



**INGENIEURBIOLOGIE
GÉNIE BIOLOGIQUE
INGEGNERIA NATURALISTICA
INSCHENIERA BIOLOGICA**



**BIODIVERSITÄT –
VERWENDUNG VON PFLANZEN**

**BIODIVERSITÉ –
UTILISATION DES PLANTES**

**BIODIVERSITÀ –
UTILIZZARE LE PIANTE**

Inhaltsverzeichnis

Titelbild/Frontispice:

Frontseite: Saumstreifen im Schmuttertäl bei Diedorf.

Foto: A. Sezi

Rückseite: Flachmoor Hopfräben. Der Blick auf den umgestalteten Projektbereich zeigt deutlich den von Süden (links) nach Norden (rechts) zunehmenden Bereich des flacheren Seegrunds, der mit Wellen interagiert. Quelle: Schelbert AG, Muotathal.

Photo page de couverture: Lisières dans le Schmuttertäl près de Diedorf. Photo: A. Sezi

Photo dernière page: Bass-marais Hopfräben. La vue de la zone réaménagée du projet montre clairement la zone croissante du sud (à gauche) vers le nord (à droite) du fond du lac moins profond, qui interagit avec les vagues. Source : Schelbert AG, Muotathal

Anteriore: Schelbert AG, Muotathal.

Ecotono nella valle Schmuttertäl, vicino a Diedorf.

Foto: A. Sezi

Fonte: Torbieva Hopfräben. La vista dell'area riqualificata mostra chiaramente la zona litorale del fondale lacustre, che aumenta da sud (sinistra) a nord (destra), che interagisce con le onde.

3

Editorial

Monika La Poutré

5

Neues aus dem Naturpark Kaunergrat über die Biodiversität als Rettungsanker zur Klimakrise

Sigrid Zobl

16

Blühstreifen – bunte Lebensadern in der Landschaft – Inseln der Artenvielfalt

Annika Sezi

20

Naturnahe Aussengestaltung unserer Naturparkhäuser

Anton Heuenfelder

Herrmann Sonntag

30

Revitalisierung des Seeufers in der Hopfräben an wellenexponierter Lage

Richard Staubli

Stephanie Matthias

Albrecht von Boetticher

41

Welche Wirkung haben die Baumaterialien Stein und Holz auf die Wassertemperatur?

Isidor Storchenegger

Lukas Spycher

Jolanda Jenzer Althaus

50

Buchvorstellung



Editorial

Monika La Poutré

Liebe Leserin, lieber Leser

Biodiversität ist ein Schlagwort, das heutzutage in aller Munde ist. Aber was ist Biodiversität?

Als Biodiversität – auch biologische Vielfalt genannt – wird die Vielfalt der Ökosysteme, die Vielfalt der Arten sowie die genetische Vielfalt innerhalb der Arten beschrieben. Biodiversität ist auch Überlebensgrundlage für uns Menschen. Wir profitieren und leben von Biodiversität. Die Vielfältigkeit ist beispielsweise eine wichtige Ressource für zukünftige Züchtungen, mit dem Aussterben von Arten gibt es Verschiebungen oder auch Ausfälle in den Funktionen innerhalb von Ökosystemen. Wie gross die Bedrohung des Rückgangs der Biodiversität ist, kann man in den USA beobachten, wo viele Bienenvölker sterben und damit die Lebensmittelversorgung der Menschen in Gefahr bringt. Biodiversität ist Vorbild für technische Innovationen (Bionik) und trägt zum Klimaschutz bei (zahlreiche artenreiche Lebensräume sind wichtige Speicher für klimarelevante Gase). Lebensräume wie Wälder, bieten Klima-, Hochwasser-, Erosions-, Lawinen- oder Lärmschutz.

In diesem Heft wird versucht die Bedeutung der Biodiversität anhand von anschaulichen Beispielen aufzuzeigen, bis hin zu konkreten Untersuchungen über die Auswirkung verwendeter Baumaterialien. So wird die Bedeutung von Lebensraumbeziehungen in einem gesunden Ökosystem inmitten klimatischer Extreme anhand des Trockenrasens aufgezeigt. Das Biodiversitätsprojekt im FFH-Gebiet Schmuttertal, wo sich infolge der noch intakten Schmutterraue artenreiche Flachland-Mähwiesen und Pfeifengraswiesen halten konnten und Heimat für zwei seltene Tagfalter bietet, wird kurz vorgestellt. Ein konkretes Umsetzungsprojekt zur Förderung der Artenvielfalt aus dem Naturpark Karwendel ist ebenfalls Thema dieses Heftes. Seeufer, als eine der wichtigsten Lebensräume für die Flora und Fauna. Wie diese natürliche Funktion wiederhergestellt werden kann, wird am Beispiel der Hopfräben gezeigt, wo die bis anhin harte Verbauung aufgrund der wellenexponierten Ufer wertvolle aquatische Lebensräume und die Vernetzung zum Flachmoor stark beeinträchtigt hat. Welche Auswirkungen die Verwendung von Holz oder Stein auf die Wassertemperatur haben kann, wird in einem Feldexperiment analysiert.

Ich wünsche Ihnen eine unterhaltsame Lektüre in dieser so umfangreichen Thematik.

Monika La Poutré

Chères lectrices, chers lecteurs,

La biodiversité est un mot-clé qui est aujourd'hui sur toutes les lèvres. Mais qu'est-ce que la biodiversité ?

La biodiversité - également appelée diversité biologique - désigne la diversité des écosystèmes, la diversité des espèces ainsi que la diversité génétique au sein des espèces. La biodiversité est également une base de survie pour nous, les êtres humains. Nous profitons et vivons de la biodiversité. La diversité est, par exemple, une ressource importante pour les sélections futures, avec l'extinction d'espèces, il y a des décalages ou même des défaillances dans les fonctions au sein des écosystèmes. On peut observer l'ampleur de la menace que représente le déclin de la biodiversité aux États-Unis, où de nombreuses colonies d'abeilles meurent, mettant ainsi en péril l'approvisionnement en aliments des populations. La biodiversité est un modèle pour les innovations techniques (bionique) et contribue à la protection du climat (de nombreux habitats riches en espèces sont des réservoirs importants pour les gaz ayant un impact sur le climat). Les habitats tels que les forêts offrent une protection du climat, contre les crues, l'érosion, les avalanches ou le bruit.

Dans ce numéro, nous essayons de montrer l'importance de la biodiversité à l'aide d'exemples clairs et d'études concrètes sur l'impact des matériaux de construction utilisés. Ainsi, l'importance des relations entre les habitats dans un écosystème sain au milieu d'extrêmes climatiques est démontrée à l'aide des pelouses sèches. Le projet de biodiversité dans la zone FFH Schmuttertäl, où des prairies de fauche et des prairies à molinie riches en espèces ont pu se maintenir grâce à la plaine alluviale de la Schmutter encore intacte et qui abrite deux espèces de papillons diurnes rares, est brièvement présenté. Un projet de mise en œuvre concret visant à promouvoir la biodiversité dans le parc naturel du Karwendel est également abordé dans ce numéro, ainsi que les rives lacustres, comme l'un des principaux habitats pour la flore et la faune. La manière dont cette fonction naturelle peut être restaurée est illustrée par l'exemple du Hopfräben, où les aménagements en dur réalisés jusqu'à présent en raison de l'exposition des berges aux vagues ont fortement compromis de précieux habitats aquatiques et la connexion avec les bas-marais. Les effets que l'utilisation du bois ou de la pierre peut avoir sur la température de l'eau seront analysés dans le cadre d'une expérience de terrain.

Je vous souhaite une lecture agréable sur ce sujet si vaste.

Monika La Poutré

Cara lettrice, caro lettore,

in questi tempi il termine "biodiversità" è sulla bocca di tutti. Ma cos'è la biodiversità?

La biodiversità - chiamata anche diversità biologica - descrive la diversità degli ecosistemi, la diversità delle specie e la diversità genetica all'interno delle specie. La biodiversità è anche la base della sopravvivenza di noi umani. Approfittiamo e viviamo della biodiversità. Per esempio, la diversità è una risorsa importante per le coltivazioni del futuro; con l'estinzione delle specie, ci sono modifiche o addirittura fallimenti delle funzioni all'interno degli ecosistemi. La portata della minaccia posta dal declino della biodiversità può essere vista negli Stati Uniti, dove molte colonie di api stanno morendo, mettendo a rischio l'approvvigionamento alimentare degli esseri umani. La biodiversità è un modello per le innovazioni tecniche (bionica) e contribuisce alla protezione del clima (numerosi habitat ricchi di specie sono importanti serbatoi di gas rilevanti per il clima). Habitat come le foreste forniscono protezione dal clima, dalle inondazioni, dall'erosione, dalle valanghe o dal rumore.

Questa edizione intende spiegare l'importanza della biodiversità per mezzo di esempi illustrativi, compresi studi concreti sull'impatto dei materiali da costruzione utilizzati. Per esempio, l'importanza delle relazioni intra-habitat in un ecosistema sano in mezzo agli estremi climatici è dimostrata usando l'esempio dei prati secchi. Viene brevemente presentato il progetto di biodiversità nell'area per habitat della fauna e della flora Schmuttertäl, dove, come risultato della pianura alluvionale Schmutter ancora intatta, i prati di pianura ricchi di specie e i prati a Molinia sono stati in grado di sopravvivere e anche di fornire una casa per due farfalle rare. Un progetto concreto per promuovere la biodiversità del parco naturale Karwendel è anche tema di questa edizione, così come le rive dei laghi, quali habitat tra i più importanti per la flora e la fauna. Come possono essere ripristinate le funzioni naturali è mostrato dall'esempio dell'Hopfräben, dove la costruzione delle sponde, esposte alle onde, ha gravemente compromesso i preziosi habitat acquatici e la connettività alla torbiera. Un esperimento sul campo analizza gli effetti che l'uso del legno o della pietra possono avere sulla temperatura dell'acqua.

Vi auguro una piacevole lettura in questa tematica così ampia.

Monika La Poutré

Neues aus dem Naturpark Kaunergrat über die Biodiversität als Rettungsanker zur Klimakrise

Dr. Sigrid Zobl

Zusammenfassung

Der Artikel ist der Versuch einer Zusammenfassung zur prognostizierten Biodiversitätskrise anhand eines Vorzeigebereichs gelebter Artenvielfalt in Hinblick auf eine sanftere Nutzung. Dabei stehen die Fliesser Sonnenhänge – die ein Natura 2000 Gebiet präsentieren und zu den Schutzgebieten des Naturpark Kaunergrat zählen – als Biodiversitätsrefugium im Mittelpunkt. Der Artikel zeigt die Bedeutung von Lebensraumbeziehungen in einem gesunden Ökosystem inmitten klimatischer Extreme auf. Die naturnahe Gartengestaltung als Beitrag zur Biodiversitätskrise ist ebenfalls im Detail beschrieben, inklusive Checkliste für den Beitrag des Einzelnen, um dem allgemeinen Artensterben entgegenwirken zu können. Weiters sind unterschiedliche teils von öffentlicher Hand geförderte Projektideen dargestellt, deren Bündelung erstrebenswert ist, um als Teil eines gemeinsamen Narrativs, der Klimakrise mit aufeinander abgestimmten Lösungsansätzen begegnen zu können. Letztendlich haben es alle gleichermassen in der Hand, sowohl der Einzelne, als auch die grossen Player, den menschlichen Einfluss neu zu kalibrieren, um die Stabilität der Ökosysteme durch Artenvielfaltprojekte zu erhöhen.

Keywords

Biodiversität, Trockenrasen, Terra Raetica, naturnahe Gartenpraxis, Insektenvielfalt

Du nouveau dans le parc naturel du Kaunergrat sur la biodiversité comme bouée de sauvetage face à la crise climatique

Résumé

Cet article est une tentative de synthèse sur la crise de la biodiversité annoncée à l'aide d'un exemple de biodiversité vécue au regard d'une utilisation douce. Les versants ensoleillés de Fliesser – qui présentent un site Natura2000 et font partie des zones protégées du parc naturel du Kaunergrat – sont au centre de l'attention en tant que refuge de la biodiversité. L'article met en évidence l'importance des relations entre les habitats dans un écosystème sain au milieu d'extrêmes climatiques. L'aménagement de jardins proches de la nature comme contribution à la crise de la biodiversité est également décrit en détail, y compris une liste de contrôle pour la contribution de chacun afin de pouvoir contrer l'extinction générale des espèces. En outre, différentes idées de projets, en partie soutenues par les pouvoirs publics, sont présentées, dont le regroupement est souhaitable afin de pouvoir faire partie d'un récit commun et de faire face à la crise climatique avec des appro-

ches de solutions coordonnées. En fin de compte, tout le monde a le pouvoir, aussi bien les individus que les grands acteurs, de recalibrer l'influence humaine afin d'augmenter la stabilité des écosystèmes grâce à des projets de biodiversité.

Mots-clés

Biodiversité, pelouses sèches, Terra Raetica, pratiques de jardinage proches de la nature, diversité des insectes.

Novità dal parco naturale Kaunergrat e la biodiversità quale ancora di salvezza nella crisi climatica

Riassunto

L'articolo è un tentativo di riassumere la prevista crisi della biodiversità per mezzo di un esempio da manuale di biodiversità vissuta in vista di un uso sostenibile. Il focus è sui Fliesser Sonnenhänge - che rappresentano un'area Natura2000 e appartengono alle aree protette del Parco Naturale Kaunergrat - in qualità di rifugio di biodiversità. L'articolo mostra l'importanza delle relazioni tra gli habitat in un ecosistema sano in mezzo agli estremi climatici. L'articolo descrive in dettaglio anche la progettazione di giardini prossimi alla natura come contributo alla crisi della biodiversità, inclusa una checklist per il contributo individuale per contrastare l'estinzione generale delle specie. Inoltre, vengono presentate diverse idee di progetto, alcune delle quali sussidiate con contributi pubblici, la cui coordinazione è auspicabile per poter contrastare la crisi climatica con approcci integrati nell'ambito di una visione comune. In definitiva, è nelle mani di tutti, sia del singolo che dei grandi attori, ricalibrare l'influenza umana per aumentare la stabilità degli ecosistemi attraverso progetti dedicati alla biodiversità.

Parole chiave

Biodiversità, Prati secchi, Terra Raetica, Giardini prossimi allo stato naturale, Diversità di insetti

1. Einleitung

Derzeit spriessen Biodiversitätsprojekte, von den unterschiedlichsten landes- und bundesweiten- sowie gemeinnützigen Organisationen, wie Pilze aus dem Boden. Sie überschlagen sich förmlich mit Saatgutgewinnungskonzepten, Schutzplänen zur Sicherung der Artenvielfalt und Reetablierungsmassnahmen von Insekten, um ihre Bestäubungsleistung auch weiterhin gewährleisten zu



Abbildung 1.A: Bildquelle: Andreas Kirschner
Der streng geschützte, sonst eher selten anzutreffender Apollofalter (*Parnassius apollo*) saugt an einem Nattertkopf [*Echium vulgare*] Blütennektar und kommt in hohen Individuenzahlen im Naturpark Kaunergrat vor.
B: Source de l'image: Ernst Partl Traditionelle Beweidung auf den Schutzgebietsflächen der Fliesser Sonnenhänge sichern, dank Ziegen und Schafen, den Fortbestand des Trockenrasens.

Figure 1.A: Bildquelle: Andreas Kirschner
Le papillon Apollo (*Parnassius apollo*), strictement protégé et plutôt rare par ailleurs, suce le nectar des fleurs d'une vipérine [*Echium vulgare*] et est présent en grand nombre dans le parc naturel du Kaunergrat.
B: Source de l'image: Ernst Partl
Le pâturage traditionnel sur les surfaces de l'espace protégé des versants ensoleillés du Fliesser assure, grâce aux chèvres et aux moutons, la pérennité des pelouses sèches.

können. Bilder von Menschen in China, die diese Arbeit bereits übernehmen müssen, zeigen uns bereits eindrücklich was uns erwartet, sollten wir nichts gegen das Arten-

sterben¹ unternehmen. Der Begriff der Biodiversität, die es zu sichern gilt, ist bereits in aller Munde. Die Artenvielfalt soll nämlich dem Ökosystem Stabilität geben und die Natur sicher in die Zeiten der Klimaextreme hineinführen. Kann sie dies denn?

2. Trockenrasen – Eldorado der Biodiversität

Wir hier im Naturpark Kaunergrat können uns überaus glücklich schätzen, da wir in unseren Schutzgebieten eine unglaubliche Artenvielfalt beherbergen, insbesondere auf unseren Trockenrasenflächen in Fliess (ca. 119 ha), Kauns, Kaunerberg und Faggen (ca. 37 ha). Entstanden ist diese enorme Artenvielfalt trotz seit jeher auftretender Klimaextreme wie Trockenheit, interkontinentale Fallwinde (Föhn), nährstoffarme Böden und geringen Niederschlagsmengen (maximal 700 mm jährlich). Jedoch ist die hier vorkommende Tier- und Pflanzenwelt bestens von der Natur ausgerüstet für diese extremen klimatischen Bedingungen. Verdickungen, eine ledrige Aussenhaut, behaarte und / oder rückgebildete Blätter mit wachsartigen Überzügen sowie fleischige Beschaffenheit ermöglichen es vielen Pflanzen im Trockenrasen zu überleben.

