



Life Sciences und
Facility Management

IUNR Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen

IUNR

N^o
0222

magazin

Floating Solar im
Hochgebirge

Seite 12

Outdoorsport und
Wildtiere in den Bergen

Seite 20

Umwelthotspots
eines Pflegezentrums

Seite 30

Inhalt



Studium MSc |
Masterarbeit
**Floating Solar im
Hochgebirge**

Seite 12



Studium MSc |
Double Degree
**Erste Double
Degree-
Absolventinnen**

Seite 14



Studium BSc |
Absolvent:innen
**Mein Sprung vom
Studium in die
Praxis**

Seite 18



Forschung und Dienst-
leistungen | Projekte
**Outdoorsport und
Wildtiere in den
Bergen**

Seite 20



Forschung und Dienst-
leistungen | Projekte
**Pilotprojekt für
eine erneuerbare
Energieversorgung**

Seite 28



Forschung und Dienst-
leistungen | Projekte
**Die Umwelt-
hotspots eines
Pflegezentrums**

Seite 30

und ausserdem

ECO-Shelter: Ein Baustein für den Umgang mit dem Klimawandel **Seite 4**
Erd(ge)schichten – Bodenwissen ausstellen **Seite 6** Ökobilanz eines Schweizer
Outdoor-Detailhändlers **Seite 8** Den Rothirschen auf der Spur **Seite 10**
Absolvent:innenporträts **Seite 16** Klärschlamm – ein nicht versiegender
Rohstoff **Seite 22** Agri-Photovoltaik auf dem Campus Grüental **Seite 24** Vamos
a la pluja **Seite 25** Photovoltaik-Potenzial auf Dachflächen in der Schweiz **Seite 26**
Biodiversität und soziale Vielfalt im Siedlungsraum gemeinsam fördern **Seite 32**
Der Schweizer Nationalpark, ein Paradies nacheiszeitlicher Käferarten **Seite 34**
News **Seite 36** Agenda **Seite 38**

Erneuerbare Energie und Biodiversität sind vereinbar

Der Winter naht und wir finden uns in der ungewöhnlichen Situation, dass wir nicht wissen, ob der Strom bis zum Frühjahr ohne Unterbrüche reicht. Vermutlich müssen wir die bisher selbstverständliche Komfortzone tatsächlich verlassen. Verantwortliche aus der Energiebranche empfehlen, Stromleisten zu verwenden, die Raumtemperatur zu reduzieren und – um für alle Fälle gerüstet zu sein – Kerzen zu besorgen. Auf politischer Ebene werden Kompromisse beim Umweltschutz gefordert. Nachdem jahrzehntelang auf fossile Brennstoffe gesetzt wurde und die Produktion erneuerbarer Energien kaum Fortschritte machte, soll es jetzt schnell gehen. Die Stromproduktion soll grundsätzlich höher gewichtet werden als Umwelt- und Landschaftsschutz.

Diskutiert wird über den Bau von Kraftwerken in Biotopen von nationaler Bedeutung, eine Reduktion der Restwassermengen und den Verzicht auf Umweltverträglichkeitsprüfungen. Es gilt jedoch zu bedenken, dass wir neben der Energiekrise und dem Klimawandel mit einem drastischen Artenschwund zu kämpfen haben.

Andere Lösungen für die Energieversorgung sind zwingend, dennoch gilt es, überlegt zu handeln. Die Biotope von nationaler Bedeutung machen zum Beispiel nur zwei Prozent der Landesfläche aus, beherbergen aber einen Drittel aller bedrohten Tier- und Pflanzenarten. Diese Zentren der Artenvielfalt dürfen nicht verschwinden – zu gross wären die negativen Auswirkungen auf die Biodiversität.

Unsere Forschung zeigt, dass es noch viele ungenutzte Potenziale für die Produktion erneuerbarer Energien gibt: So gilt es, in urbanen Gebieten die Energieeffizienz mit Sanierungen und zusätzlichen Solarpanels zu verbessern. Ausgewählte Photovoltaikanlagen in den Alpen und der verbreitete Einsatz von Agriphotovoltaik könnten einen grossen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung leisten. Das würde eine zusätzliche Wertschöpfung in Berggebieten und der Landwirtschaft ermöglichen und unsere Abhängigkeit von fossilen und anderen nicht erneuerbaren Energiequellen reduzieren.

Unsere Anstrengungen zielen darauf ab, die Energieversorgung mit erneuerbarer Energie zu sichern und wenn immer möglich gleichzeitig die Biodiversität zu fördern. Finden Sie dazu verschiedene spannende Beiträge über unsere hochaktuellen Forschungsprojekte in dieser Ausgabe des IUNR Magazins!

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) | **Layout** Esther Volken (esther.volken@zhaw.ch) | **Titelblatt** Die schwimmende Solaranlage auf dem Lac des Toules auf 1810 m ü. M. im Wallis (s. Beitrag S. 12) © Romande Energie | **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; Oktober 2022 | **Auflage** 200

ECO-Shelter: Ein Baustein für den Umgang mit dem Klimawandel

Um städtische Infrastrukturen an den Klimawandel anzupassen, wurde ein Buswartehäuschen mit einer Dachbegrünung, einem Regenwassertank und einer automatischen, solarbetriebenen Bewässerung ausgestattet. Das adaptierte Buswartehäuschen dient als Baustein, um dem Biodiversitätsrückgang, dem städtischen Wärmeinsel-Effekt und den Gefahren von Starkregenereignissen sowie Trockenperioden mittels Regenwasserretention entgegenzuwirken.



Daniel Bodenmann
Student MSc ENR21 mit
Schwerpunkt Biodiversität
und Ökosysteme

Klimawandel und Biodiversitätsverlust

Mit dem Klima verändert sich auch die Niederschlagsverteilung. Starkniederschläge, aber auch längere Hitze- und Trockenperioden nehmen zu. Da Schweizer Siedlungsflächen eine Versiegelung von mehr als 60 Prozent aufweisen, nimmt auch das Risiko von Überschwemmungen zu. Bei Starkregenereignissen werden Kanalisationen oftmals überlastet und überflutet. Dies hat zur Folge, dass das Schmutzwasser dann unbehandelt in die Gewässer gelangt.

Ein weiteres Problem ist, dass es in den Sommermonaten in Städten und urbanen Gebieten oft deutlich wärmer ist als im Umland. Die städtischen Infrastrukturen und Gebäude heizen sich tagsüber auf und kühlen in der Nacht kaum ab, mit negativen Folgen für vulnerable Personen. Dieses Phänomen wird als Wärmeinsel-Effekt bezeichnet und ist auf eine verdichtete Bauweise, versiegelte Böden und einen geringen Anteil an Vegetationsflächen zurückzuführen. Eine Untersuchung in fünf Schweizer Städten hat gezeigt, dass der städtische Wärmeinsel-Effekt ganzjährig messbar ist und sich in Zukunft noch verstärken wird.

Nebst den Veränderungen beim Niederschlag und dem städtischen Wärmeinsel-Effekt stellt der Biodiversitätsverlust eine weitere Herausforderung dar.

Gemäss Bundesamt für Umwelt BAFU ist die Anzahl an wertvollen Flächen und Lebensräumen rückläufig und hat sich auf isolierte Restflächen reduziert, die Hälfte der vom BAFU untersuchten einheimischen Arten ist bedroht und in ihrer Existenz gefährdet. Der Biodiversitätsverlust ist auf Zersiedelung, intensive Landnutzung, Ausbreitung von invasiven, gebietsfremden Arten und landwirtschaftliche Pestizid- und Stickstoffemissionen zurückzuführen. Zusammen mit der Biodiversität gehen wertvolle Ökosystemleistungen verloren. Diese sind die Grundlage für die Existenz des Menschen und wichtig für die Wirtschaftsleistung eines Landes.

Realisierung des «Eco-Shelters»

In Zusammenarbeit mit der Firma Christen Metallbau AG wurde das Buswartehäuschen «Eco-Shelter» als Prototyp entwickelt. Es ist ein Versuch, städtische Infrastrukturelemente so zu optimieren, dass sie auf die Biodiversität einen fördernden Einfluss haben, kühlend auf die Umgebung wirken und die Gefahr von Starkniederschlagsereignissen mindern können. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, wurde auf dem Dach des Buswartehäuschens eine Dachbegrünung mit einheimischen Pflanzen angelegt. Ein Teil des anfallenden Regenwassers wird durch die Dachbegrünung zurückgehalten, der Rest fliesst ab und wird in einem unterirdischen 2000-Liter-Tank gesammelt, um damit in den Sommermonaten die Dachbegrünung mit einer Fläche von elf Quadratmetern automatisch und autonom zu bewässern. Die Energie für das Bewässerungssystem wird durch eine Photovoltaik-Insulanlage geliefert. Diese besteht aus einem 50W-Photovoltaikmodul und einer 44Ah-Batterie; die Anlage hat keinen Anschluss an das Stromnetz. Für die Bewässerung der Dachbegrünung wird eine Niedervolt-Tauchpumpe in Kombination mit einem 2000-Liter-Regenwassertank verwendet. Eine Arduino-Steuerung reguliert das Bewässerungsintervall. Um sparsam mit dem gesammelten Regenwasser umzugehen, wird die Dachbegrünung nur von Mai bis September mit zirka 36 Litern pro Tag bewässert. In der Jahresbilanz deckt sich der Was-

Dachaufsicht mit
Wildblumen- (links) und
Kräuterrasen (rechts), sowie
Trockenzone für PV (Mitte).

Grafik: Daniel Bodenmann





Buswartehäuschen mit PV, Wildbienensand, Steingärten und Totholzelementen sowie Dachbegrünung aus einheimischen Blumen und Kräutern.

Bild: Christen Metallbau

serbedarf mit dem Niederschlag. Gemäss groben Berechnungen kann in den Sommermonaten lokal eine Kühlleistung von zirka 58 Kilowattstunden pro Tag erzeugt werden, dies bei einem täglichen Energieaufwand von etwa 0.018 Kilowattstunden für den Betrieb der Pumpe, der Arduino-Steuereinheit und des Ladereglers der Photovoltaikanlage. Somit stellt das Buswartehaus eine energieeffiziente, natürliche «Klimaanlage» dar.

Die Grünfläche – eine Kombination von Elementen

Um die Biodiversität zu fördern und zu Testzwecken wurden zwei unterschiedliche Dachbegrünungen eingesetzt, nämlich die OH-FeRa Miniflora und OH-ch Kräuter-Rollmatten von Otto Hauenstein Samen. Das Dach des Buswartehäuschens ist in drei Zonen gegliedert; eine Vertikalbegrünung mit Efeu (*Hedera helix*) oder wildem Wein (*Parthenocissus quinquefolia*) ist optional vorgesehen. Es gibt eine Trockenzone für die Photovoltaik (PV), bestehend aus Wildbienensand von Ricoter, zwei «Steingärten» und Totholzelementen. Für die Dachbegrünung wurden vorkultivierte Rollrasen verlegt, bestehend aus einheimischen Blumen und Kräutern. Hanffasermatten dienen dazu, das Wasser auf dem Dach zu speichern. Als Substrat für die zwei Rollrasentypen wurde torffreie Blumen-erde eingesetzt. Der Regenwasserabfluss ist mit ei-

nem Kiesstreifen von 30 x 30 Zentimetern umrandet und durch ein Rinnenseiher (Schutzgitter) vor dem Eindringen von Fremdkörpern geschützt.

Ausblick

Die Arbeiten am Buswartehäuschen sind nun abgeschlossen und der Unternehmer zeigt es den Kunden als innovative Variante seines Produkts. In den kommenden Jahren werden in der Stadt Luzern rund 73 Bushaltestellen erneuert oder umgebaut, ein Teil davon wird entsprechend der Grundvariante des Buswartehäuschens realisiert, diese besteht aus einer Dachbegrünung, jedoch ohne Regenwassersammlung und automatische Bewässerung.

bodendan@students.zhaw.ch

Erd(ge)schichten – Bodenwissen ausstellen

Studierende setzen im Modul Inszenierte Naturräume ihr Wissen in Szene

Das Modul Inszenierte Naturräume fand dieses Jahr wieder mit Präsenz der Studierenden vor Ort statt. Das bedeutete: Gemeinsames Brainstorming, Forschen, Bohren. Am Ende entstand auf dem Hof Blum, der Froh Ussicht, eine Ausstellung unter dem Titel Erd(ge)schichten. Diese lief parallel zur Kunstaussstellung «mist – Zauber und Nährstoff» und lud die Besucher:innen ein, sich mit dem Grund, auf dem sie gehen, auseinanderzusetzen. In eindrücklichen, klugen und poetischen Exponaten haben die Studierenden ihr Bodenwissen in Geschichten verpackt.



Monica Ursina Jäger
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Nachhaltigkeitskommunik.
und Umweltbildung



David Koch
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Nachhaltigkeitskommunik.
und Umweltbildung

Der Boden – die oberste Schicht der Erdkruste – ist der Lebensraum für unzählige Lebewesen, bildet die Grundlage für unsere Ernährung, dient als Filter für Trinkwasser, speichert Kohlenstoff und Nährstoffe. Die Wissenschaft beschäftigt sich intensiv mit Bodenökologie, um besser zu verstehen, wie das System unter unseren Füßen funktioniert und wie wir es nachhaltig nutzen und schützen können. Denn die nachhaltige Nutzung des Bodens und seiner vielen Funktionen stellt unsere wachsende Gesellschaft vor grosse Herausforderungen.

Wie kann dieses Wissen mit der Öffentlichkeit geteilt werden? Wie können die Beziehungen zwischen den Bodenlebewesen erklärt werden? Wie kann ein Bewusstsein für den Wert des Bodens geschaffen werden? Und was trägt das eigene Verhalten zum Schutz des Bodens bei?

Diesen Fragen sind 28 Studierende des Bachelor-Studiengangs Umweltingenieurwesen im Modul «Inszenierte Naturräume» nachgegangen. Unter der Leitung von Monica Ursina Jäger, Rahel Skelton und David Koch lernten sie, ihr Wissen auf kreative Weise

sichtbar zu machen und mit einer breiten Öffentlichkeit wirkungsvoll zu teilen. Dabei sind anstatt Konzepte für ein Fachpublikum überraschende und spielerische Exponate im Aussenraum entstanden. Mit andern Worten: Learning by doing.

Erleben und erfahren anstatt lesen und lernen

In der Forschungsgruppe Nachhaltigkeitskommunikation und Umweltbildung wird schon lange versucht, neue Wege zu finden, wie die Themen des IUNR nach aussen getragen werden können. Eine dieser Methoden sind die «inszenierten Naturräume», die Narrative Environments. Das Ziel ist es, Umgebungen zu schaffen, die Geschichten erzählen. Und das, bevor die Besucher:innen eine Texttafel gelesen oder die Erklärung einer Fachperson gehört haben. Das Erdreich in den Gärten des Campus Grüental ist eines dieser Projekte. Über eine grosse Treppe steigt man selbst in den Boden hinab und erlebt den Untergrund direkt am eigenen Leib.



Der Beetower von Céline Kunz, Tina Maliakal und Salomé Suter.

Bild: Monica Ursina Jäger



Das Exponat Wood's up Tree? von Maura Hochstrasser, Miriam Sager und Bettina Stampfli.

Bild: Monica Ursina Jäger

Kunst auf dem Bio-Bauernhof

Die Werke der Studierenden entstanden für den Hof Blum in Samstagern. Der Bio-Bauernhof ist gleichzeitig Ausstellungsort für zeitgenössische Kunst. Anlässlich der Ausstellung «mist – Zauber und Nährstoff» konnten die Studierenden ihre Werke unter dem Titel «Erd(ge)schichten» über den ganzen Hof verteilt präsentieren. Am ersten Modultag besuchten sie den Hof und nach einem Rundgang mit dem Hofbesitzer Martin Blum suchten sie in Gruppen nach geeigneten Standorten, die sie mit ihren Exponaten inszenieren wollten. Blumenwiese, Teich und Picknick-Platz wurden durch sie zum Erzählen gebracht. Nach der Standortauswahl wurde an zwei Tagen in der Woche gearbeitet. Themenfindung, Recherche, Designentwicklung, Prototyping und finales Exponat. Alle Schritte wurden mit theoretischen Inputs und Coachings begleitet.

Vom Beetower bis zur Reise in die Zukunft

So konnte, wer im Sommer über den Hof spaziert ist, beispielsweise ein Bienenhotel der anderen Art erspähen. Der Holzbau lieferte auf 4 Stöcken unterschiedliche «Wohnungen» für bodennistende Wildbienen. Ob Sand oder Lehm – der Beetower bot den wichtigen Tieren Unterschlupf. An anderer Stelle konnten Kinder während dem Zusammenbau und Spiel eines lebensgrossen Leiterlspiels lernen, was bei der Versiegelung eines Bodens passiert, während die Eltern eine Reise in die Zukunft machten

und dort den letzten fruchtbaren Boden – ausgestellt in einer Vitrine – begutachten konnten. Ein Spind lieferte Einblicke in die Ausrüstung der Bodenlebewesen und ein filigranes Seilgespann zwischen einer Baumgruppe zeigte Einblicke in die Kommunikationsnetzwerke der Mykorrhiza.

Wir brauchen Geschichtenerzähler

Die angehenden Umweltingenieure haben gezeigt, was der unscheinbare Boden unter unseren Füßen alles ist – eine Fabrik, ein kostbares Gut, ein Ort der Kommunikation, eine Heimat. Seit Jahrzehnten predigen die Wissenschaften von den Folgen der Klimakatastrophe – nur wenig hat sich geändert. Am Ende ihrer Ausbildung sind unsere Studierenden nun nicht nur mit Faktenwissen gewappnet für ihre Zukunft. Sie haben auch gelernt, wie sie Geschichten erzählen können. Denn in den Worten Kafkas sind diese eine «Axt für das gefrorene Meer in uns».

monica.jaeger@zhaw.ch
david.koch@zhaw.ch

Ökobilanz eines Schweizer Outdoor-Detailhändlers

Wo liegen die Umwelt-Hotspots in der Lieferkette von Bächli Bergsport?

Bächli Bergsport adressiert das Thema Nachhaltigkeit bereits, indem beispielsweise Strom aus erneuerbarer Energie verwendet wird, möchte dies jedoch weiter vorantreiben. Neben dem Einkauf und Verkauf von Textilien, Schuhen und Hartwaren, bei denen die Herstellung ein ökologischer Hotspot ist, entstehen beim Outdoor-Händler auch in anderen Bereichen Emissionen. Um herauszufinden, wo Bächli Bergsport den grössten Hebel hat, um seine Umweltauswirkungen zu reduzieren, habe ich im Rahmen meiner Masterarbeit eine Betriebsökobilanz erstellt.



Fabienne Bammert
Absolventin MSc ENR20 mit
Vertiefung Agrarökologie und
Ernährungssysteme

Die Bekleidungsindustrie ist für 10 % der weltweiten Umweltverschmutzung verantwortlich und wird vermutlich in Zukunft einen noch grösseren Anteil beitragen. Bisher haben nur wenige Unternehmen wissenschaftliche Instrumente und Massnahmen für ein solides Umweltmanagement umgesetzt.

