffgehalt der Böden, dem pH-Wert oder auch in der Steilheit der Hanglage feststellen. Auch in Bezug auf die Vegetation konnte festgestellt werden, dass Pflanzen der Roten Liste ausschliesslich bei den Trockenwiesen und -weiden «guter» Qualität zu finden sind. Die Resultate zeigten, dass ein niedrigerer Nährstoffgehalt, ein höherer pH-Wert und steilere Hanglagen generell vorteilhaft für den Erhalt von Halbtrockenrasen mit einem höheren Naturschutzwert («gute» Qualität) zu sein scheinen. Auch zeigte sich, dass bei Halbtrockenrasen «schlechter» Qualität der Stickstoffgehalt signifikant höher ausfiel und Pflanzen der Roten Liste gar nicht vertreten waren.

Die Resultate und Begehungen wiesen auch darauf hin, dass für den Erhalt und die Aufwertung von Trockenwiesen und -weiden neben den gegebenen Bodenbedingungen auch das gegenwärtige Nutzungsmanagement eine wichtige Rolle spielt (und eine mögliche Anpassung von Vorteil sein könnte). Dies besonders in Anbetracht der in den letzten 100 Jahren stetig wachsenden atmosphärischen Stick-

stoffdeposition im Boden, die sich negativ auf den Nährstoffhaushalt der Halbtrockenrasen ausgewirkt haben könnte.

Die Arbeit wurde Ende 2020 im peer-gereviewten, internationalen Journal *Tuexenia* veröffentlicht. Sie ist open access verfügbar.

Publikationen

Büchler, M.-O. 2019. Optimale Bodenbedingungen für artenreiche Magerwiesen. Bachelorarbeit, IUNR: 75 pp.

Büchler, M.-O., Billeter, R. & Dengler, J. 2020. Optimal site conditions for dry grasslands of high conservation value in the canton of Zurich, Switzerland. *Tuexenia* 40: 527–546.

m_buechler@hotmail.com
juergen.dengler@zhaw.ch



Marc-Olivier Büchler sucht mit dem Magnetsuchgerät die Markierung einer Probe-fläche, von der er im Frühjahr Bodenproben genommen hat.

Bild: Jürgen Dengler

Square Foot Project gestartet

Wandel der Grünlanddiversität in der Schweiz über ein Jahrhundert

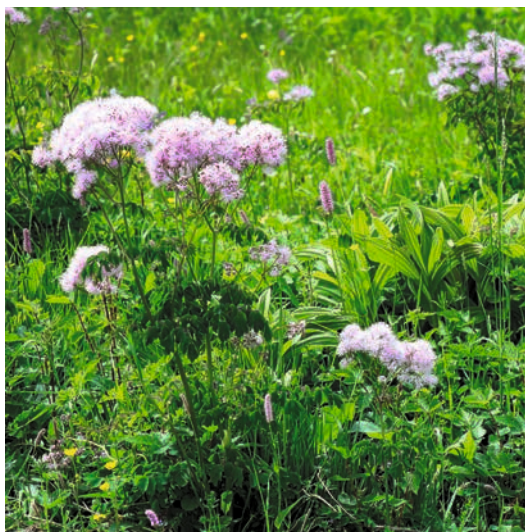
Die Grasländer Mitteleuropas sind von grosser ökologischer und ökonomischer Bedeutung. Ihre Artenvielfalt hat sich unter dem Einfluss des Menschen verändert und ist drastisch zurückgegangen. Mit der Auswertung eines weltweit einmaligen Datensatzes historischer Vegetationsaufnahmen zielt das Projekt darauf, diesen Wandel über mehr als ein Jahrhundert zu quantifizieren und seine Treiber zu identifizieren.

Während der letzten 100–150 Jahre ist die Biodiversität der Erde so dramatisch zurückgegangen, dass inzwischen vom sechsten Massenaussterbeereignis der Erdgeschichte gesprochen wird. Während die Tatsache des Rückgangs an sich unbestritten ist, ist es unklar, welche Facetten von Biodiversität wie und wie stark betroffen sind. Auch über die relative Bedeutung verschiedener Treiber (Landnutzungswandel, Klimawandel, Standortveränderung/-verlust, Nährstoffanreicherung, Vereinfachung der Landschaftsstruktur, nichtheimische Arten) ist wenig bekannt.

Unlängst wurde ein historischer Datenbestand von rund 600 präzisen Vegetationsaufnahmen von je einem Quadratfuss (0.3 m x 0.3 m) aus dem Zeitraum

1870–1930 gefunden, welche detailliert abbilden, wie der Artenreichtum und die Artenzusammensetzung der Grasländer (Wiesen und Weiden) der Schweiz damals aussah. Im Projekt sollen diese alten Untersuchungen an ungefähr den gleichen Stellen wiederholt werden. Dadurch lässt sich quantifizieren, wie stark der Artenreichtum zurückgegangen ist und ob unterschiedliche Grünlandtypen oder Artengruppen unterschiedlich betroffen sind. Da die historischen Beschreibungen aus der ganzen Schweiz stammen, die möglichen Ursachen des Biodiversitätswandels aber regional unterschiedlich stark ausgeprägt sind, lässt sich in einem zweiten Schritt feststellen, welchen Stellenwert etwa Klimawandel, Nährstoffeintrag und Entwässerung hatten. Das Verständnis für das Ausmass und die Ursachen des Artenverlustes sind sowohl für die Grundlagenforschung wie für die angewandte Praxis relevant. In einem Teilprojekt wird es entsprechend darum gehen, zu analysieren, ob und wie unter heutigen Rahmenbedingungen artenreiches Grünland erhalten werden kann.

juergen.dengler@zhaw.ch
manuel.babbi@zhaw.ch
stefan.widmer@zhaw.ch



Jürgen Dengler
Dozent
Vegetationsökologie



Manuel Babbi
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Vegetationsökologie



Stefan Widmer
Doktorand
Vegetationsökologie

Blumenbunte, artenreiche Feuchtwiese im Naturschutzgebiet Schwantenau (Schwyz), wie sie heute selten geworden ist.

Bild: Jürgen Dengler

Square Foot Project

Projektpartner

PD Dr. Michael Kessler (Universität Zürich)
PD Dr. Annelie Holzkämper (Agroscope)
Dr. Thomas Wohlgemuth (WSL)

Drittmittelgeber

Schweizerischer Nationalfonds (SNF)

Projektleitung

Prof. Dr. Jürgen Dengler

Co-Projektleitung

Dr. Felix Herzog, Agroscope

Projektteam

Susanne Riedel, Doktorandin Agroscope
Stefan Widmer, Doktorand ZHAW
Manuel Babbi, Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Laufzeit

2021–2024

Offizieller Projektstart

Kickoff-Meeting am 20. Januar 2021

Projektwebseite

www.zhaw.ch/squarefoot

SNF-Projektseite

<http://p3.snf.ch/project-197641>

Foodscape – ein bisschen Spass muss sein!

Sind Spielflow und Inhaltsvermittlung in Lernspielen vereinbar?

Landwirtschaftliche Produktion, Konsum und Handel von Lebensmitteln – das Schweizer Ernährungssystem ist ebenso komplex wie zentral für unser tägliches Leben. Unsere Ernährung prägt Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft wie kaum ein anderer Lebensbereich. Und doch sind viele nicht vertraut mit den Strukturen und Mechanismen, welche die Ernährung in der Schweiz bestimmen. Wäre es nicht möglich, diese komplexen Themen in einem Spiel zu vermitteln? Mit dieser Frage war die Idee für das Lernspiel Foodscape geboren.



Isabel Jaisli
Dozentin
Geography of Food

Klare Aufgabenteilung...

Lernspiele und Serious Games wollen nicht nur unterhalten, sondern auch Inhalte vermitteln und «seriöse» Themen behandeln. Beim «auch» liegt jedoch eine Herausforderung, die sich im Projekt Foodscape zeigte. Foodscape wurde in einer Kooperation des IUNR mit den Game Designern der Zürcher Hochschule der Künste ZHDK entwickelt und die Aufteilung war klar: Fachexperten vom IUNR liefern die Inhalte, die Game Designer der ZHDK schauen, dass ein lustiges Spiel daraus wird.



Sonja Trachsel
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Geography of Food

...schwierige Umsetzung

Doch was wäre interdisziplinäre Zusammenarbeit ohne Herausforderungen? Aus Sicht der Fachexperten sollte das Schweizer Ernährungssystem möglichst detailliert und genau im Spiel abgebildet werden. Wir entwickelten umfangreiche Modelle, um die Nutzung der Agrarflächen mit verschiedensten Kulturen in allen Regionen und Bergzonen, samt Nährwert und Produktionsmengen zu berechnen. Auch Erträge im Bioanbau, Importmengen und Ernährungsweisen durften nicht fehlen – Kommastellen inklusive.

Das Feedback der Gamedesigner war klar: «Bei dieser Komplexität erreichen wir bei den Spielenden keinen Flow». Der Spielflow beschreibt das Eintauchen ins Spielerlebnis und ist der heilige Gral der Game Designer. Es dauerte nicht lange, bis sich das interdisziplinäre Foodscape-Team in einer ausge-

wachsenen «Storming-Phase» – dem Nahkampf – befand. Die Ziele im Team waren so unterschiedlich, dass das Projekt zu scheitern drohte: Inhalte oder Spass, was war wichtiger oder konnten wir beides doch vereinen?

Zurück auf Feld eins

Als Forschende wagten wir uns vor und nahmen Abschied von unserem komplexen Modell. Das Projekt stand wieder am Anfang, aber ein Neustart war in dieser Phase die richtige Entscheidung. Wir konzentrierten uns jetzt auf die wichtigsten Aussagen, die das Spiel vermitteln sollte – ohne Kommastellen. Damit konnten die Spielentwickler arbeiten. In einem spannenden Prozess mit Studierenden und Mitarbeitenden der ZHDK wurden unterschiedliche Spielideen entworfen, verworfen und weiterentwickelt. Und nun stellte sich auch im Projekt selbst der ersehnte Flow ein.

Entstanden ist das Strategiespiel «Foodscape», bei dem die Spielenden als Herrscherin über eine imaginäre Schweiz Entscheidungen treffen müssen, um verschiedene Ressourcen wie Land, Ernte, Umwelt und Gesundheit im Gleichgewicht zu halten. Die Spiellogik ist einfach: Fett und Zucker sind ungesund, Fleisch ist schlecht für die Umwelt, Produktionssteigerungen gehen auf Kosten der Natur, Berggebiete sind eingeschränkt für die Landwirtschaft nutzbar. Und dennoch: Das Gleichgewicht zwischen den Ressourcen zu halten ist anspruchsvoll und ständig wird der Spielende mit neuen Herausforderungen und Ratschlägen von Einhörnern, Bibern und Drachen konfrontiert.

Der Praxistest zeigt Stärken und Schwächen

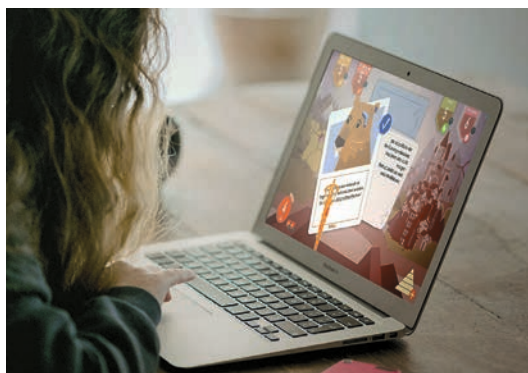
Das Spiel wurde für den Einsatz im Schulunterricht für Schülerinnen und Schüler im Alter von 12 bis 16 Jahren entwickelt. Durch die Kooperation mit dem Strickhof, der im Kanton Zürich für den Hauswirtschaftsunterricht aller Gymnasien zuständig ist, konnte das Spiel noch während der Entwicklung getestet und evaluiert werden. Tests im Unterricht soll-

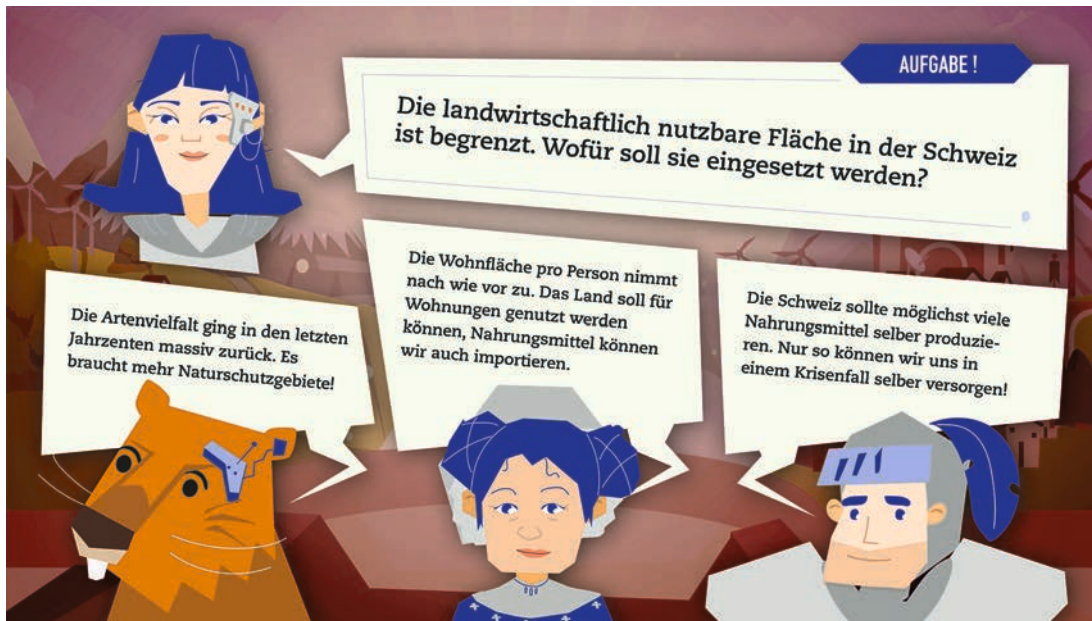


Rebecca Näf
Studentin MSc ENR2019,
MRU Agrofoodsystems

Um Spielflow und Lerneffekt zu ermitteln, wurde Foodscape in verschiedenen Schulklassen getestet.