1 <https://www.wwf-jugend.de/blogs/9861/7408/ausgerottet-die-menschlichen-bienen-in-china>



Abbildung 2: Bildquelle: Archiv Naturpark Kaunergrat
Das Schutzgebiet Lafreins im Naturpark Kaunergrat – zugehörig zum Gemeindegebiet Fließ – befindet sich in einer steilen, teils felsigen Landschaft mit geringer Oberflächenaufgabe, sowie hohem Oberflächenabfluss, wird es mit traditionell gewachsenen Bewirtschaftungsformen gepflegt.

Figure 2 : Source de l'image: Archives du parc naturel du Kaunergrat
La zone protégée du Lafreins dans le parc naturel du Kaunergrat – appartenant à la commune de Fließ – se trouve dans un paysage escarpé, en partie rocheux, avec une faible surface d'appui et un fort écoulement de surface, et est entretenu par des formes d'exploitation traditionnelles.

Der Trockenrasen Fliesser Sonnenhänge gehört seit 2004 zu den auf europäischer Ebene ausgewiesenen Natura 2000 Gebieten und ist Teil von dem Dreiländereck Schweiz, Italien und Österreich bekannt unter dem Begriff *Terra Raetica*. Im Herzen Europas zählt es zu einem menschenbedingten, äusserst wertvollen Biodiversitätsrefugium². Denn nicht immer ist es der Mensch, der der Vielfalt Einhalt gebietet. Nein, auch wir Menschen sind es, die Vielfalt bewirken können. Denn bei dem seit dem Mittelalter bestehenden Fliesser Trockenrasenkomplex handelt es sich um einen kulturell gewachsenen Lebensraumtyp. (Abbildung 1)

Im Mittelalter wurden die Steilhänge links und rechtsseitig des Innflusses rund um Fliess, bergwärts entlang der Talsohle, abgeholzt und einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt. Heutzutage bezeichnet man diese, aus der Kargheit der Landschaft entstandene Notwendigkeit, als traditionelle Bewirtschaftung und spricht von sanfter Nutzung. Die herausfordernde Landschaft mit viel Wind, wenig Niederschlägen und hohem Oberflächenabfluss, weil es dort starke Hanglagen gibt, versuchte man nutzbar zu machen. Gleichzeitig reichten die kleinbäuerlichen Strukturen, mit meist Ziegen und Schafen im Stall aus, um die Hänge zu pflegen und diese enorme Artenvielfalt³ hervorzubringen (Abbildung 2 und 3).

Ziegen brauchen nicht so viel Wasser und hinterlassen weitaus weniger Trittschäden in den Wiesen als Kühe, Esel oder Pferde. Auch ihre Ausscheidungen, eine Mixtur aus unverdautem und verdautem Pflanzenmaterial, sind den Kuhfladen mengenmässig unterlegen. Sie sind daher auch weniger belastend für die Böden. Somit blieb ein hitzeliebendes Grasland, das als «Primäre Xerotherme Rasenfläche» bezeichnet wird, zurück.

Das Gebiet beherbergt heute noch über 1000 Schmetterlingsarten und weist eine Trespen (*Bromus erectus*)–Volltrockenrasen–Pflanzengesellschaft auf, deren Leitarten Tragant (*Astragalus onobrychis*), Walliserschwengel (*Festuca valesiaca*), Pyramidenschillergras (*Koeleria macrantha*) und Pfiemengräsern (*Stipa capillata*) sind. Die angrenzenden trockenen Magerrasen beherbergen, neben vielen weiteren Arten, auch Wiesenhafer (*Avenula pratensis*), Zittergras (*Briza media*), Glockenblumen (*Campanula rotundifolia*), Klappertopf (*Rhinantus alectorolophus*) und Wiesenbocksbart (*Tragopogon orientalis*). Primäre Trockenrasen bis Magerrasen können trotz geringen Stickstoffgehaltes und trockener Böden ein stabiles Ökosystem

2 <https://www.kaunergrat.at/service/downloads-presse/> Submenü Naturschutz, PDF-Dateien: Trockenrasen im Naturpark Kaunergrat und Trockenrasen im Rhätischen Dreieck.

3 https://www.kaunergrat.at/uploads/tx_bh/naturpark_kaunergrat_monitoring_trockenrasen.pdf?mod=1513697089

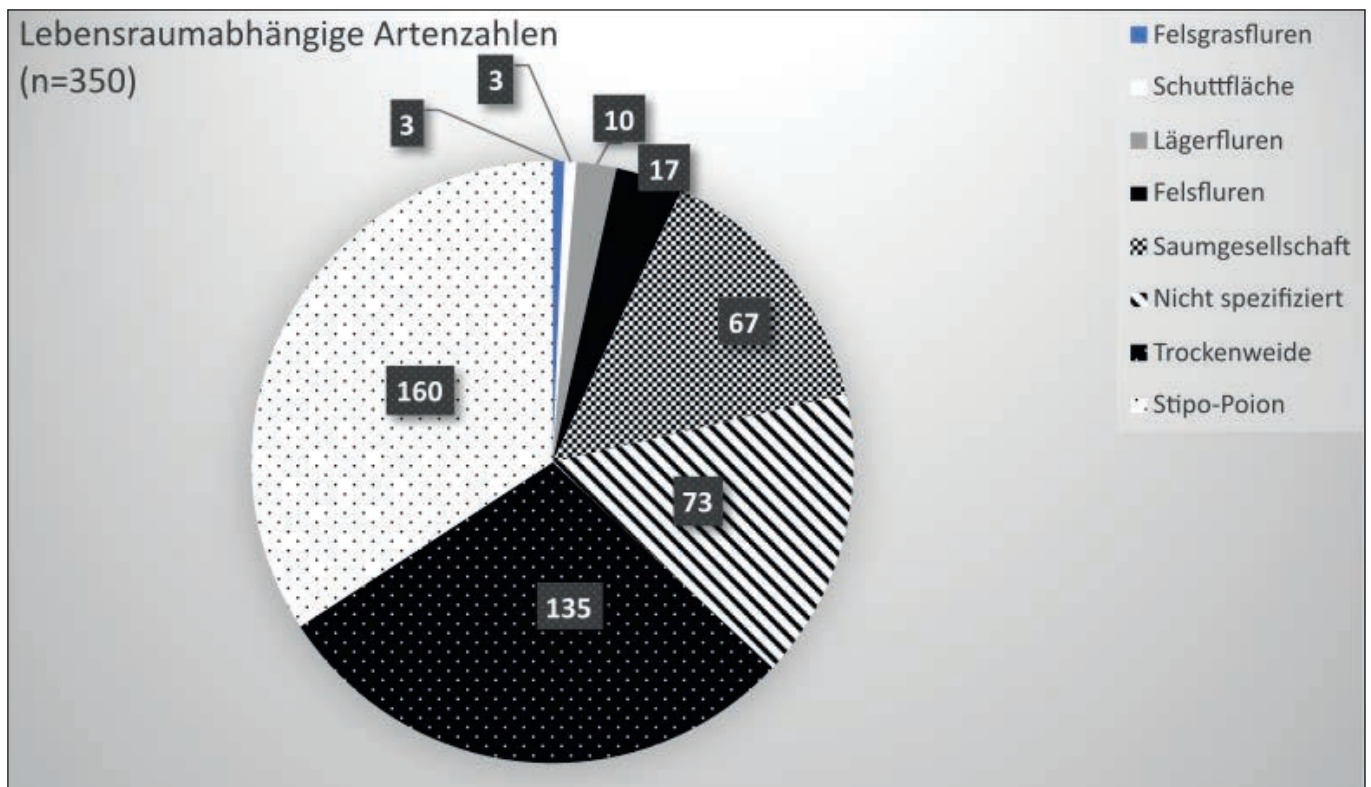


Abbildung 3: Die Erhebungen 2019 im Rätischen Dreieck (gemäßigte Klimazone) zeigen bei einer Anzahl von insgesamt 350 Leit- und Begleitarten die höchste Artenzahl in den Stipo Poion Habitat-Typen (steppenartige, halbruderale Trockenrasen) mit 160 Arten gefolgt von den Trockenweiden mit 135 Arten. Die Saumgesellschaften beherbergen nur mehr die Hälfte der Artenzahl.

Figure 3 : Les relevés 2019 dans le Triangle rhétique (zone climatique tempérée) montrent, pour un total de 350 essences indicatrices et accompagnatrices, le plus grand nombre d'essences dans les types d'habitat Stipo Poion (pelouses sèches semi-rudérales de type steppique) avec 160 essences, suivies par les pâturages secs avec 135 essences. Les lisières n'abritent plus que la moitié du nombre d'essences.

ausbilden. Symbiotische und parasitäre Lebensweisen in der Tier- und Pflanzenwelt ermöglichen es die unterschiedlichsten ökologischen Nischen zu besiedeln. Auf dem Trockenrasen der Fliesser Sonnenhänge verzeichnen wir einige solcher Nahrungsbeziehungen. Manche Ameisenarten beispielsweise haben sich auf Sozialparasitismus spezialisiert. Parasit und Wirt sind nah verwandt und die Wirtsart wird vom Sozialparasit versklavt. Der Trockenrasen beherbergt 18 Ameisenarten, wovon sechs Arten von weiteren Unterarten parasitiert werden. Die Unterarten der Ameisen halten sich Sklavenameisen, wobei der Wirt in Symbiose mit einer Schmetterlingsart leben kann. Der Silbergrüne Bläuling [*Lysandra coridon*] ist beispielsweise ein Trockenrasen bewohnender Schmetterling der beim letzten Monitoring die höchste Individuendichten unter den Bläulingen zeigte. [Abbildung 4] Die xerophile Offlandart [hitzeliebende Freiflächenart] ernährt sich polyphag⁴. Die Schmetterlingsraupe lässt sich von den Ameisen in ihr Nest tragen. Die Ameisen ernähren sich vom Drüsensekret der Raupe und pflegen diese bis sie sich verpuppt und den Bau wieder als Schmetterling verlässt. 80% der Bläulings-

⁴ Sein Futter basiert aus unterschiedlichen Nahrungsquellen, dabei handelt es sich um mehrere Pflanzenarten.

arten leben in Symbiose mit den Ameisenarten *Lasius sp.*, *Formica sp.* und *Myrmica sp.* Beim letzten Monitoring auf den Fliesser Sonnenhängen wurden, neben dem Silbergrünen Bläuling, sieben weitere Bläulingsarten gesichtet. Dazu zählen der grosse und der kleine Sonnenröschen-Bläuling [*Aricia artaxerxes*, *Aricia agestes*], der Zwergbläuling [*Cupido minimus*], der Rotklee-Bläuling [*Cyaniris semiargus*], der Eros-Bläuling [*Polyommatus eros*] und der gemeine Bläuling [*Polyommatus icarus*]. Diese Arten können bei Bedarf ebenso eine Symbiose mit Ameisen bilden.

Das Team vom Naturpark Kaunergrat hat von Juni bis September 2020 auf einen an die Trockenrasen angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Magerrasen eine Malaise Falle aufgestellt, um den Artenreichtum auf einer schutzgebietsnahen Fläche zu ermitteln. Die Artenliste wurde anhand einer Meta Barcoding Analyse erstellt⁵. Hierzu fing die Falle, benannt nach ihrem Erfinder, den Sommer über Insekten ein. Dabei werden die Proben in einem Ethanolbad gesammelt. Im Labor werden diese in grobe und feine Einheiten getrennt. Anschliessend erfolgt dann das DNA-Meta

⁵ <https://www.aimethods-lab.com/de/dna-metabarcoding/biodiversit%C3%A4tsmonitoring-2-0/>

Barcoding, bei dem die Proben mittels DNA-Analyse-Methoden, meist auf Artniveau, anhand eines Vergleichs mit drei bestehenden Datenbanken identifiziert werden. Zu beachten ist, dass die Familie der Grashüpfer (Orthoptera) meist nur eindeutig auf Gattungsniveau statt auf Artniveau bestimmt werden kann. Oft scheinen in den Datenbanken mehrere Namen für eine Art mit gleichen Genmaterial auf. Das verhindert in einigen Fällen die eindeutige Zuordnung via dreifach Konsensfindung über die vorhandenen Datenbanken. Jedoch durch eine von einem Taxonomen durchgeführte abschliessende Kontrolle kann dieser Fehler lt. Huemer [mündlich 2022], Leiter der naturwissenschaftlichen Sammlung Ferdinandeum, bereinigt werden.

Die mittels Malaise Falle erhobenen Proben des landwirtschaftlich genutzten Magerrasens zeigen klar einen Dominanzanteil bei den Fliegenartigen (Dipteren) mit 56%. 25% der Proben betreffen Schmetterlinge (Lepidoptera) und Hautflügler (Hymenoptera: Bienen, Wespen, Himmen und Ameisen) und 16% umfassen die Grashüpfer- (Orthoptera) und die Käferarten (Coleoptera). Alle anderen Aren waren wenig signifikant vertreten: die Schnabelkerfen (Hemiptera) mit 2% und die Ohrwürmer (Dermaptera) und Schnabelfliegen (Mecoptera) jeweils mit 1%. [Abbildung 5] Die nachgewiesene Artenvielfalt der vorwiegend fliegenden Insekten war enorm hoch, wobei die Artenzusammensetzung natürlich auch methodische Ursachen hat. Es konnten aber trotz, dass es sich nur um eine am Wegrand aufgestellten Falle handelte und die Fläche zweimal gemäht wurde, der Sommer 2021 verregnet und kalt war, 324 Arten [rückbestätigt via drei Datenbanken] bzw. 415 Arten

[rückbestätigt via zwei Datenbanken] verzeichnet werden. Die DNA-Meta-Barcoding-Analyse kann zur Erhebung des Ist-Zustandes eines Ökosystems und zur Bestimmung der ökologischen Funktionsfähigkeit eines Areals inzwischen verlässliche Datensätze zu den Fluginsekten liefern, dank reichhaltiger Datenbanken. Das Monitoring vor Ort kann durch die DNA-Meta-Barcoding Analyse nicht vollends ersetzt, aber ergänzt werden. Die Diversitätskennzahlen werden dadurch präziser und schärfen das Wissen über die vorkommenden flugfähigen Insekten in einem Areal. Die Malaise Falle sammelt über einen Zeitraum hinweg an einer bestimmten Stelle die Proben ein. Die Ergebnisse sind zwar ortsabhängig aber dafür zeitunabhängig. Beim Monitoring verhält es sich umgekehrt, je nach dem welcher Tag hierfür gewählt wird und wo sich das Transekt zur Begehung befindet.

3. Artverschiebungen im Trockenraseneldorado

Die *Terra Raetica* – der Trockenrasenkomplex im Dreiländereck – beherbergt somit ein einziges Ökosystem von Grashüpfern, Schmetterlingen, Ameisen und Gräsern die so miteinander verflochten sind, dass sie im ewigen Kreislauf von Fressen und Gefressen werden im Gleichgewicht sind. Das Überleben der eigenen Art wird jeweils über die Individuenzahl der Nachkommenschaft gesichert. Umso lebensfeindlicher die Umgebung ist, desto grösser ist der Erfindungsreichtum an Überlebensstrategien. 2005 veröffentlichte das Tiroler Landesmuseum einen Artikel von Huemer und Erlebach mit den Worten Fliesser Sonnenberg «Hot Spot» der Artenvielfalt Tirols. Sie berichten darüber, dass in dem Gebiet 1122 Schmetterlingsarten vorkom-

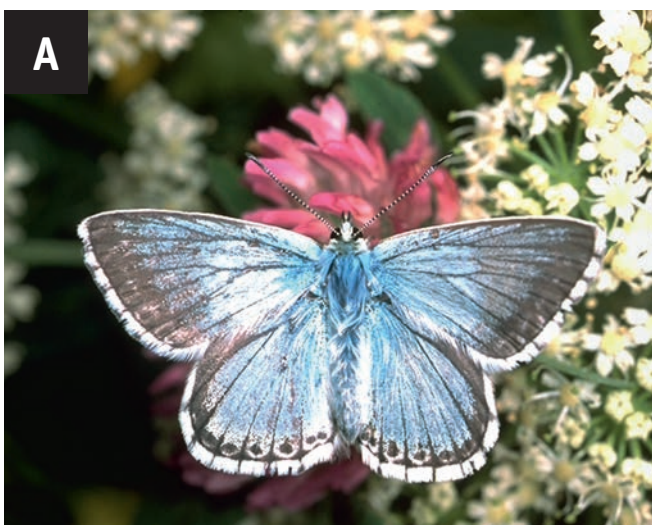


Abbildung 4. A: Bildquelle: Archiv Naturpark Kaunergrat, Silbergrüner Bläuling (*Lysandra coridon*)

B: Bildquelle: Archiv Naturpark Kaunergrat Die Ameisenart *Lasius reginae* [Sozialparasit] parasitiert vermutlich die Ameisenart *Lasius psammophilus* [Sklavenameisen]. Die Sklavenameisen leben in Symbiose mit den Bläulingsraupen.