Anforderungen an Outdoor-Ausrüstung

An Outdoor-Bekleidung und -Ausrüstung werden besondere Anforderungen gestellt: Sie sollen Wasser abweisen und isolieren, eine kurze Trocknungszeit aufweisen, langlebig sein und Bewegungsfreiheit ermöglichen. Um diese Ansprüche zu erfüllen, verwenden Hersteller oftmals umweltbelastende Chemikalien, obwohl umweltfreundlichere Alternativen bereits existieren. In den meisten Fällen werden künstliche Verbindungen aus Kohlenstoff und Fluor verwendet, namentlich per- und polyfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFCs). Diese PFCs werden als Hilfsstoff zur Herstellung von wasserabweisenden Membranen verwendet, deren feine Poren gross genug sind, um Wasserdampf durchzulassen, aber kein Wasser in flüssiger Form. Viele PFCs sind persistente Verbindungen und reichern sich u. a. im Boden oder im Wasser an. Dies hat negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.

ungen und reichern sich u. a. im Boden oder im Wasser an. Dies hat negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.

Detailhändler Bächli Bergsport

Bächli Bergsport ist ein 1974 gegründetes Schweizer Familienunternehmen. Das Fachgeschäft für Outdoor-Ausrüstung bietet in 13 Filialen in der Schweiz und über einen Online-Shop Bekleidung und Ausrüstung verschiedenster Marken zum Wandern, Outdoor-Klettern, Bergsteigen, Skitouren und Freeriden an. Bächli Bergsport setzt sich bereits mit dem Thema Nachhaltigkeit auseinander. So wird Energie aus Wasserkraft bezogen und Abfälle werden recycelt. Für die Masterarbeit unterteilte ich den Betrieb von Bächli Bergsport in neun Bereiche: Textilien, Schuhe, Hartwaren (z. B. Rucksäcke, Zelte, Pickel), Infrastruktur, Nutzung der Firmenautos, Verbrauchsmaterialien, Dienstleistungen, Pendelverhalten und Sonstiges. Auch berücksichtigte ich die Inputs Wasser und Energie sowie den von Bächli Bergsport produzierten Abfall.

Bächli Bergsport Filiale in Aarau.

Bild: Fabienne Bammert

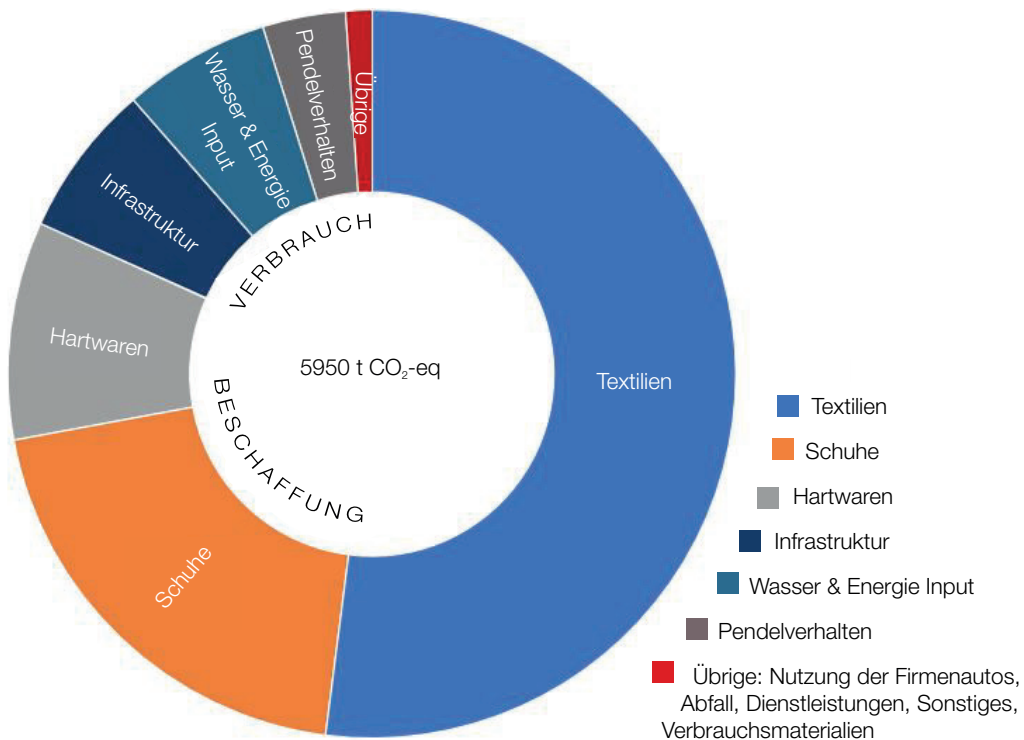
Beurteilung der Umweltauswirkungen

Bächli Bergsport stellte mir die benötigten Verbrauchs- und Verkaufsdaten aus dem Jahr 2019 zur Verfügung. Diese Ausgangsdaten verknüpfte ich mit Hintergrunddaten aus der Ecoinvent-Datenbank in der Software SimaPro. Für die Produkte in den Bereichen Textilien, Schuhe, Hartwaren und Sonstiges berücksichtigte ich die Umweltauswirkungen von der Wiege bis zum Werkstor und für die Verbrauchswaren die von der Wiege bis und mit Entsorgung. Die Auswirkungen aufs Klima bewertete ich mit dem Treibhauspotenzial (THP) nach der Methode des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen, kurz IPCC. Die Ergebnisse sind in CO₂-Äquivalenten dargestellt.

Umwelt-Hotspots: Textilien, Schuhe und Hartwaren

Gemäss dieser Ökobilanz hatte Bächli Bergsport 2019 ein THP von 5950 t CO₂-eq (siehe Abb. S. 9).





Relative Verteilung der von Bächli Bergsport verursachten Treibhausgasemissionen während eines Betriebsjahres, bewertet mit dem IPCC 2013 Modell.

Grafik: Fabienne Bammert

Die drei Produktkategorien – Textilien, Schuhe, Hartwaren – verursachten dabei 81.8 % des THPs. Die Hälfte des THPs von Bächli Bergsport entfällt auf Textilprodukte, insbesondere auf die Materialherstellung. Die Materialien Nylon, Daunen, Merinowolle und Gore-Tex sind dabei besonders umweltbelastend. Verantwortlich fürs THP der tierischen Materialien sind die Landnutzungsänderungen, die durch die Futterproduktion für Enten und Schafe verursacht werden. Hinzu kommt die Verbrennung des fossilen Kraftstoffs Diesel für den Traktor sowie PFCs für das Material Gore-Tex. Zu berücksichtigen ist, dass das Verkaufsvolumen (in Stücken) der Textilien fast viermal so gross ist wie das der Schuhe. In der Kategorie Schuhe kommen die Materialien Leder und Karbonfasern hinzu, womit sich durch Tierhaltung und Energieverbrauch die Emissionswerte erhöhen. Des Weiteren tragen Metalle in den Hartwarenprodukten, wie Ski oder Pickel, durch den Energieverbrauch in der Produktion zusätzlich zum THP bei. Der Transport der Produkte zum Zentrallager in der Schweiz sowie anschliessend zu den Filialen ist im Vergleich zur Materialherstellung vernachlässigbar. Der Bereich Gebäude-Infrastruktur ist für 8.6 % des THPs verantwortlich. Zwei Drittel davon sind auf den Bau und die Nutzung der 13 Filialen zurückzuführen. Beim Input von Energie und Wasser (6.6 %) hat der Strombedarf den grössten Einfluss aufs THP. Der Pendelverkehr der Mitarbeitenden von Bächli Bergsport verursacht 3.7 % des THPs, wobei die Autofahrten den höchsten Anteil ausmachen.

Balance zwischen Performance und Nachhaltigkeit

Bemühungen zur Verringerung des THPs sollten sich auf ökologische Hotspots konzentrieren. Eine der empfohlenen Massnahmen ist, dass sich Hersteller und Lieferanten strengerer Richtlinien unterwerfen müssen. Zum Beispiel könnte Bächli Bergsport von diesen Zertifizierungen im Bereich Umwelt und Soziales verlangen oder Produkte müssen zu einem gewissen Anteil aus biologisch angebauten oder recyceltem Material bestehen. Des Weiteren sollten die Kunden dazu angehalten werden, Produkte korrekt zu verwenden, zu reparieren und zu entsorgen, um Langlebigkeit zu erreichen. Dies kann mit Informationsschildern am Produkt und auf der Webseite erreicht werden. Indem Mitarbeitende auf ein klimafreundliches Verkehrsmittel wie das Velo oder den öffentlichen Verkehr umsteigen, könnte Bächli Bergsport sein THP weiter reduzieren. Mit entsprechenden Angeboten, wie mehr Veloabstellplätze, Umkleidekabinen mit Duschen oder Car-sharing, liesse sich ein solches Verhalten fördern.

fabiennebammert@hotmail.com

Den Rothirschen auf der Spur

Als Masterstudent im Nationalpark

Im Rahmen meiner Masterarbeit untersuche ich, ob man aus den Daten von Beschleunigungssensoren in Halsbändern das Verhalten von Rothirschen erkennen kann. Dazu beobachte ich besondere Rothirsche im Schweizerischen Nationalpark und erarbeite, basierend auf den Daten, ein Modell für die Zuordnung von Bewegungsdaten zu Verhalten.



Benjamin Bar-Gera
Student MSc ENR20 mit
Schwerpunkt Biodiversität
und Ökosysteme

Mithilfe eines VHF-Empfängers und Antenne lassen sich die beobachteten Rothirsche im Tal orten.

Bild: Claudio Signer



Wie werden scheue Tiere am besten beobachtet? Im Falle der Rothirsche (*Cervus elaphus*) und anderer Paarhufer nutzt man häufig GPS-Halsbänder und andere Telemetrie-Methoden. Diese ermöglichen es uns zwar zu erfassen, wann sich die Tiere wo aufhalten, jedoch nicht, was sie dort machen. Aus diesem Grund sind neuere Telemetriel Halsbänder häufig mit Beschleunigungssensoren ausgestattet, welche die Bewegungsintensität der beobachteten Individuen messen.

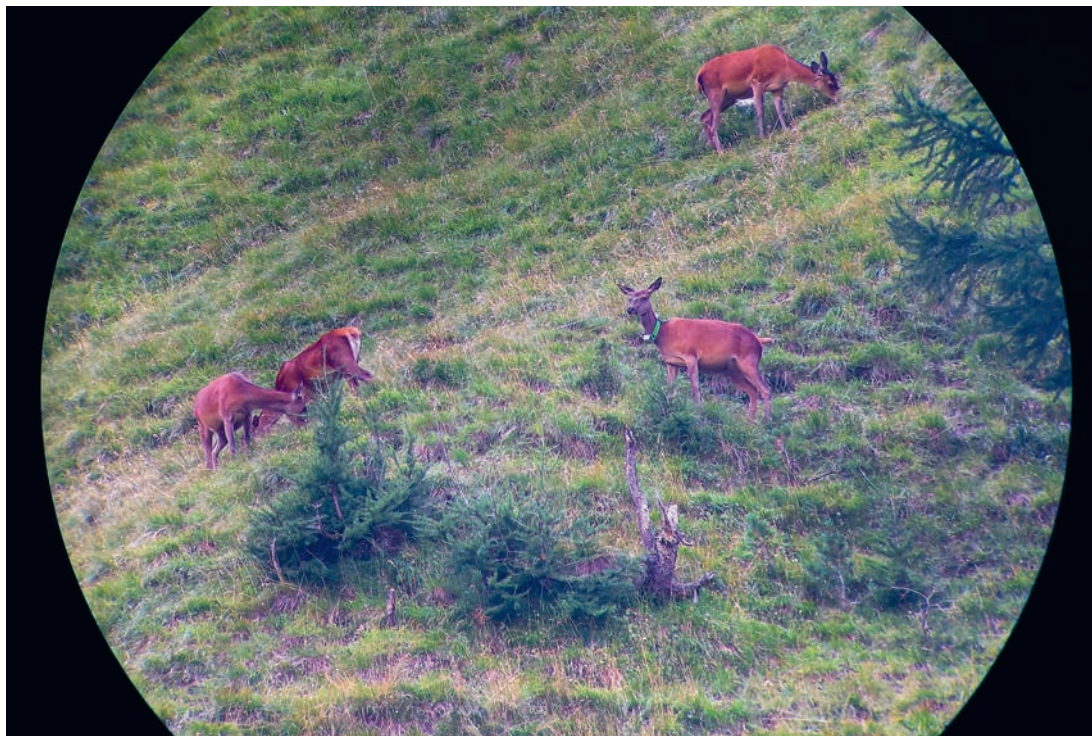
Momentan tragen 19 Rothirsche im Schweizerischen Nationalpark ein solches Halsband. Die darin enthaltenen Beschleunigungssensoren zeichnen alle 5 Minuten auf verschiedenen Achsen einen Mittelwert zur Bewegungsintensität des Individuums auf. So erhalten wir regelmässig je einen Wert für die Links-Rechts- und für die Vor-Zurück-Bewegungen. Einige der Halsbänder beinhalten einen dritten Beschleunigungssensor, welcher zusätzlich die Hoch-Runter-Bewegungen misst. Das Ziel meiner Masterarbeit ist es, ein Modell zu entwickeln, mit dem sich das Verhalten von Rothirschen anhand dieser Beschleunigungsdaten klassifizieren lässt.

Anspruchsvolle Datenerhebung im Nationalpark

Um dieses Modell zu entwickeln, benötigte ich in einem ersten Schritt zeitgleiche Daten von Verhaltensbeobachtungen und Beschleunigungssensoren. Diese kann ich anschliessend miteinander abgleichen. Die Datenerhebung erfolgte während der Monate Juli und August im Schweizerischen Nationalpark, vor allem in der Val Trupchun, wo sich die Hirsche auch tagsüber über der Baumgrenze aufhalten und somit gut beobachtbar sind. Während der Feldarbeiten konnte ich im Ospiz Chapella der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) nahe S-chanf wohnen. Mein Tag begann meist am Parkplatz in der Nähe der Val Trupchun. Von dort aus wanderte ich jeweils ca. eine Stunde in die Val Trupchun und begann dort, nach den Tieren Ausschau zu halten. Ich tat dies einerseits visuell mit Feldstecher und Spektiv, andererseits unter Zuhilfenahme eines VHF-Empfängers samt Antenne. Aufgrund der individuellen Senderfrequenz konnte ich feststellen, ob und in welcher ungefähren Richtung sich ein Tier im Tal aufhielt. Manchmal fand ich ein Tier innerhalb von einigen Minuten, manchmal aber auch erst nach einigen Stunden. Danach begann das Beobachten des gefundenen Individuums mithilfe des Fernrohrs und das Filmen mit Adapter und Smartphone. Das Verhalten der Hirsche hielt ich in einer App (Behayve) auf meinem Smartphone fest. Zudem diente mir das Filmmaterial als «Back-Up», falls bei meiner Klassifizierung in der App etwas unklar sein sollte sowie als Material für potenzielle zukünftige Studien. Während des Beobachtungszeitraums konnte ich drei Rothirsche (zwei Kühe, einen Stier) in der Val Trupchun sowie einen Stier bei Margunet am Ofenpass beobachten. Insgesamt konnte ich während rund 50 Feldtagen 165 Beobachtungsstunden sammeln und somit mein Ziel von 150 Beobachtungsstunden übertreffen.

Von den Daten zum Modell

In einem zweiten Schritt wende ich verschiedene Algorithmen für maschinelles Lernen an. Daraus soll



Bei dem Tier mit dem grünen Halsband handelt es sich um eine besenderte Hirschkuh. Die Tiere bleiben in der Regel 2 Jahre besendert.

Bild: Beni Bar-Gera

ein Modell resultieren, das anhand der Beschleunigungsdaten zumindest zwischen den Verhaltensmustern Laufen/Fressen, Liegen und Rennen unterscheiden kann. Für die Datenanalyse kommen verschiedene Algorithmen zum Einsatz. In Bezug auf das Klassifikationsmodell ist die Beschleunigungsmessung der einzelnen Tiere die unabhängige und das zeitgleiche Verhalten des jeweiligen Tieres die abhängige Variable. Entsprechend werden zunächst alle 5-minütigen Beschleunigungsintervalle mit dem zeitgleichen beobachteten Verhalten gekoppelt.

In einem letzten Schritt wende ich eine Methode namens «Leave-one-out cross-validation» an. Indem ich nur 80 % der gesammelten Beobachtungsdaten für das «Trainieren» des Modells nutze, kann ich die übrigen 20 % dafür nutzen, das Modell auf seine Ge-

naugigkeit hin zu überprüfen. Das Ziel ist, mit einer möglichst hohen Genauigkeit zwischen den verschiedenen Verhaltensklassen unterscheiden zu können.

Fazit

Die Zeit im Nationalpark war unglaublich schön. Die vielen Stunden draussen, das Beobachten der Tiere sowie die Gespräche mit Besucher:innen und Mitarbeitenden des Parks haben mir viel Freude bereitet. Zudem konnte ich durch diese Kontakte neue Freundschaften schliessen. Nun freue ich mich auf die Periode der Datenanalyse und bin gespannt, wie präzise das Modell letztlich sein wird. Ein Modell, das auf Grund der Beschleunigungsdaten erfolgreich zwischen den verschiedenen Aktivitäten unterscheiden kann, würde es erlauben, das Verhalten der Rothirsche während des Tages- und Jahresverlaufs noch besser zu verstehen. Zudem könnte diese Arbeit als Machbarkeitsnachweis dienen, um ähnliche Studien mit anderen wildlebenden Huftieren durchzuführen.

Ich bin sehr dankbar, dass mein Masterarbeitsthema es mir ermöglicht, Programmier- und Feldarbeit zu kombinieren und mich mit einer Tierart auseinanderzusetzen, die ich besonders spannend finde. Die Datenerhebungen im Schweizerischen Nationalpark durchzuführen war eine unvergessliche Erfahrung.

benjamin.bar-gera@zhaw.ch

Die Masterarbeit wird im Rahmen des Double Degree mit der Inland Norway University of Applied Sciences (INN) und in enger Kollaboration mit dem Schweizerischen Nationalpark durchgeführt. Seitens ZHAW wird die Arbeit von Claudio Signer, Forschungsgruppe Wildtiermanagement, betreut.

Weitere Informationen zum Master Umwelt und Natürliche Ressourcen und zum Double Degree mit der INN sind zu finden unter:

www.zhaw.ch/iunr/master

Floating Solar im Hochgebirge: die Solartechnologie der Zukunft?

Ökobilanz einer schwimmenden Solaranlage in den Schweizer Alpen

An Einzigartigkeit mangelt es dieser Anlage nicht: Zum weltweit ersten Mal wurde eine schwimmende Solaranlage auf einem Gewässer im Hochgebirge realisiert. Die Vorteile einer solchen Anlage gegenüber konventionellen Solaranlagen sind vielseitig und das Interesse entsprechend gross. Doch wie schneiden schwimmende Solaranlagen aus ökologischer Sicht ab? Und können sie aus einer Lebenszyklusperspektive mit den konventionellen Solartechnologien mithalten? In Zusammenarbeit mit Romande Energie hatte ich die Möglichkeit, diesen Fragen in meiner Masterarbeit, betreut von Matthias Stucki und René Itten aus der Forschungsgruppe Ökobilanzierung, auf den Grund zu gehen.



Alena Frehner
Absolventin MSc ENR20
mit Schwerpunkt
Ökotechnologien und
Erneuerbare Energien

Die Vorteile der Lage

Schwimmende Solaranlagen sorgen vermehrt für Aufsehen in der Solarenergie-Welt. Grund dafür sind vielzählige Vorteile, die diese Technologie gegenüber konventionellen Solaranlagen an den Tag legt. So sparen schwimmende Solaranlagen wertvolle Landflächen, die zunehmend knapper werden. Ausserdem ist die Effizienz der Solarmodule dank der kühlenden Wirkung des Wassers höher. Ein weiterer ökologischer Vorteil von schwimmenden Solaranlagen ist die Reduktion der Wasserverdunstung, da die Anlage die Wasseroberfläche vor direkter Sonneneinstrahlung schützt.