Bild: Sonja Böckler, ZHDK





Im Spiel Foodscape müssen Entscheidungen zwischen verschiedenen Ansprüchen im Ernährungssystem getroffen werden – die Nutzung der Agrarflächen steht hierbei im Zentrum.

Bild: Sonja Böckler, ZHDK

ten zeigen, ob sich die Lerninhalte mit dem Spiel vermitteln lassen und ob bei den Spielenden ein Flow erreicht wird.

Die Tests fanden im Herbst 2020 in verschiedenen Klassen im Rahmen des dreiwöchigen Kurses «Hauswirtschaft an Mittelschulen» am Strickhof statt. Mittels Befragungen zu Wissen und dem Flow-Erlebnis, Beobachtungen und Interviews wurde die Wirkung des Spiels untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass mit dem Spiel ein Wissenszuwachs bei den Schülerinnen und Schülern erreicht wurde, sie also ein verbessertes Verständnis des Schweizer Ernährungssystems entwickelten.

Doch konnte das Spiel auch einen Flow erreichen? In den Schulklassen zeigte sich, dass sich die Schülerinnen und Schüler rasch im Spiel zurechtfinden. Schnell entwickelten sie Strategien, um Foodscape erfolgreich zu beenden. Der Spielerfolg stand dann im Vordergrund und nicht mehr die Informationen, die das Spiel vermittelte. So wurden beispielsweise Informationen zur Ernährung schnell weggeklickt. Dies zeigt, dass zu viele Informationen den Spielfluss unterbrechen und das Flow-Erlebnis mindern können. Der Flow bei den Spielenden wurde mittels der Flow-Kurzskala, die sowohl das Erleben als auch die Besorgnis ermitteln, erhoben. Die Ergebnisse waren eher ernüchternd. Die Schülerinnen und Schüler hatten beim Spielen von Foodscape keine hohen Flow-Werte – zu häufig wurde das Spiel durch das Lesen von Informationen und Erklärungen unterbrochen.

Das Erlebnis zählt

Dennoch bewerteten Schülerinnen und Schüler wie auch die Lehrpersonen das Spiel grösstenteils sehr

positiv – lehrreich und unterhaltsam. Durch den Multiplayermodus und «Volksabstimmungen» in der Klasse wurden lebhaft Diskussionen angeregt. Die Schülerinnen und Schüler erlebten die Herausforderung, zwischen den verschiedenen Interessen der Umwelt, der Gesellschaft und der Wirtschaft abzuwägen. Das Foodscape-Spiel führte dazu, dass sie sich genauso wie reale Entscheidungstragende in Zielkonflikten befanden. Hier können digitale Lernspiele im Vergleich zu anderen Vermittlungsformen von Wissen punkten: Mechanismen und Prozesse können in einem Spiel nachempfunden und erlebt werden.

Das Projekt hat uns, aber auch den Spielenden von Foodscape aufgezeigt, wie herausfordernd der Umgang mit Zielkonflikten sein kann. Sind Lernspiele also das richtige Mittel, um komplexe Inhalte zu vermitteln? Die Erkenntnisse aus der Entwicklung von Foodscape stimmen positiv. Allerdings sind Kompromisse sowohl auf Seiten der Inhaltsvermittlung als auch auf Seiten des Spielflows erforderlich.

Link zum Spiel

<https://foodscape.ch>

isabel.jaisli@zhaw.ch
sonja.trachsel@zhaw.ch
naefreb1@students.zhaw.ch

Klimaduell – das Klima gewinnt

Deine Hochschule braucht Dich – Mach mit beim Klimaduell

Bis zum 19. Mai 2021 wird die ZHAW Life Sciences and Facility Management gemeinsam mit der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) in Deutschland den Wettbewerb «Klimaduell – das Klima gewinnt» durchführen. Die Hochschulen treten fürs Klima in verschiedenen Challenges gegeneinander an. Mitmachen können Studierende und Mitarbeitende der beiden Hochschulen. Nach Ablauf jeder Challenge wird ausgewertet, wer gewonnen hat und welcher Beitrag fürs Klima geleistet wurde. Das Beste daran? Egal, welche Hochschule erfolgreicher war – das Klima gewinnt auf jeden Fall!



Sabine Frei
Assistentin
Ökobilanzierung



Marleen Jattke
Wissenschaftl. Assistentin
Ökobilanzierung



David Koch
Wissenschaftl. Assistent
Nachhaltigkeitskomm. und
Umweltbildung

Die Kaffee-Challenge:
Kaffee-Experiment mit
garantiert positiver Wirkung
fürs Klima.

Bild: shutterstock.com

Es ist unbestritten, dass jeder Mensch seinen Beitrag leisten muss, wenn die Klimaerwärmung auf unter 1.5 Grad beschränkt werden soll. Doch bei welchen Verhaltensweisen jede*r Einzelne am besten ansetzen soll, darüber herrscht weder in der Forschung noch in der Praxis Klarheit. Das Klimaduell leistet hierzu auf lustvolle Weise einen Beitrag. Ziel des Klimaduells ist die Einsparung von CO₂-Emissionen an beiden Hochschulen, um so zum Erreichen des SDG 13 «Climate Action» beizutragen (UN 2020). Das Klimaduell folgt dabei dem Ansatz der Gamification, wobei spielerische Ansätze in einem anderen Kontext genutzt werden.

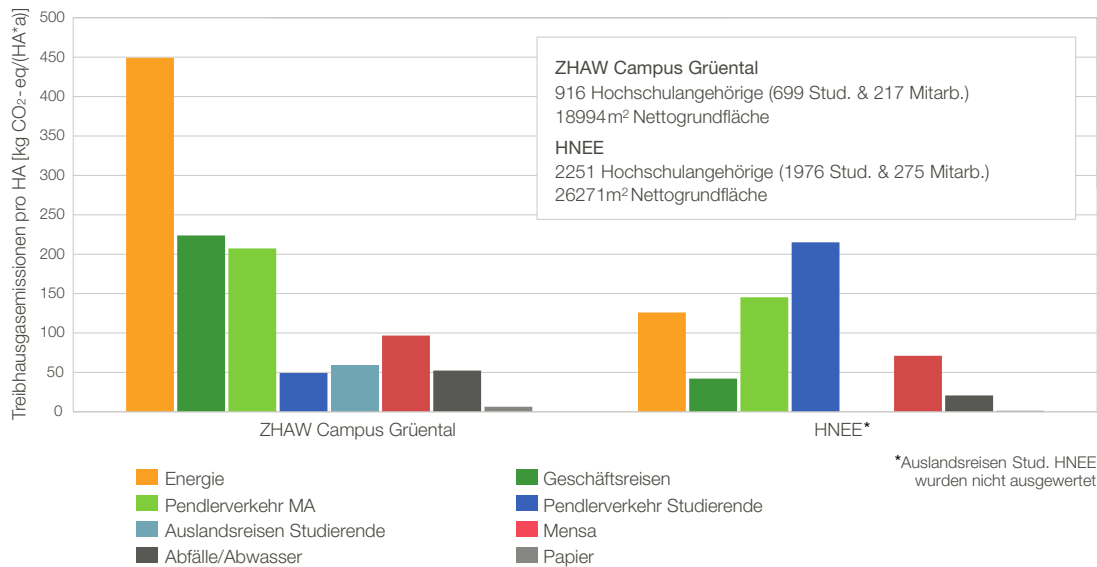
Die CO₂-Einsparung beim Klimaduell erfolgt durch verschiedene Challenges, an denen alle Hochschulangehörigen von zu Hause aus teilnehmen können. Zur Umsetzung des Spielmechanismus wurde eine Webseite entwickelt. Nach und nach werden auf dieser Website Challenges für die Teilnehmenden freigeschaltet. Mit jeder erfolgreich durchgeführten Challenge sammeln die Teilnehmenden Punkte für die eigene Hochschule. Die Hochschule mit den meisten Punkten und somit der höchsten Einsparung an CO₂-Emissionen gewinnt, wobei der Klimaschutz als gemeinsames Ziel beider Hochschulen im Vordergrund steht.

Wo sind die grössten Hebel für den Klimaschutz?

Um bewerten zu können, welche Bereiche des Hochschulbetriebs die grössten Verursacher von Treibhausgasemissionen darstellen und welche Klima-Challenges somit besonders relevant sind, wurden für den Campus Grüental der ZHAW (stellvertretend für das Departement Life Sciences and Facility Management, nachfolgend ZHAW genannt) und die HNEE Hotspot-Analysen, basierend auf Ökobilanzen, angefertigt. Als Grundlage dienten Verbrauchsdaten aus den Bereichen Energie, Abfälle, Abwasser und Papier sowie Umfragen zur Mobilität und Verkaufszahlen der Mensen.

Beim Vergleich der beiden Hochschulen ist zu beachten, dass sie sich in ihrer Grösse und Nutzung unterscheiden. Während der ZHAW Campus Grüental sowohl bezüglich der Nettogrundfläche als auch bezüglich der Anzahl an Mitarbeitenden etwa 25 % kleiner ist als die HNEE, sind es auf dem Campus Grüental knapp 65 % weniger Studierende. Aus diesem Grund sollten die Hotspot-Analysen nicht direkt miteinander verglichen werden; vielmehr dienen sie dazu, die jeweiligen Hotspots der Hochschulen aufzuzeigen. In der Grafik rechts sind die Treibhausgasemissionen der ZHAW und der HNEE in Kilogramm CO₂-





Treibhausgasemissionen der Bereiche Energie, Mobilität, Mensa, Abfälle, Abwasser und Papierverbrauch an der ZHAW auf dem Campus Grüental und an der HNEE in kg CO₂-Äquivalenten pro Hochschulangehörigen im Jahr 2018.

Grafik: Marleen Jattcke

Äquivalente (CO₂-äq.) pro Hochschulangehörigen dargestellt. Die grössten Verursacher von Treibhausgasemissionen sind an beiden Hochschulen die Bereiche Energie und Mobilität. Die ZHAW verursachte im Jahr 2018 durch den Energieverbrauch knapp 411 t CO₂-äq. An der HNEE konnte durch die Nutzung von Wärme aus Holz der Gasverbrauch reduziert werden; es ergeben sich für die HNEE 283 t CO₂-äq. durch den Energieverbrauch. Im Bereich Mobilität verursachte die ZHAW ca. 494 t CO₂-äq. pro Jahr, an der HNEE belaufen sich die jährlichen Treibhausgasemissionen der Mobilität auf etwa 906 t CO₂-äq. Insbesondere aufgrund einer höheren Anzahl von interkontinentalen Flugreisen ergibt sich für die ZHAW im Bereich Geschäftsreisen ein grösserer CO₂-Fussabdruck. Bezüglich des Pendelverkehrs ergeben sich höhere Auswirkungen an der HNEE, da die Studierenden der HNEE längere Strecken mit dem Zug zurücklegen. Die Mensa verursacht den drittgrössten CO₂-Fussabdruck beider Hochschulen: 89 t CO₂-äq. an der ZHAW und 160 t CO₂-äq. an der HNEE. Zu den kleineren Verursachern von Treibhausgasemissionen zählen die Bereiche Abfälle und Abwasser sowie Papier mit jährlich weniger als 50 t CO₂-äq.