Figure 4. A: Source de l'image: Archives du parc naturel du Kaunergrat, L'argus bleu-nacré (*Lysandra coridon*)

B: Source de l'image: Archives du parc naturel du Kaunergrat L'espèce de fourmis *Lasius reginae* [parasite social] parasite probablement l'espèce de fourmis *Lasius psammophilus* [fourmis esclavagistes]. Les fourmis esclavagistes vivent en symbiose avec les chenilles de l'argus bleu nacré.

men die 53 Familien zuzuordnen sind. Die Daten stammen hauptsächlich aus den 70er und 80er Jahren. Den grössten Anteil zeigen die Eulenfalter (26%), eine sonst auch sehr artenreiche Familie, und die vorwiegend nacht- und dämmerungsaktiven Spinner (21%). 10 Familien bestritten 4/5 der Artenliste. Huemer und Erlebach vermuten, dass die Erhebungen in den 80er Jahren, die zwar weniger umfassend waren, darauf hindeuten könnten, dass die hochspezialisierten Trockenrasenarten eher zurückgehen und dafür die Generalisten im Vormarsch sind. Es lagen aber nur mehr 50% der Daten aus den von den 70er Jahren erfassten Arten vor.

Der Artenrückgang⁶ bei den Insekten ist ein bereits allseits anerkanntes Phänomen und rückte vor allem nachhaltig in das Bewusstsein der Menschen durch die äusserst plakative Erzählung von Autofahrer*innen in den frühen 90er Jahren. Diese mussten in den Sommermonaten, auf einer Strecke von Zürich bis Wien, wohl unzählige Male stehen bleiben, um ihre Windschutzscheiben zu reinigen. Im Gegensatz dazu kann man die Strecke nun ohne Scheibenputzaktion durchfahren, weil weitaus weniger Insekten anzutreffen sind. Obwohl sich die Autorin hier nicht ganz

⁶ <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185809>

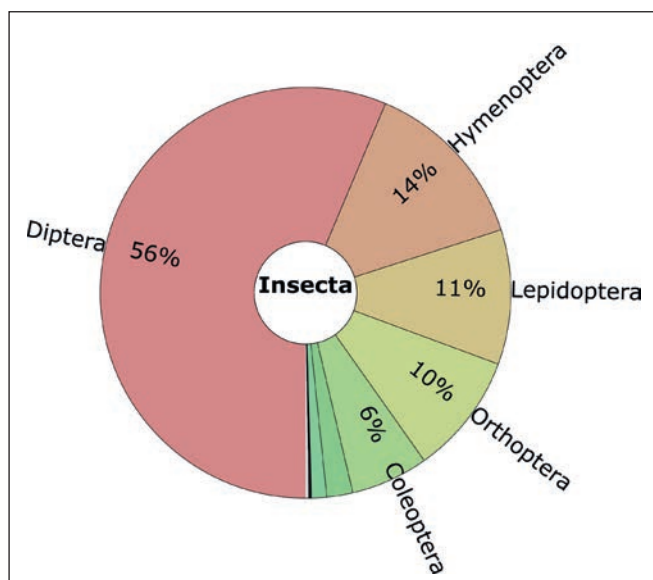


Abbildung 5: Bildquelle: Sigrid Zobl verändert nach AIM Lab, Artenverteilung der durch eine Malaise Falle erhobenen Proben. Die Falle befindet sich am Wegrand eines landwirtschaftlich genutzten Magerrasens [2- bis 3-malige Mahd / Jahr], angrenzend an das Natura 2000 Gebiet Fließler Sonnenhänge, oberhalb des Schwimmbades der Naturparkgemeinde. Die Artenliste lieferte eine DNA-Meta Barcoding Analyse, durchgeführt von der Firma AIM (aimethods-lab.com).

Figure 5 : Source de l'image: Sigrid Zobl modifié selon AIM Lab, Répartition des espèces dans les échantillons prélevés par un piège Malaise. Le piège se trouve au bord d'une pelouse maigre utilisée à des fins agricoles [fauchée 2 à 3 fois par an], adjacente au site Natura 2000 des versants ensoleillés de Fließler, au-dessus de la piscine de la commune du parc naturel. La liste des espèces est fournie par l'analyse DNA-Meta Barcoding réalisée par la société AIM (aimethods-lab.com).

sicher ist, inwiefern auch die ergonomische Weiterentwicklung des Autodesign Einfluss darauf gehabt haben könnte.

Der Diversitätsrückgang bei den Trockenrasenpflanzen kann durch Trittschäden, durch Zunahme der Waldfläche und / oder durch Verbuschung verursacht werden. Die 10 festgelegten Habitattypen mit insgesamt 194 Leitarten (Pflanzen) reichen von Blockhalde, Felsvegetation, über unterschiedliche Trockenrasentypen bis hin zu beweideten und brach liegenden Magerrasen mit zweijähriger Mahd [siehe auch Seite 8, Abbildung 3]. Die Mahd sollte in jedem Fall akkordiert werden mit dem Generationszyklus der vorkommenden Schmetterlingsarten. Auch sollte man dafür Sorge tragen, dass Pflanzenarten, die von Ziegen gemieden werden, manuell entfernt werden, wie beispielsweise der Schwalbenwurz [*Vincetoxicum hircinum*]. Falls die Triebe der Büsche zu stark verdicken nützt eine Beweidung leider auch nichts mehr, und nimmt die Verbuschung zu kann das zu fehlenden Zielarten beim Schmetterlingsmonitoring führen. Die Vergrasung, verursacht durch liegendegebliebenes Schnittgut auf dem Trockenrasen, reduziert die Diversität ebenfalls, wobei das Einbringen von Nährstoffen das Aufkommen von Fettwiesen begünstigt⁷. Ein in allen Farben erstrahlender Trocken- bis Magerrasen verwandelt sich durch Überdüngung in eine in Gelbtönen und vorwiegend Weiss erstrahlende, monoton blühende Wiese.

4. Feinde des Trockenrasens

Auch auf den Schutzgebietsflächen könnten sich Fettwiesenbewohner wie Löwenzahn und stickstofffixierende Alienarten wie der Götterbaum [*Ailanthus*] breit machen, da Generalisten oder dominante Pionierpflanzen ja nicht vor einer mit dem Lineal gezogenen Grenze eines Schutzgebietes halt machen. Der Eintrag von Düngemitteln aus den oft landwirtschaftlich genutzten Flächen zeigt sich bei dementsprechender Hangneigung und Oberflächenabfluss und kann auf nährstoffarme Böden spezialisierte Pflanzen, wie beispielsweise das Zittergras *Briza media*, verdrängen. Nährstoffeinträge in den Boden können aber auch über die Luft erfolgen. Leguminosen, sogenannte Schmetterlingsblütler (Fabaceae), können Luftstickstoff im Boden fixieren. Dazu zählt auch die als Leitart des Mager- und Trockenrasens bekannte Saat-Esparsette [*Onobrychis viciifolia*] oder der Tragant [*Astragalus* sp.]. Die Faktenlage zeigt die Sensibilität eines solchen Ökosystems auf. Würde man die Artendichte dieser in Massen vorkommenden wichtigen Trockenrasenpflanzen nämlich signifikant erhöhen, käme es auch zu einer entsprechenden Stickstoffanreicherung im Boden. Da sie aber nur in passenden Dichten vorkommen, weil sie stickstoffliebende Arten ohnehin

⁷ Falkeis et al. [2000] Pflegeplan 2.0 Trockenrasen Management, Naturpark Kaunergrat, p 43.



Abbildung 6: Bildquelle: Komposition S. Zahl verändert nach <https://sdgs.un.org/goals>, die 17 nachhaltigen Entwicklungsziele beschlossen von den Vereinten Nationen wurden von 192 Mitgliedsstaaten ratifiziert. Ziel 13 beinhaltet Aktionen die den Klimaschutz betreffen.

Figure 6 : Source de l'image: Composition S. Zahl modifié selon <https://sdgs.un.org/goals>

Les 17 objectifs de développement durable adoptés par les Nations Unies ont été ratifiés par 192 États membres. L'objectif 13 comprend des actions relatives à la protection du climat.

verdrängen würden, fixieren sie gerade so viel Stickstoff im Boden, um bekannte Artenvielfalt auf dem nährstoffarmen Trockenrasen hervorzubringen, sodass der Eigenbedarf an Nährstoffen gedeckt ist. An den Wurzeln der Leguminosen leben stickstofffixierende Bakterien in Symbiose mit der Pflanze. Die Anreicherung von Stickstoff verändert die Bodenbeschaffenheit und verdrängt stickstoffsensible Arten. Dies bewirkt beispielsweise auch die Robinie. Ein weiterer Neophyt der sich reduzierend auf die Artenvielfalt des Trockenrasens auswirkt. Dann bleiben nur mehr die nährstofftoleranten Arten, die auch Bewohner überdüngter Fettwiesen sind.

5. Act now! – die Diversität im eigenen Garten fördern?

Die von der UNO beschlossenen 17 nachhaltigen Entwicklungsziele haben 192 Mitgliedsstaaten ratifiziert. Ziel 13 berücksichtigt Massnahmen zum Klimaschutz (Abbildung 6). Die Biodiversität zu sichern gewährleistet die Anpassungsfähigkeit der Lebensräume an klimatische Veränderungen und stellt eine Lebensraumsicherung gegenüber Klimaextremen dar.

Daher kann auch jeder Kleinstlebensraum einen Beitrag zur Artenvielfalt leisten. Bei einer kurzen Wanderung durch die Stadt, Dorf oder Siedlung kann man schnell diese kulturell bedingten Sekundärlebensräume erkennen und bei Bedarf revitalisieren oder renaturieren. (Abbildung 7) Bahnübergänge, Garagendächer, Fensterbretter, Strassenränder oder Gehwege vor Hauseingängen können hierfür mit einer

für die jeweilige Region typischen Artenzusammensetzung versehen werden, um das Aufkommen von Neophyten zu verhindern, um für Insekten, Vögeln, Eidechsen entsprechend ihrer Habitat-Bedürfnisse einen Lebensraum zu schaffen. Parkanlagen können statt mit asiatischen Baumsorten mit heimischen Gewächsorten, die ebenso wunderbar anzuschauende Blütenstände aufweisen, bestückt werden, wie mit der Hundsrose (*Rosa canina*), Felsenbirne [*Amelanchier*] oder mit Schlehen [*Prunus spinosa*]. Diese haben den Vorteil die Bedürfnisse des gesamten Generationszyklus einiger Schmetterlingsarten vom Ei bis zur Raupe abzudecken.

Kräuterschnecken (Abbildung 8) bepflanzt mit Thymian [*Thymus sp.*], Fenchel [*Foeniculum vulgare*] oder Ringelblumen [*Calendula officinalis*], mit therapeutischer Wirkung für den Menschen, dienen als Nahrung für die Raupen des Thymianbläulings [*Phengaris arion*] oder die Schwalbenschwanzraupen [*Papilio machaon*]. Dabei handelt es sich um Pflanzenarten, die auch in einem typischen Bauerngarten vorkommen und dessen Anlage letzthin in Privatgärten stark in Mode gekommen ist. Die naturnahe Gartenpraxis ist bereits wieder an vielen Orten im Gange. Gemeinden, Bund und Länder fördern Initiativen, um dem Insektensterben Einhalt zu gebieten, und Neophyten keinen weiteren Nährboden zu liefern. Sie laden dazu ein, die Artenvielfalt wieder auf öffentlich genutzten Flächen, unseren Fensterbrettern oder in privaten Gärten einziehen

zu lassen⁸.

Bei genauerer Betrachtung der Faktenlage betrifft nämlich das Worst-Case-Szenario nicht nur das Insektensterben, sondern kann auch eine Dezimierung der menschlichen Bevölkerung herbeiführen. Lt. Chapman (2012), ein anerkannter Entomologe, würde nur mehr eine Population von wenigen 100 000 Menschen ihr Leben durch den Anbau von besonders angepassten Getreidesorten bestreiten können, wenn alle Insekten auf der Erde verschwinden würden. Der Verlust von Bienen könnte das Aussterben eines Viertels allen Lebens auf der Erde verursachen. Er spricht aber auch davon, dass Insekten nur wenig Potential dazu hätten auszusterben und ihre Stammbäume äusserst widerstandsfähig sind.⁹ Die Gruppe der Insekten ist nämlich die erfolgreichste mehrzellige Lebensform auf der Erde und existiert schon seit dem Devon (vor 400 Millionen Jahren). Somit hat dieser Stammbaum wohl schon so einige unwirtliche Zeiten erlebt. Studien aus den ehemals radioaktiv

⁸ <https://youtu.be/rCB0cUyrzNA>

⁹ Chapman, R. (2012). *The Insects: Structure and Function* (5th ed.) (S. Simpson & A. Douglas, Eds.). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CB09781139035460



Abbildung 7: Bildquelle: Christoph Stöckl
Naturnaher Garten in Tösens mit einer für die Region typischen Artenzusammensetzung entsprechend der Bodenbeschaffenheit. Seite an Seite teilen sich Blumen, Kräuter und Gemüsesorten ein Pflanzenbeet und fördern zugleich die Vielfalt an ökologischen Nischen für allerlei Kleintetier, Vögel, Wirbellose und Kerbtiere [Arthropodes].

Figure 7: Source de l'image: Christoph Stöckl
Jardin naturel à Tösens avec une composition d'espèces typique pour la région en fonction de la nature du sol. Côte à côte, des fleurs, des herbes et des légumes se partagent un parterre de plantes et favorisent en même temps la diversité des niches écologiques pour toutes sortes de petits animaux, oiseaux, invertébrés et insectes [arthropodes].

verseuchten Gebieten mit einzelnen überlebenden Insektenarten belegen ihre Resistenz und Erholungsfähigkeit gegenüber Lebensraumveränderungen.¹⁰

6. Naturnahe Gartengestaltung – womit beginnen wir?

Bevor wir mit den Pflanzungen beginnen gilt es die Umgebungsparameter zu checken. Hierzu zählt die Bodenbeschaffenheit, die Sonnenscheindauer, die Niederschlagsmenge und die Temperatur im Jahresverlauf. Diese Parameter bestimmen die Pflanzengesellschaft auf einer Fläche. Man beginnt daher mit einer Beurteilung des Bodens. Im besten Fall sollte für die Pflege der angelegten Fläche nämlich kein Extra-Düngemittel angeschafft werden müssen. Der Boden sollte im Herbst wieder zurückbekommen, was ihm im Sommer entzogen wurde, mit einer Streuschicht gehäckselter Gartenabfälle, als Schutz und zur Remineralisierung des Bodens. Im Frühjahr wird die Streuschicht beim Umstechen erneut in den Boden eingearbeitet. Hier ein Kreislaufsystem zu etablieren sollte das Ziel sein. Sind die Pflanzen ungeeignet den Boden zu festigen oder entziehen sie ihm zu viele Nährstoffe kommt es vermehrt zu Erosionen. Dies in Kombination mit Boden auswaschungen führt im schlimmsten Fall zur Wüstenbildung. Auch gut gemeinte Anpflanzungen von sogenannten Bienenweiden, wie dem Sommerflieder oder gar Goldruten, sind äusserst kontraproduktiv. Einmal eingebracht vermehren sich die Neophyten in Windeseile und bilden dominante Bestände aus und reduzieren die Artenvielfalt. Das Aufkommen von wichtigen Futterpflanzen für den Schmetterlingsnachwuchs wird somit verhindert. Denn diese sogenannten Bienenweiden verdrängen die notwendigen Pflanzen, die für die Eiablage und als Futter für die Schmetterlingsraupen wichtig sind.

7. Neophyten – Was tun?

Nicht nur absichtliche Pflanzungen lassen die sogenannten Neophyten auf unzähligen Flächen erspriessen, denn auch auf erodierten Bodenstellen oder brach liegenden Flächen kommen diese dominanten Alien-Pflanzen besonders leicht auf. Da diese oft anspruchslos sind und als Pionierpflanzen ein breites Angebot an physikalischen Parametern in ihrem Lebensraumoptimum dulden, können sie in einem Areal schnell die Vormachtstellung ergreifen. Dadurch verhindern sie meist das Aufkommen weiterer Pflanzenarten. Heimische Pionierpflanzen zu denen oft Flechten, Bodendecker und kleinwüchsige Pflanzen zählen haben oft gar keine Chance mehr neben dem drüsigen Springkraut oder der Goldrute Fuss zu fassen. Neophyten schaffen aber nicht nur landschaftliche Monokulturen, sondern können auch toxische Gifte enthalten wie der phototoxische Rie-

¹⁰ <https://www.geo.de/natur/tierwelt/77-rtkl-tschnobyl-wie-das-leben-die-todeszone-zurueckkehrte>



Abbildung 8: Bildquelle: Christoph Stöckl, Anlage einer Kräuterschnecke. Das aus Steinen gebildete Rondeau bietet Eidechsen einen geeigneten Lebensraum an. Eingepflanzter Rosmarin, Thymian und Fenchel können von Schmetterlingen als Aufzuchtshabitate genutzt werden und stellen gleichzeitig Bienenweiden dar.
Figure 8 : Source de l'image: Christoph Stöckl, Aménagement d'une haie d'herbes aromatiques. Le rondeau formé par les pierres offre un habitat approprié aux lézards. Le romarin, le thym et le fenouil plantés peuvent être utilisés comme habitats de reproduction par les papillons et constituent également des pâturages pour les abeilles.

senbärenklaus oder das leberschädigende sowie krebserregende Greiskraut¹¹. Falls zur Anlage eines naturnahen Gartens Erde herangeschafft werden muss, sollte man unbedingt auf deren Herkunft achten. Viele Erdbewegungsfirmen sind wahre Neophytenschleudern¹². Gerade im Strassenbau werden sehr viele Alien-Pflanzen eingebracht, die die regionale Artenzusammensetzungen sukzessive zerstören können. Entlang der sogenannten Inntalfurche in Tirol, die ein dichtes Strassenverkehrsnetz bestehend aus Eisenbahn, Bundesstrasse und Autobahn aufweist, wird das Artenspektrum abschnittsweise bereits von Goldrute und drüsigem Springkraut dominiert (Beobachtung der Autorin).