Neben schwimmenden Solaranlagen wächst auch das Interesse an alpinen Solaranlagen. Die hohe Lage im Gebirge führt zu einem höheren Ertrag, da die Sonneneinstrahlung in der Höhe aufgrund der dünneren atmosphärischen Schicht intensiver ist und hochgelegene Gebiete gegenüber dem Mittelland weitgehend nebelfrei sind. Wenn Schnee liegt, wird ausserdem deutlich mehr Sonnenlicht reflektiert (Albedo-Effekt), was den Ertrag zusätzlich erhöht.

Die Pionier-Anlage im Hochgebirge

Auf einer Höhe von 1810 m ü. M. auf dem Lac des Toules in der Walliser Gemeinde Bourg-Saint-Pierre

treibt sie, die weltweit erste schwimmende Solaranlage im Hochgebirge. Die im Jahr 2019 von Romande Energie in Betrieb genommene Anlage misst eine Fläche von 2240 m² und versorgt jährlich rund 220 Haushalte mit Strom. Neben den positiven Auswirkungen der alpinen Umgebung auf den Ertrag ist die Lage auch mit gewissen Herausforderungen verbunden. Aufgrund starker Winde, Schnee, Eis und kalten Temperaturen musste die Struktur besonders solide konstruiert werden, mit einem Aufständersystem aus Aluminium und einem ausgeklügelten Verankerungssystem aus Beton und Stahl. Dank der Zusammenarbeit mit Romande Energie stand für meine Masterarbeit eine detaillierte Datengrundlage zur Verfügung, die den gesamten Lebenszyklus der Anlage abdeckt.

Umweltauswirkungen der Anlage

Meine Ökobilanz der schwimmenden Solaranlage identifizierte die Produktion der Solarmodule und das Aufständersystem als Hauptverursacher der Umweltauswirkungen. Die Produktion der Solarmodule trägt dabei 30–53 % zu den Umweltauswirkungen bei, hauptsächlich verursacht durch die energieintensive Produktion der Grundelemente für die Solarzellen (die sogenannten Wafer). Das Aufständersystem inklusive Verankerung macht mit 26–46 % einen fast ebenso grossen Anteil aus wie die Solarmodule. Diese Emissionen fallen primär innerhalb der Lieferkette der Aluminiumproduktion an; Aluminium ist die Hauptkomponente des Aufständersystems. Insgesamt emittiert die schwimmende Solaranlage Treibhausgasemissionen von 94 g CO₂-Äquivalenten pro Kilowattstunde (kWh) produziertem Strom.

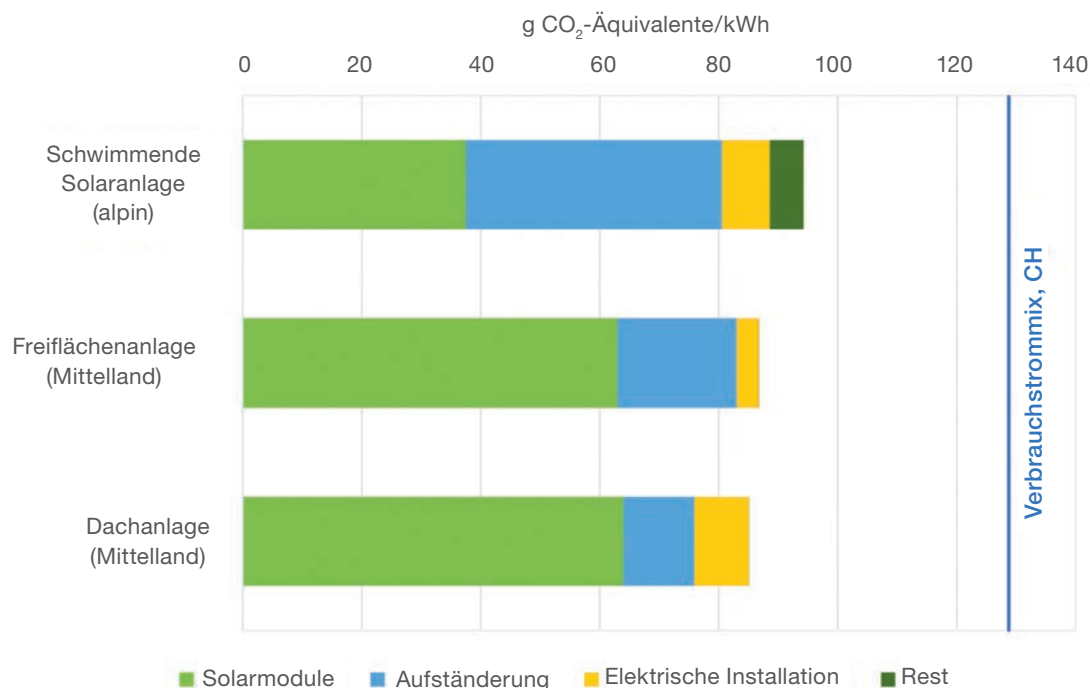
Vergleich zu konventionellen Solartechnologien

Der Vergleich zu Solaranlagen auf Dächern und Freiflächenanlagen im Mittelland zeigt, dass die schwimmende Solaranlage im Hochgebirge mit diesen Technologien mithalten kann (siehe Abb. S. 13). Abhängig von der analysierten Umweltkategorie zeigt

Die schwimmende Solaranlage auf dem Lac des Toules auf 1810 m ü. M. im Wallis.

Bild: ©Romande Energie





Vergleich des Treibhauspotenzials der schwimmenden Solaranlage mit einer Freiflächen- und Dachanlage im Mittelland im Kontext des Schweizer Verbraucherstrommix.

Grafik: Alena Frehner

die schwimmende Solaranlage jeweils leicht höhere oder tiefere Auswirkungen als deren Konkurrenten im Mittelland. Dabei zeigt sich ein Trade-off: Während die schwimmende Solaranlage durch ihre Lage im Hochgebirge deutlich höhere Erträge im Vergleich zum Mittelland verzeichnet, ist dessen Aufständerungssystem zusammen mit dem Verankerungssystem deutlich umweltintensiver als die Alternativen im Mittelland. Pro kWh produziertem Strom sind die Umweltauswirkungen daher in einer ähnlichen Gröszenordnung.

Einsparpotenzial der Aufständerung

Das Aufständerungssystem der schwimmenden Anlage stellt gegenüber konventionellen Solaranlagen den Schwachpunkt der Technologie dar. Grund für die höheren Umweltauswirkungen dieser Komponente ist die Menge an Aluminium, die für das Aufständerungssystem erforderlich ist. Diese ist pro Quadratmeter 5- bis 7-mal grösser im Vergleich zu Dach- und Freiflächenanlagen. Eine Reduktion der Aluminiummenge im Falle der schwimmenden Anlage würde daher zu einer deutlichen Reduktion der Umweltauswirkungen führen. Auch die Verwendung von recyceltem Aluminium an Stelle von Primäraluminium hat ein hohes Einsparpotenzial. So könnten die Treibhausgasemissionen durch Verwendung von recyceltem Aluminium für die Aufständerung um 24 % reduziert werden. Pro kWh produziertem Strom ergäbe das Treibhausgasemissionen von 71 g CO₂-Äquivalenten, womit die Umweltauswirkungen der schwimmenden Anlage im Vergleich zu

Anlagen im Mittelland wesentlich tiefer ausfallen würden.

Fazit und Ausblick

Aufgrund ihrer Neuheit besteht bei der Technologie der schwimmenden Solaranlagen aus ökologischer Sicht noch Verbesserungspotenzial. Meine Masterarbeit zeigt jedoch, dass dank der vergleichsweise hohen Erträge im Hochgebirge die Anlage schon jetzt mit konventionellen Solaranlagen im Mittelland mithalten kann. Mit Massnahmen wie der Reduktion des Primäraluminiumverbrauchs und dem Umstieg auf erneuerbare Energien in den Lieferketten könnten schwimmende Solaranlagen im Hochgebirge deutlich umweltfreundlicheren Strom produzieren als konventionelle Solaranlagen. Insgesamt birgt die Technologie damit grosses Potenzial, um zur Deckung des wachsenden Bedarfs an erneuerbaren Energiequellen beizutragen und die dringend erforderliche Dekarbonisierung der Schweizer Stromversorgung voranzutreiben.

alena.frehner@zhaw.ch

Erste Double Degree-Absolventinnen in Eberswalde

Ein Frühlingssemester der Transformation an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung

In Zusammenarbeit mit der Hochschule für nachhaltige Entwicklung HNEE wurde das neue Double Degree-Programm des IUNR dieses Semester gestartet. Wir, Carmen Burri und Tatjana Wais, durften als erste Pilotinnen nach Eberswalde und haben während fünf Monaten an der HNEE im Studiengang «Ökologische Landwirtschaft und Ernährungssysteme» studiert. Wir werfen einen Blick zurück und reflektieren das Gelernte.



Carmen Burri
Studentin MSc ENR20 mit
Schwerpunkt Agrarökologie
und Ernährungssysteme



Tatjana Wais
Studentin MSc ENR20 mit
Schwerpunkt Agrarökologie
und Ernährungssysteme

Eberswalde – eine Perle der Nachhaltigkeit

Eberswalde ist eine kleine Stadt nordöstlich von Berlin und hat sich als ausgesprochen abwechslungsreicher und lebendiger Studienort erwiesen. Einerseits lässt sich die schöne Natur Brandenburgs mit ihren Seen, Wäldern und Kanälen von Eberswalde aus gut mit dem Fahrrad erkunden, andererseits ist man mit dem Zug in 40 Minuten am Berliner Hauptbahnhof. Das Herzstück der Stadt ist die HNEE, die mit ihren Impulsen auch in den lokalen Wertschöpfungsketten nachhaltige Akzente setzt. So gibt es in der Bäckerei Wiese nur langsam und traditionell zubereitetes Sauerteigbrot aus Bio-Zutaten und in der Waldstadtrösterei Kaffee aus nachhaltiger und sozialer Produktion von kleinen Kooperativen in Südamerika. Es kann sogar Segelkaffee getrunken werden: Kaffee, der mit dem Segelschiff aus Südamerika nach Hamburg verschifft wurde.

Der Weg zur Transformation in Brandenburg

Im Hauptmodul des Semesters «Regionale Wertschöpfung» war es das Ziel, das Mehrebenensystem

an einem Praxisfall in Brandenburg strategisch, anwendungs- sowie verwertungsorientiert als Gruppe zu erleben. Konkret ging es darum, Nischen respektive «Pionier*innen des Wandels» in Brandenburg zu finden und zu überprüfen, wie künftig durch transdisziplinäre sowie transformative Prozesse der Wandel von einer heutigen Nische hin zu einem nachhaltigen Ernährungssystem als Regime gelingen kann. Ein spezieller Fokus lag dabei auf der Förderung der Biodiversität.

Eine Nische, die von uns identifiziert wurde, war die Wiedervernässung von Moorflächen und deren Nutzung mit Wasserbüffeln. Zurzeit laufen in Brandenburg verschiedene Projekte, welche die Wiedervernässung von trockengelegten Flächen und deren Nutzung fördert. Da sich Tatjana in ihrer Masterarbeit mit neuen Torfersatzmischungen im Gemüsebau beschäftigt hat, war es für sie interessant, dieses Thema noch einmal aus einem anderen Blickwinkel anzuschauen. So hat ihre Gruppe die Haltung von Wasserbüffeln auf neuen Moorflächen unter die Lupe genommen. Für die Analyse wurden verschiedene Betriebe und Stakeholder in Brandenburg besucht. Heute noch eine Nische, könnte die-



Tatjana und Carmen auf dem HNEE Stadtcampus.

Bild: Fabienne Buchmann



Auf Besuch bei der Bio-Gärtnerei in Watzkendorf.

Bild: Julia Thöring

se Nutzungsform künftig eine Chance für das Bundesland Brandenburg bieten, um die Biodiversität sowie Agrodiversität zu fördern und Treibhausgase zu speichern.

Moin Mecklenburg-Vorpommern

Weitere Geschichten und Gesichter hinter ganz unterschiedlichen Betrieben konnte Carmen auf einer Exkursion im Rahmen des Moduls «Geschäftsmodelle in der Agrar- und Ernährungswirtschaft» in Mecklenburg-Vorpommern kennenlernen. Während einer Woche arbeitete sich die Exkursionsgruppe der Wertschöpfungskette entlang: Wir trafen unter anderem auf den grössten Bio-Jungpflanzenproduzenten im Nord-Osten Deutschlands, auf den 350 Hektar grossen Demeter-Hof Medewege bei Schwerin, auf den Lebensmittelhändler Biofrische Nordost in Rostock und zum Schluss sogar auf Nordwolle, den Pionier in Sachen Outdoor-Bekleidung aus Wolle vom rauwolligen pommerschen Landschaft.

Die insgesamt zwölf Betriebe haben durch die ehrlichen Geschichten berührt und die Grenzen des aktuellen Ernährungssystems immer wieder aufgezeigt. So ging es bei einigen Gesprächen um die enorm steigenden Bodenpreise, den Einfluss der russischen Invasion in der Ukraine auf Futtermittelpreise, die viel zu trockenen und heissen Sommer aufgrund des Klimawandels oder die immer zahlreicher werdenden Anforderungen an die Kompetenzen der Betriebsleitung. Die Probleme in den jeweiligen

Kontexten zu sehen, bestärkte Carmen im Ziel, einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Ernährungssystems zu leisten.

Mit vollem Rucksack zurück in die Schweiz

Trotz unterschiedlicher Kompetenzprofile und beruflicher Ziele bemerkten wir während unserer gemeinsamen Zeit in Eberswalde, dass sich unsere Motivation für das Absolvieren des Double Degrees ähnelt. So war es uns beiden wichtig, einen Austausch mit unseren deutschen Kommiliton:innen zu den Herausforderungen im Landwirtschafts- und Ernährungssystem im Kontext der EU zu haben. Ebenso wollten wir die fünf Monate weg von der heimischen Routine bewusst nutzen, um unseren eigenen Fokus zu finden und uns für unsere berufliche Laufbahn weiter zu spezialisieren.

Nun sind wir am Semesterende angelangt und schauen mit erfüllttem Gefühl auf ein Semester zurück, an das wir uns wohl immer wieder gern erinnern werden. Umso schöner zu wissen, dass uns einige unserer neuen Freundschaften auch in der Schweiz erhalten bleiben, da der Austausch mit der HNEE im kommenden Herbstsemester in umgekehrter Richtung in die Schweiz stattfinden wird.

burricar@students.zhaw.ch
waistat1@students.zhaw.ch

Absolvent:innenporträts

Interview mit drei Umweltingenieur:innen

Was sind deine Aufgaben bei deiner aktuellen Arbeitsstelle?

Nadine Arnold: Ich habe zwei Stellen. Zum einen arbeite ich bei der Agrofutura AG, wo ich im Programm Labiola (Landwirtschaft – Biodiversität – Landschaft, Förderungsprojekt des Kt. Aargau) im Bereich Vernetzung mitarbeite. Ich führe Infoveranstaltungen durch, kartiere und digitalisiere den Ist-Zustand von Landwirtschaftsbetrieben, bin für Vernetzungsverträge zuständig und betreue Landwirt:innen im Bereich Biodiversitätsförderung. Gleichzeitig bin ich bei der Agrofutura Fachperson Rebbaud und Rebflora Kt. Aargau im Ressourcenprojekt Rebbergflora. Nebst Kartierungen, Verträgen und Beratungen führe ich Flurbegehungen durch. Zusätzlich betreue ich Aktionsplanarten der Zürcher Flora mit. Ich habe eine weitere Anstellung auf dem Hof Galegge, wo ich im Acker- und Futterbau, in der Tierhaltung und im Unterhalt vielseitiger Ökoflächen mitarbeite.



«Die Umweltszene in der Schweiz ist überschaubar. Eine gute Vernetzung ist für die Stellensuche daher sehr wertvoll.»

Nadine Arnold

Julien Kambor: Ich bin bei Feldversuchen zur Schädlingsbekämpfung und Nützlingsförderung in Obstkulturen für die Planung, Koordination, Durchführung und statistische Auswertung zuständig. Auch arbeite ich bei Projekten zur Entwicklung innovati-

ver Produktionssysteme im Obstbau mit. Ich koordiniere die Schädlingsüberwachung im Deutschschweizer Obstbau und valide Schädlingsprognosemodelle. Zu meiner Arbeit gehören auch das Publizieren in Fachzeitschriften, das Erarbeiten von Beratungsunterlagen sowie Vorträge an Veranstaltungen für Beratung und Obstbaupraxis.

Mia Fehr: Als Züchtungsassistentin betreue ich Zuchtprogramme für Zuckermais, Salat, Federkohl, Gurken und weiteren Gemüsearten. Zu meinen Hauptaufgaben zählen die Aussaat, Pflege und Ernte von Züchtungsversuchen, Bonitur- und Bestäubungsarbeiten bei verschiedenen Gemüsearten und die Aufbereitung des Züchtungssaatguts. Ich koordiniere Arbeitsteams, bin zuständig für Planungsarbeiten, Recherchen, Datenaufbereitung und -auswertung. Zu meiner Arbeit gehört auch der Kontakt und Besuch von externen Betrieben, die unsere Sortenkandidaten an verschiedenen Standorten testen.

Wie bist du zu deiner Arbeitsstelle gekommen?

Nadine Arnold: Als ich die Stellenausschreibung bei der Agrofutura gesehen habe, wusste ich, dass ich mit meinem Hintergrund die perfekten Voraussetzungen mitbringe, um an dieser Schnittstelle zwischen Agronomie und Ökologie zu arbeiten. Ich habe mich beworben – und die Anstellung glücklicherweise erhalten. Auf dem Hof Galegge habe ich das erste Lehrjahr meiner Zweitausbildung zur Landwirtin EFZ absolviert. Mit seiner Vielfalt an wunderschönen Ökoflächen, den diversen spannenden Produktionszweigen und der Direktvermarktung hat mich der Betrieb von Beginn an fasziniert. Mit der Aussicht, bei der Agrofutura in Brugg arbeiten zu können, habe ich beim Betrieb für eine Teilzeitanstellung angefragt – und erhalten. Meine Arbeitseinsätze auf dem Hof kann ich flexibel gestalten. Eine willkommene Abwechslung zum Büro, aber auch ein Mehrwert, um bei der Beratung der Landwirt:innen den Praxisaspekt nie zu vergessen.



«Die Bachelorarbeit half mir dabei, solides Wissen zu einem wichtigen neuen Schädling im Steinobst zu erwerben.»

Julien Kambor

Julien Kambor: In meiner Bachelorarbeit habe ich eine Falle für die invasive Kirschesigfliege weiterentwickelt. Das Thema hat mich interessiert und führte zu einem Praktikum bei Agroscope in der Forschungsgruppe Extension Obstbau, im Fachbereich Entomologie. Nach einem weiteren Praktikum beim FiBL wurde eine Stelle in «meiner» Forschungsgruppe bei Agroscope frei, worauf ich mich bewarb.

Mia Fehr: Das Studium hat mein Interesse an den Pflanzenwissenschaften gestärkt und nach meiner Bachelorarbeit in Zusammenarbeit mit der Agroscope war der Schritt in die Forschung eine verlockende Option für mich. Allerdings war für mich klar, dass ich praxisorientiert arbeiten möchte. Die Pflanzenzüchtung hat mich schon länger fasziniert, da Forschung und Praxis in diesem Beruf eng zusammenhängen, und angewandte Forschung gelebt werden kann. Als ich mich im letzten Semester von meinem Studium nach einer Stelle umschaute, stand die Sativa ganz oben auf meiner Wunschliste, es gab aber keine offenen Stellen. Ich meldete mich für den Job-Newsletter auf der Website der Firma an und nach wenigen Wochen wurde ein Stellenangebot als Züchtungsassistentin aufgeschaltet, worauf ich mich darum bewarb.