Zum Abschluss des Klimaduells werden die eingesparten Treibhausgase der durchgeführten Challenges

ges für beide Hochschulen berechnet und die Klimaschutzwirkung beurteilt.

Aber was genau ist mit diesen Challenges gemeint? Worauf lassen sich die Teilnehmenden beim Klimaduell ein? Im Folgenden zwei Beispiele der geplanten Challenges:

Kaffee-Experiment mit positiver Wirkung

Der Konsum von Kaffee ist für viele von uns eine Selbstverständlichkeit. Doch das Klima freut sich leider nicht über die tägliche(n) Tasse(n) Kaffee. Eine Tasse verursacht nämlich etwa 100 g CO₂-äq. – das ist etwas mehr als das Doppelte der Klimabilanz einer Tasse Darjeelingtee. Während des Klimaduells haben die Teilnehmenden also die Chance zu beobachten, wie ihr Körper darauf reagiert, wenn sie eine Woche lang keinen Kaffee mehr trinken. Ein Selbstexperiment also, mit dem erfreulichen Nebeneffekt von CO₂-Einsparungen.

Stream me up, Scotty!

Nicht erst mit Corona hat die Welt das Streamen entdeckt. Netflix und Co sind für viele ein täglicher Begleiter geworden. Ein besonders klimafreundlicher Zeitvertreib ist dies jedoch nicht. Denn eine Stunde Streaming verursacht bis zu 488 g Treibhausgasemissionen, was in etwa der Nutzung von 60 Büchern aus der Bibliothek entspricht. Darum gibt es während des Klimaduells die Chance, Netflix für eine Woche zu überspringen und dafür mal wieder ein schönes Buch zu lesen. Oder im Park Schach zu spielen und sich zu fühlen wie bei Damengambit.

sabine.frei@zhaw.ch
marleen.jattcke@zhaw.ch
david.koch@zhaw.ch

Du bist Student*in oder Mitarbeiter*in am Departement Life Sciences and Facility Management? Dann gleich für die erste Challenge anmelden. Und auch wenn das «Kaffee-Experiment» nicht geklappt hat, kann am 19. Mai am Klimaduell-Finale mitgefeiert werden. Am besten den Termin sofort im Kalender markieren.

www.klimaduell.isfm.zhaw.ch

Partnerhotels im Naturpark Biosfera Val Müstair

Nachhaltigkeit leben und für Gäste sichtbar machen

Ziel der Biosfera ist es, die nachhaltige Entwicklung im Val Müstair voranzutreiben und auch für Gäste erlebbar zu machen: Denn Nachhaltigkeit spielt mittlerweile in den Ferien eine immer grössere Rolle. Diese Aufgabe kann der Naturpark nicht allein erbringen, sondern benötigt dazu Partner*innen im ganzen Tal, die sich zu den Werten des Naturparks bekennen, diese in ihren Betrieben leben und an die Gäste transportieren. Gemeinsam mit der Forschungsgruppe Tourismus und Nachhaltige Entwicklung der ZHAW hat der Naturpark ein Partnerschaftskonzept für Hotels entwickelt und nach einer Testphase nun in neun Betrieben umgesetzt.



Birgit Reutz
Dozentin Tourismus und
Nachhaltige Entwicklung



Aline Oertli
Leiterin Angebotsentwicklung
im Naturpark Biosfera Val
Müstair

Konzept für touristische Naturpark-Partner*innen

Biosfera-Partnerhotels stehen für Qualität, Regionalität und Umweltbewusstsein. Sie sind kompetente Botschafterinnen des Naturparks und engagieren sich gemeinsam mit ihm für die nachhaltige Entwicklung der Region. «Eine gut abgestützte und einheitliche Strategie für die Auszeichnung der Partnerbetriebe ist sehr wichtig für die Glaubwürdigkeit», erklärt Aline Oertli vom Naturpark Management. In Zusammenarbeit mit der ZHAW Forschungsgruppe für Tourismus und Nachhaltige Entwicklung (Projektleitung Birgit Reutz) sowie einer Arbeitsgruppe, bestehend aus sechs Hotelbetrieben aus dem Tal, entwickelte der Naturpark Biosfera Val Müstair das Partnerschaftskonzept für die Hotellerie. Dieses definiert für die folgenden sieben Zielbereiche Kriterien, was die Biosfera Val Müstair gemeinsam mit den touristischen Partner*innen für eine nachhaltige Entwicklung erreichen möchte:

1. Erhalt der natürlichen Ressourcen
2. Stärkung der regionalen Wertschöpfung
3. Förderung der regionalen Identität & Kultur
4. Information & Sensibilisierung
5. Qualität & Innovation
6. Zusammenarbeit
7. Fairness

Um die Praxistauglichkeit des Konzeptes zu prüfen, wurde 2019 mit vier Pilotbetrieben ein Testlauf durchgeführt. Aufgrund der Rückmeldungen wurde das Konzept 2020 nochmals optimiert und finalisiert und kommt seither in den interessierten Betrieben zum Einsatz.

Der Weg zum Partner-Hotel

In drei Schritten kann ein Hotel im Val Müstair Biosfera-Partner werden: Der interessierte Betrieb füllt online eine Selbsteinschätzung aus, in der er deklariert, was er aus seiner Sicht zu den Zielbereichen der Biosfera beiträgt. Diese Selbsteinschätzung wird dem externen Auditteam (Expert*innen der Forschungs-

gruppe Tourismus und Nachhaltige Entwicklung) als Vorbereitung für den Besuch im Betrieb zur Verfügung gestellt.

Der Betrieb wird in Folge vom Auditteam besucht, und in einem gemeinsamen Auditgespräch wird geklärt, ob die Anforderungen für eine Biosfera-Partnerschaft erfüllt sind. Das rund zweistündige Auditgespräch ist kein Kontrollbesuch, sondern ein ausgiebiges Kennenlernen jedes interessierten Betriebs, ein Blick hinter die Kulissen und ein Gespräch mit den Betriebsverantwortlichen. So kann auch direkt mit den Betrieben besprochen werden, wo sie selbst und wo die Auditor*innen Handlungsbedarf sehen oder spezielle betriebliche Gegebenheiten die Bewertung beeinflussen könnten.

«Gemeinsam mit der Biosfera möchten wir die regionale Wirtschaft stärken und unseren Gästen nachhaltige Angebote von hoher Qualität bieten.»

Zitat eines Partnerbetriebs

Um Partner werden zu können, muss der Betrieb in jedem Zielbereich bestmögliche Leistungen erbringen. Für den Auditbesuch entwickelte die ZHAW gemeinsam mit der Biosfera Val Müstair ein Kriterienraster für die sieben Zielbereiche, nach welchem die Beurteilung erfolgt. Die Kriterien sind vielfältig und reichen beispielsweise vom Engagement für Biodiversität rund um das Hotel über die Nominierung einer Biosfera-Ansprechperson im Betrieb bis zum ressourcenschonenden Einsatz von Reinigungs- und Waschmitteln sowie der Verwendung lokaler und zertifizierter Parkprodukte in Form eines Biosfera-Menüs. Als Referenz dient ein Best-Practice Hotel, das «Hotel Sonnenschein», welches einen Top Naturpark-Partner abbildet. In das Kriterienraster werden während des Auditgesprächs Notizen gemacht und nach dem Besuch ein Bewertungsvorschlag durch das Auditoren-Team erstellt. In einem Nachhaltigkeitspider kann den Betrieben die Bewertung in den sieben Zielbereichen veranschaulicht sowie



das Potenzial und Ideen aufgezeigt werden, wo und wie sie sich in ihrer Nachhaltigkeitsperformance noch verbessern könnten. Diese Massnahmenvorschläge fliessen in den Aktionsplan für die Betriebe ein.

Für eine Biosfera-Partnerschaft müssen in den sieben Zielbereichen mindestens 60 % der Best Practice-Kriterien erfüllt sein. Dieser Wert darf in höchstens einem Zielbereich unterschritten werden, sofern der Mittelwert aller Zielbereiche nicht unter 60 % fällt. Kein Zielbereich darf unter 50 % liegen. Wenn die Anforderungen gemäss Expert*innen erfüllt sind, wird eine schriftliche Partnervereinbarung der Betriebe mit der Biosfera erstellt. Dort, wo sich noch Verbesserungsbedarf zeigt, werden mit dem Betrieb individuell angepasste Massnahmen besprochen und in einem Aktionsplan festgehalten. Dieser wird alle drei Jahre überprüft und aktualisiert.

Die Partnerhotels werden bei der Umsetzung des Aktionsplans von der Biosfera unterstützt und profitieren von massgeschneiderten Weiterbildungen, Erfahrungsaustausch und Vernetzung mit anderen Partnerbetrieben. Ein weiterer Vorteil ist die bessere Sichtbarkeit über die Kommunikations- und Vermarktungskanäle des Parks, auch auf nationaler Ebene und für Gäste, die das Val Müstair besuchen. Die zertifizierten Partner dürfen auch das spezielle Partnerlogo verwenden, um ihre Nachhaltigkeitsorientierung sichtbar machen. Gäste von Partnerhotels können zudem ausgewählte Biosfera-Angebote gratis nutzen. Von den Auditor*innen werden auch überbetriebliche Massnahmen vorgeschlagen, wel-



Biosfera-Partnerbetriebe bevorzugen lokal produzierte Produkte aus dem Tal und stärken so regionale Wertschöpfungsketten, z. B. Slow Food Berg Roggenbrot mit Roggen aus dem Val Müstair.

Bilder: Andrea Badrutt (Foto oben); Janosch Hugi (Foto unten)

che die Biosfera als Partner für und mit den Partnerbetrieben umsetzen kann.

Auszeichnung von Partnern Phase II

Aktuell sind neun Betriebe als Partnerbetriebe ausgezeichnet. Biosfera-Partnerschaften soll es nicht nur für Hotels geben. Sie werden Schritt für Schritt auch für weitere Betriebe (Parahotellerie, Camping, Gastronomie, Anbieter touristischer Aktivitäten, usw.) umgesetzt, allenfalls auch ausserhalb des Tourismussektors. Diese Projektphase ist ab 2021 ebenfalls wieder in Kooperation mit der ZHAW geplant. Ziel ist es, im Naturpark Biosfera Val Müstair langfristig ein starkes Netzwerk aus touristischen Partnerbetrieben aufzubauen – mit hohem Nachhaltigkeitsstandard und dem Bewusstsein: «Nus eschan Biosfera»!

birgit.reutz@zhaw.ch
aline.oertli@biosfera.ch

Biodiversitätsforschung auf DNA-Ebene

Metabarcoding als anspruchsvolles Tool zur Erforschung der biologischen Vielfalt

Biodiversität als Vielfalt des Lebens ist in unserer Institutsstrategie fest verankert. Sie kann auf verschiedenen Stufen erfasst werden und reicht von der Ökosystemvielfalt über die Artenvielfalt innerhalb eines Ökosystems bis zur genetischen Vielfalt innerhalb einer mikrobiellen Gemeinschaft oder Population. Um Biodiversität zu erfassen, zu vergleichen und zu überwachen, braucht es jedoch auch geeignete Methoden. Genau hier stösst man heutzutage vermehrt auf die Begriffe Metabarcoding und Next-Generation Sequencing (kurz NGS). Doch worum geht es hier eigentlich?



Nicola Rhyner
Wissenschaftl. Assistent
Umweltgenomik und
Systembiologie

DNA-Barcode – der «Strichcode» der Organismen

Vielen von uns sind Methoden zur Erfassung der Artenvielfalt bekannt. Sei es die optische Bestimmung anhand morphologischer Merkmale wie zum Beispiel bei Kleinsäufern, Pflanzen oder Schmetterlingen, oder auf indirektem Wege über Spuren beim Hirsch, Ausscheidungen von Grossraubtieren oder die Akustik bei Vögeln. Jede Art kann aber auch anhand ihres genetischen Codes bestimmt werden. Die Sequenzierung, also das Ablesen dieses Codes, gilt spätestens bei morphologisch schwer bis nicht unterscheidbaren Arten, Unterarten oder auch Mikroorganismen als Methode der Wahl bei der Artbestimmung.