8. Monokulturen – na und?

Dominante Monokulturen verringern einerseits das Nahrungsangebot für Insekten und Vögel, andererseits sind sie auch krankheitsanfälliger. Die Fichtennadelwälder allen Orts können ein Lied davon singen. Hier ist es, neben der Wasserknappheit und dem Borkenkäfer, der Fichtennadelblasenrost, der den Wäldern zusetzen kann. Intakte Naturwaldreservate wie der Naturpark Kaunergrat sie aufweist, entlang der Pitzklamm, bei Arzl mit einem Erlen- und Lindenschluchtwald, am Eingang des Pitztals oder im Schutzgebiet Riegetal mit der bestandsbildenden Zirbelkiefer, sind nur mehr selten anzutreffen, wie die bestandsbildenden Fichtenmonokulturen entlang des Inntales zeigen. Aber auch hier werden dank unzähliger Initiativen bereits Mutterbauminseln angepflanzt, um klimaresistenten Nadelbaumarten, wie der Weisstanne (*Abies alba*) und der Lärche (*Larix*), aber ebenso Laubbäumen wie der

Traubeneiche (*Quercus petraea*), Birke (*Betula*), Winterlinde (*Tilia cordata*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) oder Vogelkirsche (*Prunus*) und Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) als zukünftige Artengeber, eine Ausbreitungsmöglichkeit zu geben. Dies kann als Starthilfe für die Tiroler Wälder angesehen werden, um Arten zu etablieren, die den klimatischen Veränderungen auch in Zukunft standhalten können. Diese können dann wiederum wie gehabt auch wirtschaftlich genutzt werden oder ausser Ertrag stehen, um Siedlungen, vor Wind, Lawinen oder Muren zu schützen.

9. Biodiversität fördern - was bedeutet das?

Wir lassen alles einfach wachsen und mischen uns nicht ein wäre mal ein guter Anfang, um zu schauen was die Natur daraus machen würde, wenn man sie nur liesse. Der Nationalpark Kalkalpen zeigt es bereits vor. Dort überliess man ein Areal sich selbst und der Borkenkäfer (*Latreille*) breitete sich nicht weiter aus. Die verstorbenen Fichten (*Picea sp.*) wichen und machten jungen Buchen (*Fagus sp.*), Tollkirschen (*Atropa*) und seltenen Orchideenarten (*Orchidaceae*) Platz¹³. Vor 200 Jahren läuteten wir lt. Nobelpreisträger Crutzen (2005) das Anthropozän ein¹⁴, das Zeitalter des Menschen begann ab dem sein Fussabdruck bis in die heutige Zeit hineinreichend, eine Veränderung im ökologischen Gleichgewicht, in Richtung Ungleichgewicht, bewirkte. Nun liegt es an uns die Variable Mensch wieder aus der Klimagleichung der Erde zu nehmen.

Glücklicherweise können wir im 21. Jhd. auf ein immenses Wissen zugreifen, wie wir die Dinge wieder ins Lot bringen

¹³ <https://www.bluehendesoesterreich.at/naturmagazin/fichtensterben>

¹⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=vd7utmeP1qg>
 Crutzen, Paul J. and Stoermer, Eugene F. « "The 'Anthropocene'" (2000) ». *The Future of Nature: Documents of Global Change*, edited by Libby Robin, Sverker Sörlin and Paul Warde, New Haven: Yale University Press, 2013, pp. 479-490. <https://doi.org/10.12987/9780300188479-041>

¹¹ siehe Submenü Naturschutz unter [https://www.kaunergrat.at/service/downloads-presse/ Pdf-Datei: Neophyten im Naturpark Kaunergrat](https://www.kaunergrat.at/service/downloads-presse/Pdf-Datei:Neophyten%20im%20Naturpark%20Kaunergrat)

¹² https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/naturschutz/Neophyten_Broschuere.pdf

könnten. Hier ist es altes Wissen, das derzeit neu aufgelegt wird. Wir errichten Totholzberge für Insekten, Lesesteinmauern für Eidechsen, pflanzen Büsche an, die wir von alters her kennen. Die Hundsrose, Holunderbeere und Vogelbeere dienen als natürlicher Zaun. Ebenso bieten diese Sträucher Verstecke für Vogelnester und deren Früchte dienen als Nahrungsquelle für unzählige Arten. Aus abgeschnittenen Weidenästen flechten wir Beet-Umrandungen, die neu ausgetrieben ebenfalls die Artenvielfalt begünstigen. Trinkbrunnen für Wildbienen durch erlaubte Moospolster in Tontöpfen verteilen wir im Garten. Regenwasertonnen bieten den unterschiedlichsten Mücken- oder Libellenlarven Brutstätten, die wiederum Futter zahlreicher Vogelarten darstellen. Fallobst und abgefallenes Blätterwerk finden erneut in den Ecken der Gärten ihren Platz. Die naturnahe Gartengestaltung gewährt allen Tieren vom Igel bis zum Vogel ausreichend Unterschlupfmöglichkeiten und Nahrung. Wir räumen den Garten im Herbst so auf, dass all das Getier unter Blätterhaufen und Totholzbergen einen sicheren Winter verbringen kann. Im Frühling warten wir das Erwachen ab, damit sie nicht vom ersten Frost überrascht werden, weil wir zu früh das alte Pflanzenmaterial entfernt haben. Die Mahd richten wir nach den Generationszyklen von Schmetterlingen und den im Gras brütenden Vögeln aus. Auch Rehe liegen oft im hohen Gras im Feld. Es werden nur mehr regionstypische und den klimatischen Bedingungen des Lebensraumes entsprechende Arten angepflanzt. All diese Bedürfnisse berücksichtigen wir in der naturnahen Gartenpraxis, um dem aus dem Gleichgewicht geratenen Ökosystem wieder einen Schubs in die richtige Richtung zu geben, und die menschenbedingten Ursachen weitestgehend zu reduzieren.

Den Neophyten machen wir nachhaltig den Garaus. Nachhaltig bedeutet in diesem Fall, dass wir, wenn wir damit anfangen, es unbedingt auch zu Ende führen sollten. Die Goldrute muss über drei Jahre hinweg entfernt und fachgerecht entsorgt werden. Ein ehemaliger Robinienstandort braucht sogar sieben Jahre Nachbetreuung, damit er robinienfrei bleibt. Nachbetreut werden müssen Standorte mit dominanten alles verdrängende Arten wie Robinie, Götterbaum, Goldrute, Sommerflieder, Rudbeckie und einjähriges Berufkraut um nur einige klassische Gartenarten zu nennen¹⁵. Es gibt aber auch Alienpflanzen die sich einfügen in die bestehenden Pflanzengesellschaften und kooperieren, denen gewähren wir auch Unterkunft in der naturnahen Gartengestaltung. Wissend, mit Verweis auf die Geobotanik, dass sich Pflanzen schon immer über den Globus, je nach Mobilitätsangebot, verteilt haben. Durch die Zunahme der Mobilität der Menschen und den weltweiten

¹⁵ <https://www.kaunergrat.at/service/downloads-presse/download.pdf>: «Neophyten im Naturpark Kaunergrat» unter der Rubrik «Naturschutz»

Waren- sowie Lebensmittelhandel konnten sich unzählige Tier- und Pflanzenarten inzwischen in Windeseile rund um den Globus ausbreiten. Finden diese Arten Lebensräume entsprechend ihrer Bedürfnisse vor, sind sie gekommen um zu bleiben. Durch das Fehlen ihrer natürlichen Feinde nehmen sie meist überhand in einem neu besiedelten Areal und reduzieren so die Artenvielfalt.

10. Checkliste zur Etablierung von Biodiversitätsrefugien

- Bereitstellung und Vorbereitung einer ausgewählten Fläche [Bodenaufbereitung]
- Berücksichtigung von Düngemiteleinträgen bei Regen [Oberflächen-Abfluss] aus den umgebenden Flächen bei der Flächenwahl
- Regionstypische Artenzusammensetzungen durch das Kopieren von naturbelassenen nahegelegenen Flächen mit einem eBeetle [Mini-Mährescher zum Abernten von Samen]¹⁶
- Bei Bedarf natürliche Sicherstellung der Deckung des Feuchtigkeits- und Nährstoffbedarfs der Pflanzen
- Pflege der Fläche [Neophytenkontrolle]

Durch Anlage einer für die Region typischen Pflanzengesellschaft stellt sich wie von selbst die entsprechende Insektenvielfalt wieder ein. Die Tiere haben die Fähigkeit, innerhalb von kürzester Zeit wieder aus den umliegenden Habitaten zu migrieren. Insekten dienen als Bestäuber und Zersetzer organischen Materials. Die Artenzahlen von Pflanzenschädlingen regulieren sich meist zwischenartlich durch das Wiederaufstehen von natürlich gewachsenen Räuber-Beute Beziehungen. Bodenbrütende Vögel, junges Rotwild im Gras ist bei der Mahd, bitte zu berücksichtigen, ebenso wie die Generationszyklen der Schmetterlinge [Eiablage, Raupenstadium].

11. Biodiversität als Rettungsanker zur Klimakrise

Voll im Trend liegen derzeit Biodiversitätsprojekte im Rahmen von Klimaanpassungsmassnahmen. Denn aus der Ökosystemforschung weiss man je höher die Diversität ist, sprich die Artenzahlen, desto weniger störungsanfällig ist ein System. Angefangen bei den Wurzelsystemen von Pflanzen, die den Boden feucht halten und einer Boden-erosion entgegenwirken, bieten die oberirdischen Pflanzen den für die Nahrungsmittelproduktion wichtigen Bestäuber-Insekten eine Heimat. Der Naturpark Kaunergrat beteiligt sich daher an Projekten zur Biodiversitätsförderung, einerseits, weil ursprüngliche Lebensräume per se wertvoll sind, andererseits weil wir als Schutzgebietsbetreuer*innen

¹⁶ <https://land-belebt.bayern/neuigkeiten/samenernte-mit-ebeetle>

die Verantwortung haben diese zu pflegen und wirksame Massnahmen zur Erhaltung sowie Verbesserung der Artenvielfalt zu setzen.

Das Projektfeld Klar!, gesponsert vom Klima und Energiefonds des Umweltbundesamtes (AT), sensibilisiert beispielsweise nicht nur die Bevölkerung, sondern trägt aktiv zur Biodiversität bei. Im Rahmen des Projektes werden alte und möglichst unterschiedliche Obstsorten angepflanzt, um gegenüber klimatischen Veränderungen, resistente Arten zu erhalten. Ebenfalls im Zuge des Projektes werden Mutterbauminseln angepflanzt, die unserem Wald helfen Klima!Fit zu sein. Die Artenauswahl beschränkt sich dabei auf Sorten, die auch zukünftigen Klimaextremen standhalten können. Hierbei verlagert sich der Schwerpunkt bei der Artenauswahl auf Pionierbäume wie sie bereits weiter oben im Text erwähnt wurden. Zusätzlich sind Trinkwasserbrunnen und Trinkwasser-Reservoir-Tanks vorgesehen, um die Wasserversorgung für besonders trockene Areale auch in Zukunft sicher zu stellen.¹⁷

Die Initiative CLAR! (clean alpine region), gesponsert von der Europäischen Union, um die regionale Entwicklung zu fördern, befasst sich hingegen konkret mit der Umsetzung von Massnahmen im Bereich des nachhaltigen Tourismus. Hier werden Tourismusbetriebe dazu angehalten auf erneuerbare Energien zu setzen. Ein E-Shuttle transportiert die Gäste durch die Region, um die Angebote des Naturparks möglichst emissionsfrei nutzen zu können. Die Durchführung von Green Events werden ebenfalls forciert¹⁸. Biodiversitätsprojekte sollen das Artensterben aufhalten und das Ökosystem stabilisieren. Dabei verhindern Insekten das Überhandnehmen von Pflanzenschädlingen durch ein zwischenartliches ausbalanciertes Räuber-Beuteverhältnis und nehmen als Bestäuber (Bienen, Wildbienen, Fliegenartige) sowie als Zersetzer eine für den Menschen wichtige Rolle ein.

Die Bündelung aller in einer Region stattfindenden Projekte wäre hierbei sinnvoll. Denn wenn alle an einem Strang ziehen, in eine Richtung gehen – statt in alle Richtungen auseinander zu stoben, um jedes Mal das Rad neu zu erfinden – könnte man insgesamt, durch Arbeitsteilung, wesentlich mehr in der Umsetzung erreichen. Stattdessen visiert man oft vorschnell das Schillerlicht der Medien an, um das Sponsoring für den eigenen Bereich zu erhöhen. Da alle Projekte jedoch das gleiche Ziel anstreben ist es nur logisch diese Projekte auch aufeinander abzustimmen. Der Naturpark Kaunergrat fungiert hier gerne als Drehscheibe des Netzwerkes Kaunergrat, um alle Projekte in der Region

aufeinander abzustimmen, damit bereits umgesetztes Wissen für alle von Nutzen ist und neu Hinzugekommenes für alle Partner gleichermassen ein Gewinn ist. Die Biodiversität zu schützen und zu fördern ist eines dieser Ziele, die wir durch Bündelung unserer aller Energien besser erreichen können. Jeder von uns kann nämlich am grossen Ganzen teilnehmen, sogar nur mit einem Blumentopf am Fensterbrett, wenn man bedenkt, dass eine einzige Mohnblüte am Ende ihres Lebens wiederum hunderte Samen verstreuen kann.

Kontaktadresse:

Dr. Sigrid Zobl
Naturpark Kaunergrat,
Gachenblick 100, 6521 Fliess
sigrid.zobl@kaunergrat.at



Begrünungen Hunn
Mit der Natur als Partner

Begrünungen
Samenmatten
Sedummatten

Erosionsschutz und Böschungsbegrünung

Begrünungen Hunn AG
Pilatusstrasse 14, 5630 Muri
www.begruenungen-hunn.ch

17 <https://klar-anpassungsregionen.at/regionen/klar-kaunergrat>
18 https://www.efre.gv.at/fileadmin/user_upload/bildmaterial/Projekt_des_Monats/Tirol/Projekt-des-Monats_2_TV8-Tirol_12.10_final.pdf

Blühstreifen – bunte Lebens- adern in der Landschaft

Annika Sezi

Zusammenfassung

Im FFH-Gebiet Schmuttertäl untersttützen Landwirt*innen durch das Belassen von ungemähten Randstreifen an Wiesen die Artenvielfalt. Insbesondere zwei bedrohte Falterarten, der Dunkle und der Helle Wiesenknopf-Ameisenbläuling, profitieren von diesen Trittsteinbiotopen im Rahmen des «Biodiversitätsprojektes Schmuttertäl». Als Projekträger koordiniert der Naturpark Augsburg – Westliche Wälder e.V. die Massnahmen und vergütet den entstehenden Mehraufwand mit eigenen und staatlichen Mitteln.

Keywords

FFH-Gebiet, Naturpark Augsburg – Westliche Wälder, Gebietsbetreuung, Biodiversität, Wiesenknopf-Ameisenbläuling, Trittsteinbiotop

Les bandes fleuries – des artères de vie colorées dans le paysage

Résumé

Dans la zone FFH Schmuttertäl, les agriculteurs*trices soutiennent la biodiversité en laissant des bandes non fauchées en bordure des prairies. Deux espèces de papillons menacées, l'azuré des paluds et l'azuré de la sanguisorbe profitent notamment de ces biotopes-relais dans le cadre du « Projet biodiversité Schmuttertäl ». En tant que promoteur du projet, le parc naturel d'Augsbourg – Forêts occidentales coordonne les mesures et rémunère le travail supplémentaire qui en résulte avec ses propres fonds et des fonds publics.

Mots-clés

Zone FFH, parc naturel d'Augsbourg – Forêts occidentales, gestion du territoire, biodiversité, azuré des paluds, biotope-relais.

Strisce fiorite – le arterie colorate della vita nel paesaggio

Riassunto

Nell'area FFH Schmuttertäl (habitat per la fauna e la flora, n.d.t), gli agricoltori sostengono la biodiversità evitando di falciare strisce ai margini dei campi. In particolare, due specie di farfalle in via di estinzione [Maculinea teleius e M. nausithous] beneficiano di questi biotopi puntuali nell'ambito del "Schmuttertäl Biodiversity Project". Come

**Gebietsbetreuung
in Bayern**

Naturschutz.