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

Nadine Arnold: Die im Studium erworbenen Artenkenntnisse und die Ansprache verschiedener Lebensräume kann ich bei der Kartierung der Vertragsflächen direkt anwenden. Zudem bin ich froh, im Studium den Aufbau unseres Direktzahlungssystems detailliert kennengelernt zu haben.

Julien Kambor: Sämtliche Inhalte der Vertiefung «Biologische Landwirtschaft und Hortikultur» waren für meine jetzige Funktion wertvoll. Im Modul «Phytomedizin» und mit dem Minor «Beneficials» konnte ich mir gute Grundlagen im biologischen Pflanzenschutz aneignen. Die Bachelorarbeit half mir dabei, solides Wissen zu einem wichtigen neuen Schädling im Steinobst zu erwerben.

Mia Fehr: Da ich häufig mit grossen Datensätzen arbeite, waren die Module «Informatik» und «Statistik» sehr wertvoll für mich. Auch die Module «Botanik», «Biologie» und «Biosynthese und Analytik» haben mir eine gute Grundlage für meine Arbeit geliefert. Zudem konnte ich mir mit dem Minor «Feldbotanik» ein breites Wissen über Pflanzenarten und Pflanzenfamilien aneignen, das ich bei meiner jetzigen Arbeit anwenden kann.

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

Nadine Arnold: Die Artenkenntnisse aus Flora & Fauna habe ich mit der Prüfung zum Botanikzertifikat 400 erweitert. Zudem schien es mir wichtig, bei der Beratung der Landwirt:innen einen persönlichen Bezug zur Praxis zu haben. Die Anlage und Pflege von Ökoflächen habe ich auf dem Hof Galegge gelernt und durch meine Tätigkeit auf dem Betrieb bleibe ich immer auf dem aktuellen Stand. Für meine jetzige Stelle musste ich mich zudem mit den umfangreichen Labiola-Richtlinien und den diversen beteiligten Akteuren vertraut machen. Hier kommt die Erfahrung aber einfach mit der Zeit.

Julien Kambor: Agroscope forscht grundsätzlich für die integrierte Landwirtschaft, obwohl biologische Lösungen immer wichtiger werden. In der Obstbaupraxis werden auch konventionelle Pflanzenschutzmittel eingesetzt, Grundwissen dazu konnte ich mir im Praktikum aneignen. Wichtig waren dabei die Gespräche mit meinen Kolleginnen und Kollegen. Auch hatte ich genügend Freiraum, mich in neue Fachgebiete einzulesen.

Mia Fehr: Das Studium hat innerhalb der Vertiefung «Biologische Landwirtschaft und Hortikultur» die groben Ansätze der Pflanzenzüchtung behandelt. In der Genetik und der Vererbungslehre habe ich mich dann zum einen in der Praxis und zum anderen im Selbststudium vertieft. Ab September 2022 absolviere ich zudem einen

«Das Praktikum während meines letzten Semesters hat mir geholfen, das theoretische Wissen aus dem Studium mit der Praxis zu verknüpfen.»

Mia Fehr



online-Master in Pflanzenzüchtung und werde nebenbei Teilzeit in der Pflanzenzüchtung weiterarbeiten.

Welche Empfehlungen hast du an Studieninteressierte und Studierende?

Nadine Arnold: Die Umweltszene in der Schweiz ist recht überschaubar. Eine gute Vernetzung ist für die Stellensuche daher

Die schriftlichen Interviews führte Katharina Genucchi mit folgenden UI-Absolventinnen und -Absolventen, alle mit der Vertiefung Biologische Landwirtschaft und Hortikultur:

Nadine Arnold (UI12)

Fachperson Bereich Natur und Landschaft (60 %), Agrofutura AG
Landwirtin (20–40 %), Hof Galegge

Julien Kambor (UI16)

Wissenschaftlich-technischer Mitarbeiter Entomologie Obstbau (100 %), Agroscope

Mia Fehr (UI17)

Züchtungsassistentin (80 %), Sativa
Rheinau AG

sehr wertvoll. Bereits vor oder während des Studiums Arbeitserfahrungen im Umweltbereich zu sammeln, bringt bei der Bewerbung zusätzliche Vorteile. Auch hat mir im Bereich Agronomie der Bezug zur praktischen Landwirtschaft sehr geholfen.

Julien Kambor: Verfolgt eure Interessen und definiert frühzeitig, in welche Richtung euer Studium gehen soll. Macht eure Semester- und Bachelorarbeit in dem Bereich, der euch am meisten interessiert. So könnt ihr abschätzen, ob ihr das Thema weiterverfolgen möchtet oder ob ein Richtungswechsel angesagt ist. Seid aber auch offen für andere Gebiete und habt Geduld, wenn ihr nach dem Studium nicht sofort eure Traumstelle findet.

Mia Fehr: Es hilft enorm, eine konkrete Idee zu haben, in welche Richtung es nach dem Studium gehen soll, um möglichst viel und spezifisches Wissen aus dem Studium mitnehmen zu können. Das Praktikum während meines letzten Semesters hat mir geholfen, das theoretische Wissen aus dem Studium mit der Praxis zu verknüpfen.

katharina.genucchi@zhaw.ch

Mein Sprung vom Studium in die Praxis

Ein von Grün Stadt Zürich ausgeschriebener Wettbewerb für die Neugestaltung der Hafenpromenade in Zürich Enge war der Ausgangspunkt für die Bachelorarbeit von Richard Roy. Er stellte sich der Aufgabe, ein Konzept für die Neugestaltung zu erarbeiten. Dass er nun an seiner ersten Praktikumsstelle – völlig unerwartet – den Planungsprozess dieses Projektes in der Realität erlebt, motiviert ihn enorm.



Richard Roy
Absolvent BSc UI 18
mit Vertiefung Urbane
Ökosysteme

Es war Ende 2020, als ich nach einem reizvollen Thema für meine Bachelorarbeit suchte. In Bezug auf das Thema war ich offen, doch es lag mir am Herzen, etwas im Fachbereich der Urbanen Ökosysteme zu machen – denn in diese Richtung hatte ich mich im Studium vertieft.

Ein Wettbewerb im Fokus meiner Bachelorarbeit

Kurz bevor ich mich definitiv für ein Thema entschied, hatte Grün Stadt Zürich einen Wettbewerb ausgeschrieben für die Neugestaltung der Hafenpromenade in Zürich Enge. Die dort bestehende Parkanlage von rund 3800 m² sollte in den Untergrund verlegt und gleichzeitig die freiwerdende Fläche wie auch der gesamte Perimeter der Hafenpromenade in klimaökologischer und ästhetischer Hinsicht neugestaltet werden. Landschaftsarchi-

tekten wurden dazu eingeladen, ein Team mit Architekten zu bilden, um ein überzeugendes Konzept für die Umgestaltung der Hafenpromenade zu entwerfen.

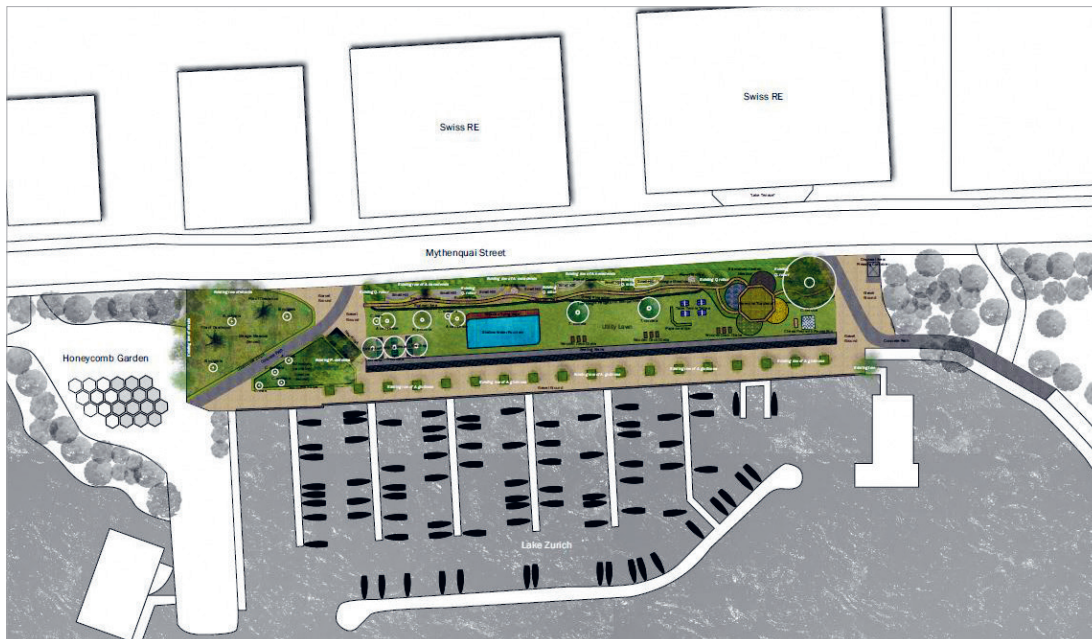
Chiara Catalano, die Betreuerin meiner Bachelorarbeit, schlug vor, dass ich mich in meiner Arbeit mit diesem Wettbewerb befassen sollte, um dabei ein möglichst realitätsnahes Konzept für eine optimale Neugestaltung der Hafenpromenade in Zürich Enge zu erarbeiten. Schliesslich sollte ich einen Wettbewerb-Plan mittels Vectorworks gestalten, der dieses Konzept visuell zum Ausdruck bringt. Ich war von der Idee begeistert.

Das Endprodukt meiner Bachelorarbeit war schliesslich ein fein ausgearbeitetes Konzept, welches die von Grün Stadt Zürich definierten Punkte des Wettbewerb-Programmes miteinbezog und das auf wissenschaftlich abgesegneten Good-Practice-Beispiele



Aktueller Zustand der Hafenpromenade (Parkanlage) in Zürich Enge.

Bild: Richard Roy



Konzept für eine optimale Neugestaltung der Hafenpromenade in Zürich Enge als Resultat der Bachelorarbeit.

Bild: Richard Roy

len basiert. Dabei wurden der Standort wie auch dessen Umgebung daraufhin analysiert, welche Leitarten (faunistische Arten, deren Förderung bei der Neugestaltung eines Standortes im Fokus steht) ausgewählt werden sollen und dementsprechend wurde mein Konzept der Neugestaltung massgeblich darauf ausgerichtet.

Meine Praktikumsstelle als glücklicher Zufall

Nachdem ich mein Studium abgeschlossen hatte, wollte ich ein Praktikum in einem Landschaftsarchitekturbüro machen. Meine Idee war, so den beruflichen Einstieg in diesem Bereich zu finden. Ich hatte mich auf einige ausgeschriebene Stellen beworben, darunter bei Schmid Landschaftsarchitekten in Zürich. Am Bewerbungsgespräch stellte mir André Schmid ein paar Fragen zu meiner Bachelorarbeit über die Neugestaltung der Hafenpromenade in Zürich Enge und merkte dabei an, dass sein Landschaftsarchitekturbüro in Arbeitsgemeinschaft mit Kuhn Landschaftsarchitekten diesen Wettbewerb gewonnen hat. Ich hatte den realen Wettbewerb zwar mitverfolgt und das Gewinner-Konzept gesehen, mich dabei allerdings nicht speziell auf das Siegerprojekt fokussiert. Somit war ich sehr positiv überrascht und dachte, wie spannend es doch wäre, mit den Plänen zu arbeiten, welche für die tatsächliche Neugestaltung der Hafenpromenade erstellt wurden – respektive werden.

Zu meiner grossen Freude wurde mir bereits am Ende des Vorstellungsgesprächs gesagt, dass ich das Praktikum antreten könne und ich startete dieses im März 2022. Ich konnte dabei in spannenden Planungsarbeiten mitwirken, selbstständig Konzept-

entwürfe zu diversen Gestaltungsprojekten erstellen, bei Modellbauten mithelfen und vieles mehr.

In den realen Planungsprozess involviert

Das Projekt Neugestaltung Hafenpromenade in Zürich Enge befindet sich derzeit in der Phase «Vorprojekt», in welcher dieses in Bezug auf die Konzipierung und Wirtschaftlichkeit weiter optimiert wird. Im Rahmen dieser Optimierung erstellte ich ein Pflanzkonzept zur Unterpflanzung der geplanten Bäume und machte eine Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes vom entsprechenden Projektperimeter. Das heisst, ich ging auf die Hafenpromenade und markierte auf einem ausgedruckten Plan des Bereichs sämtliche Objekte, die noch nicht im Plan aufgeführt waren. Zudem mass ich verschiedene Elemente und Abstände aus und machte eine detaillierte Pflanzen-Bestandsaufnahme. Schliesslich wurde ich beauftragt, selbstständig ein Modell der Hafenpromenade anzufertigen. Dieser Aufgabe werde ich mich erst in den kommenden Wochen annehmen – sie stellt den herausfordernden Abschluss meines Praktikums bei Schmid Landschaftsarchitekten dar und ich bin sehr ambitioniert, diese Aufgabe zu meistern.

Zum Zeitpunkt, als ich im Rahmen meiner Bachelorarbeit ein hypothetisches Konzept für die Neugestaltung der Hafenpromenade in Zürich Enge erarbeitete, hätte ich niemals erahnt, dass ich ein Jahr später effektiv in den realen Planungsprozess dieses Projektes involviert sein würde und nun bei Diskussionen dazu dabei sein darf. Das ist für mich unbeschreiblich spannend!

richard.roy@hotmail.de

Outdoorsport und Wildtiere in den Bergen

Evidenzbasierte Grundlagen für die gelebte Koexistenz

In den Schweizer Alpen sind Outdoorsportarten wie Wandern, Mountainbiken oder Klettern sehr populär. In den letzten Jahren haben die Intensität und die Vielfalt des Outdoorsports nochmals zugenommen, was zu einem steigenden Druck auf Wildtiere und ihre Lebensräume führt. Wie können negative Einflüsse des Outdoorsports auf die Wildtiere reduziert werden? Was sagt die Wissenschaft dazu? Und stimmt dies mit den Einschätzungen der Sportler:innen überein? Eine Literaturrecherche und ein wissenschaftliches Experiment liefern handfeste Grundlagen für eine Sensibilisierung.



Adrian Hochreutener
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Umweltplanung

Berggebiete weisen oftmals eine hohe Biodiversität auf und sind darum auch für den Artenschutz wichtig. Die Outdoor-Trends der letzten Jahre haben dazu geführt, dass in diesen sensiblen Habitaten immer mehr Menschen unterwegs sind und neue Räume erschlossen werden. Hinzu kommt, dass die ständige Wohnbevölkerung der Schweiz weiter zunimmt und auch der Tourismus in ländlichen Regionen immer wichtiger wird.

Generalisten und störungsempfindliche Arten

Es gibt Wildtiere, wie z. B. der Rotfuchs, die als Generalisten und potenzielle Kulturfolger relativ gut mit dieser Entwicklung umgehen können. Auf der anderen Seite gibt es aber auch störungsempfindliche Arten mit spezifischen Lebensraumansprüchen, wie z. B. das Birkhuhn, die Mühe mit dieser Entwicklung haben. Wissenschaftliche Studien haben bereits dokumentiert, dass Outdoorsport negative Auswirkungen auf ganze Ökosysteme haben kann. Wissens-

lücken bestanden aber zu den Auswirkungen von Outdoorsportaktivitäten auf Säugetiere und Vögel in Berggebieten. Um diese Wissenslücke zu schliessen, haben wir in Zusammenarbeit mit Catherine Pickering von der Griffith University, Queensland, Australien mit definierten Suchstrings eine systematische quantitative Literaturrecherche durchgeführt und 67 aktuelle wissenschaftliche Artikel zu diesem Thema identifiziert und deskriptiv ausgewertet.

Auswirkungen auf die Wildtiere sind bekannt

Die Literaturanalyse zeigte, dass die Auswirkungen auf die Tiere bislang vor allem in der nördlichen Hemisphäre und meistens in subalpinen Habitaten, wie z. B. offenen Wäldern, untersucht wurden. In erster Linie gab es Forschung zu Geweih- und Hornträgern sowie zu Raufusshühnern, wobei andere Arten mit hohem Wert für den Naturschutz kaum untersucht wurden. Des Weiteren bestätigte sich, dass die Auswirkungen des Outdoorsports auf Wildtiere in den Bergen in vier von fünf Fällen negativ sind. Vor allem Infrastrukturen wie Wege und Aktivitäten wie Wandern und Skitouren sind bereits gut untersucht. Diese Infrastrukturen und Aktivitäten führten bei Wildtieren meist zu einem veränderten Verhalten oder gar zur Reduktion von nutzbarem Habitat. Die Wissenschaft zeigt aber auch Wege, wie Outdoorsport in den Bergen für Wildtiere verträglicher ausgeübt werden kann. Dies wird gemäss den Forschenden zum Beispiel durch Artenschutzprogramme, dem Schutz der bestehenden Lebensräume und auch raumzeitlichen Einschränkungen des Outdoorsports, wie z. B. Wildruhezonen, erreicht.

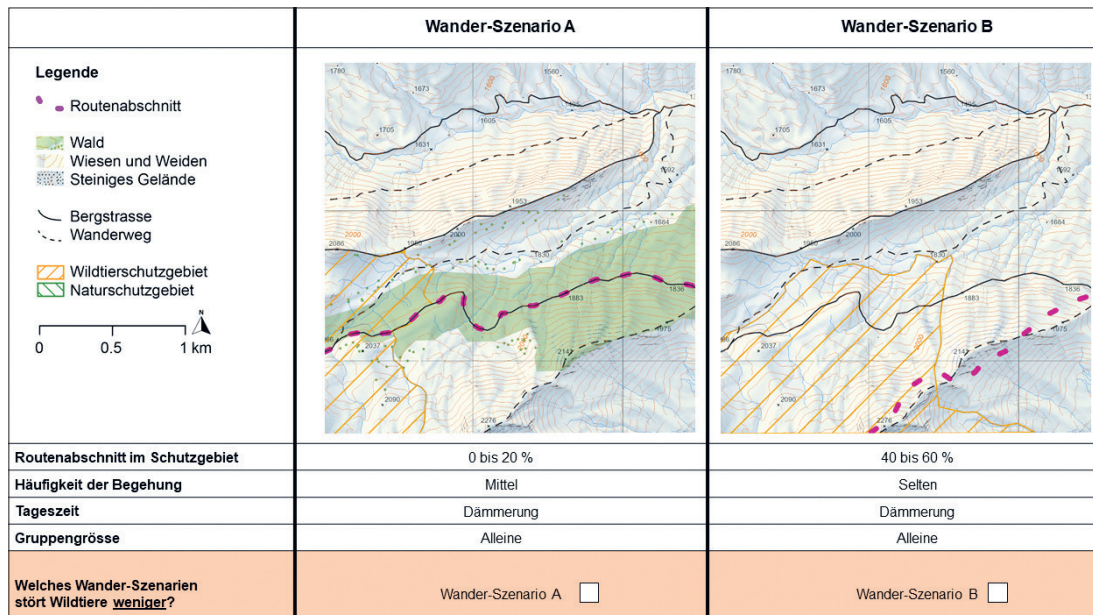
Wie gross ist das Bewusstsein?