Meistens werden dabei kurze und hochvariable Bereiche der DNA sequenziert und mit einer Referenzdatenbank abgeglichen. Wir können uns diese Stücke, die im Fachjargon auch Barcodes genannt werden, wie Strichcodes auf einem Produkt vorstellen. Sie sind sich sehr ähnlich, aber trotzdem charakteristisch für jeden Organismus. Wenn wir nun über solche DNA-Barcodes eine Art bestimmen, wird das auch DNA-Barcoding genannt (siehe auch IUNR Magazin 02/18, «Botanik mal anders»).

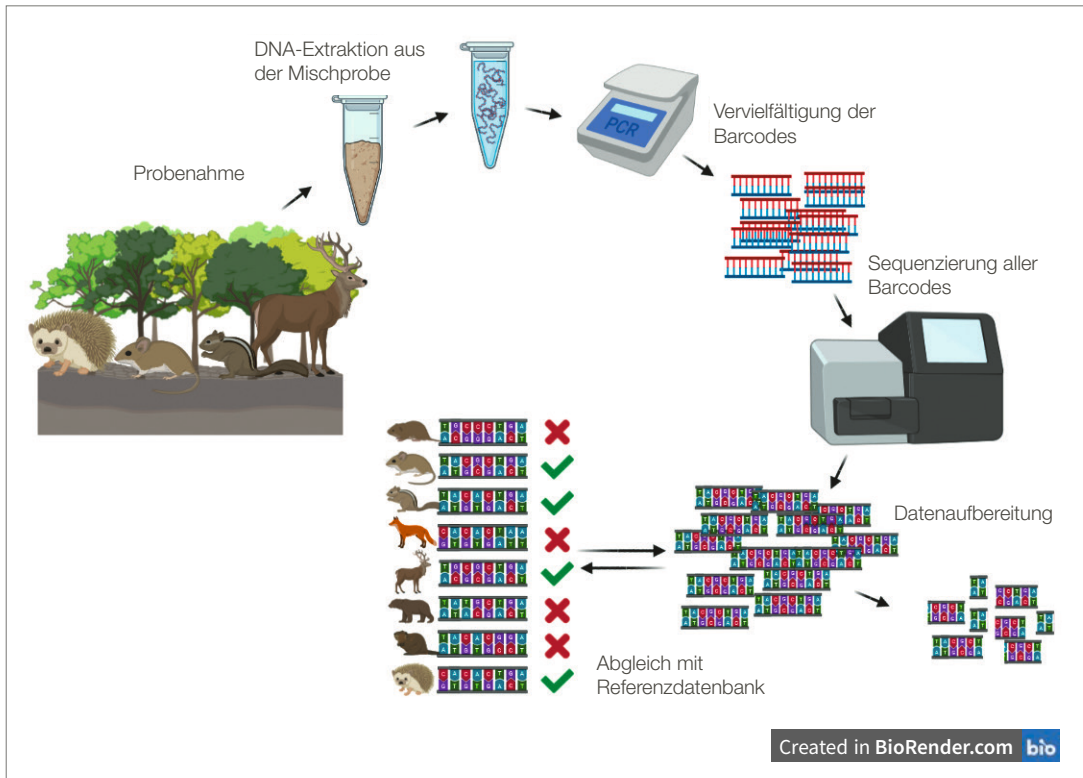
Mit klassischen Sequenziermethoden lässt sich auf diese Weise die Art eines unbekannten Organismus zum Beispiel mit einer Haar- oder Gewebeprobe bestimmen. Jedoch kommen diese klassischen Methoden spätestens bei der Detektion von mehreren Arten innerhalb einer Mischprobe an ihre Grenzen, da die einzelnen genetischen Informationen nicht voneinander abgrenzbar sind. Moderne Ansätze und das Aufkommen von leistungsstarken Hochdurchsatz-Sequenziergeräten machen dies inzwischen möglich. Diese Art der parallelen Sequenzierung wird auch als Next-Generation Sequencing (NGS) bezeichnet. Sie erlaubt es uns, gleichzeitig eine Vielzahl von Barcodes aus mehr als einer Mischprobe zu analysieren. Ein Prozess, der geläufig als Metabarcoding bezeichnet wird.

Vielfältige Forschungsfragen: vom Krankheitserreger ...

Die Anwendungsmöglichkeiten von Metabarcoding sind vielseitig. So untersucht zum Beispiel Moritz Kaufmann, Doktorand in der Forschungsgruppe Umweltgenomik und Systembiologie, im SNF-Projekt ChitinOMix, zusammen mit der Universität Gent (B), den schon beobachteten, unterdrückenden Effekt von Chitin auf menschliche Krankheitserreger (Humanpathogene) in der Pflanzenproduktion. Obwohl frisches Obst und Gemüse wichtige Bestandteile unserer Ernährung sind, stellen eine Vielzahl humanpathogener Mikroorganismen im Anbau dieser Pflanzenprodukte auch heute noch ein Problem dar. Wie und warum Chitin einen positiven Einfluss auf die Verbesserung der Bodenqualität, des Wachstums und der Widerstandsfähigkeit von Pflanzen hat, wird dabei unter anderem auch mit Metabarcoding untersucht. Nach Feldversuchen mit Gemüse wird hierfür zuerst aus einer kleinen Menge Erde die DNA aller vorhandenen Organismen isoliert. Anschließend wird mit NGS die bakterielle Diversität innerhalb der Bodenproben analysiert. So können Verschiebungen in den Artzusammensetzungen zwischen den Experimenten untersucht werden, um damit die komplizierten Wechselwirkungen zwischen Bodenbakterien und Chitin genauer unter die Lupe zu nehmen.

... bis zur Artenvielfalt auf dem Campus

Im intern geförderten Projekt Wildlife@Campus Grüental erarbeitet die Forschungsgruppe Umweltgenomik und Systembiologie zusammen mit der Forschungsgruppe Wildtiermanagement eine Methode für das Bestimmen von Kleinsäufern über Umwelt-DNA. In einer von der FG Wildtiermanagement entworfenen Box werden Kleinsäuger per Fotofalle anhand morphologischer Merkmale identifiziert, um so einen Überblick über die Kleinsäuger-Artenvielfalt an einem Standort zu erhalten. Einige dieser Arten sind sich jedoch so ähnlich, dass sie aufgrund der Fotos schwer bis gar nicht unterscheidbar sind. Dieses Problem soll mit Hilfe von NGS gelöst werden.



Schematischer Workflow bei einem Metabarcoding Experiment zur Bestimmung von Säugetieren aus Umwelt-DNA.

Darstellung: Nicola Rhyner, created in BioRender.com

Wir nutzen dabei die Tatsache, dass jeder Organismus DNA-Spuren in der Umwelt hinterlässt, sei es z. B. über verlorene Haare, Hautschuppen oder Ausscheidungen. Aus diesen Hinterlassenschaften extrahieren und analysieren wir die gesamte Umwelt-DNA (oder auf Englisch eDNA). So können auch Arten identifiziert werden, die sich zwar in der Box bewegt haben, aber anhand eines Fotos nicht voneinander unterscheiden lassen.

Eine anspruchsvolle Methodik mit Potenzial

So vielversprechend Metabarcoding auch ist, es gibt dennoch diverse Herausforderungen bis zur erfolgreichen Anwendung. So produzieren Hochdurchsatz-Sequenziergeräte eine regelrechte Flut an Daten, die nach jedem Lauf mit Bioinformatik-Hilfsmitteln am Computer für die weitere Analyse bereinigt und aufgearbeitet werden müssen. Für diese sehr zeit- und rechenintensiven Schritte benutzen wir den Earth Cluster, unseren Hochleistungscomputer im Grüental. Aber auch das beste Metabarcoding ist nur so gut wie die verfügbaren Referenzdatenbanken zur anschliessenden Artbestimmung. Bei gewissen Organismengruppen wie Bakterien sind diese Datenbanken relativ aktuell und vereinheitlicht, während sie beispielsweise für die Kleinsäuger sehr lückenhaft vorliegen. Ebenfalls gibt es diverse Herausforderungen bei der Laborarbeit. So stellen gerade bei der Identifikation von Säuge-

tieren aus Umwelt-DNA Kreuzkontaminationen eine grosse Gefahr dar. Denn auch wir Menschen als biologische Art hinterlassen unsere DNA in der Umwelt, sei es bei der Probennahme oder bei der Analyse im Labor. Sauberes Arbeiten in organisierten und reinen Laborumgebungen ist daher unerlässlich. Das Potenzial von NGS ist aber riesig und durch neue methodische Ansätze und Innovationen im Technologiebereich wird es die molekulare Biodiversitätsforschung mit Sicherheit auch in Zukunft weiter beschäftigen.

Literatur

Rezzonico, Fabio; Smits Theo. Botanik mal anders. IUNR Magazin 02/18. S. 6–7.

Von Datensalat und Blattsalat. ZHAW Impact 4/2020.

nicola.rhyner@zhaw.ch

Global essen – lokal produzieren

Nationale Autarkieträume bringen keine globale Ernährungssicherheit

Eine Selbstversorgung der Schweiz ist nicht realistisch und für eine nachhaltige Versorgung sogar schädlich. Zu einer sicheren Ernährung der Weltbevölkerung kann die Schweiz einen Beitrag leisten: erstens mit einer standortangepassten Inlandproduktion und zweitens mit dem Konsum von weniger tierischen Nahrungsmitteln.



Priska Baur
Dozentin
Geography of Food

Corona befeuert Autarkieträume

Die Schweiz ist von Nahrungsmittelimporten abhängig, das macht vielen Menschen Angst. Auch die Schweizer Landwirtschaft könnte ohne Importe von Kraftfutter, Saatgut, Dünger, Tieren, Traktoren etc. vieles nicht produzieren; beispielsweise gäbe es keine «Schweizer» Poulets und keinen «Schweizer» Zucker. Corona mag die Sehnsucht bestärken, von niemandem abhängig zu sein. Doch die Schweizer Nahrungsmittelversorgung ist in die internationale Spezialisierung und Arbeitsteilung eingebunden.

Irreführender «Selbstversorgungsgrad»

Beunruhigend für viele ist, dass die Selbstversorgung angeblich «nur noch» 50 bis 60 % beträgt. Diese Zahl bezieht sich auf den sogenannten Selbstversorgungsgrad (SVG), der oft missverstanden wird. Der Prozentwert beschreibt nicht, wie viel auf unserem Teller in der Schweiz produziert wird, und auch nicht, welcher Anteil der Produktion importunabhängig ist. Der SVG setzt die in der Schweiz produzierten Kalorien ins Verhältnis mit den total verfügbaren Kalorien. Die Art der Produkte und der Aussenhandel werden ignoriert.

«Nur noch» weckt den Eindruck, dass die Schweiz früher weniger importabhängig war. Der SVG lag im 20. Jahrhundert aber immer bei 50 bis 60 %. Nur im

Zweiten Weltkrieg war er höher und in den 1980er Jahren, als teure und umweltbelastende Überschüsse produziert wurden.

Ökosystemgrenzen beachten

Der Selbstversorgungsgrad wurde trotz Bevölkerungswachstum und schrumpfenden Landwirtschaftsflächen gehalten, weil die Produktion intensiviert wurde. Zu den unerwünschten Folgen zählen die Belastung des Trinkwassers, die abnehmende Biodiversität, die Industrialisierung der Tierproduktion und vieles mehr.

Ökosystemgrenzen beachten heisst: So viel produzieren, wie es die lokalen Ökosystemgrenzen erlauben und so viel essen, wie im Rahmen der globalen Ökosystemgrenzen produziert werden kann. Für die Schweiz bedeutet dies, den Fleischkonsum zu halbieren und die Tierbestände zu reduzieren: mindestens um 80 % bei Geflügel, 60 % bei Schweinen und 15 % bei Rindvieh (Baur & Kray, 2021). Die Reduktion folgt aus dem Wegfall der Importe von Weizen, Soja und anderem Kraftfutter von über einer Million Tonnen pro Jahr.

Ernährungssicherheit durch Handel

Die national unterschiedlichen Ökosystemgrenzen illustriert das verfügbare Ackerland: Während es in der Schweiz pro Kopf 4.7 Aren Ackerland gibt, sind es global rund viermal soviel. Selbst unsere Nachbarn verfügen über mehr Ackerland und in einer anderen Liga sind landreiche Agrarexporteure wie Kanada und die USA. Grosses Potenzial gibt es im Osten. Der Autarkiewunsch ist verständlich, doch führt er in die Irre. Eine nachhaltige Ernährung für alle Menschen lässt sich nur unter Beachtung der lokalen Ökosystemgrenzen, mit Kooperation und fairem internationalen Handel sichern.