Für Dich. Vor Ort.



promotore del progetto, il parco naturale Augsburg – Westliche Wälder e.V. coordina le misure e compensa le spese aggiuntive risultanti con fondi propri e statali.

Parole chiave

Area FFH, Parco naturale Augsburg – Westliche Wälder, Sviluppo territoriale, Biodiversità, Farfalla Maculinea, Biotopo hotspot

«Leben allein genügt nicht, sagte der Schmetterling. Sonnenschein, Freiheit und eine kleine Blume muss man auch haben.»

- Hans Christian Andersen

Im Schmuttertal, im Südwesten Augsburgs, kann sich der kleine Schmetterling bereits über all diese Dinge freuen. Um das Fortbestehen der kleinen und auch grösseren Blumen kümmert sich der Naturpark Augsburg – Westliche Wälder e.V.

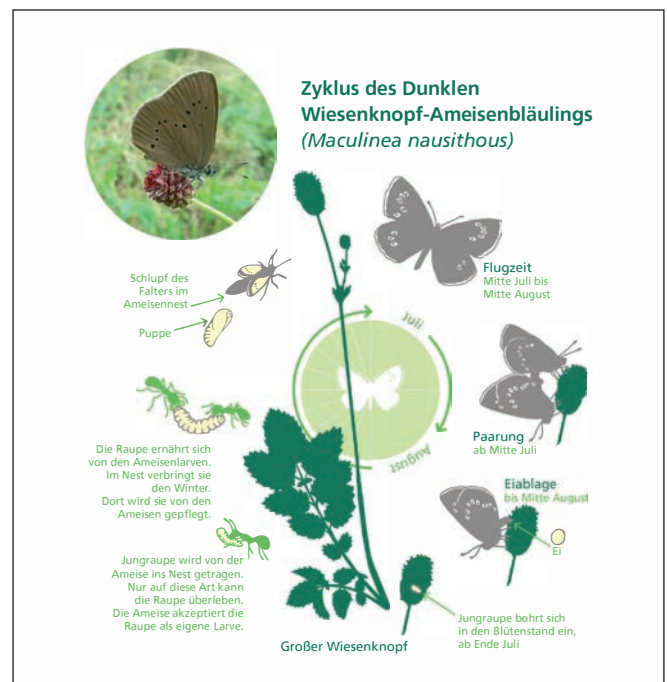


Abbildung 1: Lebenszyklus des Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulings
Figure 1 : Cycle de vie de l'azuré des paluds.

Naturpark Augsburg – Westliche Wälder:

Mit seinen 120.000 ha Fläche ist der Naturpark Augsburg – Westliche Wälder einer von 19 Naturparks in Bayern. Er pflegt artenreiche Wiesen, bietet abwechslungsreiche Erholungs- und Bildungsangebote an und steht bei Fragen rund um die Natur mit Rat und Tat zur Seite.



**Naturpark
Augsburg
Westliche
Wälder e.V.**

«Der Schmetterling» – im Schmuttertal ist damit meist ein kleiner, unscheinbarer, leicht blau gefärbter Falter gemeint –genauer gesagt dreht es sich um zwei Schwesterarten: Der Helle und der Dunkle Wiesenknopf-Ameisenbläuling. Doch so unscheinbar er auch aussehen mag, im Schmuttertal steht er für artenreiche Wiesen und eine vielfältige Landschaft.

Grünland – das ist es, was die regelmässig überfluteten Flächen des Schmuttertals prägen. Extensive Nutzung mit wenigen Schnitten ohne Düngung geht hier leider immer mehr zurück. Um dennoch blühende Ecken zu ermöglichen können hier, ähnlich wie beim Acker, lebendige Randstrei-

FFH-Gebiete Schmuttertal:

Die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie hat zum Ziel, wildlebende Arten, deren Lebensräume und die europaweite Vernetzung [dieser Lebensräume] zu sichern und zu schützen.

Die geschützten Arten und Lebensraumtypen sind auf verschiedenen Anhängen der FFH-Richtlinie gelistet. Das FFH-Gebiet Schmuttertal ist insbesondere durch folgende Lebensräume und Arten gekennzeichnet:

Der im Schmuttertal am stärksten vertretene, nach Anhang der FFH-Richtlinie geschützte Lebensraum:

- Magere Flachland-Mähwiesen

Nach Anhang II geschützte Arten:

- Dunkler und Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling [*Maculinea nausithous* und *M. teleius*]
- Donau-Neunauge [*Eudontomyzon vladkyovi*]
- Grüne Keiljungfer [*Ophiogomphus cecilia*]
- Biber [*Castor fiber*]

Regierung von Schwaben





Abbildung 2: Saumstreifen im Schmuttertal bei Diedorf. Randlich sichtbar sind weitere Saumstreifen. Sie können daher als Trittsteinbiotope von den Arten genutzt werden
Figure 2 : Lisières dans le Schmuttertal près de Diedorf. D'autres lisières sont visibles en périphérie. Elles peuvent donc être utilisées par les espèces comme biotopes-relais.



Abbildung 3: Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling nutzt Blutweiderich am Saumstreifen zur Nahrungsaufnahme
Figure 3 : L'azuré de la sanguisorbe utilise la salicaire de la lisière pour se nourrir.

fen den freiwillig mitwirkenden Landwirten vergütet werden. Vielerorts im FFH-Gebiet Schmuttertal, das sich zwischen der A8 im Norden und dem südlichen Fischach erstreckt, ziehen sich die kunterbunten Streifen bereits wie Adern durch die Landschaft. Von ihnen profitieren neben den Ameisenbläulingen noch viele weitere Tier- und Pflanzenarten.

Die Saumstreifen dienen ausserdem als Trittsteinbiotope. Als eher lineare Strukturen verbinden sie grossflächigere Schutzflächen. Das ist vor allem für Arten wie den Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläuling von Bedeutung, die zwar die schmalen Streifen als Futterstation nutzen können, für die Entwicklung aber eine grössere Fläche benötigen. Generell können mit diesen Strukturen Schmetterlinge,

Heuschrecken, aber auch bunt blühende Pflanzen bei ausreichenden Streifen das ganze Schmuttertal erreichen.

Die Mahdzeit der Streifen ist dabei an die Entwicklung der Ameisenbläulinge angepasst. Wird der Streifen im Frühjahr nach dem 15.06. gemäht, kommt die Futter und Eiablagepflanze, der Grosse Wiesenknopf, nicht mehr rechtzeitig zur Blüte, um die Eier des Falters in Empfang zu nehmen. Mäht man den Streifen im Herbst zu früh, werden die sich in der Pflanze befindlichen Raupen getötet. Bleiben die Streifen dauerhaft bestehen, verbuschen sie und der Grosse Wiesenknopf, sowie die meisten anderen Blütenpflanzen, verschwindet.

Die ein bis zwei Meter breiten, blühenden Ränder bleiben daher vom Frühjahr bis zum Herbst ungemäht. Das Mähgut wird im Anschluss abgefahren, um eine Nährstoffanreicherung und eine Verfilzung des Bodens zu vermeiden. Der Streifen wird häufig nach der letzten Mahd separat abgemäht. Die Pflanzen haben zu dem Zeitpunkt häufig schon ihre Energie in Samen oder wieder in den Boden zur Überwinterung weitergeleitet. Das gemähte Material kann deshalb nur bedingt oder gar nicht mehr als Futter verwendet werden. Der zusätzliche Aufwand für Mahd, Abfuhr und Verwertung des Saumstreifenmaterials wird vom Naturparkverein vergütet. Die Streifen sind Teil des «Biodiversitätsprojektes Schmuttertal» und werden über eine Förderung von der Regierung von Schwaben mitfinanziert und fachlich unterstützt.

Saumstreifen-Projekt

das Wichtigste in Kürze:

- Landwirte können freiwillig und jährlich an dem Projekt teilnehmen
- Vereinbarung wird ein 1 – 2 Meter breiter Saumstreifen am Wiesen-, bzw. Grabenrand
- Mahd vor dem 15.06. bzw. nach dem 01.09.
- Vergütung 2022 [netto]:
 - 0,20 € pro lfm, nur Herbstmahd
 - 0,15 € pro lfm, Frühjahrs- und Herbstmahd
 - Ausserdem eine Grundvergütung von 67,00 €

Träger des «Biodiversitätsprojektes Schmuttertal» ist der Naturpark Augsburg - Westliche Wälder e.V. in Zusammenarbeit mit den Mitgliedsgemeinden Neusäss, Diedorf, Gessertshausen und Fischach. Unterstützt durch den Landkreis Augsburg. Ansprechpartnerin und Koordinatorin ist die Gebietsbetreuerin Annika Sezi. Die Gebietsbetreuung wird durch den Bayerischen Naturschutzfonds gefördert.

Kontaktadresse

Annika Sezi
 Gebietsbetreuerin Naturpark
 Augsburg – Westliche Wälder
 Hauptstrasse 18
 86850 Fischach
 Tel.: 0151/50793452
 sezi@naturpark-augsburg.de

Bayerischer Naturschutzfonds
 Stiftung des Öffentlichen Rechts



STOMOH



Erosionsschutzvlies
 Natürlicher Schutz aus Schweizer Holz.

Tapis anti-érosion
 Protection naturelle de bois suisse.

Stuoie contro l'erosione
 Protezione naturale da legno svizzero.
















produziert von | produit par | prodotto da:
 Lindner Suisse GmbH | CH-9630 Wattwil
 holzwolle@lindner.ch | www.lindner.ch

Inseln der Artenvielfalt Naturnahe Aus- sengestaltung unserer Natur- parkhäuser

Anton Heufelder
Hermann Sonntag

Zusammenfassung

Der Naturpark Karwendel hat sich zum Ziel gesetzt, dass sämtliche Besucherzentren des Naturparks auf den ersten Blick als «Inseln der Artenvielfalt» zu erkennen sind. Der Naturpark nimmt damit seine Vorbildfunktion im Bereich der Aussengestaltung in der Region wahr. Der Artikel beschäftigt sich mit bereits umgesetzten und noch in Planung befindlichen Blühwiesen-Projekten im grössten Naturpark Österreichs.

Keywords

Blühflächen, Aussengestaltung, Artenvielfalt, Naturpark

Des îlots de biodiversité Aménagement extérieur proche de la nature de nos maisons de parc naturel

Résumé

Le parc naturel du Karwendel s'est fixé pour objectif que tous les centres d'accueil du parc naturel soient reconnaissables au premier coup d'œil comme des « îlots de biodiversité ». Le parc naturel assume ainsi son rôle de modèle dans le domaine de l'aménagement extérieur dans la région. L'article traite des projets de prairies fleuries déjà réalisés et de ceux qui sont encore en cours de planification dans le plus grand parc naturel d'Autriche.

Mots-clés

Surfaces fleuries, aménagement extérieur, biodiversité, parc naturel.

Isole di diversità delle specie Design esterno prossimo al naturale per i nostri centri visitatori

Riassunto

Der Naturpark Karwendel hat sich zum Ziel gesetzt, dass sämtliche Besucherzentren des Naturparks auf den ersten Blick als „Inseln der Artenvielfalt“ zu erkennen sind. Der Naturpark nimmt damit seine Vorbildfunktion im Bereich der Aussengestaltung in der Region wahr. Der Artikel beschäftigt sich mit bereits umgesetzten und noch in Planung befindlichen Blühwiesen-Projekten im grössten Naturpark Österreichs.



Abbildung 1: Bunt es Blütenmeer vor dem Museum Holzerhütte in Scharnitz/Tirol [Foto: Magdalena Haidegger]
Figure 1 : Une mer de fleurs colorées devant le musée Holzerhütte à Scharnitz / Tyrol [photo : Magdalena Haidegger].

ale Karwendel si è posto l'obiettivo che tutti i centri visitatori del parco siano riconoscibili a prima vista come "isole di biodiversità". In questo modo, il parco naturale assume il suo ruolo di esempio nell'area del design esterno della regione. L'articolo tratta dei progetti di prato fiorito che sono già stati realizzati e di quelli che sono ancora in fase di progettazione nel più grande parco naturale dell'Austria.

Parole chiave

Prato fiorito, design esterno, diversità delle specie, parco naturale

Aufgrund seiner aussergewöhnlichen Topographie beherbergt das Natura 2000-Gebiet Karwendel auf einer Fläche von 727 km² mehr als 1300 Pflanzenarten und 3300 Tierarten.

Die Besucherzentren im Naturpark Karwendel (und auch in den anderen Tiroler Naturparks) sind oft regionale architektonische Augenweiden. Ihre volle Funktion können sie

allerdings nur erfüllen, wenn auch die Aussengestaltung einen wesentlichen Beitrag zum Gesamtkonzept leistet. Bei der Umsetzung sollte die Gestaltung möglichst naturnah erfolgen. Dabei sind folgende Grundsätze für uns wichtig:

- Insgesamt bedeutet dies, dass die Fläche durch eine grösstmögliche Vielfalt an Strukturen/Elementen (Wiese, Saum, Teich, Totholz, Steinhaufen etc.) und Pflanzenarten gestaltet werden soll.
- Bautechnisch dürfen freilich keine Umweltgifte oder belastete Baustoffe zum Einsatz kommen, sämtliche Baumaterialien wie Schüttgüter und ggf. Mauersteine sind überdies regional zu beziehen.
- Bei den verwendeten Pflanzen handelt es sich um die heimische Wildform, im Falle der Gehölze nach Möglichkeit auch um autochthone aus der Region. Die Pflanzen

müssen mindestens in Mitteleuropa heimisch sein, sollen darüber hinaus aber auch im Naturpark Karwendel und angrenzenden Gebieten vorkommen.

1. Vorbild die Länd in Scharnitz

Die Aussengestaltung der Länd in Scharnitz ist für uns ein gern gezeigtes Vorbild einer sehr gelungenen Umsetzung. Dort ist es gemeinsam mit vielen regionalen Akteuren gelungen, eine naturnahe Gestaltung zu realisieren, die nicht nur die Verweildauer der BesucherInnen erhöht, sondern auch zahlreichen Tier- und Pflanzenarten eine kleine Heimat bietet.

Davon abgeleitet sind uns folgende Grundsätze wichtig:

- Gemeinsame Planung mit den jeweiligen regionalen Akteuren
- Gemeinsame Umsetzung auch unter Einbindung der Naturpark-MitarbeiterInnen
- Artenvielfalt steht im Mittelpunkt

Unser langfristiges Ziel ist es, dass sämtliche Besucherzentren des Naturparks Karwendel auf den ersten Blick als «Inseln der Artenvielfalt» zu erkennen sind. Der Naturpark nimmt damit seine Vorbildfunktion im Bereich der Aussengestaltung in den Region war.

2. Beispielhafter Überblick zum Umsetzungsstand bei den Besucherzentren

Unsere Besucherzentren haben unterschiedliche Ausgangspositionen. Während die Länd in Scharnitz als Vorbild weit über die Naturparkgrenzen hinweg dient, so ist die Fläche vor dem Naturparkbüro in Hall noch «sehr bescheiden». Das Naturparkhaus in Hinterriss nimmt dabei eine Zwischenstellung ein. Ein kleinerer Teil ist dort bereits naturnah gestaltet.

Das Naturpark-Infozentrum Scharnitz ist als westliches Tor zum Karwendel ein Highlight für alle BesucherInnen der Region. Zusammen mit dem Museum Holzerhütte, dem



Abbildung 2: Beim Museum Holzerhütte in Scharnitz/Tirol wurden verschiedenste Blühflächen angelegt [Foto: Magdalena Haidegger].

Figure 2 : Des surfaces fleuries très diverses ont été aménagées près du musée Holzerhütte à Scharnitz / Tyrol [photo : Magdalena Haidegger].

Scharnitzer Länd



Abbildung 3: Blühstreifen zur Abgrenzung zum Parkplatz vor dem Naturpark-Infozentrum Scharnitz [Foto: Anton Heufelder].
Figure 3 : Bande fleurie pour délimiter le parking devant le centre d'information du parc naturel de Scharnitz [photo : Anton Heufelder].

Natur-Erlebnis-Spielplatz Scharnitz wurde das naturnahe Aussengelände zwischen 2017 und 2019 im Rahmen eines Interreg-Projektes errichtet.

Der Natur-Erlebnis-Spielplatz Scharnitz wurde als Mitmach-Baustelle realisiert. So halfen die Volksschüler*innen beim Pflanzen setzen und beim Teichbau, ihre Eltern unterstützten massgeblich den Holzbau für die Spielgeräte, während die Freiwilligen vom Team Karwendel Trockenmauern bauten.

Die Arbeit hat sich gelohnt, wie wir nicht ohne Stolz behaupten! Durch die Verwendung heimischer Wildpflanzen ist dabei nicht nur ein bunt blühendes Spielareal entstanden, sondern ein artenreiches noch dazu: der Grossteil unserer Insektenarten hat sich auf bestimmte Wildpflanzen

spezialisiert und kommt nur dort vor, wo diese wachsen. Auf dem Natur-Erlebnis-Spielplatz sind das weit über 200 verschiedene Pflanzenarten! Kein Wunder also, dass sich auch seltene Schmetterlinge, Bienen, Hummeln und Co. hier wohlfühlen.