Damit diese Einschränkungen respektiert werden, müssen die Sportler:innen deren Sinn und Zweck verstehen. Dazu braucht es unter anderem Sensibilisierungskampagnen, wofür wiederum stichhaltige Argumente nötig sind. Um einen Beitrag an die Argumentationsgrundlage zu leisten, haben wir in einem zweiten Arbeitsschritt deshalb das erlangte



Steinböcke halten Ausschau. Haben sie Outdoorsportler im Blick?

Bild: Claudio Signer



Beispiel eines Choice Sets, bei dem die Teilnehmenden das Wander-Szenario A oder B wählen sollten, welches Wildtiere gemäss ihren Einschätzungen weniger stört.

Quelle: Adrian Hochreutener

theoretische Wissen in eine Online-Befragung von Outdoorsportler:innen überführt. Dabei war die zentrale Frage, ob die Sportler:innen das nötige Wissen haben, um Wanderungen zu planen, die einen möglichst geringen Einfluss auf Wildtiere haben?

493 Personen haben an der Befragung teilgenommen, die unter anderem aus einem sogenannten Discrete Choice Experiment bestand (Beispiel siehe Abb. oben). Den Teilnehmenden werden bei dieser Art von Experiment auf der Grundlage eines statistischen Designs jeweils zwei unterschiedliche, realistische Kombinationen von Attributen zu einem Produkt oder auch einem Szenario präsentiert. Wir zeigten unseren Teilnehmenden zwei verschiedene Wander-Szenarien, inklusive Kartenausschnitt und Angaben zu Tageszeit, Wandergruppengrösse u. a. Dann baten wir sie jeweils, das Szenario zu wählen, welches Wildtiere weniger stört. Insgesamt wurden pro Szenario jeweils acht Attribute beurteilt und anschliessend haben wir die Angaben der Teilnehmenden statistisch ausgewertet. Unser finales Modell erklärt, wie Outdoorsportler:innen die acht präsentierten Attribute auf ihre Wildtierfreundlichkeit hin bewertet haben und wo allfällige Unterschiede zwischen verschiedenen Outdoorsportgruppen liegen.

Wildtierfreundliche Tourenplanung

In vielerlei Hinsicht stimmen die Einschätzungen der Teilnehmenden mit den Angaben aus der Literatur recht gut überein. So war z. B. fast allen Befragten klar, dass Wildtiere auf einer Wanderung bei Dunkelheit mehr gestört werden als auf einer Wanderung am Tag. Hingegen schätzten die Teilnehmenden ihre störende Wirkung in einem Wald grösser ein als auf Wiesen und Weiden. Die Literatur sagt hier genau das Gegenteil, denn im Wald sind Sportler:innen weniger

weit sichtbar und die Tiere finden mehr Deckung. Wir haben aber keine signifikanten Unterschiede in den Prädiktoren (d. h. Charakteristika der Teilnehmenden) gefunden, ausser beim Alter. Diesbezüglich zeigte sich, dass jüngere Teilnehmende besser in der Lage sind, ihre Auswirkungen auf die Wildtiere abzuschätzen und Wanderungen dementsprechend wildtierfreundlicher planen können als ältere Teilnehmende.

Fazit

Auch wenn die Resultate grundsätzlich erfreulich sind, gibt es doch weiteren Sensibilisierungsbedarf. Unsere Erkenntnisse sollen für das Management von Schutzgebieten und in Sensibilisierungskampagnen als Grundlage dienen. Mit diesem Wissen können zielgerichtete, evidenzbasierte Programme entwickelt und umgesetzt werden, welche die Auswirkungen des Outdoorsports reduzieren und Konflikte zwischen Menschen und Wildtieren mildern.

Publikation zur Befragung

Einige ausgewählte Resultate finden sich unter:

https://github.zhaw.ch/pages/hoce/Befragung_Bergsport_Wildtiere

adrian.hochreutener@zhaw.ch

Ebenfalls an der Arbeit beteiligt:

Adrian Hochreutener hat die Literaturrecherche sowie das Discrete Choice Experiment im Rahmen seiner Masterarbeit durchgeführt. Die Forschungsgruppen Umweltplanung (Reto Rupf, Martin Wyttenbach) und Wildtiermanagement (Claudio Signer) unterstützten ihn dabei mit Fachwissen sowie Ressourcen zur Umsetzung der Befragung.

Klärschlamm – ein nicht versiegender Rohstoff

Kreislaufwirtschaft ARA – Klärschlamm als Nährstoffquelle und Energieträger

Phosphor ist ein essenzieller Pflanzennährstoff, der aufgrund seiner Gewinnung aus Phosphaterzen eine erhebliche Umweltbelastung darstellt. Der Abbau hinterlässt riesige Abbaugruben und hunderte Millionen Tonnen an teils radioaktivem Phosphogips. Abfallströme wie Klärschlamm und Knochenmehl können als nachhaltige Rohstoffquellen langfristig zu einer Schonung dieser Phosphoreserven und einem belastungsfreien Pflanzendünger beitragen. In einem durch die cemsuisse unterstützten Projekt wurde die Verwertung von Klärschlamm mittels hydrothormaler Karbonisierung (HTC) und die Rückgewinnung von Phosphor und Stickstoff untersucht.



Gabriel Gerner
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Bodenökologie

Klärschlamm war während Jahrzehnten ein wichtiger Düngersatz in der heimischen Landwirtschaft. Durch die Belastung mit Schwermetallen, Krankheitserregern und schwer abbaubaren organischen Verbindungen ist das Ausbringen von Klärschlamm seit 2006 gänzlich untersagt. Seither enden jährlich rund 5600 Tonnen Phosphor ungenutzt in der Asche von Verbrennungsanlagen oder Zementwerken. Um diesen Phosphor zugänglich zu machen, wurden in den letzten Jahrzehnten verschiedene Verfahren zur Rückgewinnung entwickelt, von denen bis anhin nur wenige grosstechnisch (Bsp. Phos4Life in Zürich) realisiert wurden. Bei einem Grossteil der Verfahren wird ausschliesslich Phosphor als Nährstoff zurückgewonnen und der enthaltene Stickstoff geht im Prozess verloren. Um den Kreislauf von Makronährstoffen weitestgehend schliessen zu können, war es ein wichtiges Ziel, die Rückgewinnung beider Nährstoffe zu ermöglichen.

Hydrothermale Karbonisierung zur Vorbehandlung

In einer Machbarkeitsstudie wurde mittels hydrothormaler Karbonisierung (HTC) die Verwertung von Faulschlamm aus der ARA zur stofflichen und energetischen Nutzung untersucht. Dieses thermochemische Verfahren ermöglicht die Umwandlung von nassem organischem Ausgangsmaterial in eine energiereiche Kohle, die als alternativer Brennstoff verwendet werden kann. Der Prozess der Karbonisierung findet in einer wässrigen Lösung unter erhöhtem Druck und Temperatur (180–250 °C) statt. Dabei entsteht die sogenannte HTC-Kohle. Verglichen mit der herkömmlichen Trocknung von Klärschlamm lassen sich durch diesen Prozess über 50 % an thermischer und elektrischer Energie einsparen. Die Verbrennung der HTC-Kohle führt bei Zement- und Kohlekraftwerken zudem zu einer Reduktion fossiler Brennstoffe und damit zu einer CO₂-Einsparung.

Umweltbelastung bei Düngerherstellung

Um den weltweiten Nahrungsmittelbedarf zu decken, ist der Einsatz von Mineraldüngern in der Landwirtschaft unverzichtbar geworden. Phosphatgestein als wichtiges Ausgangsmaterial gehört jedoch zu den begrenzten Ressourcen und steht seit 2014 auf der Liste der kritischen Rohstoffe der Europäischen Union. Gemäss aktuellen Studien reicht der leicht zugängliche Phosphor nur noch für die nächsten 300 Jahre, während wir den Phosphor-Peak bereits 2070 erreichen könnten. Das Recycling von Phosphor aus Abfallströmen bietet dabei eine nachhaltige Alternative. Im Gegensatz zum Phosphor kann Stickstoffdünger als Ammoniak aus der Luft gewonnen werden. Der negative Aspekt dieses Verfahrens besteht jedoch darin, dass für die Herstellung von Ammoniakdünger zwischen 1–2 % der weltweiten Energie verbraucht und dabei rund 1.4 % der weltweiten CO₂-Emissionen verursacht werden.

Rückgewinnung dank Abfallverordnung

Länder wie die Schweiz und Deutschland haben neue Vorschriften erlassen, um die Abhängigkeit



Entwässerung von Kohleschlamm mittels hydraulischer Filterpresse der Firma Bucher Unipektin.

Bild: Gabriel Gerner



von Phosphorimporten zu verringern. In der Schweiz wird die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm bis 2026 und in Deutschland bis 2029 verpflichtend sein. Um den Verbrauch von endlichen Ressourcen zu verringern und weiterhin den Bedarf an hochwertigen Düngemitteln zu decken, hat sich die Notwendigkeit eines Phosphorrecyclingverfahrens erhöht. HTC ist ein thermochemisches Verfahren, das die direkte Umwandlung von nassen Biomassen in Kohle ermöglicht, wobei die HTC-Kohle energieeffizient vom Prozesswasser getrennt werden kann. Bei diesem Verfahren kann das bei Klärschlamm hauptsächlich in die Kohle eingelagerte Phosphor mittels Säureextraktion nachträglich zurückgewonnen werden, so dass die Kohle als klimaneutraler Energieträger genutzt werden kann.

Prozessoptimierung und Nährstoffrückgewinnung

Für eine nachhaltige Rückgewinnung der Pflanzennährstoffe Phosphor und Stickstoff aus ausgefaultem Klärschlamm wurden die Schwerpunkte auf die Minimierung des Säureeinsatzes und die Optimierung der Prozesswasserverwertung gelegt. Je nach Verfahren konnten 71–84 % des Phosphors sowie rund 53 % des Stickstoffs zurückgewonnen werden. Schwermetalle blieben dabei trotz Säurebehandlungen mehrheitlich in der Kohle zurück. Damit konnten die Projektziele für die Phosphor- und Stickstoffrückgewinnung (> 71 respektive 53 %) sowie die Herstellung von klimaneutralem Brennstoff erreicht werden.



Betriebsgebäude der HTC-Pilotanlage der Firma GRegio Energie AG in Chur (grosses Bild).
HTC-Kohle aus Klärschlamm nach Filterpressung (kleines Bild).

Bilder: Gabriel Gerner

Wirtschaftlichkeit

Gemäss Wirtschaftlichkeitsberechnung würde die HTC-Behandlung pro Trockentonne Faulschlamm in einer grosstechnischen Anlage rund CHF 590 kosten, plus CHF 95–115 für die Phosphorrückgewinnung. Verglichen mit den derzeitigen Kosten für die Klärschlammbehandlung in der Schweiz, die zwischen 645 CHF und 1130 CHF liegen, stellt HTC damit ein wirtschaftlich sinnvolles Verfahren für die Behandlung von Klärschlamm und die Rückgewinnung von Nährstoffen dar.

Publikation zum Projekt

Der vollständige Projektbericht wurde in der Fachzeitschrift *Energies* veröffentlicht und ist in Englisch unter folgendem Link frei zugänglich: Sewage Sludge Treatment by Hydrothermal Carbonization: Feasibility Study for Sustainable Nutrient Recovery and Fuel Production. www.mdpi.com/1996-1073/14/9/2697

Allgemeine Infos

YouTube-Beitrag zur Klärschlammbehandlung mittels HTC: Turning Human Waste into Renewable Energy?

gabriel.gerner@zhaw.ch

Agri-Photovoltaik auf dem Campus Grüental

Wie gut gedeiht Nüsslisalat unter Solarmodulen?

Die Kombination von Stromerzeugung und Landwirtschaft, Agri-Photovoltaik genannt, wird in der Schweiz auf politischer Ebene stark diskutiert. Wie zukunftsfähig ist die Doppelnutzung und welche Herausforderungen und Potenziale für die landwirtschaftliche Produktion sind zu erwarten? Die beiden Forschungsgruppen Erneuerbare Energien und Hortikultur haben auf dem Campus Grüental einen Agri-Photovoltaik-Versuch unter Solarmodulen mit dynamisch anpassbarer Lichtdurchlässigkeit durchgeführt.



Christina Vaccaro
Wissenschaftliche Assistentin
Hortikultur



Mareike Jäger
Dozentin Hortikultur

Transparente Solarmodule (links) und Kontrollfläche (rechts) vor den Hühnerställen auf dem Campus Grüental.

Bild: Christina Vaccaro

Land ist ein rares Gut. Die doppelte Nutzung landwirtschaftlicher Flächen zur Energieproduktion und für den Anbau von Kulturen oder die Tierhaltung, «Agri-Photovoltaik» (APV) oder im Englischen auch «Agrivoltaics» genannt, ist eine junge Entwicklung in Europa. Sie folgt der Idee, dass sich Nahrungsmittel- und Energieproduktion nicht konkurrenzieren, sondern – im besten Fall – zum gegenseitigen Nutzen kombiniert werden können.

Verringerte Photosynthese vs. willkommener Sonnenschutz

Bestimmte Kulturen vertragen Beschattung, andere profitieren von einer Überdachung als Wetterschutz und/oder dem dadurch verminderten Befall durch Blattkrankheiten. Während heissen und trockenen Sommerperioden könnte dank der gesenkten Evaporation unter den Solarmodulen Feuchtigkeit im Boden länger gehalten werden. Diese positiven APV-Szenarien stehen einer geringeren Photosynthese und damit geringeren Erträgen aufgrund von Beschattung, höherer Luftfeuchtigkeit unter den Modulen, die Pflanzenkrankheiten begünstigen, erhöhter Erosion durch Rinnenbildung an den Modulkanten, etc. gegenüber.

Es ist offensichtlich, dass die Kombination von Ackerbau und Stromerzeugung umfassendes Know-how

in technischen wie agrarwirtschaftlichen Fragen erfordert, um ein ideales Design für den jeweiligen Standort und die unterschiedlichen Anforderungen der jeweiligen Kultur zu finden. In der Schweiz gibt es nur wenige APV-Versuche und generell wenig praktische Erfahrung. Doch das gesellschaftspolitische Interesse an diesem innovativen Ansatz nimmt rapide zu. Angestrebt wird eine zusätzliche Stromerzeugung bei gleichbleibenden oder eventuell gesteigerten ackerbaulichen Erträgen.

Ein Pilotversuch

Am Campus Grüental wurde im Herbst 2021 eine kleine Anlage mit neun Solarmodulen des Schweizer Unternehmens Insolight installiert. Eine erste Bepflanzung erfolgte mit Nüsslisalat, der schliesslich in drei Kultivierungsperioden bis Juni 2022 angebaut und dessen Wachstum und Ertrag mittels pflanzenphysiologischer Erhebungen untersucht wurde. Die transparenten THEIA-Solarmodule basieren auf einer optischen Mikro-Tracking-Technologie und erlauben zwei Modi an Lichtdurchlässigkeit: 70 % für bestmögliche Photosynthese und 15 % für maximale Energieproduktion. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass das Salatwachstum unter den Modulen von einem förderlichen Mikroklima profitieren kann (etwa in den Wintermonaten oder im Frühsommer). Während der Hauptsaison waren die Erträge ähnlich. Negative Auswirkungen wurden nur im Bereich hinter den Modulen beobachtet, in dem zwar Schatten, aber kein begünstigender Überdachungsschutz vorhanden war. Der Abschlussbericht mit den detaillierten Resultaten liegt nun in der Digital Collection der ZHAW vor. Er kann zwar die Frage nach der Zukunftsfähigkeit nicht abschliessend klären, doch weist er darauf hin, dass Agri-Photovoltaik nicht nur für die Energieproduktion, sondern auch für die Landwirtschaft Chancen bietet.

Abschlussbericht

Vaccaro, C., & Jäger, M. (2022). Agrivoltaic Pretrial: Experiment Report. Wädenswil: ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. <https://doi.org/10.21256/zhaw-2427>

mareike.jaeger@zhaw.ch



Vamos a la lluvia

Auswirkungen von Bau und Betrieb einer Freiflächen-Solaranlage in Spanien auf die Bodenqualität

Spanien mitten im Frühling. Da denkt man an blühende Zitrusbäume, Tapas und sonnig warmes Wetter. Mit letzterem haperte es jedoch beträchtlich, als wir diesen April den Weg in den spanischen Südosten auf uns nahmen. Besser gesagt schüttete es wie aus Kübeln, während wir im Auftrag der Elektrizitätswerke Zürich (EKZ) Untersuchungen zur Bodenqualität in einem freiflächigen Solarkraftwerk durchführten.

Zwischen Murcía und Cartagena ging Ende des Jahres 2020 das erste ausländische Solarprojekt der EKZ ans Netz. Es handelt sich um die bisher grösste Freiflächen-Photovoltaikanlage des Zürcher Stromproduzenten. Das Solarkraftwerk produziert in der spanischen Sonnenstube rund 90 GWh auf 85 Hektaren ehemaligem Landwirtschaftsland. In der ersten Phase des noch laufenden Projekts gilt es zu beurteilen, welchen Einfluss Bau und Betrieb der Anlage auf die Bodenqualität haben. Zur Eindämmung des Brandrisikos halten Schafe das Gras zwischen den Panelreihen tief. Liessen sich auch andere Bewirtschaftungsformen mit der Photovoltaikanlage kombinieren? Diese Frage wird für eine mögliche zweite Projektphase diskutiert.

Bodenökologische Untersuchungen

Bei den Bodenuntersuchungen kommen die klassischen drei Aspekte der Bodenökologie zum Zug. Mit Pandasonde und Tensiometer konnten wir uns ein Bild der physikalischen Verdichtung und Vernässung der Böden machen. Im Labor und durch Röntgenfluoreszenz untersuchten wir die chemische Zusammensetzung des Bodens. Die biologischen Aspekte werden durch die mikrobielle Biomasse und deren Aktivität sowie eine Vegetationsaufnahme beschrieben. Bei den meisten Untersuchungen erhalten wir tatkräftige Unterstützung von Hector Conesa und

seine Forschungsgruppe an der polytechnischen Universität in Cartagena.

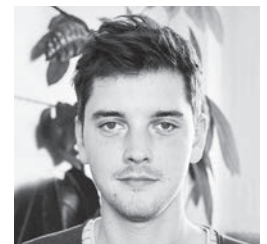
Wenig Humus, Verdichtung und Erosion

Es dauert noch bis Ende Jahr bis abschliessende Aussagen möglich sind. Doch es kann bereits Folgendes festgestellt werden: Im Gegensatz zu Schweizer Böden weisen die spanischen bis zu drei Mal weniger organische Bodensubstanz auf. Dies erstaunt wenig, da es sich dabei um Halbwüstenböden handelt. Weiter hat sich gezeigt, dass die Erstellung der Bauten zu Bodenverdichtungen geführt hat. Wenig organische Substanz kombiniert mit Verdichtungen erhöhen die Wahrscheinlichkeit von Bodenerosion. Bei intensivem Regen konnte dann die Bodenerosion insbesondere auf der landwirtschaftlich genutzten Nachbarnparzelle eindrücklich beobachtet werden (siehe Abb.).