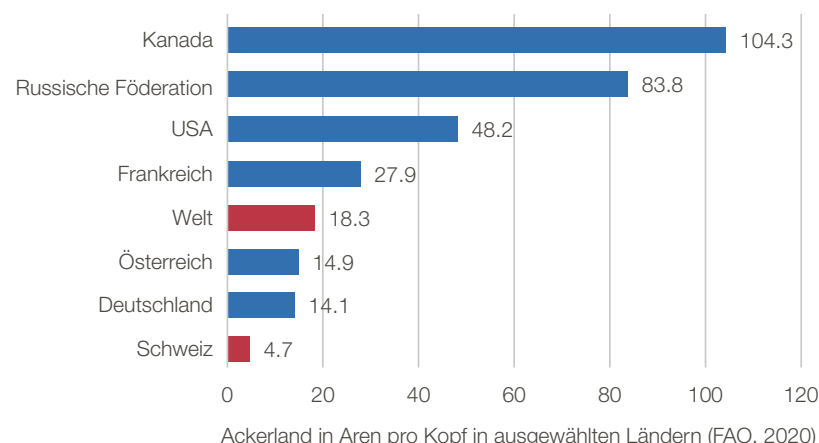
Literatur

Baur, P., Kray, P. (2021). Schweizer Futtermittelimporte – Entwicklung, Hintergründe, Folgen. Forschungsprojekt im Auftrag von Greenpeace Schweiz. Wädenswil: ZHAW. DOI: 10.21256/zhaw-2400

priska.baur@bluewin.ch

Ackerland pro Kopf in der Schweiz und in ausgewählten Ländern der EU und weltweit, 2018 (Aren).
Daten: FAO (2020).

Grafik: Priska Baur



Agro-Photovoltaik in der Schweizer Landwirtschaft

Machbarkeitsstudie untersucht Potenziale und Risiken

Das Ziel der Energiestrategie 2050 in Bezug auf den Ausbau erneuerbarer Energien ist ambitiös. Die Photovoltaik muss dazu einen bedeutenden Beitrag leisten. Nebst Dach- und Fassadenflächen könnten auch landwirtschaftliche Flächen zur Energieproduktion genutzt werden. Bei geschickter Kombination ist für die Landwirtschaft gar ein Zusatznutzen möglich.

Agro-Photovoltaik (Agro-PV) ist eine noch junge Entwicklung in Europa. In diesem System werden Photovoltaikmodule mit landwirtschaftlicher Nutzung kombiniert. Laut Definition der FAO gehören Agro-PV-Anlagen zu den integrated food-energy-systems (IFES). Agro-PV folgt der Idee, dass Nahrungsmittel- und Energiesicherheit nicht als konkurrierende Ziele betrachtet werden, sondern Solarentwicklung und Landwirtschaft zum gegenseitigen Nutzen integriert werden sollten. Projekte im benachbarten Ausland und den USA zeigen, dass durch eine geschickte Kombination von Photovoltaik und Landwirtschaft neben der Produktion von erneuerbarer Energie auch ein Zusatznutzen für die Landwirtschaft entstehen kann. So wirken sich gemäss einer Studie unter trockenen Bedingungen PV-Module auf der Fläche positiv auf den Ertrag der Unterkulturen aus, bei gleichzeitiger Senkung des Wasserverbrauchs.¹

PV als zentrales Element der Energiestrategie

Ein wesentliches Element der Energiestrategie 2050 des Bundes ist der Ausbau der erneuerbaren Energien. Gemäss Entscheid des Bundesrates vom November 2020 zur Revision des Energiegesetzes (EnG) soll der Zielwert für erneuerbare Energien bis im Jahr 2035 auf 17 TWh (bisher 11.4 TWh) erhöht werden. Es wird erwartet, dass die Photovoltaik den Hauptteil zum Wachstum beisteuert. Die Schweizer Energiepolitik fokussiert beim Ausbau der Photovoltaik auf Dach- und Fassadenanlagen. In Expertengruppen bestehen jedoch Zweifel, ob der Zielwert ausschliesslich auf diesem Wege realisiert werden kann.²

Interdisziplinäre Machbarkeitsstudie

Aufgrund der Weiterentwicklung technischer Lösungsansätze im Ausland und auch politischer Vorstösse, die Agro-Photovoltaik in der Schweiz näher zu prüfen, hat das Bundesamt für Landwirtschaft Ende 2020 einem interdisziplinären Team den Auftrag für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie

Agro-Photovoltaik in der Schweizer Landwirtschaft³ erteilt. Das Team setzt sich zusammen aus den Forschungsgruppen Hortikultur, Erneuerbare Energien und Geoinformatik sowie dem Zentrum für öffentliches Wirtschaftsrecht der School of Management and Law der ZHAW. Die Machbarkeitsstudie untersucht Potenziale und Risiken für die Integration von Energieerzeugungssystemen in die landwirtschaftliche Produktion. Im Vordergrund steht die Bearbeitung agronomischer, raumplanerischer, rechtlicher sowie technologischer Fragestellungen auf nationaler Ebene.

Weitere Informationen

¹Barron G.A. et al. (2019). Agrivoltaics provide mutual benefits across the food-energy-water nexus in drylands, *Nature Sustainability*, <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0364-5>

²Assouline, D., Mohajeri, N., & Scartezzini, J.-L. (2017). Quantifying rooftop photovoltaic solar energy potential: A machine learning approach. *Solar Energy*, 141, 278–296. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.11.045>;

³Machbarkeitsstudie Agro-PV in der Schweizer Landwirtschaft www.zhaw.ch/de/forschung/forschungsdatenbank/projektdetail/projektid/4161/

mareike.jaeger@zhaw.ch



Mareike Jäger
Dozentin
Hortikultur

Solarmodule über einem Rebberg in Walenstadt.

Bild: Peter Schumacher



International Postdoc at the IUNR

Interview with JaeWook Chung

Dr JaeWook Chung from South Korea started his work as a postdoc in the Soil Research Group in autumn 2020. His research focuses on the development of faecal waste treatment technology for less-developed countries. For a total of two years, Dr JaeWook Chung will be working at the ZHAW in Switzerland and at the Leibniz Institute for Agricultural Engineering and Bioeconomy in Germany on the development of a low-cost reactor which can be operated under the simplest conditions and without electricity and digital elements.



Name

JaeWook Chung

Age

40 years

PhD (2019)

Pathogen removal using saturated sand columns supplemented with hydrochar

Main research interests

- **Hydrothermal carbonization**
- **Point-of-Use (POU) water treatment**
- **Faecal waste treatment and resource recovery**

PhD Institute

PhD Institute: IHE-Delft (former UNESCO-IHE), The Netherlands

Research Gate

www.researchgate.net/profile/Jae_Wook_Chung

E-mail

shoutjx@gmail.com

Jasmin and Luca: Could you explain what are you investigating in your postdoc project?

JaeWook Chung: The name of this project is FEET, which stands for «From Excreta to Energy, Transformation». It is about finding a technical solution for sanitation challenges in less-developed countries. More specifically, I am trying to develop a low-cost version of a hydrothermal carbonization (HTC) reactor for faecal sludge treatment. In short, it can be explained as a pressure-cooker. We cook the human waste at a high temperature under high

pressure. This destroys any pathogens, and the treated materials can then be used as a charcoal-like fuel or as a fertilizer.

How did you come up with your topic?

In my 20s, I did some volunteer work and travelling in less-developed countries in East Africa and Asia. During a period in Kenya and Tanzania, I visited a typical urban slum (Kibera, Nairobi, Kenya) and rural areas to assist in some fieldwork for an NGO that was operating a mobile clinic and a food distribution service. I thought to myself that it would be interesting to find

technical solutions to the issues these people were facing. Because of my background in Environmental Engineering, focusing on water and wastewater treatment, I was familiar with the concept of WASH (Water-Sanitation-Hygiene). This ultimately led me to move to Belgium for my Master's degree, to The Netherlands for my PhD and then to Switzerland.

Why did you choose the ZHAW for your research?

The ZHAW is a very good institution in terms of both infrastructure and human

resources. As part of my PhD project, I worked with Prof. Rolf Krebs and Gabriel Gerner from the Soil Ecology Research Group, where I am now based. Although the work was carried out remotely, we were able to collaborate very closely and develop a strong relationship that delivered a fruitful outcome. On top of that, the work by Andreas Schönborn in the Ecological Engineering Group was also very impressive. When I visited the ZHAW seven or eight years ago, he showed me the Grüental Campus and his experimental set-up for dry pyrolysis of human waste, which has become a part of my current project.

In the course of your project, you will go to an institute in Germany. Why did you choose Germany?

The leader of the HTC research group at the Leibniz Institute of Agricultural Engineering and Bioeconomy, Dr. Judy Libra, is one of the leading scientists in the field of HTC. Her work was like a textbook for me at a point when I was totally ignorant of the technology. Furthermore, there are several projects at ATB that share similar interests to mine.

What do you expect to achieve with your project? How will the project continue after completion?

The project aims to deliver initial evidence for both the technical and economic feasibility of HTC implementations in less-developed settings. The next stage will include the scaling-up of the low-cost reactor and testing it in a more controlled and reliable environment. Afterwards, field testing in target regions will also be very important because there are many different types of faecal sludge, and they have a direct impact on the properties of the resulting ma-

terial that we want to use to recover nutrients and energy from. I am currently looking for further funding opportunities to carry out this work.

What differences do you notice between the IUNR in Switzerland and institutions in South Korea?

Although I completed my undergraduate studies in South Korea, I do not have much experience of Korean institutions. What I can assure you though is that the coffee is much better in Switzerland and the scenery is beautiful. The place where I used to live in South Korea is full of concrete, vehicles and people. For now, I am enjoying my time in Switzerland, sitting at a table in the Frutarom garden, my main workplace, enjoying the views of snow-covered mountains, and observing the foxes and weasels that sometimes visit me.

How did the Corona pandemic affect your research project?

The most direct impact on the project has been the limited mobility. For example, some of my experiments were planned to be done at the Hohenheim University in Stuttgart, Germany. I would like to go there and learn how they work, but the self-quarantine rule makes it very difficult. I hope the situation will improve in the coming months, not only for work reasons, but also so that I can socialize with the people I have met at the ZHAW.

What do you miss most from home in South Korea?

(Laughs) There are a lot of things. First of all people, but also the hot and spicy food. Although, the Swiss cheese, chocolate and flammkuchen do partially make up for this. Lastly the hairdressers. It was the same in

Belgium and The Netherlands: It seems that they are not familiar with how to cut straight and stiff hair.

What is your general conclusion from working abroad? What are the positive and negative aspects? Knowing what you know now, would you do it again in the same way?

The best thing about working abroad is having new experiences, like people, food, nature, culture and so on. Some of the most important lessons I have learned came from meeting new people. On the other hand, it is not easy to live far away from family and friends.

I do not necessarily prefer working abroad. In the past, I had specific interests and needs, and the places that could meet them happened to be in foreign countries. If the next opportunity is in South Korea, I will gladly go back.

This interview was conducted by Jasmin Lustenberger and Luca Meyer on 22 February 2021 via Teams.

Authors

Jasmin Lustenberger, Wissenschaftliche Assistentin, Bodenökologie (jasmin.lustenberger@zhaw.ch)

Luca Meyer, Wissenschaftlicher Assistent, Bodenökologie (luca.meyer@zhaw.ch)

Wie grün ist Kunstrasen?

Kunst- und Naturrasen im ökologischen Vergleich

Der Vergleich der ökologischen Auswirkungen von Kunst- und Naturrasen geht in die Verlängerung. Mit einem Einstreuerganulat verfüllte Kunstrasensportfelder verursachen hohe Umweltauswirkungen aufgrund des benötigten Kunststoffs, der oft als Mikroplastik in die Umwelt gelangt. Doch wie schneiden unverfüllte Kunstrasen im Vergleich zu verfüllten Kunststoff- und Naturrasensportfeldern ab?



René Itten
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Ökobilanzierung



Matthias Stucki
Dozent Ökobilanzierung

(K)ein Stück Natur?