<https://www.karwendel.org/natur-erlebnis-spielplatz-scharnitz/>

3. Naturparkhaus Hinterriss

Die Gestaltung des Aussengeländes ist über die Jahre und mit viel persönlichem Engagement der Naturpark-MitarbeiterInnen gewachsen. So wurden 2020 im kleinen Massstab unter Anleitung eines Fachbetriebes für naturnahe Grünplanung bereits zwei kleinere Massnahmen umgesetzt. Nun soll eine 2 000 m² grosse, angrenzende Fläche



Abb. 4: Planungsübersicht der neuen Aussengestaltung des Naturparkhauses in Hinterriss/Tirol [Planungsbüro Naturgrün, Franz Straubinger].
 Figure 4 : Aperçu de la planification du nouvel aménagement extérieur de la maison du parc naturel à Hinterriss / Tyrol [Planungsbüro Naturgrün, Franz Straubinger].

gemeinsam mit der Bevölkerung von Hinterriss gestaltet werden. Geplant sind, neben der Anlage einer Blühwiese und eines Blühsaums, ein Teich mit Sitzmöglichkeiten [Holzstämmen, Steinmauern], ein Reptilienhügel, Vogel-schutz-Gehölze sowie Totholz-Elemente.

4. Bastion in Hall/Sitz des Naturpark-Managements

Hier wurde 2019 ohne grosses Zutun des Naturparks bereits eine kleine Fläche von der Landesumweltanwaltschaft gestaltet. Der Bereich soll nun deutlich, gemeinsam mit der Stadtgärtnerei Hall, erweitert werden. Dabei wird einfach das bestehende, erfolgreiche Konzept auf die weiteren Flächen übertragen. Die Arbeiten vor Ort setzen die Naturpark-MitarbeiterInnen mit der Stadtgärtnerei um.

5. Scharnitzer Mischung

Da die bunte Vielfalt an heimischen Kräutern nicht nur zahlreiche Insekten und Vögel anlockte, sondern auch von den BesucherInnen des Naturpark-Infozentrums und der



Abb. 5: Blühwiese vor der Bastion in Hall/Tirol, Sitz des Naturparkmanagements [Foto: Hermann Sonntag].
 Figure 5 : Prairie fleurie devant le Bastion à Hall / Tyrol, siège du bureau de gestion du parc naturel [photo : Hermann Sonntag].

Holzerhütte sehr geschätzt und nachgefragt wird, hat der Naturpark die «Scharnitzer Mischung» aufgelegt, um zukünftig ein Stück Länd mit nach Hause nehmen zu können. Die Samenmischung wird für zwei verschiedene Bodentypen (Blumenwiese, Magerwiese) angeboten und beinhaltet 68 bzw. 77 unterschiedliche Arten. Die Scharnitzer Mischung kann über naturgruen.net bezogen werden.

Arten BLUMENWIESE	
Artenzusammensetzung „Scharnitzer Mischung“ - BLUMENWIESE	
Kräuter	
Achillea millefolium	Gewöhnliche Schafgarbe
Agrimonia eupatoria	Gemeiner Odermennig
Betonica officinalis	Heil-Ziest
Campanula patula	Wiesen-Glockenblume
Campanula rotundifolia	Rundblättrige Glockenblume
Carum carvi	Echter Kümmel
Centaurea cyanus	Kornblume
Centaurea jacea	Wiesen-Flockenblume
Centaurea nigra	Schwarze Flockenblume
Centaurea scabiosa	Skabiosen-Flockenblume
Crepis biennis	Wiesen-Pippau
Daucus carota	Wilde Möhre
Filipendula vulgaris	Kleines Mädesüß
Galium album	Weißes Labkraut
Galium mollugo	Wiesen-Labkraut
Galium verum	Echtes Labkraut
Hypochaeris radicata	Gewöhnliches Ferkelkraut
Knautia arvensis	Wiesen-Witwenblume
Lathyrus pratensis	Wiesen-Platterbse
Leontodon hispidus	Steifhaariger Löwenzahn
Leucanthemum ircutianum/vulgare	Wiesen-Margerite
Lotus corniculatus	Horn-Klee
Lychnis flos-cuculi	Kuckucks-Lichtnelke
Malva alcea	Rosen-Malve
Medicago lupulina	Hopfenklee
Origanum vulgare	Gewöhnlicher Dost
Papaver rhoeas	Klatsch-Mohn
Pimpinella major	Große Bibernelle
Plantago lanceolata	Spitz-Wegerich
Plantago media	Mittlerer Wegerich
Primula veris	Wiesen-Schlüsselblume
Prunella grandiflora	Großblütige Braunelle
Prunella vulgaris	Kleine Braunelle
Ranunculus acris	Scharfer Hahnenfuß
Ranunculus bulbosus	Knolliger Hahnenfuß
Rhinanthus alectorolophus	Zottiger Klappertopf
Rhinanthus minor	Kleiner Klappertopf
Rumex acetosa	Sauer-Ampfer
Salvia pratensis	Wiesen-Salbei
Sanguisorba minor	Kleiner Wiesenknopf
Sanguisorba officinalis	Großer Wiesenknopf
Scorzoneroideis autumnalis	Herbst-Löwenzahn
Silene dioica	Rote Lichtnelke
Silene vulgaris	Taubenkropf-Leimkraut
Tragopogon pratensis	Wiesenbocksbart
Vicia cracca	Vogel-Wicke

Gräser	
Agrostis capillaris	Rotes Straußgras
Alopecurus pratensis	Wiesen-Fuchsschwanz
Anthoxanthum odoratum	Gewöhnliches Ruchgras
Arrhenatherum elatius	Gewöhnlicher Glatthafer

Arten BLUMENWIESE	
Briza media	Gewöhnliches Zittergras
Bromus erectus	Aufrechte Trespe
Bromus hordeaceus	Weiche Trespe
Cynosurus cristatus	Wiesen-Kammgras
Festuca guestfalica (ovina)	Schaf-Schwingel
Festuca pratensis	Wiesen-Schwingel
Festuca rubra	Rot-Schwingel
Helictotrichon pubescens	Flaumiger Wiesenhafer
Poa angustifolia	Schmalblatt-Rispengras
Poa pratensis	Wiesen-Rispengras
Trisetum flavescens	Wiesen-Goldhafer

Abbildung 6: Artenzusammensetzung «Scharnitzer Mischung» - Blumenwiese.
 Figure 6 : Composition des espèces du « Mélange de Scharnitz » - prairie fleurie.

Arten MAGERWIESE	
Artenzusammensetzung „Scharnitzer Mischung“ - MAGERWIESE	
Kräuter	
Achillea millefolium	Gewöhnliche Schafgarbe
Agrimonia eupatoria	Gemeiner Odermennig
Allium lusitanicum	Berg-Lauch
Anthericum ramosum	Ästige Graslilie
Antirrhinum majus	Großes Löwenmaul
Anthyllis vulneraria	Wund-Klee
Asperula cynanchica	Hügel-Meier
Asperula tinctoria	Färber-Meier
Betonica officinalis	Heil-Ziest
Bupthalmum salicifolium	Weidenblättriges Ochsenauge
Campanula rotundifolia	Rundblättrige Glockenblume
Campanula glomerata	Knäuel-Glockenblume
Centaurea cyanus	Kornblume
Centaurea jacea	Wiesen-Flockenblume
Centaurea nigra	Schwarze Flockenblume
Centaurea pannonica	Schmalblättrige Flockenblume
Centaurea scabiosa	Skabiosen-Flockenblume
Clinopodium vulgare	Wirbeldost
Daucus carota	Wilde Möhre
Dianthus carthusianorum	Karthäuser-Nelke
Echium plantagineum	Wegerichblättriger Natternkopf
Echium vulgare	Gewöhnlicher Natternkopf
Filipendula vulgaris	Kleines Mädesüß
Galium album	Weißes Labkraut
Galium verum	Echtes Labkraut
Gentiana cruciata	Kreuz-Enzian
Helianthemum nummularium	Gewöhnliches Sonnenröschen
Hieracium pilosella	Kleines Habichtskraut
Hippocrepis composita	Hufeisen-Klee
Hypericum perforatum	Echtes Johanniskraut
Hypochaeris radicata	Gewöhnliches Ferkelkraut
Knautia arvensis	Wiesen-Witwenblume
Leontodon hispidus	Steifhaariger Löwenzahn
Leucanthemum ircutianum/vulgare	Wiesen-Margerite
Linaria vulgaris	Gewöhnliches Leinkraut
Linum austriacum	Österreichischer Lein
Lotus corniculatus	Horn-Klee
Malva moschata	Moschus-Malve
Medicago lupulina	Hopfenklee
Origanum vulgare	Gewöhnlicher Dost

Papaver rhoeas	Klatsch-Mohn
Pastinaca sativa	Echter Pastinak
Pimpinella saxifraga	Kleine Bibernelle
Plantago lanceolata	Spitz-Wegerich
Plantago media	Mittlerer Wegerich
Potentilla argentea	Silber-Fingerkraut
Primula veris	Wiesen-Schlüsselblume
Prunella grandiflora	Großblütige Braunelle
Prunella vulgaris	Kleine Braunelle
Ranunculus bulbosus	Knolliger Hahnenfuß
Reseda lutea	Gelbe Resede
Reseda luteola	Färber-Resede
Arten MAGERWIESE	
Rhinanthus alectorolophus	Zottiger Klappertopf
Rhinanthus minor	Kleiner Klappertopf
Salvia pratensis	Wiesen-Salbei
Sanguisorba minor	Kleiner Wiesenknopf
Saponaria officinalis	Gewöhnliches Seifenkraut
Scabiosa columbaria	Tauben-Skabiose
Sedum acre	Scharfer Mauerpfeffer
Silene armeria	Nelken-Leimkraut
Silene latifolia ssp. alba	Weißer Lichtnelke
Silene nutans	Nickendes Leimkraut
Silene vulgaris	Taubenkropf-Leimkraut
Thymus praecox	Frühblühender Thymian
Thymus pulegioides	Feld-Thymian
Tragopogon pratensis	Wiesenbocksbart
Trifolium campestre	Feld-Klee
Verbascum nigrum	Schwarze Königskerze
Veronica teucrium	Großer Ehrenpreis
Gräser	
Agrostis capillaris	Rotes Straußgras
Anthoxanthum odoratum	Gewöhnliches Ruchgras
Briza media	Gewöhnliches Zittergras
Bromus erectus	Aufrechte Treppe
Carex flacca	Blaugrüne Segge
Festuca guestfalica (ovina)	Schaf-Schwingel
Festuca rubra	Rot-Schwingel
Helictotrichon pratense	Echter Wiesenhafer
Koeleria pyramidata	Pyramiden-Schillergras
Luzula campestris	Feld-Hainsimse
Poa angustifolia	Schmalblatt-Rispengras

6. Erfolgskontrolle

Natürlich sollen sich die nicht nur körperlichen Mühen auch auszahlen und die Blühflächen auch nicht als «Eintagsfliegen» enden. Somit ist eine Erfolgskontrolle hinsichtlich aufkommender Pflanzenarten auch im Sinne des Naturparks. In Scharnitz übernehmen dies ab dem heurigen Jahr die SchülerInnen der Volksschule Scharnitz, die im Rahmen eines Bildungsprojekts der Tiroler Naturparke ein sog. phänologisches Tagebuch führen. An mehreren Terminen im Jahr werden beim Naturpark-Infozentrum Pflanzenaufnahmen gemacht und dokumentiert, welche Blumen zu der Zeit gerade blühen, aber auch welche Schmetterlinge u.ä. diese Flächen besuchen. Natürlich ist auch das Naturparkteam laufend vor Ort, um sich vom Zustand der Blühflächen sowie der Phänologie zu überzeugen. Dabei wird zukünftig

auch die Beobachtungs-App iNaturalist zum Einsatz kommen, mit deren Hilfe ganz unkompliziert die Vielfalt auf den Flächen dokumentiert werden kann.

Der Pflegeeinsatz auf diesen Flächen hält sich sehr in Grenzen, die Mahd erfolgt erst im späten Herbst.

Standort 1

Waldgeißbart (*Aruncus dioicus*)
 Leberblümchen (*Hepatica nobilis*)
 Wald-Bergminze (*calamintha sylvatica*)
 Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*)
 Rote Nachtnelke (*silene dioica*)
 Nesselblättrige Glockenblume (*Campanula trachelium*)
 Wald-Witwenblume (*Knautia sylvatica*)
 Pfirsichblättrige Glockenblume (*Campanula persicifolia*)
 Akelei (*Aquilegia vulgaris*)
 Schwarze Akelei (*Aquilegia astrata*)
 Straußblütige Wucherblume (*Tanacetum corymbosum*)
 Purpur-Leinkraut (*Linaria purpurea*)
 Hirschwurz-Haarstrang (*Peucedanum cervaria*)

Standort 1b

Klebriger Salbei (*Salvia glutinosa*)
 Waldmeister (*Galium odoratum*)
 Leberblümchen (*Hepatica nobilis*)
 Rote Nachtnelke (*silene dioica*)
 Breitblättrige Glockenblume (*Campanula latifolia*)
 Frühlingsplatterbse (*Lathyrus vernus*)
 Pfirsichblättrige Glockenblume (*Campanula persicifolia*)
 Akelei (*Aquilegia vulgaris*)
 Schwarze Akelei (*Aquilegia astrata*)
 Straußblütige Wucherblume (*Tanacetum corymbosum*)
 Süßdolde (*Myrrhis odorata*)

Standort 2a

Sumpfbzone (geht über in Sumpfbet 2b)

Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*)
 Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*)
 Sumpfhahnenfuß (*Ranunculus lingua*)
 Sumpfbloodauge (*Potentilla palustris*)
 Wassermintze (*Mentha aquatica*)

Schwimblattzone

Schwimmender Hahnenfuß (*Ranunculus aquatilis*)
 Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*)

Unterwasserpflanzen

Quirlblütiges Tausendblatt (*Myriophyllum verticillatum*)
 Ähriges Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*)
 Gemeines Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*)

Standort 2b

Blutweiderich (*Lythrum salicaria*)
 Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*)
 Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*)
 Sumpfwolfsmilch (*Euphorbia palustris*)
 Sumpf-Schwertlilie (*Iris pseudoacorus*)
 Sumpf-Ziest (*Stachys palustris*)
 Sumpf-Schafgarbe (*Achillea ptarmica*)
 Teufelsabbiss (*Succisa pratense*)
 Prachtnelke (*Dianthus superba*)

Sumpfstorchschnabel (*Geranium palustre*)
 Kuckuckslichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*)
 Pfennigkraut (*Lysimachia nummularia*)

Standort 3

Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*)
 Steppen-Wolfsmilch (*Euphorbia seguieriana*)
 Gelber Enzian (*Gentiana lutea*)
 Silberwurz (*Dryas octopetala*)
 Steinquendel (*Acinos alpinus*)
 Frühlingsfingerkraut (*Potentilla verna*)
 Steppen-Flockenblume (*Centaurea stoebe*)
 Gewöhnliche Küchenschelle (*Pulsatilla vulgaris*)
 Rotes Seifenkraut (*Saponaria ocymoides*)
 Ochsenauge (*Bupthalmum salicifolium*)
 Ästige Graslilie (*Anthericum ramosum*)

Standort 4

Hirschwurz-Haarstrang (*Peucedanum cervaria*)
 Warzen-Wolfsmilch (*Euphorbia verrucosa*)
 Sumpf-Wolfsmilch (*Euphorbia palustris*)
 Quirlblütiger Salbei (*Salvia verticillata*)
 Mehliges Königskerze (*Verbascum lychnitis*)
 Raukenblättriges Greiskraut (*Senecio erucifolius*)
 Steppen-Flockenblume (*Centaurea stoebe*)
 Bunte Kronwicke (*Coronilla varia*)

Standort 6a und c

Rosmarin-Weidenröschen (*Epilobium dodonaei*)
 (im Übergang von trocken zu feucht)
 Sumpf-Schafgarbe (*Achillea ptarmica*)
 Echter Eibisch (*Althaea officinalis*)

Standort 6b

Sumpfbzone

Schnittlauch (*Allium schoenoprasum*)
 Sumpf-Labkraut (*Galium palustre*)
 Sumpf-Schwertlilie (*Iris pseudoarcorus*)
 Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*)
 Schwarze Kopfbirse (*Schoenus nigricans*)
 Sumpf-Vergißmeinnicht (*Mysotis palustris*)
 Sumpf-Ziest (*Stachys palustris*)
 Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*)
 Sumpfbloodauge (*Potentilla palustris*)
 Wasserminze (*Mentha aquatica*)
 Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*)

Schwimmblattzone

Schwimmender Hahnenfuß (*Ranunculus aquatilis*)

Unterwasserpflanzen

Quirlblütiges Tausendblatt (*Myriophyllum verticillatum*)
 Gewöhnlicher Wasserschlauch (*Utricularia vulgaris*)
 Krebssschere (*Stratoides aloides*)
 Gemeines Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*)