Fragile Fruchtbarkeit

Aufgrund der vormaligen intensiven landwirtschaftlichen Nutzung gilt der Boden immer noch als nährstoffreich. Um die Bodenfruchtbarkeit langfristig zu erhalten, sind insbesondere Massnahmen gegen die Bodenerosion zu empfehlen. Dabei steht der Aufbau von zusätzlichem Humus im Boden durch das Einbringen von organischer Substanz im Vordergrund.

simonpatrick.heiniger@zhaw.ch
rolf.krebs@zhaw.ch



Simon Heiniger
Wissenschaftl. Assistent
Bodenökologie



Rolf Krebs
Institutsleiter



Aus der grünen Wiese (links) wird im Verlauf des Jahres eine Halbwüste (mittig). Gut zu erkennen sind die Tropfkanten der Panels, die der Vegetation darunter noch die letzten Tropfen Wasser spenden. Aufgrund des spärlichen Bewuchses und die geringe Bodenstabilität erodieren die Böden bei intensiven Regenereignissen (rechts).

Bilder: Hector Conesa, Simon Heiniger

Photovoltaik-Potenzial auf Dachflächen in der Schweiz

Die Forschungsgruppe Erneuerbare Energien hat im Auftrag des Bundesamtes für Energie das Photovoltaik-Potenzial auf Schweizer Dachflächen mit hoher Genauigkeit bestimmt. Dazu wurde für eine repräsentative Stichprobe von 650 Dächern jeweils eine Photovoltaik-Anlage geplant und die Ergebnisse auf die ganze Schweiz hochgerechnet. Würden alle geeigneten Dachflächen in der Schweiz mit Photovoltaik-Anlagen belegt, liessen sich 53.6 Terawattstunden (TWh) Strom pro Jahr produzieren. Dies ist fast so viel wie der aktuelle Strombedarf von ca. 60 TWh pro Jahr.



Dionis Anderegg
Wissenschaftlicher Assistent
Erneuerbare Energien

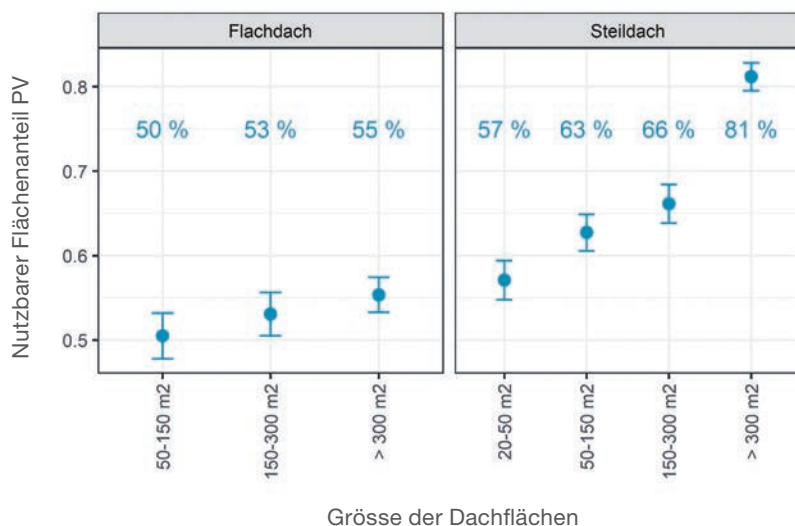
Das Potenzial zur Stromproduktion mittels Photovoltaik auf Dächern in der Schweiz wurde in diversen Studien ermittelt. Die Potenzialschätzungen liegen zwischen 16 und 53 TWh pro Jahr und gehen damit weit auseinander. Ein Grund für diese grosse Spannweite besteht in den unterschiedlichen Annahmen zum nutzbaren Anteil der Dachflächen. Im Jahr 2021 betrug die Stromproduktion aus Photovoltaik 3 TWh. Die Energieperspektiven 2050+ des Bundes sehen einen Zielwert von 34 bis 39 TWh/a für die Stromproduktion aus Photovoltaik vor, um das Netto-Null Ziel im Jahr 2050 bei der Stromversorgung zu erreichen.

Berechnung der Dachfläche

Im Rahmen des Projektes berechnete unsere Forschungsgruppe die für Photovoltaik nutzbaren Flächenanteile auf Schweizer Dächern. Berücksichtigt wurden Dachflächen, die «gut», «sehr gut» oder «hervorragend» geeignet sind (entspricht einer Einstrahlung $\geq 1000 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$). Dabei wurde zwischen Flach- und Steildächern unterschieden und eine Kategorisierung anhand der Grösse von Dachflächen vorgenommen. Für jede Kategorie wurde der mittlere für Photovoltaik nutzbare Anteil von Dachflächen in einer repräsentativen Stichprobe ermittelt.

Mittelwert des nutzbaren Flächenanteils pro Kategorie als Punkt und Prozentzahl. Die Fehlerbalken zeigen den statistischen Fehlerbereich des Mittelwerts.

Grafik: Dionis Anderegg



Der nutzbare Flächenanteil

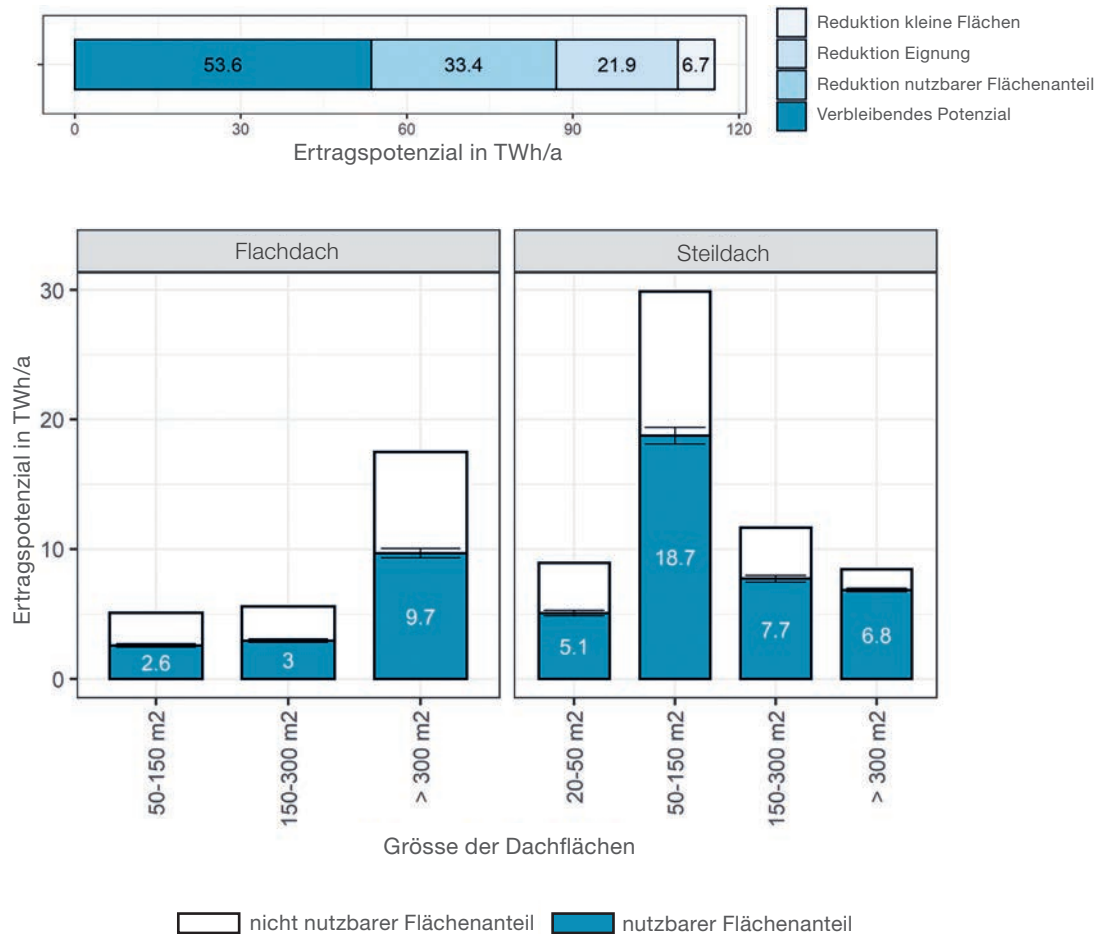
Von total 644 km² Dachflächen in der Schweiz eignen sich 440 km² (68 %) aufgrund der Einstrahlung und ihrer Grösse für Photovoltaik-Anlagen. Davon lassen sich wegen Hindernissen wie Kaminen und Dachfenstern rund 60 % der Flächen mit Photovoltaikmodulen belegen. Dies entspricht einer maximalen Modulfläche von 264 km². Der für Photovoltaik nutzbare Dachflächenanteil ist bei Steildächern mit 63 % höher als bei Flachdächern mit 53 %. Die Abbildung unten zeigt den mittleren nutzbaren Dachflächenanteil, unterteilt in Flach- und Steildächer sowie verschiedene Dachgrössen. Bei Steildächern zeigt sich generell ein höherer nutzbarer Flächenanteil als bei Flachdächern.

Insbesondere bei den Steildächern nimmt der für Photovoltaik nutzbare Flächenanteil mit steigender Dachgrösse zu. Für Steildächer > 300 m² liegt er beispielsweise im Schnitt bei 81 %, während bei Steildächern mit 20–50 m² Fläche lediglich 57 % der Fläche genutzt werden können. Der Effekt der Dachgrösse zeigt sich in der Tendenz auch bei Flachdächern, ist dort jedoch weniger stark ausgeprägt.

Beeindruckendes Ertragspotenzial auf Dachflächen

Werden die nutzbaren Flächenanteile auf alle potenziell für Photovoltaik geeigneten Dachflächen in der Schweiz angewendet, ergibt sich beim heutigen Stand der Technik ein Ertragspotenzial von 53.6 TWh/a ($\pm 1.9 \text{ TWh/a}$). Im Vergleich dazu bewegt sich der jährliche Strombedarf der Schweiz um 60 TWh/a. Das Potenzial ergibt sich durch den Ausschluss von kleinen Dachflächen (20 m² bei Steildächern und 50 m² bei Flachdächern) und Flächen mit geringer Einstrahlung (Eignung) sowie der Reduktion durch den nutzbaren Flächenanteil von Dächern (siehe Abb. S. 26 a).

Zum Potenzial auf Dachflächen tragen die Steildächer mit 38.4 TWh/a ($\pm 1.2 \text{ TWh/a}$) wesentlich mehr bei als die Flachdächer mit 15.2 TWh/a ($\pm 0.6 \text{ TWh/a}$). Dies ist neben den grösseren nutzbaren Dachflä-



a) Verbleibendes Potenzial für Photovoltaik auf Dachflächen in der Schweiz bei Ausschluss von kleinen Flächen und Flächen mit Eignung < gut sowie dem ermittelten nutzbaren Flächenanteil (oben).
 b) Ertragspotenzial der Kategorien in TWh pro Jahr. Gesamte Säule: Ohne Berücksichtigung des nutzbaren Flächenanteils. Blauer Anteil: Potenzial des nutzbaren Flächenanteils. Die Fehlerbalken zeigen die Ungenauigkeit der Potenzialschätzung (unten).

Grafiken: Dionis Anderegg

chenanteilen primär darauf zurückzuführen, dass die Flächensumme aller geeigneten Steildächer mit 294 km² rund doppelt so gross ist wie jene der geeigneten Flachdächer mit 147 km².

Bei den Flachdächern tragen die grössten Dachflächen (>300 m²) am meisten zum Potenzial bei. Dies ist durch sehr grosse Flächen, wie sie bei Industriegebäuden vorkommen, zu erklären. Bei den Steildächern besteht das grösste Potenzial in der Gröszenkategorie 50–150 m². Das Ertragspotenzial pro Dachkategorie ist der Abbildung oben (b) zu entnehmen.

Weitere Optionen: Infrastrukturen, Fassaden, Agri-PV und alpine Anlagen

Um das Produktionspotenzial von 53.6 TWh/a auszuschöpfen, müssten ca. 95 % der Gebäude in der Schweiz auf mindestens einer Dachfläche über eine PV-Anlage verfügen. Rein rechnerisch könnte der Zielwert von 34 bis 39 TWh/a allein durch Photovoltaik auf Dachflächen erreicht werden. Zusätzliche Auswertungen im Rahmen der Studie zeigen jedoch, dass die Potenziale beim Bau von Anlagen häufig nicht vollständig ausgeschöpft werden. Gemäss einer repräsentativen Stichprobe von Anlagen, die

zwischen 2017 und 2021 gebaut wurden, sind im Mittel lediglich 49 % der geeigneten Dachfläche auch wirklich mit Modulen belegt.

Unter der Annahme, dass sich nicht alle Gebäudebesitzer vom Bau einer Photovoltaik-Anlage überzeugen lassen und die Anlagen weiterhin kleiner dimensioniert werden als potenziell möglich, reichen die Dachflächen allein nicht, um den Zielwert zu erreichen. In diesem Fall wären weitere Flächen, z. B. an Fassaden, auf Infrastrukturen (z. B. an Lärmschutzwänden) oder Freiflächen nötig. Zu Letzteren forscht die Forschungsgruppe Erneuerbare Energien beispielsweise im Bereich der alpinen Photovoltaik und der Agri-Photovoltaik, also der Kombination von Landwirtschaft und Photovoltaik.

Schlussbericht zum Projekt

<https://doi.org/10.21256/zhaw-2425>

dionis.anderegg@zhaw.ch

Pilotprojekt in Wittenbach für eine erneuerbare Energieversorgung

Das nationale Forschungsprojekt SWEET-EDGE fokussiert auf dezentrale erneuerbare Energien

Mit der Umsetzung der Schweizer Energiestrategie 2050 kommt es zu einem Ausbau der dezentralen erneuerbaren Energieerzeugung. Dabei stellen sich gesellschaftliche und technische Fragen in Bezug auf die zu verwendenden Technologien sowie die Standorte. Im Forschungsprojekt SWEET-EDGE wird die optimale Umsetzung zur Integration von Energie aus dezentralen Anlagen in Städten, im Mittelland und in den Alpen erforscht. Wittenbach ist einer von drei Standorten für ein Demonstrationsprojekt und dient als Modellgemeinde für das Schweizer Mittelland.



Nicolas Stocker
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Erneuerbare Energien

Das Förderprogramm SWEET (SWiss Energy research for the Energy Transition) des Bundesamtes für Energie fördert Innovationen zur Umsetzung der Energiestrategie 2050 und zur Erreichung der Schweizer Klimaziele. Das EDGE-Konsortium, bestehend aus 11 Hochschulen und Universitäten sowie vielen Industriepartnern, hat bei der kompetitiven Ausschreibung im SWEET-Programm mit dem Thema «Integration dezentraler erneuerbarer Energien» im Jahr 2021 den Zuschlag erhalten.

Ein Pilotprojekt pro Gebiet

In den Jahren 2021–2027 werden im Rahmen des EDGE-Projektes regionale Szenarien und Entwicklungsstrategien entwickelt, um bis 2050 einen möglichst vollständig erneuerbaren Energiesektor in der Schweiz zu erreichen. EDGE steht für «Enabling Decentralized renewable GEneration in the Swiss cities, midlands, and the Alps». Der Schwerpunkt des Projekts liegt auf der Rolle von dezentralisierten, erneuerbaren Energiequellen wie Photovoltaik, Wind und Biomasse aus lokalen Quellen in Verbindung mit der bereits bestehenden Wasserkraft und neuen Speichermöglichkeiten. Dabei wird insbesondere den unterschiedlichen techno-ökonomischen Rahmenbedingungen in den Schweizer Städten, im ländlichen Mittelland und in den Alpen Rechnung getragen. Die EDGE-Forschungsaktivitäten werden durch je ein Pilot- und Demonstrationsprojekt in diesen drei Gebieten komplementiert.

Pilotprojekt in Wittenbach

Die Forschungsgruppe Erneuerbare Energien leitet das Pilotprojekt im schweizerischen Mittelland mit Wittenbach als Modellgemeinde. Dort wird in den Jahren 2022 bis 2026 eine Energieversorgung mit einem möglichst hohen Anteil an erneuerbarer Energie angestrebt. Damit soll in Wittenbach schon in den kommenden Jahren die Versorgung mit erneuerbarer Energie vorherrschen, welche die restliche Schweiz nach heutigem Kenntnisstand erst einige Jahre später erreichen wird. Geplant ist der Einsatz diverser

Technologien wie eine Biogasanlage, Holzpyrolyse mit Herstellung von Pflanzenkohle, sehr grosse Mengen von Photovoltaik-Strom, Wasserkraft, stationäre und mobile Batteriespeicher, Wärmespeicher, ein Fernwärme- und Gasnetz. Damit soll die Modellgemeinde konkret zeigen, wie die Integration von grossen Mengen an erneuerbaren Energien im Mittelland gelingen und wie die Schweiz ihre Energie- und Klimaziele erreichen kann.

Die Arbeiten laufen: mehrgleisig, theoretisch und praktisch

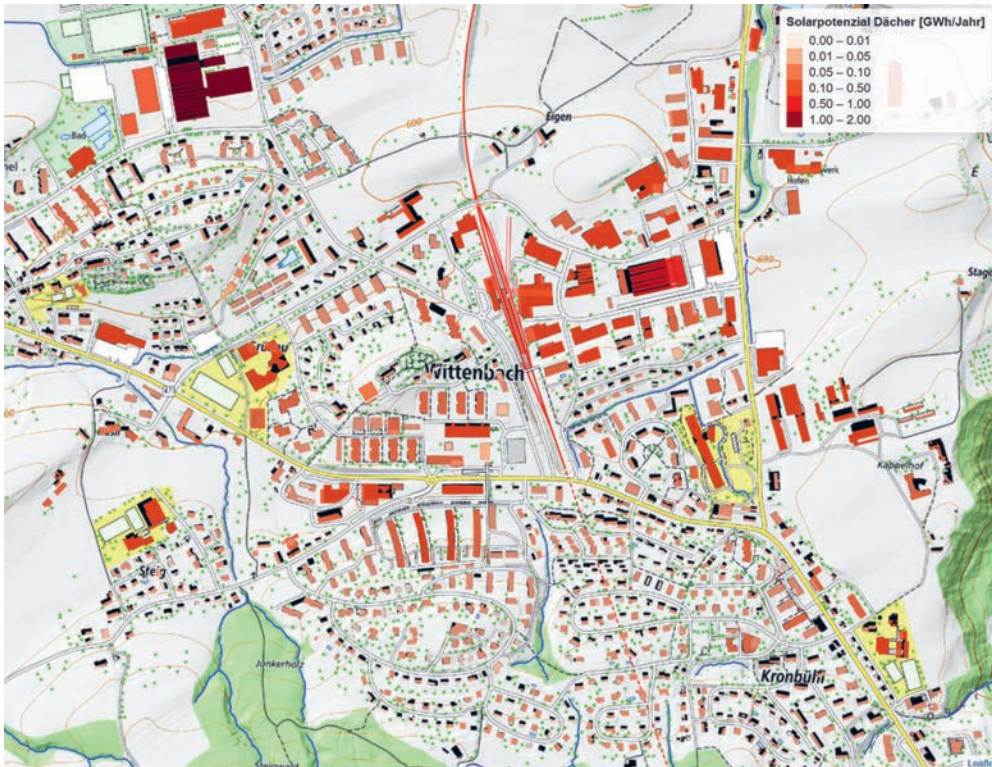
Als einer der Schritte in Richtung einer erneuerbaren Energieversorgung soll in Wittenbach ein Photovoltaik-Boom ausgelöst werden. Eine initiale Analyse des Photovoltaikpotenzials auf Dachflächen und Fassaden hat ergeben, dass sich mit den am besten geeigneten 10 Prozent der Gebäude knapp die Hälfte des Photovoltaik-Dachflächenpotenzials realisieren liesse (siehe Abb. S. 29). In Zusammenarbeit mit den Gemeindevertretern werden die betreffenden Gebäudebesitzer:innen informiert und von der Konzeptionierung bis zum Bau einer Anlage begleitet. Auch die restlichen Einwohner:innen von Wittenbach erhalten Informationen und die Möglichkeit einer neutralen Beratung für den Bau von Photovoltaikanlagen.