Kunst- sowie Naturrasensportfelder sind genau definierte und konstruierte Bauwerke und ihr sichtbarer Lebenszyklus beginnt mit dem Bau. Bei Kunst- und Naturrasen ist das aber schon fast die letzte Gemeinsamkeit. In einer umfassenden Ökobilanz haben wir in Zusammenarbeit mit Grün Stadt Zürich und Experten für Sportplätze die Umweltauswirkungen von Naturrasen, Kunststoffrasen und Hybridrasen vom Bau der Rasensportfelder über die Pflege und Renovation bis zum Rückbau verglichen. Auch wenn Natur- und Kunstrasen dieselbe Funktion als Sportfläche erfüllen, könnten die beiden Produktsysteme nicht unterschiedlicher sein. Die für die Ökobilanz relevante Wertschöpfungskette des Kunst Rasens beginnt in der Erdölraffinerie, während die Wertschöpfungskette des Naturrasens mit der Herstellung von Rasensamen und Kunstdünger startet. Entsprechend unterschiedlich sind auch die Faktoren für die Umweltauswirkungen der beiden Rasensportfeldarten. Beim Kunstrasen dominieren

Herstellung, Renovation und Entsorgung. Aber auch Naturrasen sind alles andere als ein Stück Natur: Bei ihnen liegen die Umwelthotspots im Betrieb und beim Unterhalt des Rasensportfelds mit dem Einsatz von Dünger, Pflanzenschutzmitteln und dieselbetriebenen Fahrzeugen zum Mähen und Sanden.

Zwei mal zwei Rasentypen

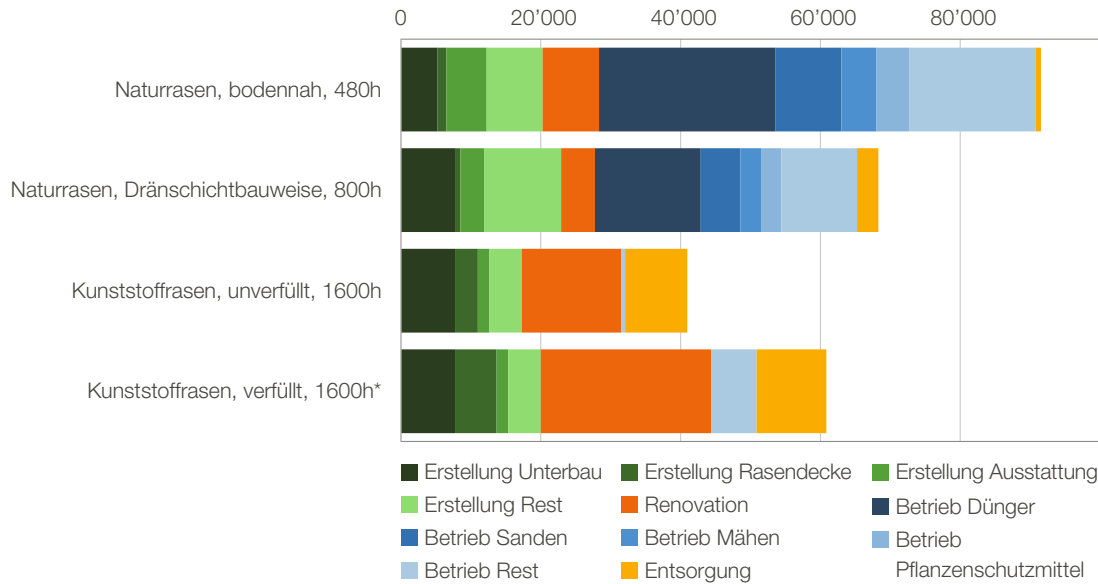
Es gibt aber nicht nur Unterschiede zwischen Kunst- und Naturrasen, sondern auch innerhalb dieser beiden Typen. Die zwei zentralen Varianten für Kunstrasen sind der mit Kunststoffgranulat verfüllte sowie der unverfüllte Kunststoffrasen. Die Varianten beim Naturrasen sind der Naturrasen mit Dränschicht zur Entwässerung und der bodennahe Naturrasen ohne Dränschicht.

Nutzungsstunden sind entscheidend

Die zentrale Grösse beim Vergleich der Rasensportfelder sind die jährlichen Nutzungsstunden. Kunst-



Bild: shutterstock.com



Gesamtumweltbelastung der verschiedenen Rasensportfelder pro theoretische Nutzungsstunde nach der Methode der ökologischen Knappheit (Frischknecht et al., 2013) aufgeteilt in Beiträge aus Bau, Sanierung, Betrieb und Entsorgung (*ohne Umweltauswirkungen von Mikroplastik).

Grafik: René Itten

stoff- und Hybridrasen können im Vergleich zu Naturrasen auch bei Nässe oder im Winter genutzt und so wesentlich länger bespielt werden. Je intensiver ein Rasen genutzt wird, desto geringer sind die Umweltauswirkungen pro Nutzungsstunde. Eine Erhebung der effektiven Nutzungsstunden in der Stadt Zürich hat bestätigt, dass die Naturrasen in der Realität deutlich weniger genutzt werden als gemäss theoretischen Nutzungsstunden möglich wäre.

Vergleich der Umweltauswirkungen

Bei Ausnutzung der theoretisch möglichen Nutzungsdauer verursacht das unverfüllte Kunststoffrasensportfeld die tiefste Gesamtumweltbelastung nach Methode der ökologischen Knappheit. Beim Vergleich der verschiedenen Rasentypen zeigt sich deutlich, wo die Unterschiede liegen. Der Betrieb verursacht 68 % bzw. 55 % der Gesamtumweltbelastung des bodennahen bzw. drainierten Naturrasens. Für den verfüllten und unverfüllten Kunstrasen stammen nur 11 % bzw. gut 1 % der Umweltauswirkungen aus dem Betrieb. Dafür verursacht die Renovation 35 bis 40 % und die Entsorgung 16 bis 22 % der Gesamtumweltbelastung im Falle der Kunstrasen. Beim verfüllten Kunstrasen wird das Füllgranulat bei der Renovation komplett ausgetauscht und entsorgt. Die Anzahl der jährlichen Nutzungsstunden variiert von 480 Stunden für den bodennahen Naturrasen bis hin zu 1600 Stunden für die beiden Kunstrasenvarianten. Da der unverfüllte Kunstrasen intensiver genutzt werden kann als Naturrasen, aber gleichzeitig deutlich weniger Umweltauswirkungen bei der Renovation und im Unterhalt verursacht als der verfüllte Kunststoffrasen, resultiert für diesen die tiefste Gesamtumweltbelastung aller untersuchten Rasenfeldtypen.

Umweltbelastender Mikroplastik

Verfüllte Kunststoffrasen sind eine Quelle für Mikroplastik, der vom Spielfeld ausgetragen wird und so in die nähere Umgebung des Kunststoffrasensportfeldes sowie ins Abwasser gelangt. Insbesondere Füllgranulat aus rezyklierten Autoreifen enthält umweltschädliche Substanzen in Form von Schwermetallen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen. Verfüllte Kunstrasen sind daher aus Umweltsicht nicht zu empfehlen. Die Stadt Zürich hat bereits entschieden, keine verfüllten Kunstrasen mehr zu bauen.

Besser nutzen lautet die Devise

Das grösste Verbesserungspotenzial zur Reduktion der Umweltauswirkungen von Rasensportfeldern in der Stadt Zürich liegt bei der Optimierung der Auslastung. Wenn Sportplätze intensiver genutzt werden, dann müssen weniger neue Flächen für zusätzliche Anlagen verbaut werden. Weitere Ansatzpunkte sind die Umstellung von Mähen auf Mulchen zur Reduktion des Düngerbedarfs sowie der Einsatz von elektrifizierten Mährobotern anstelle von dieselbetriebenen Rasenmähern. Neben den Betreibern der Infrastruktur sind aber auch die einzelnen Sportlerinnen und Sportler gefordert, einen Beitrag zu einem nachhaltigen Sport mit tiefem ökologischem Fussabdruck zu leisten, indem sie beispielsweise umweltfreundliche Verkehrsmittel für die Anreise wählen.

Komplette Studie

<https://digitalcollection.zhaw.ch/handle/11475/20774>

Executive Summary auf Englisch

<https://digitalcollection.zhaw.ch/handle/11475/21510>

rene.itten@zhaw.ch
matthias.stucki@zhaw.ch

Biokohle – das andere Schwarze Gold

Auf dem Weg in Richtung einer CO₂-freien Wirtschaft kann Biokohle einen wichtigen Beitrag leisten. Sie macht es möglich, der Atmosphäre CO₂ zu entziehen und kann vielfältig eingesetzt werden. Die Forschung dazu steht noch am Anfang, zeigt jedoch vielfältige und vielversprechende Einsatzmöglichkeiten. Auch das IUNR engagiert sich mit seiner Pyrolyse- und HTC-Forschung in diesem Bereich.



Andreas Schönborn
Dozent Ökotechnologie

Am Anfang stand eine Entdeckung am Amazonas: Tropische Urwaldböden, die meist tief verwittert und nach dem Roden nur wenige Jahre fruchtbar sind, zeigen sich an manchen Stellen pechschwarz, kohlehaltig und sehr lange fruchtbar. Die Einheimischen nennen sie «Terra preta». Wer dort anbauen und ernten darf, hat sozusagen den Sechser im Lotto gezogen.

Diese schwarzen Böden liegen an prähistorischen Siedlungsorten. Sie bestehen hauptsächlich aus Holz- und Pflanzenkohle, menschlichen Fäkalien, Dung und Kompost, sind bis zu zwei Meter mächtig, speichern dauerhaft Nährstoffe und enthalten bis zu 70-mal mehr Kohle als die benachbarten Urwaldböden. Der Kohlenstoff kann darin über Jahrtausende stabil gebunden bleiben.¹

Wie genau die prähistorischen Völker diese Böden erzeugten, ob sie zufällig entstanden oder absichtlich angelegt wurden, das ist bis heute nicht ganz klar. Sicher ist: Biokohle (auch «Pflanzenkohle», engl. Biochar) kann ein Weg sein, um CO₂ langfristig der Atmosphäre zu entziehen. Mit dem Prozess der Pyrolyse in einem Reaktor lässt sie sich industriell erzeugen. Die grosse Frage: Könnte Biokohle uns helfen, klimaneutral zu werden?

Von der Forst- und Landwirtschaft in Richtung Industrie

Der Startschuss für die Biokohle in der Schweiz war 2007 ein Feldversuch des Ithaka Instituts. Es ist führend bei der Entwicklung des European Biochar Certificate EBC. Damit soll die Qualität von Pflanzenkohle gesichert werden, die in der Landwirtschaft zum Einsatz kommt. Auf dieses Anwendungsfeld fokussieren heute noch viele internationale und nationale Akteure.

Biokohle lässt sich jedoch nicht nur in der Landwirtschaft einsetzen. Es gibt eine Vielzahl weiterer Einsatzmöglichkeiten, so beispielsweise in der Gebäudekonstruktion, bei der Dekontaminierung, als Zuschlagstoff bei der Vergärung, zur Abwasserbehandlung, als Abgasfilter oder in der Mode- und Wellnessbranche. Die Liste wächst stetig.

Projekte und Studierendenarbeiten zu Pyrolyse und HTC am IUNR

- INKoh – Innovative Kohle aus Grünut, Forschungsgruppen Ökotechnologie und Pflanzenverwendung
www.zhaw.ch/iunr/oekotechnologie
www.zhaw.ch/iunr/pflanzenverwendung
- FEET – Hydrothermal carbonization as a sustainable solution for faecal waste treatment, Forschungsgruppe Bodenökologie, vgl. Beitrag S. 14
- HTC-Verfahren zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm (Cemsuisse), FG Bodenökologie
- HTC Innovationscampus Rheinmühle – Pilotanlage zur Hydrothermalen Karbonisierung (BFE); FG Bodenökologie
www.zhaw.ch/iunr/bodenoekologie
- MSc-Arbeiten in der FG Ökotechnologie zur Entwicklung einer Vorkonditionierungsmethode für Biokohle zum Einsatz in Pflanzsubstraten
- BSc-Arbeit: Angeimpfte Pflanzenkohle als Bodenverbesserer in der FG Hortikultur
www.zhaw.ch/iunr/hortikultur
- BSc-Arbeit: Vergleich Pyrolyse & HTC-Kohle in der FG Bodenökologie und Pflanzenkohlehaltige Dachsubstrate in der FG Grünraumentwicklung
www.zhaw.ch/iunr/gruenraum

Heute gibt es etliche Marktteilnehmerinnen in der Schweiz, die auf Biokohle setzen. Dazu gehören Energieversorger, eine Zuckerfabrik, eine Baufirma, grosse Stadtgärtnereien. Ein Schweizer Verband, charnet.ch, vereint Pioniere, Hochschulen und die Wirtschaft. Immer grössere Reaktoren sind erhältlich und das Interesse an weiteren Anwendungen nimmt rasch zu.