Standort 7

Gewöhnliche Küchenschelle (*Pulsatilla vulgaris*)

Steppen-Wolfsmilch (*Euphorbia seguieriana*)
 Frühlingsfingerkraut (*Potentilla verna*)
 Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*)
 Ochsenauge (*Bupthalmum salicifolium*)
 Ästige Graslilie (*Anthericum ramosum*)
 Wund-Klee (*Anthyllis vulneraria*)
 Berg-Distel (*Cirsium defloratus*)
 Alpen-Klee (*Trifolium alpinum*)
 Hufeisen-Klee (*Hippocrepis comosa*)
 Echtes Labkraut (*Galium verum*)
 Edle Schafgarbe (*Achillea nobilis*)
 Silber-Federgras (*Stipa barbata*)
 Färber-Ginster (*Genista tinctoria*)

Standort 8

Stauden Wiese

Rote Lichtnelke (*Silene dioica*)
 Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*)
 Gewöhnliche Akelei (*Aquilegia vulgaris*)
 Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*)
 Frühlings-Platterbse (*Lathyrus vernus*)
 Wiesen-Storchschnabel (*Geranium pratense*)
 Wiesen-Flockenblume (*Centaurea jacea*)

Stauden Schattenbeet

Waldgeißbart (*Aruncus dioicus*)
 Süßdolde (*Myrrhis odorata*)
 Frühlings-Nabelnüsschen (*Omphalodes verna*)
 Pfirsichblättrige Glockenblume (*Campanula persicifolia*)
 Wald-Vergißmeinnicht (*Mysotis sylvatica*)
 Hirschzungenfarn (*Asplenium scolopendrium*)
 Schwarze Akelei (*Aquilegia atrata*)
 Nesselblättrige Glockenblume (*Campanula trachelium*)
 Blauroter Steinsame (*Buglossoides purpureoacerulea*)
 Geflecktes Lungenkraut (*Pulmonaria officinalis*)
 Schneeweiße Hainsimse (*Luzula nivea*)
 Nickendes Perlgras (*Melica nutans*)

Standort 9

Silberwurz (*Dryas octopetala*)
 Gew. Sonnenröschen (*Helianthemum alpinum*)
 Genfer Günsel (*Ajuga genevensis*)
 Berg-Bohnenkraut (*Satureja montana ssp. Montana*)
 Gewöhnliche Kuhschelle (*Pulmonaria vulgaris*)
 Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*)
 Drüsige Bergminze (*Calamintha nepeta* subsp. *Glandulosa*)
 Alpen-Aurikel (*Primula auricula*)
 Alpen-Leinkraut (*Linaria alpina*)
 Gelbe Skabiose (*Scabiosa ochroleuca*)
 Streifen-Leinkraut (*Linaria repens*)
 Seiden-Backenklee (*Dorycnium germanicum*)
 Ochsenauge (*Bupthalmum salicifolium*)
 Wundklee (*Anthyllis vulneraria*)

	Silber-Federgras (<i>Stipa barbata</i>) Mazedonische Witwenblume (<i>Knautia macedonica</i>) Purpur-Leinkraut (<i>Linaria purpurea</i>)
Standort 10a	Gestreiftes Leinkraut (<i>Linaria repens</i>) Schwalbenwurz-Enzian (<i>Gentiana asclepiadea</i>) Rainfarn (<i>Tanacetum vulgare</i>) Gelber Enzian (<i>Gentiana lutea</i>) Wiesen-Salbei (<i>Salvia pratense</i>) Wiesen-Schaumkraut (<i>Cardamine pratensis</i>) Wiesen-Platterbse (<i>Lathyrus pratensis</i>) Hirschwurz-Haarstrang (<i>Peucedanum cervaria</i>) Wiesen-Flockenblume (<i>Centaurea jacea</i>) Wiesen-Storchschnabel (<i>Geranium pratense</i>)
Standort 10b	Fuchs-Greiskraut (<i>Senecio ovatus</i>) Purpur-Leinkraut (<i>Linaria purpurea</i>) Echter Baldrian (<i>Valeriana officinalis</i>) Große Sterndolde (<i>Astrantia major</i>) Wiesenkerbel (<i>Anthriscus sylvestris</i>) Hirschzungenfarn (<i>Asplenium scolopendrium</i>) Mandelblättrige Wolfsmilch (<i>Euphorbia amygdaloides</i>) Pfirsichblättrige Glockenblume (<i>Campanula persicifolia</i>) Nesselblättrige Glockenblume (<i>Campanula trachelium</i>) Schwarze Akelei (<i>Aquilegia astrata</i>) Geflecktes Lungenkraut (<i>Pulmonaria officinalis</i>) Zypressen-Wolfsmilch (<i>Euphorbia cyparissias</i>)
Standort 11	Mazedonische Witwenblume (<i>Knautia macedonica</i>) Gewöhnlicher Natternkopf (<i>Echium vulgare</i>) Echter Haarstrang (<i>Peucedanum officinale</i>) Echter Bergfenchel (<i>Seseli montanum</i>) Rosen-Malve (<i>Malva alcea</i>) Rundblättrige Glockenblume (<i>Campanula rotundifolia</i>) Berg-Distel (<i>Cirsium defloratus</i>) Alpen-Klee (<i>Trifolium alpinum</i>) Hufeisen-Klee (<i>Hippocrepis comosa</i>) Echtes Labkraut (<i>Galium verum</i>) Edle Schafgarbe (<i>Achillea nobilis</i>) Zypressen-Wolfsmilch (<i>Euphorbia cyparissias</i>) Ochsenauge (<i>Bupthalmum salicifolium</i>) Ästige Graslilie (<i>Anthericum ramosum</i>) Wund-Klee (<i>Anthyllis vulneraria</i>) Steppen-Wolfsmilch (<i>Euphorbia seguieriana</i>)
Standort 12	Gewöhnliche Kuhschelle (<i>Pulmonaria vulgaris</i>) Edel-Gamander (<i>Teucrium chamaedrys</i>) Drüsige Bergminze (<i>Calamintha nepeta</i> subsp. <i>Glandulosa</i>) Alpen-Aurikel (<i>Primula auricula</i>) Alpen-Leinkraut (<i>Linaria alpina</i>)

	Tauben-Skabiose (<i>Scabiosa colombaria</i>) Gelbe Skabiose (<i>Scabiosa ochroleuca</i>)
Standort 13	Natternkopf (<i>Echium vulgare</i>) Mazedonische Witwenblume (<i>Knautia macedonica</i>) Alpen-Aurikel (<i>Primula auricula</i>) Silberwurz (<i>Dryas octopetala</i>)
Standort 14a	Steppen-Wolfsmilch (<i>Euphorbia seguieriana</i>) Gelber Enzian (<i>Gentiana lutea</i>) Silberwurz (<i>Dryas octopetala</i>) Steinquendel (<i>Acinos alpinus</i>) Frühlingsfingerkraut (<i>Potentilla verna</i>) Steppen-Flockenblume (<i>Centaurea stoebe</i>) Wiesen-Flockenblume (<i>Centaurea jacea</i>) Skabiosen-Flockenblume (<i>Centaurea scabiosa</i>) Gewöhnliche Küchenschelle (<i>Pulsatilla vulgaris</i>) Alpen-Aurikel (<i>Primula auricula</i>) Rotes Seifenkraut (<i>Saponaria ocyroides</i>) Ochsenauge (<i>Bupthalmum salicifolium</i>) Ästige Graslilie (<i>Anthericum ramosum</i>) Blauer Lein (<i>Linum perenne</i>) Steppen-Salbei (<i>Salvia nemorosa</i>) Garten-Salbei (<i>Salvia officinalis</i>)
Standort 14b	Echter Haarstrang (<i>Peucedanum officinale</i>) Warzen-Wolfsmilch (<i>Euphorbia verrucosa</i>) Eselsdistel (<i>Onopordum acanthium</i>) Blut-Storchschnabel (<i>Geranium sanguineum</i>) Quirlblütiger Salbei (<i>Salvia verticillata</i>) Mehlige Königskerze (<i>Verbascum lychnitis</i>) Raukenblättriges Greiskraut (<i>Senecio erucifolius</i>) Steppen-Flockenblume (<i>Centaurea stoebe</i>) Bunte Kronwicke (<i>Coronilla varia</i>) Dornige Hauhechel (<i>Ononis spinosa</i>) Gelber Enzian (<i>Gentiana lutea</i>) Hirschwurz-Haarstrang (<i>Peucedanum cervaria</i>)
Standort 15	Stauden - schattig Zimbelkraut (<i>Cymbalaria muralis</i>) Brauner Streifenfarn (<i>Asplenium trichomanes</i>) Gelber Lerchensporn (<i>Corydalis lutea</i>) Pfennigkraut (<i>Lysimachia nummularia</i>) Efeugundelrebe (<i>Glechoma hederacea</i>) Walderdbeere (<i>Fragaria vesca</i>) Stauden - halbschattig Steinquendel (<i>Acinos alpinus</i>) Heidenelke (<i>Dianthus deltoides</i>) Zwergglockenblume (<i>Campanula cochlearifolia</i>) Rundblättrige Glockenblume (<i>Campanula rotundifolia</i>)

Felsennelke (*Petrorhagia saxifraga*)
 Weißes Gipskraut (*Gypsophila repens*)
 Rotes Seifenkraut (*Saponaria ocymoides*)
 Kleines Habichtskraut (*Hieracium pilosella*)
 Katzenminze (*Nepeta cataria*)
 Blutstorchschnabel (*Geranium sanguineum*)
 Scharfer Mauerpfeffer (*Sedum acre*)
 Weißer Mauerpfeffer (*Sedum album*)
 Große Fetthenne (*Sedum maximum*)
 Tripmadam (*Sedum reflexum*)
 Felsen-Fetthenne (*Sedum rupestre*)
 Milder Mauerpfeffer (*Sedum sexangulare*)
 Dachhauswurz (*Sempervivum tectorum*)
 Felsen-Ehrenpreis (*Veronica fruticans*)

Stauden - sonnig

Genfer Günsel (*Ajuga reptans*)
 Bergsteinkraut (*Alyssum montanum*)
 Dalmatiner Glockenblume (*Campanula portenschlagiana*)
 Spornblume (*Centranthus ruber*)
 Seiden-Backenklees (*Dorycnium germanicum*)
 Wilde Pfingstnelke (*Dianthus gratianopolitanus*)
 Silberwurz (*Dryas octopetala*)
 Clusius-Enzian (*Gentiana clusii*)
 Gew. Sonnenröschen (*Helianthemum alpinum*)
 Purpur-Fetthenne (*Hylotelephium telephium* subsp. *Telephium*)
 Schwertalant (*Inula ensifolia*)
 Kriechendes Leinkraut (*Linaria repens*)
 Alpen-Edelweiß (*Leontopodium alpinum*)
 Kriechende Blauminze (*Nepeta racemosa* "Superba")
 Frühlings-Fingerkraut (*Potentilla verna*)
 Spinnwebenhauswurz (*Sempervivum arachnoides*)
 Echter Gamander (*Teucrium chamaedrys*)
 Berggamander (*Teucrium montanum*)
 Frühlingsthymian (*Thymus praecox*)

Abbildung 7: Artenzusammensetzung diverser Standorte im Naturpark Infozentrum Scharnitz

Figure 7: Composition des espèces de divers sites du centre d'information du parc naturel de Scharnitz. maigre.

Kontakt

GF-Stellv. Dipl.-Geogr.
 Anton Heufelder
 Unterer Stadtplatz 19
 6060 Hall in Tirol
 +43 664 8844 6225
 anton.heufelder@karwendel.org



Herrmann Sonntag



Auf die Wurzeln kommt es an...

Samen und Pflanzen für die Hangsicherung zusammengestellt nach Wurzelprofilen und Erosionsschutzwirkung.

Objektbesichtigung kostenlos
 Lieferung ganze Schweiz und EU



Schutz Filisur, Samen u. Pflanzen AG, CH-7477 Filisur
 Tel. 081 410 40 00, Fax. 081 410 40 77
 samenpflanzen@schutzfilisur.ch

Revitalisierung des Seeufers in der Hopfräben an wellen- exponierter Lage

Richard Staubli
Stephanie Matthias
Albrecht von Boetticher

Zusammenfassung

Seeufer sind nicht nur eine der wichtigsten Lebensräume für die Flora und Fauna, sie sind auch sehr begehrte Erholungsgebiete, wobei zweiteres in der Vergangenheit überhandgenommen und somit wertvollen Lebensräume verdrängt hat. Im Rahmen der Revision 2011 GSchG 1991 wird eine Wiederherstellung der natürlichen Funktionen in den Flachufern angestrebt.

Die Ufersicherung der Hopfräben stellt durch ihre wellenexponierten Ufer mit Föhn und Westwind eine Herausforderung dar, welche man bis anhin mit harten Uferverbauungen gelöst hat. Die aquatisch wertvollen Lebensräume und die Quervernetzung zum geschützten Flachmoor sind dadurch stark beeinträchtigt. Die Eingänge zu den wertvollen Hechtlaichplätzen verlandeten in der Vergangenheit immer wieder. Wellenexponierte Ufer müssen nicht zwingend mit harten Uferverbauungen geschützt werden. Mit der detaillierten Analyse der Welleneinwirkungen und den Berechnungen zu den damit verbundenen Prozessen kann die Ist-Situation analysiert werden. Ziel bei der Hopfräben ist die Wiederherstellung einer Verbindung vom Wasser zum Ried, mit einer Wasserwechselzone, die Verhinderung der Verlandung der Hechtgrabeneingänge und die Förderung von Schilf. Mit den vorhandenen Erfahrungen und Theorien konnten die dynamischen Prozesse erfasst und bauliche Massnahmen ergriffen werden, um die Erosion und Verfrachtungsprozesse zu kontrollieren.

Keywords

Naturschutzgebiet, Flachmoor, Ökologische Aufwertung, Wind- und Wellenexposition, Schilfförderung, Stabilität Uferzone, Sedimenttransport, Riffdynamik

Revitalisation de la rive lacustre au Hopfräben sur un site exposé aux vagues

Résumé

Les rives lacustres ne sont pas seulement l'un des principaux habitats pour la flore et la faune, elles sont aussi des zones de détente très prisées, la seconde ayant pris le dessus par le passé et évincé ainsi des habitats précieux. Dans le cadre de la révision 2011 de la LEaux de 1991, le rétablissement des fonctions naturelles des berges plates est visé.

La protection des berges au Hopfräben, exposées aux vagues, au fœhn et au vent d'ouest, représente un défi qui a été jusqu'à présent relevé par des aménagements en dur sur les berges. Les précieux habitats aquatiques et la connexion transversale avec le bas-marais protégé en sont

fortemente affectés. Par le passé, les entrées des précieuses frayères à brochets se sont régulièrement comblées de sédiments. Les rives exposées aux vagues ne doivent pas nécessairement être protégées par des aménagements en dur. L'analyse détaillée des effets des vagues et les calculs des processus qui y sont liés permettent de comprendre la situation actuelle. Dans le cas du Hopfräben, l'objectif est de restaurer une connexion entre l'eau et le marais avec des zones immergées, d'empêcher l'atterrissement des entrées du Hechtgraben et de favoriser les roseaux. Les expériences et théories existantes ont permis de saisir les processus dynamiques et de prendre des mesures d'aménagement afin de contrôler l'érosion et les processus de charriage.

Mots-clés

Réserve naturelle, bas-marais, valorisation écologique, exposition au vent et aux vagues, développement des roseaux, stabilité de la zone riveraine, transport de sédiments, dynamique des rives.

Rivitalizzazione della riva lacustre esposta alle onde dell'area Hopfräben

Riassunto

Le rive dei laghi non sono solo uno degli habitat più importanti per la flora e la fauna, ma sono anche aree ricreative molto ricercate. In passato queste ultime hanno preso il sopravvento, eliminando così habitat preziosi. Nell'ambito della revisione del 2011 della Legge sulla protezione delle acque del 1991, si sono poste le basi per iniziare a ripristinare le funzioni naturali delle zone litorali. La protezione delle rive dell'area Hopfräben (SZ) rappresenta una sfida a causa della loro esposizione alle onde del foehn e dei venti occidentali. In passato la situazione è stata risolta costruendo strutture e opere a protezione delle rive. Gli habitat di valore acquatico e il collegamento trasversale con la torbiera protetta sono quindi gravemente compromessi. Gli accessi alle preziose zone di riproduzione dei lucci si sono ripetutamente insabbiati in passato. Le rive esposte alle onde non devono necessariamente essere protette con strutture di protezione in duro. Con un'analisi dettagliata dell'impatto delle onde e i calcoli sui processi associati, la situazione attuale può essere analizzata. L'obiettivo per l'Hopfräben è quello di ripristinare un collegamento dall'acqua alladi torbiera, con una zona litorale, di prevenire l'insabbiamento degli accessi per il luccio e per promuovere lo sviluppo di canneti. Con le esperienze acquisite e la teoria a disposizione, sono stati rilevati i processi dinamici e sono state prese le necessarie

misure costruttive per controllare i processi di erosione e sedimentazione.