Neben dem Ausbau der dezentralen, erneuerbaren Erzeugungskapazitäten kommt der Erschliessung von Flexibilitätspotenzialen eine zentrale Bedeutung zu. Die benötigte Flexibilität zur dynamischen Abdeckung des Bedarfs kann über Ansätze beim Verbrauch, der Produktion, mit Speichern oder über netzseitige Massnahmen erreicht werden. Als Grundlage für die Abschätzung des Flexibilitätbedarfs und der Flexibilitätspotenziale dient eine Analyse der heutigen und zukünftigen Verbrauchs- und Erzeugungssituation über ein Kalenderjahr in 15-Minuten-Zeitschritten.

Parallel dazu wurden auf der Basis einer Machbarkeitsstudie für eine geplante Biogasanlage mit einer Holzpyrolyseanlage verschiedene Optionen für einen flexiblen Betrieb evaluiert.



Jürg Rohrer
Dozent Erneuerbare Energien



Berechnete potenzielle Jahresenergieerträge mit Photovoltaik pro Gebäude in Wittenbach.

Quelle: eigene Darstellung, erstellt mit Kartenmaterial von Swisstopo und unter Verwendung von Leaflet mit R.

Zukünftige Aktivitäten in Wittenbach

In den nächsten Monaten sucht die Forschungsgruppe Erneuerbare Energien nach Optionen für eine beschleunigte Verbreitung von Elektrofahrzeugen in Wittenbach. Bei den Elektrofahrzeugen handelt es sich einerseits um bedeutende Verbraucher, die aber andererseits für eine Erhöhung der Flexibilität sehr gut geeignet sind. Erstens können die Ladezeitpunkte auf die Produktion abgestimmt werden und zweitens ist zukünftig die Nutzung von Fahrzeugbatterien als Speicher denkbar. Auch Quartierspeicher sollen beim potenziellen Aufbau eines Microgrids in Wittenbach eine Rolle spielen. Evaluiert wird zudem der Einsatz von Smart-Grid-Technologien zur besseren Koordination von Verbrauch und Produktion. Projektpartner erarbeiten zudem Workshops in Wittenbach zu Themen der Nachhaltigkeitstransition und der Verbreitung von Innovationen im Energiesystem.

Weitere Aufgaben als Teil von EDGE

Neben dem Pilot- und Demonstrationsprojekt in Wittenbach führt das Projektteam der Forschungsgruppe Erneuerbare Energien eine techno-ökonomische Analyse zur Rolle von Speichern und Power-to-X-Technologien im zukünftigen Energiesystem der Schweiz durch. Ausserdem ist die Forschungsgruppe für die Koordination von techno-ökonomischen Analysen verschiedener Konsortialteilnehmer verantwortlich, welche die Themen Energie aus Bio-

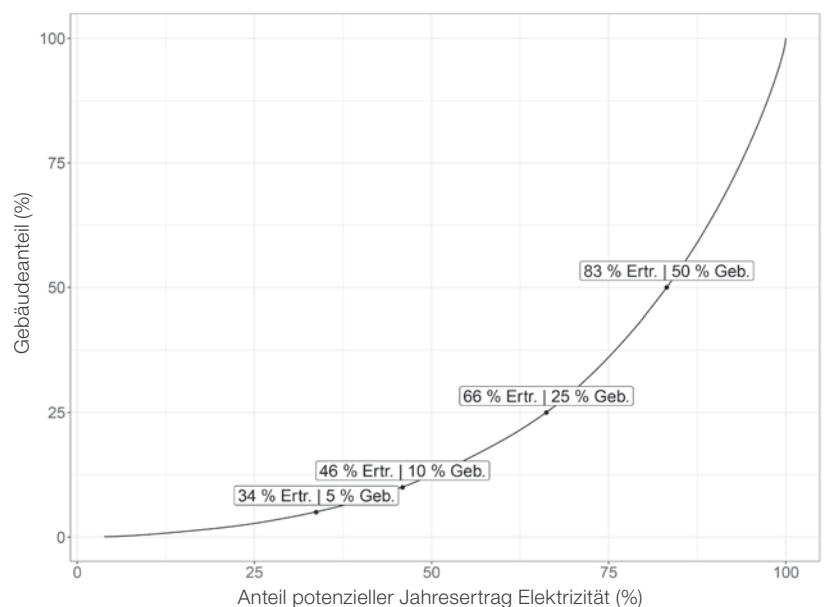
masse, Windenergie- und Photovoltaikpotenzial in den Alpen und Elektromobilität bearbeiten.

Projekt-Webseite
www.sweet-edge.ch

nicolas.stocker@zhaw.ch
juerg.rohrer@zhaw.ch

Geordnete Werteverteilung des potenziellen Jahresertrags an Elektrizität durch Photovoltaik pro Gebäude in Wittenbach.

Quelle: eigene Darstellung, erstellt mit R.



Die Umwelthotspots eines Pflegezentrums in der Schweiz

Eine Untersuchung anhand des Fallbeispiels Pflegezentrum Käferberg

Der Gesundheitssektor ist in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Mit ökonomischem Wachstum sind meist auch Umweltauswirkungen verbunden. Die Umweltauswirkungen von Spitälern wurden bereits im SNF-Projekt «Green Hospital» vertieft untersucht. Doch welchen Einfluss haben Pflegezentren auf die Umwelt und das Klima? Um diese Frage zu beantworten, wurde zusammen mit der Stadt Zürich eine Betriebsökobilanz des Pflegezentrums Käferberg (seit 2021 Gesundheitszentrum für das Alter Käferberg) durchgeführt.



Sebastian Bradford
Wissenschaftl. Assistent
Ökobilanzierung

Gesundheitswesen und Umwelt – wie hängt dies zusammen?

Das Gesundheitswesen erbringt wesentliche Leistungen für die Gesellschaft, indem es die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen unterstützt und sicherstellt. Diese Leistung ist jedoch mit hohen finanziellen Kosten und Umweltauswirkungen verbunden. OECD-Länder gaben 2016 durchschnittlich 9 % ihres Bruttoinlandproduktes für das Gesundheitswesen aus und der Sektor war für durchschnittlich 5.5 % der nationalen Treibhausgasemissionen verantwortlich. In der Schweiz wurde ein Anteil der Treibhausgasemissionen von knapp 6 % angegeben.

Da der Gesundheitssektor in den letzten Jahren kontinuierlich hohe Wachstumsraten verzeichnet hat, ist zu erwarten, dass sich auch die Umweltauswirkungen weiter erhöhen. Aber auch das Interesse an den Umweltauswirkungen des Gesundheitsbereiches nimmt zu: Verschiedene Institutionen im Gesundheitswesen haben bereits Initiativen zum Ressourcenmanagement ergriffen oder haben ihr Umweltmanagement zertifizieren lassen. Dennoch besteht bei Spitälern ein grosses Ressourceneinsparpotenzial, das noch nicht ausgeschöpft wird, wie die Ergebnisse aus dem Projekt Green Hospital¹ des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) darlegen. Bei Spitälern stammen die grössten Beiträge zur Gesamtumweltbelastung und der Klimabilanz aus der direkten Nutzung von Energie, der Gebäudeinfrastruktur und der Verpflegung.

Was wurde untersucht und wieso?

Als Grundlage für die Umsetzung der neuen Klimaschutzziele der Stadt Zürich wollten der Umwelt- und Gesundheitsschutz und die Pflegezentren der Stadt Zürich einen umfassenden Überblick über die direkten und indirekten Umweltauswirkungen eines städtischen Pflegezentrums erhalten. In einer Betriebsökobilanz des Pflegezentrums Käferberg wurden die relevantesten Prozesse identifiziert und potenzielle ökologische Optimierungsmassnahmen abgeleitet.

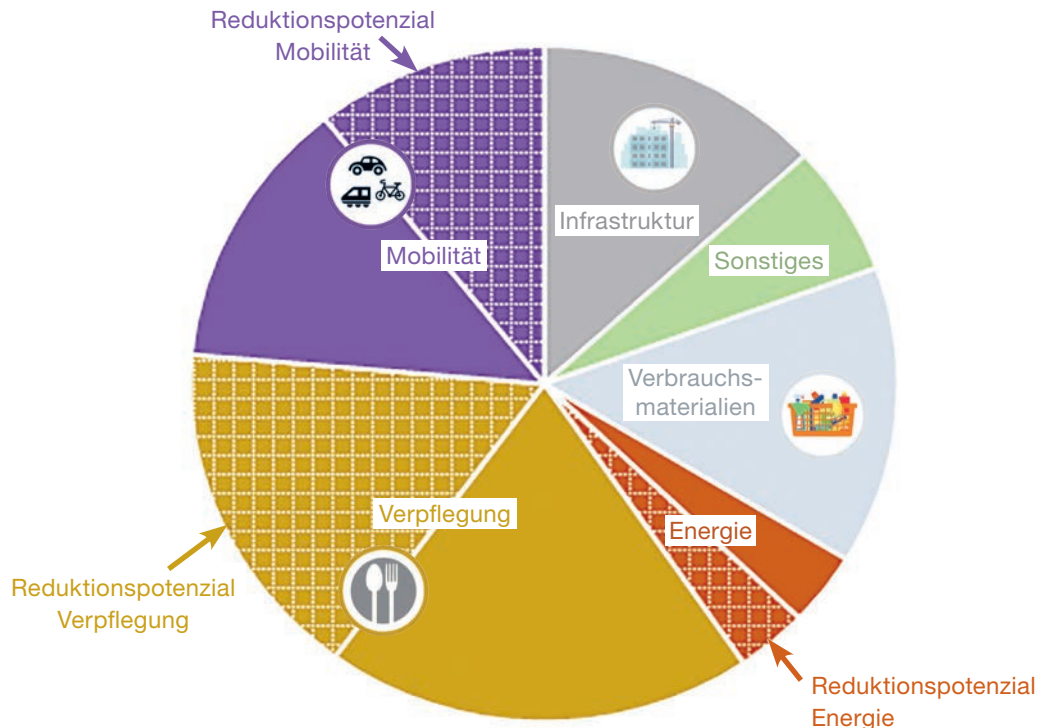
Als Bezugsgrösse der Analyse wurde der «Betrieb des Pflegezentrums Käferberg während eines Jahres» gewählt. Das Bezugsjahr der Daten ist 2019, in dem das Pflegezentrum 379 Mitarbeitende (entspricht 334 Vollzeitäquivalenten) beschäftigte, 217 Betten zur Verfügung stellte und im Schnitt 209 Bewohnende pflegte. Es wurden unter anderem Treibhausgasemissionen gemäss IPCC 2021 und die Gesamtumweltbelastung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2021 analysiert. Folgende Bereiche des Pflegezentrums wurden berücksichtigt: Energie, Infrastruktur, Verpflegung, Textilien und Wäsche, Verbrauchsmaterial, Wasser und Abfälle sowie Mobilität der Mitarbeitenden.

Die benötigten Daten zur Berechnung der Betriebsökobilanz wurden von der Stadt Zürich zur Verfügung gestellt und im Falle der Mitarbeitendenmobilität anhand einer Online-Umfrage erhoben (Rücklaufquote 22 %).

Ökologische Hotspots – Verpflegung und Mobilität

Der Betrieb des Pflegezentrums verursachte im Jahr 2019 Treibhausgasemissionen von insgesamt 1810 t CO₂-eq. Hauptverursacher für die Treibhausgasemissionen ist die Verpflegung mit 36 %, gefolgt von der Mobilität mit 24 %. Bei der Verpflegung ist der Fleischanteil ausschlaggebend, bei der Mobilität das Pendeln von Mitarbeitenden mit dem Auto. Wie Spitäler sind auch Pflegezentren auf den Einsatz von Einwegmaterialien angewiesen. Die Verbrauchsmaterialien folgen an dritter Stelle und tragen 14 % zur Klimabilanz bei. Die Energieversorgung, namentlich Strom und Wärmebedarf, ist mehrheitlich erneuerbar, weshalb sie nur einen kleinen Anteil zur Klimabilanz beiträgt.

Bei der Gesamtumweltbelastung verursacht das Pflegezentrum im Jahr 2019 4.52 Mia. Umweltbelastungspunkte (UBP). Auch hier ist die Verpflegung der umweltrelevanteste Bereich und hat im Vergleich zu den Treibhausgasemissionen mit 43 % einen noch höheren Anteil.



Treibhausgasemissionen des Pflegezentrums Käferberg. Die gestrichelte Fläche visualisiert das Reduktionspotenzial der Handlungsempfehlungen. Die Kategorie «Sonstiges» beinhaltet Wäsche und Produktion der Textilien sowie Wasserverbrauch und Abfälle. Treibhausgasemissionen im Jahr 2019: 1810t CO₂-eq.

Grafik: Sebastian Bradford

Optimierungspotenzial – ohne Qualitätseinbußen bei den Dienstleistungen

In den ökologischen Hotspots Verpflegung und Mobilität gibt es Optimierungsmöglichkeiten, welche die Qualität der Dienstleistung nicht beeinflussen und zugleich eine hohe Wirkung aufweisen.

Würde das Pflegezentrum die aktuellen Menüs durch Menüs aus der Datenbank des Projektes «Energie- und klimabewusste Ernährung in städtischen Verpflegungsbetrieben»² ersetzen, könnte mit einer Reduktion der verpflegungsbedingten Treibhausgasemissionen von bis zu 45 % gerechnet werden. Aufgrund der spezifischen gerontologisch-ernährungsbedingten Bedürfnisse und Vorlieben der Bewohnenden des Pflegezentrums Käferberg wäre die tatsächlich erreichbare Reduktion der Treibhausgasemissionen jedoch möglicherweise kleiner. Wenn der geringe Anteil von 10 % der Mitarbeitenden, die für 50 % der mobilitätsbedingten Emissionen verantwortlich sind, auf den öffentlichen Verkehr umsteigen würden, könnten die Treibhausgasemissionen der Mobilität um knapp 50 % reduziert werden. Ein vollständiger Umstieg der Mitarbeitenden auf den Öffentlichen Verkehr ist aufgrund von unregelmässigen Arbeitszeiten (Schichtarbeit) und Fachkräftemangel (Wohnort teils ausserhalb des Kantons Zürich) schwierig umzusetzen.

Der Wärmebedarf wird durch einen Wärmeverbund abgedeckt, der grösstenteils seine Energie aus der Verbrennung von Holzschnitzeln bezieht. Heizöl macht nur einen sehr geringen Anteil der Fernwär-

me aus, verursacht aber mehr als die Hälfte der wärmebedingten Treibhausgasemissionen. Würde der Anteil an Wärme, der durch Heizöl bereitgestellt wird, auch durch eine Wärmepumpe abgedeckt, liessen sich die wärmebedingten Treibhausgasemissionen um bis zu 57 % reduzieren.

Mit den drei aufgelisteten Massnahmen könnte die Gesamtumweltbelastung des Pflegezentrums um bis zu 24 % und die Treibhausgasemissionen um bis zu 30 % reduziert werden (siehe Grafik).

Weitere Informationen

¹ Keller, R., Muir, K., Roth, F., Jattke, M., & Stucki, M. (2021). From bandages to buildings: Identifying the environmental hotspots of hospitals. *Journal of Cleaner Production*, 319, 128479. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128479>

² Berger, V., Müller, C., Egeler, G.-A., Muir, K., Bradford, S., Delucchi, M., & Stucki, M. (2021). Energie- und klimabewusste Ernährung in städtischen Verpflegungsbetrieben. *Energieforschung Stadt Zürich. ZHAW Life Sciences and Facility Management*. DOI: 10.21256/zhaw-23006

bradford.sebastian@gmail.com

Biodiversität und soziale Vielfalt im Siedlungsraum gemeinsam fördern

Mit einem partizipativen Prozess zu mehr Miteinander und Naturverständnis

Siedlungsräume, die nach ökologischen Grundsätzen aufgewertet werden, gibt es heute viele. Dass dabei aber gleichzeitig gezielt ein sozialer Prozess angestossen wird, um das Verständnis für Biodiversität sowie die nachbarschaftliche Nutzung und Aneignung von Wohnausseräumen zu fördern, ist immer noch eher selten. Das Projekt «Aufwertungen im Wohnausseraum der Siedlung Hirzenbach der Bau- und Holzarbeitergenossenschaft (BAHOGE)» der Forschungsgruppe Grün und Gesundheit zeigt die Umsetzung eines solchen Unterfangens zwischen 2020 und 2022 in einem offenen, partizipativen Prozess mit der Bewohnerschaft.



Petra Köchli
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Grün und Gesundheit

Die BAHOGE-Siedlung Hirzenbach liegt in Zürich-Schwamendingen. Die grosse Siedlung mit mehreren langgestreckten Häuserblocks und einem markanten Hochhaus ist in den 1950er Jahren entstanden und weist für diese Zeit typische weitläufige Grünräume auf. Mit ihren 225 Wohnungen bietet sie Wohnraum auch für Menschen mit einem kleinen Einkommen. Die Bewohnerschaft ist bunt durchmischt – Familien und Einzelpersonen, von jung bis alt, Menschen aus der Schweiz und mit Migrationshintergrund.

Zwischen 2019 und 2020 liess die Genossenschaft die Grünräume der Siedlung vom Landschaftsarchitekten Hansjörg Jauch nach einem ökologischen Konzept umgestalten. Die ausgedehnten, aber kaum genutzten Rasenflächen wichen artenreichen Blumenwiesen, einheimischen Bäumen, Sträuchern und Stauden. Ausserdem wurde ein kleiner separater Teil als Gartenfläche vorgesehen. Anregung dazu boten die Gemüsebeete eines Bewohners, der diese vor 30 Jahren entlang eines Wohnblocks angelegt und seither gepflegt hatte. Zusammen mit drei weiteren italienischen Familien hatte er auch eine Pergola gebaut, in der man sich bis heute regelmässig trifft. Dieses Stückchen «Gartenleben» inmitten der anonymen Rasenflächen hat die Forschungsgruppe

Grün und Gesundheit seit vielen Jahren beobachtet – zuerst mit Studierenden, später innerhalb des Forschungsprojektes «Grünräume für die zweite Lebenshälfte».¹

Wie die neu gestalteten Wohnausseräume belebt, genutzt und organisiert werden sollten, war nicht Teil des landschaftsarchitektonischen Konzepts. Zudem zeigte sich, dass die Förderung der Biodiversität nicht bei allen Bewohnerinnen und Bewohnern auf Verständnis stiess. Vielen erschienen die neuen Wiesen als ungepflegt, die Wildkräuter darin als Unkraut und einige waren aufgebracht, da vereinzelt nicht einheimische Bäume dem neuen Konzept hatten weichen müssen. Diesen sozial geprägten, unterschiedlichen Ansichten wurde bei der Umwandlung der Grünräume anfänglich zu wenig Beachtung geschenkt. Dazu wandte sich die BAHOGE an die Forschungsgruppe Grün und Gesundheit, die für die vorangegangenen Studien bereits zahlreiche Gespräche und qualitative Interviews in der Siedlung geführt und damit wertvolle Kontakte geknüpft hatte.

Mit Gärten und Biodiversitätstag zu mehr Verständnis für die Natur

Ausgangspunkt des Projekts Aufwertungen im Wohnausseraum war die noch unvollständige und ungenutzte Gartenfläche und eine Nachbarschaft, in der die Beziehungen untereinander bis dahin wenig ausgeprägt waren. «Ich finde es interessant, dass Leute, die seit zehn oder zwanzig Jahren in einem Gebäude wohnen, sich trotzdem nicht kennen. In Italien gibt es das nicht», äusserte sich dazu eine Bewohnerin.