Die Forschung steht noch am Anfang. Auch am IUNR wird seit einigen Jahren zu Biokohle geforscht. Seit



Geschredderte Holzschnittzel als Ausgangsmaterial für Pyrolyse-Experimente: Julian Hügly und Nikita Krähenbühl in Aktion.

Bild: Andreas Schönborn

2016 betreiben wir einen eigenen Pyrolysereaktor, bereits seit längerem gibt es einen HTC-Reaktor. Verschiedene Forschungsgruppen sind darin involviert (siehe Box).

Ist Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft die Lösung?

Kohlenstoffhaltige fossile Brennstoffe sind ein Auslaufmodell. Zu klimaschädlich ist das Verbrennungsprodukt CO_2 . Auf politischer Ebene lautet das Ziel, «auf Dauer eine kohlenstofffreie Wirtschaft»² ohne C-Verbrennung zu erreichen. Aber wie kommen wir dorthin?

Im Prinzip könnten dabei künstliche Senken ins Spiel kommen. Dazu gehört das Einarbeiten von Pflanzkohle in Böden und Substrate («Terra preta») oder das Einfangen und Immobilisieren von CO_2 («direct air capture»). In der Schweiz gibt es allerdings wenige natürliche Böden, die von Biokohle profitieren könnten. In den Tropen ist das Potenzial etwas grösser. Trotzdem können auf diesem Weg nur wenige Prozente der CO_2 -Emissionen gebunden werden. Das Einfangen und Lagern von CO_2 ist sehr energieintensiv und nicht ohne Risiken. Hinzu kommt, dass in einer Kreislaufwirtschaft Einwegprozesse mit Endlagern nichts zu suchen haben.

Gleichzeitig ist Kohlenstoff (C) auch der Grundbaustein des Lebens. In der Natur finden wir Kohlenstoff in Massen: in Böden, Pflanzen, Mikroben und höheren Lebewesen, und nicht zuletzt in Sedimentgesteinen.

Die Natur macht es vor

Die Natur betreibt seit vielen Millionen Jahren eine kohlenstoffbasierte Kreislaufwirtschaft von schier unglaublicher Vielfalt. Eine Zukunftsstrategie könnte sein, dies nachzumachen. Je nach Form hat Kohlenstoff unterschiedliche Fähigkeiten. Als Kohle kann er z.B. Strom leiten, Feuchte, Gerüche und Schadstoffe adsorbieren, er kann spröde (Bleistift) und stabile (Diamant) Strukturen bilden. Im Vergleich zu Metallen sind die verschiedenen Kohlenstoffformen relativ leicht und schadstofffrei ineinander umwandelbar. Ein guter Ausgangsstoff für dauerhafte und nachhaltige Materialien. Erste industriefähige «Negative Emission Technology»-Materialien (NET-Materialien), basierend auf Biokohle, sind heute in Entwicklung. Ihr Einsatzbereich reicht vom Blumentopf über Fahrradrahmen bis zum Motorenbauteil, die – klug designt – nach dem Gebrauch wieder in den Kreislauf der Natur zurückkehren könnten.

Könnte Biokohle uns also helfen, klimaneutral zu werden? Ja, wenn wir uns dabei nicht auf die (künstlich angelegte) «Terra preta» beschränken. Die Pyrolyse- und HTC-Forschung am IUNR ist ein Türöffner, um ökologisches Knowhow mit der Entwicklung neuer Praktiken und Materialien zu verbinden – ein Aufgabenfeld des Ecological Engineering.

Quellen

¹ Glaser et al. Naturwissenschaften (2001) 88:37–41

² <https://de.wikipedia.org/wiki/Dekarbonisierung>

andreas.schoenborn@zhaw.ch

Dekarbonisierungsrechner: Die Energiewende selbst planen

Die Zeit drängt: Wenn wir nicht rasch handeln, wird sich das Klima um mehr als 2 Grad erwärmen. Auch die Schweiz ist gefordert. Die Umstellung unseres Energiesystems auf erneuerbare Energien verläuft bisher viel zu schleppend, auch wenn die Technologien vorhanden wären. Zu stark ist die bremsende Lobby und zu gering der Druck, dass sich etwas ändert. Der Dekarbonisierungsrechner soll dazu beitragen, die breite Bevölkerung von der Machbarkeit und den Vorteilen der Energiewende zu überzeugen.



Jürg Rohrer
Dozent Erneuerbare Energien

Gemäss Bundesrat soll die Schweiz bis zum Jahr 2050 klimaneutral werden. Im Hinblick auf die Ziele des Pariser Klimaabkommens ist dies zu spät, das heisst, bis dahin wird die Schweiz wesentlich mehr Treibhausgase ausgestossen haben als ihr für eine Begrenzung der globalen Erwärmung um max. 2°C und erst recht für eine Begrenzung auf 1.5°C zustehen würde. Aber es ist immerhin ein Schritt in die richtige Richtung.

Alles ist (oder wäre) vorhanden

Die inländischen Treibhausgas- (THG) Emissionen der Schweiz sind zu 75 % energiebedingt, sie stammen aus der Verbrennung von fossilen Energien. Die Reduktion der THG-Emissionen ist deshalb von einem grundlegenden Umbau unseres Energiesystems abhängig. Die Technologien dazu sind vorhanden. Durch den flächendeckenden Einsatz von Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen könnte zum Beispiel 60 % des heutigen inländischen THG-Ausstosses verhindert werden, sofern der dazu verwendete Strom aus erneuerbaren Quellen stammt. Dieser Übergang zu Elektromobilität und Wärmepumpen

würde für die Schweizer Volkswirtschaft sogar finanzielle Einsparungen bringen!

Der Widerstand der Lobbyisten

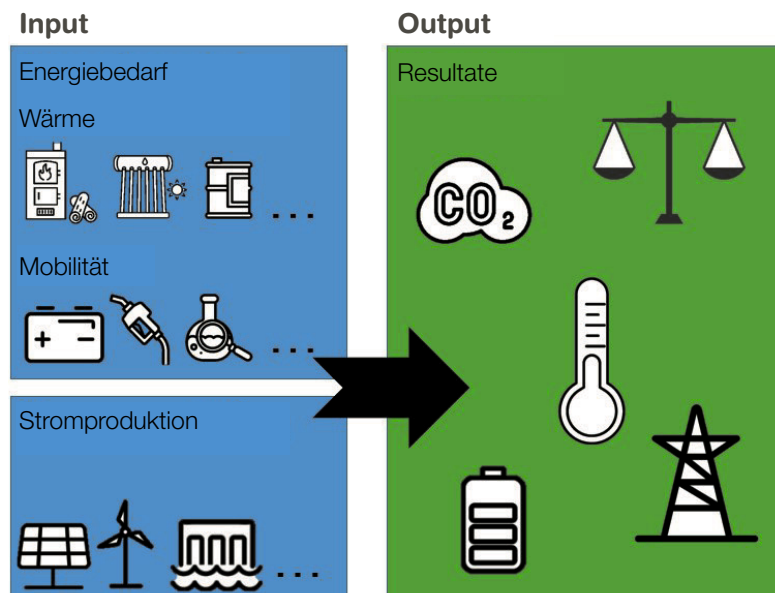
Weshalb geschieht nicht mehr, obwohl die Schweiz über die Möglichkeiten verfügt, auf ein Energiesystem, basierend auf 100 % erneuerbaren Energien, umzusteigen? Es gibt eine starke Lobby, welche dies nicht will. Von den 17.5 Milliarden Franken Umsatz pro Jahr für fossile Energien in der Schweiz profitieren nicht nur Energieversorger, sondern auch ihre Verwaltungsräte (oft Politiker), Lobbyisten, Verbände, Zulieferer oder PR-Leute. Sie suggerieren zum Beispiel, Klimaschutz sei nicht wie geplant machbar, zuerst müssten neue Technologien entwickelt werden. Lobbyisten der Atomindustrie kämpfen zudem mit gewagten Versprechen für staatliche Subventionen. Jeder Tag, den wir im fossilen bzw. atomaren Energiesystem verharren, ist aus der Sicht dieser Lobbys ein Gewinn, denn sie verdienen im alten System viel Geld.

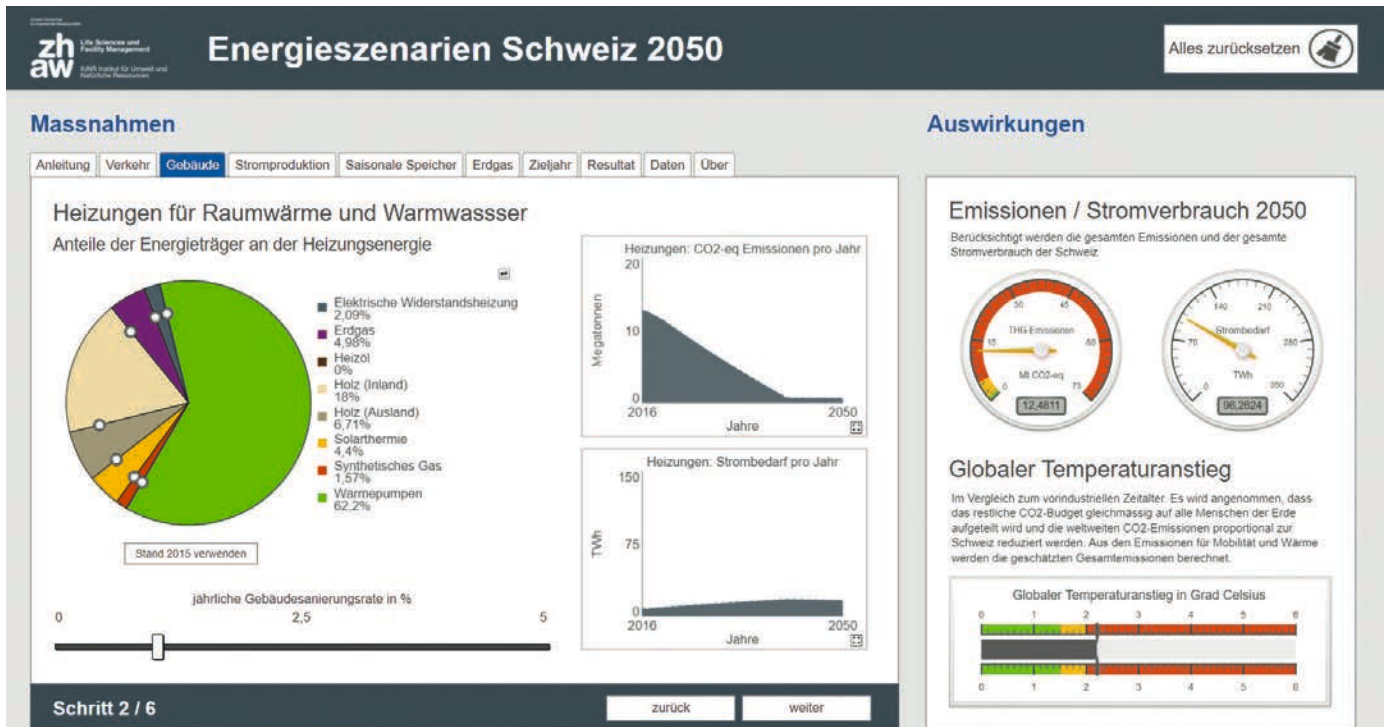
Mit dem Dekarbonisierungsrechner selber planen

Selbstverständlich gibt es viele Studien, die zeigen, wie ein Ausstieg aus den fossilen Energien für die Schweiz und auch weltweit möglich ist. Bisher vermochten diese vor allem Fachleute zu überzeugen. Wie kann aber eine breitere Bevölkerung erreicht werden? Mit unserem «interaktiven Dekarbonisierungsrechner» kann jede Person die Umstellung des Schweizer Energiesystems selbst planen und testen. In einem Simulator am Bildschirm entscheidet sie selbst, welche Technologien für die Wärmebereitstellung sowie in der Mobilität wie stark verbreitet sein sollen und bis wann die Umstellung auf diese Technologien stattfinden soll. Die Konsequenzen bezüglich Klimaerwärmung und Stromversorgung werden sofort angezeigt. Als zweite Herausforderung wird thematisiert, dass die Schweiz bereits heute im Winter Strom importiert, während sie im Sommer Strom exportiert. Ohne Gegensteuer wird sich die Situation mit dem Abschalten

Visualisierung der In- und Outputs des Dekarbonisierungs-Rechners.