Angeleitet durch die Vertreterinnen der Forschungsgruppe entwickelten im ersten Projektjahr rund zehn Bewohnerinnen und Bewohner in diversen Workshops «ihren» Garten und stellten den ersten Gemeinschaftsgarten der Siedlung auf die Beine. Die Begeisterung für ihr neues Hobby zeigte sich in der Sorgfalt und Hingabe, mit der sie ihre Beete pflegten. Schon im ersten Jahr verzauberte sich der Ort in einen prächtigen Gemüsegarten.

Gemeinsam einen Garten planen – wegen Covid-19 trotz Kälte draussen, am Feuer und mit Abstand.

Bild: Petra Hodgson





Der Garten als Ort der Begegnung. Im «Sunägarde» kommen Gärtnerinnen und Interessierte ins Gespräch.

Bild: Helene Galliker

Bald schon wurde der Ruf nach mehr Gartenfläche laut. Rund zwanzig weitere Personen hatten sich zusammengefunden, die ihrerseits einen Garten wünschten. Der offene Prozess erlaubte die Aufnahme und Weiterentwicklung dieses Anliegens. Der zweite Garten, «Sunägarde» genannt, entstand im Frühjahr 2021. Vom Gartendesign bis hin zum Bau Rollator-gängiger Fusswege und Beete wurde dieser eigenhändig von den zukünftigen Nutzerinnen und Nutzern – unterstützt durch die Forschungsgruppe und die Siedlungsgärtner – errichtet.

Insbesondere über die Gärten wurde für die Gärtnerinnen und Gärtner die Schönheit und der Wert von Biodiversität erfahrbar. Um aber auch andere Teile der Bewohnerschaft an das Thema heranzuführen, organisierten wir einen «Biodiversitätstag». Malend, bastelnd, fotografierend, aber auch mit Spielen und einem Bildtheater (Kamishibai) erforschten Kinder und Erwachsene gleichermassen die Artenvielfalt vor ihrer Haustür. Dadurch entwickelten sie nicht nur ein Verständnis für die Biodiversität, sondern auch Stolz für ihren eigenen Wohnaussenraum.

Gemeinschaftsgärten als Katalysatoren des Siedlungslebens

Gemeinsam haben die Bewohnerinnen und Bewohner mit dem Vorhandenen in ihrem Wohnaussenraum etwas Schönes und Nützliches gebaut. Das verbindet. In den Gärten finden heute zahlreiche Aktivitäten statt: Eltern gärtnern, Kinder graben da-

neben in der Erde, manche sitzen am Tisch und beobachten das Geschehen, andere tauschen Gartenerfahrungen aus. Entstanden sind milieu- und kulturübergreifende Begegnungsorte. Viele besuchen ihren Garten täglich. Neben nachbarschaftlichem Miteinander, finden sie dort auch Erholung: «Ruhe, das ist das richtige Wort, Ruhe zu finden von dem ganzen Stress. Und Frieden, auch Frieden würde ich sagen», so eine Gärtnerin im Interview.

Vorläufiges Fazit

Das Beispiel der Wohnbaugenossenschaft BAHOG im Projekt Aufwertungen im Wohnaussenraum zeigt, dass Siedlungskonzepte, die soziale Überlegungen und menschliche Lebenszusammenhänge wie Nachbarschaft und Miteinander mit ökologischen Anliegen vereinen, massgeblich zum «guten Leben» der Bewohnerschaft beitragen können. Offen und von Interesse für zukünftige Studien bleibt, ob die für das Gärtnern urtypische Gesinnung des Bewahrens und Sorgetragens nach Ende der Projektzeit als Geisteshaltung in der Siedlung Verankerung und weitere Verbreitung findet und ob längerfristig eine höhere Mieterzufriedenheit festgestellt werden kann.

Publikation zum Thema

¹ Petra Hagen Hodgson, Peter Eberhard (2018): Gartenleben im Alter. Haupt Verlag, Bern.

petra.koechli@zhaw.ch

Der Schweizer Nationalpark, ein Paradies nacheiszeitlicher Käferarten

Der Nationalpark und seine Umgebung ist als trockener, zentralalpiner Standort mit grossflächigen Hochebenen und Bergföhrenwäldern ein sehr spezieller Untersuchungsraum mit einer ganz eigenen Charakteristik. Im Rahmen eines Projektes wurde während zwei Jahren vor allem die Holzkäferfauna untersucht. Die Resultate der Studie erlauben tiefe Einblicke in die Entwicklung unserer Landschaft und Fauna seit dem Ende der letzten Eiszeit. Unter den Holzkäfern und weiteren Käfern befanden sich zahlreiche Arten, die nur in den Alpen und in Nordeuropa auftreten. Die beiden Vorkommen wurden mit dem Einsetzen der letzten Warmzeit voneinander getrennt.



Alexander Szallies
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Stadtökologie

Der Nationalpark in seinen höheren Lagen und vor allem südseitig mit der sehr trocken- und kältetoleranten Bergföhre bestockt, mit erstaunlich jungen Beständen.

Bild: Alexander Szallies

Eine von Trockenheit geprägte Landschaft

Bei allen Naturliebhabern ist er ein feststehender Begriff und als der Schweizer Nationalpark bekannt. Eine nähere Angabe erübrigt sich mit dem Verweis auf den bestimmten Artikel, denn es gibt nur den einen und seine Lage sollte bekannt sein. Jeder und jede weiss, dass er am östlichsten Ende der Schweiz, an das italienische Südtirol anschliessend, gelegen ist.

Die Nationalparkregion ist geprägt von grosser Trockenheit, denn sie liegt zentralalpin, abgeschirmt durch die umliegenden mächtigen Massive, die an die 4000m Höhe erreichen. Eine weitere Besonderheit ist das relativ weiche Gestein, das sanfte Geländeformen und grössflächige Hochebenen begünstigt und so eine Insel inmitten der schroffen

Granitberge ringsumher bildet. Die grossen trockenen Hochflächen werden vor allem von der Bergföhre besiedelt, die hier grosse Wälder bildet und den herben und charmanten Charakter des Nationalparks entscheidend prägt.

Umfassende Sammlung der Holzkäferfauna

Unser Untersuchungsobjekt im Nationalpark ist die Holzkäferfauna der für den Nationalpark typischen Bergföhren. Zusammen mit der in Chur sitzenden Abenis AG und dem Forstingenieurbüro Barbara Huber fangen wir möglichst viele Käfer, vor allem mit Hilfe quantitativer Methoden wie Flugfallen, aber auch mit klassischen Jagdmethoden, also mit Keschern, Käfersieb und Klopfschirm. Die Bestandesaufnahme endet demnächst und dauerte damit zwei volle Jahre. Sie wurde an möglichst verschiedenen Standorten der Bergföhre durchgeführt.

Sehr erfreulich ist die Existenz einer umfangreichen Käfersammlung des Nationalparkgebiets, die vor etwa 100 Jahren erstellt wurde. Diese gehört heute dem Naturmuseum Chur, wird im Rahmen unseres Gesamtprojekts überarbeitet und mit den heutigen Funden abgeglichen. Im Weiteren arbeiten wir mit der WSL Birmensdorf zusammen, die zeitgleich mit uns ein unabhängiges Naturwaldreservatprojekt im Nationalpark durchführt, welches die tiefer gelegenen Wälder, in denen die Bergföhre keine grosse Rolle spielt, behandelt. So ist eine besonders grosse Datenbasis zu erwarten, die alle Bereiche des Parks abdeckt und sich auch noch über eine lange Zeit erstreckt. Es ist dementsprechend geplant, in späteren Jahren die Käferfauna weiter zu beobachten und aufzunehmen.

Spektakuläre Funde

Die Ergebnisse unserer Untersuchung lieferten zahlreiche sogenannte «arktoalpine» oder «boreomontane» Käferarten, die wegen ihrer Kältetoleranz sowohl in Nordeuropa als auch in den höheren Gebirgen weiter südlich leben. In der ausgehenden Eiszeit wurde das einst zusammenhängende Areal dieser





Der Laufkäfer *Asaphidion cyanicorne* ist von Nordspanien bis nach Dalmatien verbreitet, in den Alpen gibt es diese Art nur in der Gegend um Tirol. Unsere Funde beim Ofenpass sind die ersten seit langer Zeit in den Alpen und der erste Fund für die Schweiz (links).

Die nordische Drachenkäfer-Art *Pytho abieticola* war eine der interessantesten Arten; sie wurde noch nie in der Schweiz gefunden. Sie scheint sich unter der Rinde dünner, kühl liegender Stämmchen der Bergföhre zu entwickeln, die Larven sind in diesem Fall sogar einfacher zu bestimmen als der Käfer selbst (rechts).

Bilder: Alexander Szallies

Arten verinselt, wobei die Arten mehr oder minder ausstarben. Im Nationalpark finden sie aber noch ausreichend Platz und Möglichkeiten.

Der wohl spektakulärste Fund war ein nordischer Drachenkäfer (*Pytho abieticola*), der mit seiner Grösse von einem Zentimeter recht gross ist und nur wenige Male in den Alpen gefunden wurde, jetzt das erste Mal in der Schweiz. Aber auch die alpine Umgebung knapp ausserhalb des Parks um den Ofenpass lieferte zahlreiche bemerkenswerte Arten vom Ende der letzten Eiszeit, wie den schon für ausgestorben gehaltenen Laufkäfer *Asaphidion cyanicorne*, der ebenfalls neu für die Schweizer Fauna festgestellt werden konnte. Diese Reliktart lebt auf kahlen Rohböden oberhalb der Waldgrenze, welche die Bergföhren hier markieren.

Der «Urwaldcharakter» täuscht

Die Lebensbedingungen der Holzkäfer, die an den Bergföhren oder im Bergföhrenwald allgemein leben, scheinen extrem erschwert zu sein. Die Individuendichte praktisch aller dort auftretenden Arten ist niedrig. Am Boden verrottendes Holz, sonst immer eine gern genommene Nahrungsquelle der Käferfauna, wird hier weitgehend verschmäht, wohl wegen der allzu wechselhaften kleinklimatischen Bedingun-

gen. Die Frischholzbesiedler, die an frisch absterbendem Holz leben, sind hier klar im Vorteil. Unter ihnen sind auffallend viele Borkenkäferarten und ihre Verfolger, die meist speziell für die Föhrenarten der höheren Lagen wie Bergföhre und Zirbe sind. Die Zersetzung des Holzes dürfte dadurch weniger schnell vonstattengehen, wobei die Totholz mengen, die sich dadurch anreichern, im Park jedem Spaziergänger ins Auge springen. Der Bergföhrenwald nimmt dadurch einen zauberhaften Urwaldcharakter an. Dieser täuscht jedoch, denn die Gegend um den Nationalpark war von Menschen seit jeher stark genutzt, wobei die Wälder zeitweilig in grossen Teilarealen völlig verschwanden. Damit wurden die Öfen zum Kalkbrennen und zur metallurgischen Verhüttung befeuert, die dem nahen Pass den Namen gaben. Der Nationalpark ist aufgrund seines einmaligen Charakters ein beliebtes und dankbares Forschungsobjekt. Wegen seiner guten Erschliessung durch Wanderwege wird den interessierten Laien und Naturliebhaber:innen ebenfalls viel geboten. Dabei sorgt die Nationalparkverwaltung dafür, dass alle diese Interessen an einer besonderen Naturlandschaft bestens bedient werden.

alexander.szallies@zhaw.ch

News

Spezialitätenmarkt 2023

Samstag, 13. Mai 2023

Nach zwei Jahren Pause findet im 2023 unser Frühlingsmarkt für spezielle Pflanzen endlich wieder statt. Der Spezialitätenmarkt in Wädenswil, organisiert durch das IUNR, ist ein Treffpunkt für Pflanzenliebhaberinnen und Gartenfreunde. Ob fürs Hochbeet, für die Terrasse oder den eigenen Garten: Der Spezialitätenmarkt bietet eine einzigartige Auswahl an erhaltenswerten Kulturpflanzen, altbewährten Sorten und Pflanzenraritäten. Das vielfältige Angebot und unsere wunderschönen Gärten mit Blick auf den Zürichsee inspirieren für neue Ideen und eigene Pflanzenexperimente!

Die Kulinarische Bühne bietet regionalen Herstellern und Anbietern von Spezialitäten ein Schaufenster. Die Besucherinnen und Besucher kommen in den Genuss einer bunten Mischung kulinarischer Besonderheiten und können nach Lust und Laune degustieren: feine Konfi, naturbelassene Dörrfrüchte, Senf- oder Essigspezialitäten, Marinaden und Pasten, fruchtige Chutneys, feine Speiseöle, Sirupspezialitäten oder Produkte aus biologischem Berggetreide.

www.zhaw.ch/iunr/spezialitaetenmarkt

Es ist etwas los in den Gärten!

App «Grüental Flora & Fauna»



Der Campus Grüental bietet beste Bedingungen für die Erweiterung eigener Pflanzenkenntnisse und für die Vorbereitung auf Modulprüfungen und Feldbotanikzertifikate.

Die App «Grüental Flora & Fauna» unterstützt beim Lernen: Sie lokalisiert Pflanzen, bietet Zusatzinformationen zu den Arten und enthält die Lernlisten aus dem Unterricht und für die Feldbotanikzertifikate. Die App ist für iOS-Geräte kostenlos verfügbar, die Android-Version folgt bald.

www.zhaw.ch/iunr/gaerten

Refresherkurs CAD im Gartenbau 2D und 3D



Bild: P. Leuzinger

Wer heute CAD im Gartenbau kompetent anwendet, überzeugt seine Kundschaft mit aufschlussreichen Visualisierungen. Realitätsnahe 3D-Pläne unterstützen die Fachpersonen des Garten- und Landschaftbaus darin, auf die Wünsche ihrer Kund:innen einzugehen und bei der Realisierung ihrer Projekte.

Die Refresherkurse CAD 2D und 3D können einzeln oder kombiniert gebucht werden und erneuern die Vektorworks-Kenntnisse aus dem Lehrgang CAD im Gartenbau. Kurze Theorieblöcke und praxisbezogene Übungen wechseln sich ab. Dabei gehen die Referierenden gezielt auf die persönlichen Fragen der Kursteilnehmer:innen ein. Der Kurs richtet sich an Fachkräfte aus dem Gartenbau. Die Voraussetzungen sind: Gewandtheit im Umgang mit dem CAD-Programm «Vectorworks» und dessen Anwendung im Berufsalltag.

www.zhaw.ch/iunr/cad-refresherkurs



Preis für beste Masterarbeit

Carmen Forrer erhält SVIAL-Preis



Für die beste Masterarbeit wurde Carmen Forrer mit dem Preis des Schweiz. Verbands der Ingenieur-Agronomen und der Lebensmittel-Ingenieure (SVIAL), dem Berufsverband für Hochschulabsolvent:innen im Agro-Food-Bereich ausgezeichnet. In ihrer Arbeit fokussierte Carmen Forrer auf die Landwirtschaft im Kanton Graubünden, die erstens durch einen hohen Anteil an biologisch bewirtschafteten Flächen und zweitens durch den Anbau von Berggetreide geprägt ist. Carmen Forrer untersuchte die Entwicklung dieser beiden Faktoren aus sozioökonomischer Sicht. In einer online-Umfrage mit Akteur:innen stellte sie fest, dass sowohl die Netzwerke für den Biolandbau als auch für Berggetreide seit den 90er Jahren gewachsen sind. Als besonders wichtig für den Aufbau eines langfristigen Netzwerkes haben sich lokale Akteur:innen und der Informationsaustausch erwiesen.



Ausgezeichnete Bachelorarbeit

Nachhaltigkeitspreis für Lotta Widmer



Anlässlich des diesjährigen Swiss Green Economy Symposium (SGES), einer der grössten jährlichen Anlässe für Green Economy in der Schweiz, wurde erneut der SDG-Award vergeben. Damit werden studentische Arbeiten an der ZHAW ausgezeichnet, die Besonderes zur Erreichung der Sustainable Development Goals und der Agenda 2030 beitragen.

Den ersten Platz sicherte sich in diesem Jahr Lotta Widmer mit ihrer Bachelorarbeit im Studiengang Umweltingenieurwesen. Sie ging in ihrer Bachelorarbeit der Frage

nach, wie Musikfestivals nachhaltiger werden können.

Lotta Widmer hat Best-Practice-Beispiele in der Schweiz gesucht, Leitfaden-Interviews mit Expert:innen geführt und Wissen in den Bereichen Umweltpsychologie und Nachhaltigkeitskommunikation recherchiert. In ihrer Bachelorarbeit war eine ganzheitliche Betrachtung der drei Nachhaltigkeitsdimensionen Umwelt, Soziales und Wirtschaft zentral. Das gesammelte Wissen hat Lotta Widmer genutzt, um als Praxisbeispiel die Winterthurer Musikfestwochen zu analysieren und einen Aktionsplan mit über 70 Massnahmen zu erstellen. Teile davon hat sie bereits beim diesjährigen Festival umgesetzt.

Ein Bericht zur Bachelorarbeit von Lotta Widmer ist in der letzten Ausgabe des IUNR Magazins (01/22) erschienen, siehe unter:

www.zhaw.ch/iunr/magazin

Berggetreide-Feld in Salouf, Graubünden.

Bild: Emilia Schmitt

CAS / DAS / MAS

CAS Naturbezogene Umweltbildung

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

www.zhaw.ch/iunr/nub

CAS Therapiegärten – Gestaltung & Management

Beginn: 17.3.2023
Modulübersicht, Termine, Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/therapiegaerten

CAS Gartentherapie

Beginn: 17.3.2023
Modulübersicht, Termine, Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/gartentherapie

CAS Wald, Landschaft & Gesundheit

Beginn: 21.4.2023
Modulübersicht, Termine, Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/wald-landschaft-gesundheit

CAS Vegetationsanalyse & Feldbotanik

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

www.zhaw.ch/iunr/vegetationsanalyse

Lehrgänge und Kurse

Refresherkurs CAD im Gartenbau 2D und 3D

Beginn: 9.1.2023
Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/cad-refresherkurs

Lehrgang Pflanzenverwendung

Beginn: 19.1.2023
Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/wb-pflanzenverwendung

Lehrgang Botanisches Malen & Illustrieren – Modul 1

Beginn: 24.2.2023
Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/botanischesmalen

Lehrgang Natur im Siedlungsraum

Beginn: 17.3.2023
Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/naturimsiedlungsraum

Panzerkrebse – Umgang in der Gastronomie

Beginn: 15.5.2023
Kosten und weitere Informationen sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/panzerkrebse

Fachtagungen

24.11.2022
Schweizer Baumtagung – in Zusammenarbeit mit BSB und VSSG
Weitere Informationen, Programm und Anmeldung sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/baumtagung

25.11.2022
Naturgartentag – in Zusammenarbeit mit Bioterra
Weitere Informationen, Programm und Anmeldung sind auf der Webseite verfügbar.

www.bioterra.ch/angebote-engagement/naturgartentag/bioterra-naturgartentag-2022

12./13.1.2023
Wädenswiler Weintage
Weitere Informationen, Programm und Anmeldung sind auf der Webseite verfügbar.

www.zhaw.ch/iunr/weintage

21.4.2023
Fachtagung Urban & Grün
Weitere Informationen, Programm und Anmeldung sind auf der Webseite verfügbar.

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



Spezialitätenmarkt

13. Mai 2023

www.zhaw.ch/iunr/spezialitaetenmarkt



Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

**Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen**

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

www.zhaw.ch/iunr/magazin