Bild: FG Erneuerbare Energien





der AKW, dem Zubau von Strom aus Photovoltaik und dem Einsatz von Wärmepumpen zur Beheizung der Gebäude im Winter weiter verschärfen. Aus der Stromproduktion und dem Verbrauch wird deshalb der Bedarf an saisonalen Speichern abgeleitet. Als Resultat werden unter anderem die resultierende globale Klimaerwärmung (unter der Annahme, dass alle anderen Länder einen analogen Reduktionspfad beschreiten), der Treibhausgasausstoss und der Strombedarf der Schweiz angezeigt (siehe Abbildung oben). Zusätzlich wird gezeigt, welcher Anteil des Strombedarfs durch inländisch produzierten Strom gedeckt werden kann und wie gross der saisonale Speicherbedarf ausfällt. AnwenderInnen können sich so schrittweise an eine Lösung herantasten, welche die Klimaziele des Bundes oder des Pariser Abkommens erfüllt. Wir hoffen, dass die Nutzerinnen und Nutzer des Dekarbonisierungsrechners für sich selbst folgende Erkenntnisse erarbeiten:

- Einen grossen Teil des THG-Ausstosses der Schweiz könnten wir durch heute verfügbare Technologien rasch eliminieren.
- Die Schweiz könnte sich nach einer Dekarbonisierung des Energiesystems vollständig mit einheimischer erneuerbarer Energie versorgen.
- Es gibt effiziente und ineffiziente Wege zur Dekarbonisierung: Die einzelnen Energieträger (zum Beispiel Wasserstoff oder Biogas) sollten am richtigen Ort eingesetzt werden, sonst explodiert der Strombedarf.

Was bereits Konfuzius wusste

Durch die interaktive Simulation können AnwenderInnen verschiedene Wege zur Dekarbonisierung des Energiesystems ausprobieren und sofort deren Vor- und Nachteile sehen. Dank der Interaktivität erwarten wir eine besonders grosse Wirkung. Denn Konfuzius wusste schon vor 2500 Jahren: «Tell me – and I will forget, show me – and I will remember, involve me – and I will understand».

Der Dekarbonisierungsrechner ist verfügbar unter:
<https://exchange.iseesystems.com/public/iunr/dekarbonisierung/index.html>

juerg.rohrer@zhaw.ch

Eingabe der Energiequellen für Heizung und Warmwasser in den Gebäuden. Als Zieljahr für die vollständige Umsetzung wurde hier das Jahr 2040 gewählt. Rechts werden immer die Auswirkungen von allen Massnahmen zusammen angezeigt.

Bild: FG Erneuerbare Energien

Amphibien, Knabenkraut und Co. in ihrem (nassen) Element

Lehrgang Naturnahe Teichgestaltung am IUNR

Die Schweiz wurde in den letzten 150 Jahren durch umfassende Restrukturierungen der ländlichen Räume sukzessiv entwässert. Diese Tatsache stellt einen drastischen Verlust und eine Beeinträchtigung der Lebensräume für Flora und Fauna dar. Diese sind auf stehendes Wasser angewiesen. Da erstaunt es kaum, dass vor allem die Bestände der Stillgewässerbewohner, wie z. B. Amphibien, stark zurückgegangen sind und sie zu den am stärksten gefährdeten Artengruppen zählen.



Der Lehrgang Naturnahe Teichgestaltung hilft mit, das erheblich geschrumpfte Verbreitungsgebiet unter anderem für den stark gefährdeten Laubfrosch aufzuwerten und zu fördern.

Bild: Andreas Meyer/karch

Das Naturschutzprogramm des Bundesamts für Umwelt (BAFU) verfolgt die Strategie, durch die Schaffung von kleinen Stillgewässern, temporären Weihern und Feuchtflächen die Vernetzung von Feuchtlebensräumen voranzutreiben und dadurch die Amphibienpopulation zu stärken. Um dieses ambitionierte Ziel zu unterstützen, hat das IUNR den Lehrgang Naturnahe Teichgestaltung entwickelt, in enger Zusammenarbeit mit der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch), der Stiftung für Wirtschaft und Ökologie SWO, der AQUAVEGA GmbH sowie BirdLife Schweiz. Durch diese Kooperation stehen starke und anerkannte Partner zur Seite, die sich seit Jahren für vernetzte Stillgewässer einsetzen.

Der Lehrgang legt den Schwerpunkt bewusst auf «Lernen durch Handeln» und liefert Rezepte für die konkrete Umsetzung von Visionen in die Praxis. Fachpersonen erhalten so die Möglichkeit, sich die spezifischen Anforderungen an qualitativ hochwertige Aufwertungs- und Vernetzungsprojekte im Bereich Stillgewässer anzueignen, sich zu vernetzen und sich über Weiherbauprojekte auszutauschen. Gemeinsam mit seinen Partnern ist das IUNR zudem am Aufbau eines Kompetenzzentrums interessiert, um eine Plattform für die Absolventinnen und Absolventen für zukünftige Projekte in der Teichgestaltung zu bieten. Dadurch soll der Weiherbau einen Innovationsschub erhalten und vorangetrieben werden.

Auf einen Blick

Abschluss: Fachfrau/Fachmann Naturnahe Teichgestaltung

Umfang: 13 Tage (exkl. Weiherbauprojekt)

Start und Dauer: 15.11.2021 – November 2022

Kosten: CHF 3950

Zielpublikum

Das Angebot richtet sich an ein breites Publikum mit ökologischen Vorkenntnissen wie Umweltingenieurinnen, Biologen, Landschaftsarchitektinnen, Raumplaner EFZ, Abgängerinnen spezifischer Kurse von karch, ZHAW-Weiterbildungen, Pro Natura und SVS/BirdLife Schweiz sowie Verwaltungs- und Behördenmitglieder von Gemeinden.

Voraussetzungen

Vorkenntnisse und Erfahrung in ökologischen Aufwertungsmassnahmen – vorzugsweise im Stillgewässerbereich – werden erwartet.

Ziele

Nach Abschluss des Lehrgangs «Naturnahe Teichgestaltung» sind Sie in der Lage

- das ökologische Potenzial von Landschaftsräumen zu erkennen und zu beurteilen;
- Möglichkeiten für ökologisch wertvolle Projekte im Bereich Bau und Vernetzung von Stillgewässern sowie den Aufwand für den Unterhalt abzuschätzen;
- Ihre Visionen in Form eines Gestaltungsplans zielorientiert zu realisieren;
- Stakeholder und Partner für Ihre Projekte zu gewinnen;
- qualitativ hochwertige Aufwertungs- und Vernetzungsprojekte im Bereich Stillgewässer von A bis Z fachgerecht zu planen und umzusetzen.

Weitere Informationen

www.zhaw.ch/iunr/teichgestaltung

News

K3 | 2021 Kongress zu Klimakommunikation

Kongress zu Klimakommunikation

15.–16. September 2021 im Toni Areal Zürich

Die europaweit grösste Veranstaltung zum Thema Klimakommunikation vernetzt, weit über die Schweizer Landesgrenzen hinaus, Interessensgruppen aus Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik.

Im Fokus steht eine der drängendsten Fragen unserer Zeit: Wie kann Kommunikation über den Klimawandel wirksamer werden? Wie kann sie zu Handlungen motivieren, die das Klima schützen?

Unter dem Motto «Unser Klima. Unsere Zukunft. Klimakommunikation in Krisenzeiten» werden am K3 Kongress die neusten Erkenntnisse aus der Forschung aufgezeigt und sogleich in die Umsetzung gebracht. Dabei nimmt das Leitmotiv direkten Bezug auf die Corona-Krise. Denn hier stehen wichtige Entscheide an. Wie kommt die Wirtschaft wieder in Schwung und wie wird die Gesellschaft gleichzeitig resilienter? Fragen, die auch beim Thema Klimawandel von grosser Bedeutung sind. Ein guter Moment also, um mit innovativen Ideen in eine zukunftsfähige Welt aufzubrechen.

Termine

- April: Durchführung ja/nein
- 10. Mai: Anmeldestart

Weitere Informationen

k3-klimakongress.org

petra.baettig-frey@zhaw.ch

Per App das Wohl von Fischen messen

Die Nachfrage nach Fisch ist gross, auch Schweizer Fisch ist sehr gefragt! Entsprechend wächst die Schweizer Fischzucht rasant. Aber wie geht es den Fischen in den Aquakulturanlagen? Wissenschaftliche Methoden, um dies zu messen, fehlen bisher weitgehend. Nun hat die Forschungsgruppe Aquakultursysteme in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) ein Modell entwickelt, um das Fischwohl systematisch zu erfassen und zu be-



© ZHAW

werten. Dieses umfasst die Parameter Wasserqualität, Farmmanagement, Fischverhalten und Fischgesundheit. Das resultierende Modell «MyFishCheck» wurde zu einer App weiterentwickelt, die allen Interessierten gratis zum Download zur Verfügung steht. Mit Hilfe der App können Fischwirte messen, wie es um das Wohl ihrer Fische in Kreislauf- oder Durchflussanlagen steht. Aktuell ist die App auf Regenbogenforellen und Zander anwendbar und steht auf Deutsch und Englisch zur Verfügung. In einem nächsten Schritt wird auch der Egli integriert und es soll zusätzlich eine französische Version erhältlich sein.

Webseite zur App

www.myaquaculturefarm.ch

Kontakt

linda.tschirren@zhaw.ch

LaundReCycle in Kapstadt eröffnet

Am 29. Januar 2021 hat die Schweizer Vize-Botschafterin, zusammen mit dem Generalkonsul und Vertretern der Stadt

Kapstadt feierlich die Pilotanlage des LaundReCycle in Kapstadt eröffnet. Als «erster energie- und wasserautarker Waschsalon Südafrikas» erhielt der LaundReCycle viel mediale Aufmerksamkeit von der lokalen Presse in Kapstadt. Die Inbetriebnahme der Pilotanlage ist ein grosser Meilenstein im vom REPIC finanzierten Forschungs- und Technologietransfer-Projekt. Während zwei Jahren hat die Forschungsgruppe Ökotechnologie den Prototypen im Demowagen «MODO» auf dem Campus Grüental entwickelt und getestet. Nachdem Ende 2019 in einem Trainingsworkshop die südafrikanischen Partner am MODO ausgebildet wurden, haben sie die Anlage in Kapstadt nachgebaut. Mit diesem Schritt fängt nun die Testphase im realen Betrieb an. Zusammen mit der NGO Khulisa Streetscapes wird der LaundReCycle sowohl technisch als auch wirtschaftlich auf Herz und Nieren getestet. Ziel des LaundReCycles ist es, im wasserarmen Südafrika an Standorten ohne Infrastruktur Wäschedienstleistungen anzubieten und damit die lokale Bevölkerung in wirtschaftsschwachen Gegenden zu unterstützen.

Video zur Eröffnung der Pilotanlage in Kapstadt

<https://youtu.be/VbcXLhrNfMw>

devi.buehler@zhaw.ch

© IUNR/ZHAW



CAS / DAS / MAS

DAS Arten & Biodiversität

Beginn: laufend

Weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/weiterbildung

CAS Naturbezogene Umweltbildung

Beginn: laufend

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

www.zhaw.ch/iunr/nub

CAS Urban Forestry (Fachkurs Baum & Wald)

Beginn: 15.4.2021

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

www.urbanforestry-edu.ch/baum-und-wald

CAS Vegetationsanalyse & Feldbotanik

Beginn: 8.5.2021

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

www.zhaw.ch/iunr/vegetationsanalyse

CAS Gewässerrenaturierung

Beginn: 3.9.2021

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

www.zhaw.ch/iunr/gewaesserrenaturierung

Lehrgänge und Kurse

Workshop Aquaponik

Beginn: 3.6.2021

Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/workshop-aquaponik

Fachspezifische Berufsunabhängige Ausbildung (FBA) Aquakultur

Beginn: 5.8.2021

Termine, Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/fba

Säugetiercamp SGW

Beginn: 26.8.2021

Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/saeugetiercamp

Drohnengestützte Fernerkundung – Anwendung & Analyse

16.9.2021

Termine, Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/drohnenkurs

Panzerkrebse – Umgang in der Gastronomie

Beginn: 4.11.2021

Termine, Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/panzerkrebse

Lehrgang Naturnahe Teichgestaltung

Beginn: 15.11.2021

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

www.zhaw.ch/iunr/teichgestaltung

A man with a dark beard and wide, surprised eyes is looking upwards. He is wearing a light blue button-down shirt. The background is a blurred forest scene with a large tree trunk. There are green circular graphic elements on the left side of the image.

**Jetzt
anmelden!**

**Und was
machen Sie
in Zukunft?**

Master in Umwelt und Natürliche Ressourcen
www.zhaw.ch/iunr/master

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