Parole chiave

Riserva naturale, Torbiera, Rivitalizzazione, Esposizione alle onde e al vento, Sviluppo di canneti, Stabilità della zona di riva, Trasporto di sedimenti, Dinamica spondale



Abbildung 1: Künstlich geschütteter Damm zwischen Flachmoor und Vierwaldstättersee mit Blocksteinschüttung.

Figure 1: Digue en remblai artificiel entre le bas-marais et le lac des Quatre-Cantons avec des blocs de pierre.



Abbildung 2: Verlandete Einläufe zu den Hechtlaichplätzen.

Figure 2: Entrées obstruées vers les frayères à brochets.

1. Einleitung

Das Flachmoor Hopfräben ist von nationaler Bedeutung und verdeutlicht den hohen Stellenwert von Feuchtgebieten. Die Gemeinde Ingenbohl begann mit ersten Schutzmassnahmen vor rund 50 Jahren. Ende der 70er



Abbildung 3: Der Blick auf den umgestalteten Projektbereich zeigt deutlich den von Süden (links) nach Norden (rechts) zunehmenden Bereich des flacheren Seegrunds, der mit Wellen interagiert. Quelle: Schelbert AG, Muotathal.

Figure 3 : La vue de la zone réaménagée du projet montre clairement la zone croissante du sud (à gauche) vers le nord (à droite) du fond du lac moins profond, qui interagit avec les vagues. Source : Schelbert AG, Muotathal

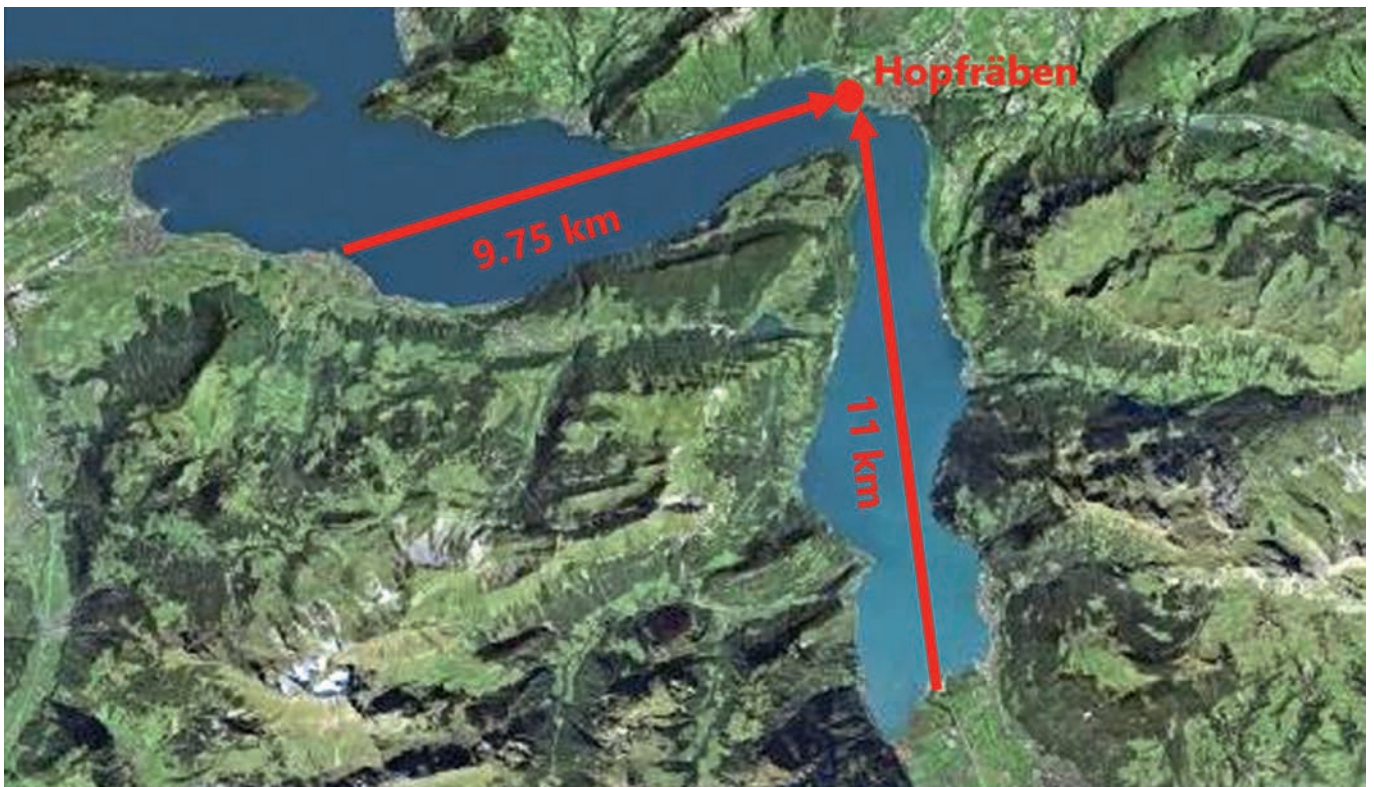


Abbildung 4: Situation mit Fetchlängen und Windrichtung. Quelle: map.admin.ch

Figure 4 : Situation avec longueurs du fetch et direction du vent. Source : map.admin.ch

Jahre wurde mit dem Anlegen von Uferschüttungen, Bauten, Campingplätzen und Wegen neue Bedingungen geschaffen. Das Feuchtbiotop wird auf dem letzten Rest des Muotadeltas von der angrenzenden Nutzung zunehmend bedrängt, ohne Ausweichmöglichkeiten. 2016 trat infolgedessen ein kantonaler Nutzungsplan in Kraft, der

nebst den Interessensabwägungen hier auf eine besondere Situation eingehen musste: Das Flachmoor wird nicht nur von der landseitigen Nutzung gefährdet, sondern die Natur selbst würde durch Wellen, Strömungsdynamik, Sedimentverfrachtung und Schwemmholz aus dem Vierwaldstättersee das Moor beeinträchtigen. Aus diesem Grund wurde



Abbildung 5: Übersicht mit Unterteilung in drei Abschnitte.
Figure 5 : Vue d'ensemble avec subdivision en trois tronçons.

vor Jahrzehnten die ökologisch wertvolle Verflechtung zwischen See und Streuried über lange Abschnitte weiter getrennt und die Flachwasserzone durch einen steilufrigen Damm mit massiven Blocksteinen ersetzt (vgl. Abbildung 1). Die Verlandung der Hechtlaichplätze versuchte man in der Vergangenheit immer wieder mit Massnahmen in den Griff zu bekommen, jedoch ohne grossen Erfolg (Abbildung 2). Die nun umgesetzten Massnahmen sollen die offene Verbindung zwischen Ried und See wieder herstellen und die Uferzone renaturieren. Um eine stabile Ufergestaltung zu erhalten und gleichzeitig die natürliche Dynamik nicht einzuschränken, studierten die Ingenieure des Ingenieurbüros Staubli, Kurath & Partner AG die Einwirkungen im Einzelnen und untersuchten die beteiligten Prozesse und deren Zusammenspiel (Abbildung 3). Ein massgeblicher Schritt, denn andernfalls würde man hier einen Uferabschnitt gestalten, der nach grösseren Sturmereignissen neu durchdacht und umgebildet werden muss.

2. Wellenexponierte Lage

Das Naturschutzgebiet Hopfräben liegt bei Brunnen [SZ] im Muotadelta am Ufer des Vierwaldstättersee im Kreuzungspunkt zweier Windrichtungen, die hier eine maximale Streichlänge [Fetchlänge] zum Aufbau grosser Wellen vorfinden: Den Föhn mit eher tangential zum Ufer einfallenden Wellen, uferparalleler Strömung und entsprechender Sedimentverfrachtung und den Westwind, mit senkrecht auf das Ufer treffenden Wellen mit entsprechender Wucht und Zerstörung der Vegetation (Abbildung 4). Diese Lage bietet für die wiederherzustellende Interaktion mit dem Vierwaldstättersee ökologische Chancen und Gefahren. Das umgesetzte Projekt lässt sich seeseitig in die Abschnitte Südlicher Projektabschnitt mit der Entfernung des befestigten Damms und der Ausbildung eines Badestrands, den mittleren Abschnitt mit der Erstellung eines Flachufers und der Ansiedelung von Schilf und den nördlichen Abschnitt mit den Massnahmen zur Verhinderung von Verlandung der bestehenden Hechtgrabeneingängen unterteilen (Abbildung 5).

3. Ausgangslage und Ufercharakteristik

Die Ausgangslage am Ufer war durch die erstellten Dammbauten und Verlandungen gekennzeichnet: Eine nördliche bogenförmige kiesige Verlandung im flacheren Wasser und ein gerader, mit Blockstein befestigter Damm, bei welchem der Seegrund schnell in grössere Tiefe abfiel. Die Eingänge der bestehenden Hechtgräben waren am Dammende platziert. Flachwasserprozesse führten zu Sedimentverfrachtungen, wodurch die Eingänge vollständig verlandeten. Die wertvollen und in der Umgebung seltenen Hechtlaichplätze gingen wegen der fehlenden Anschliessung an den Vierwaldstättersee bei Nieder- und Mittelwasser verloren. Über die Jahre wurden durch unterschiedliche Unterhaltsmass-



Abbildung 6: Verlandeter Einlauf zu den Hechtlaichplätze mit früheren Sofortmassnahmen.
Figure 6 : Entrée obstruée vers les frayères à brachets avec mesures d'urgence antérieures.

nahmen, (wie Ausbaggerungen oder Bretterverschlag [vgl. Abbildung 6]) versucht, die Eingänge wieder freizulegen. Jedoch führten einzelne Windereignisse nach kürzester Zeit wieder zu einer Verlandung der Eingänge. Im Gegensatz zum nördlich angrenzenden Seegrund fehlt der Algenbewuchs am dem Damm vorgelagerten Ufer und deutet darauf hin, dass der Seegrund in stetiger Bewegung ist [Abbildung 7, Abbildung 8].

Vor dem Damm ist der Seegrund von Tiefstellen aus früheren Kiesentnahmen gekennzeichnet. Unmittelbar an der Muotamündung beeinflussen auch heute noch Kiesentnahmen den Seegrund.



Abbildung 7: Algenbewuchs an Sedimenten nördlich des Projektperimeters in geschützter Bucht.

Figure 7 : Couverture d'algues sur les sédiments au nord du périmètre du projet dans une baie protégée.



Abbildung 8: Fehlender Algenbewuchs deutet auf rollende Sedimentbewegungen hin.

Figure 8 : L'absence d'algues indique des mouvements roulants de sédiments.

4. Morphologische Prozesse der Welleneinwirkung und Schwachstellenanalyse

4.1 Ziele des Projekts

Das Projekt hatte seeseitig die Aufgabe den Damm zu entfernen und den Uferbereich zu renaturieren. Dies erfolgte mit dem Ziel, so dynamisch wie möglich und so rigide wie nötig auf die Uferprozesse zu reagieren. Die Hechtgräben sollten zum See geöffnet und an diesen langfristig angebunden werden. Das Projekt sollte die Verlandung einerseits und die Ufererosion andererseits limitieren, und Wasserwechselzonen mit Schilfbestand sowie Strände schaffen. Da der Seegrund unterschiedlich verläuft und zudem zwei unterschiedliche Windrichtungen massgebende Wellen erzeugen, wirken die Wellen lokal anders. Die Wellen und damit verbundenen Strömungen mussten für die Massnahmendefinition genau analysiert werden.

4.2 Welche Wellenprozesse waren zu erwarten?

Die Grundlagen zur Wellenverfrachtung machen bereits die komplexe Interaktion deutlich [Archiv für Forschung und Technik an der Nord- und Ostsee 2002; Greenwood 1978]. Wasserwellen werden durch ihre Höhe [H], Wellenlänge [L], Periodendauer [T] und Ausbreitungsgeschwindigkeit [c] definiert. Das mobilisierte Wasser bewegt sich bei Tiefwasser in Kreisbahnen und mit zunehmendem Einfluss des Seegrunds auf Ellipsenbahnen [Abbildung 9]. Die grösste Kreisbewegung findet an der Oberfläche statt, der orbitale Durchmesser [dO] entspricht hier der Wellenhöhe. Je tiefer unter der Oberfläche desto kleiner werden diese Kreisbewegungen. In Tiefen bis L/2 interagieren die Wellenbewegung mit dem Grund und eine oszillierende Randzonenströmung bildet sich aus. Bei grösseren Tiefen haben die Wellen keinen Einfluss mehr auf den Seegrund.

Der über das Wasser streichende Wind bildet Wellen entlang der jeweiligen Fetchlänge. Die Wellen aus dem Urnerföhn mit 11 km Fetchlänge und die Wellen bei Westwind mit 9.75 km Fetchlänge können meterhoch werden. Die aus der tiefen See einfallenden Wellen transportieren ihre Energie und ihren Impuls ins flache Wasser. Die Umrechnung in wirkende Kräfte ist jedoch nicht trivial, gerade deren Verständnis bietet jedoch den Handlungsspielraum, um durch Ufergestaltung die Prozesse zu beeinflussen. Während die Wellen ins Flachwasser vordringen, verformen sich die Kreisbahnen durch Grundinteraktion zu Ellipsen. Mit steigender Grundreibung reduziert sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit und Wellenlänge, dafür erhöht sich die Wellenhöhe. Die [bereits stark vereinfachte] lineare Wellentheorie liefert die spezifische Energiedichte als $1/8 \rho g H^2$, die sich mit zunehmender Höhe vergrössert, bis die Welle zu brechen beginnt. Die typische Sinusform der Welle im tiefen Wasser geht dabei verloren und die

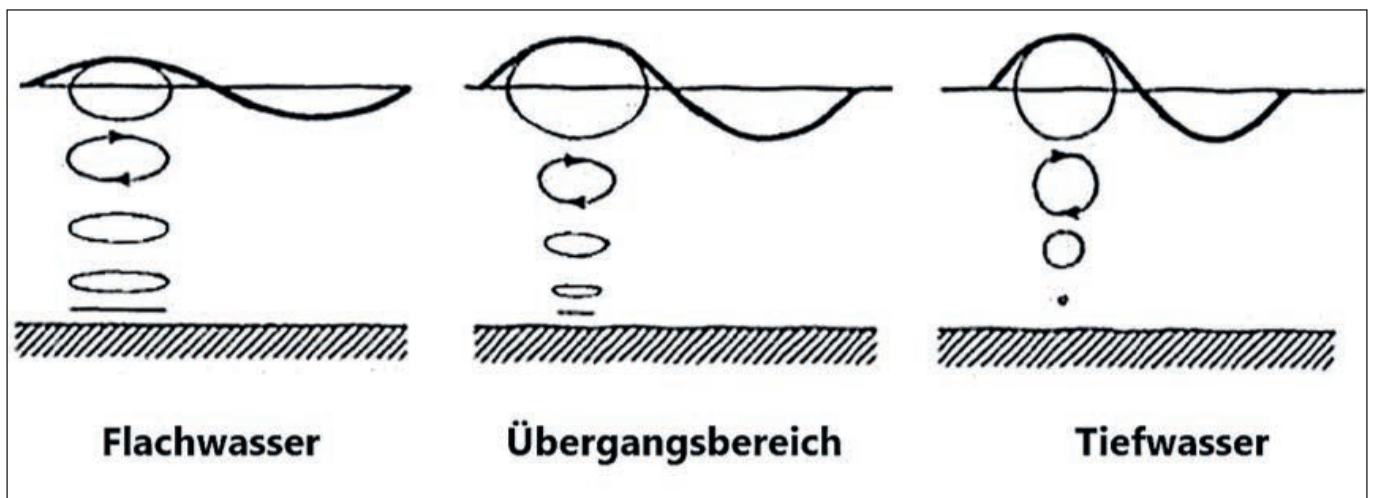


Abbildung 9: Veränderung Orbitalbahnen und Grundinteraktion beim Einlaufen in flaches Wasser [Küste 2002].

Figure 9 : Modification des trajectoires orbitales et de l'interaction de base à l'entrée des eaux peu profondes [Küste 2002].

Welle wird asymmetrisch und durch Beugung und Wellenbrechung wird Energie parallel zur Welle umverteilt. Im Flachwasser, wo die Wellenhöhe etwa halb so gross ($H/d = 0.4-1.0$) bis gleichgross ist wie die Wassertiefe d können die Prozesse mit Brecherkriterien erfasst werden. Zwar treten verschiedenste Wellenformen auf [Sturzbrecher, Schwallbrecher, rollende Walzen, Brandungswellen / Reflexionsbrecher usw.], die sich mit reflektierten Wellen

und Uferströmungen überlagern, aber alle transportieren ihre Wellenenergie schlussendlich ans Ufer, wo die Energie im Auflauf und Rückstrom am Ufer dissipiert wird. Sobald die Sohlschubspannung der Wellenströmung die Grenzschubspannung der Partikel am Grund übersteigt, beginnen diese mit den Wellen hin und her zu rollen und können verfrachtet werden. Lokal an Hindernis oder Böschungen brechende Wellen führen kurzfristig zu immensen Kräften,

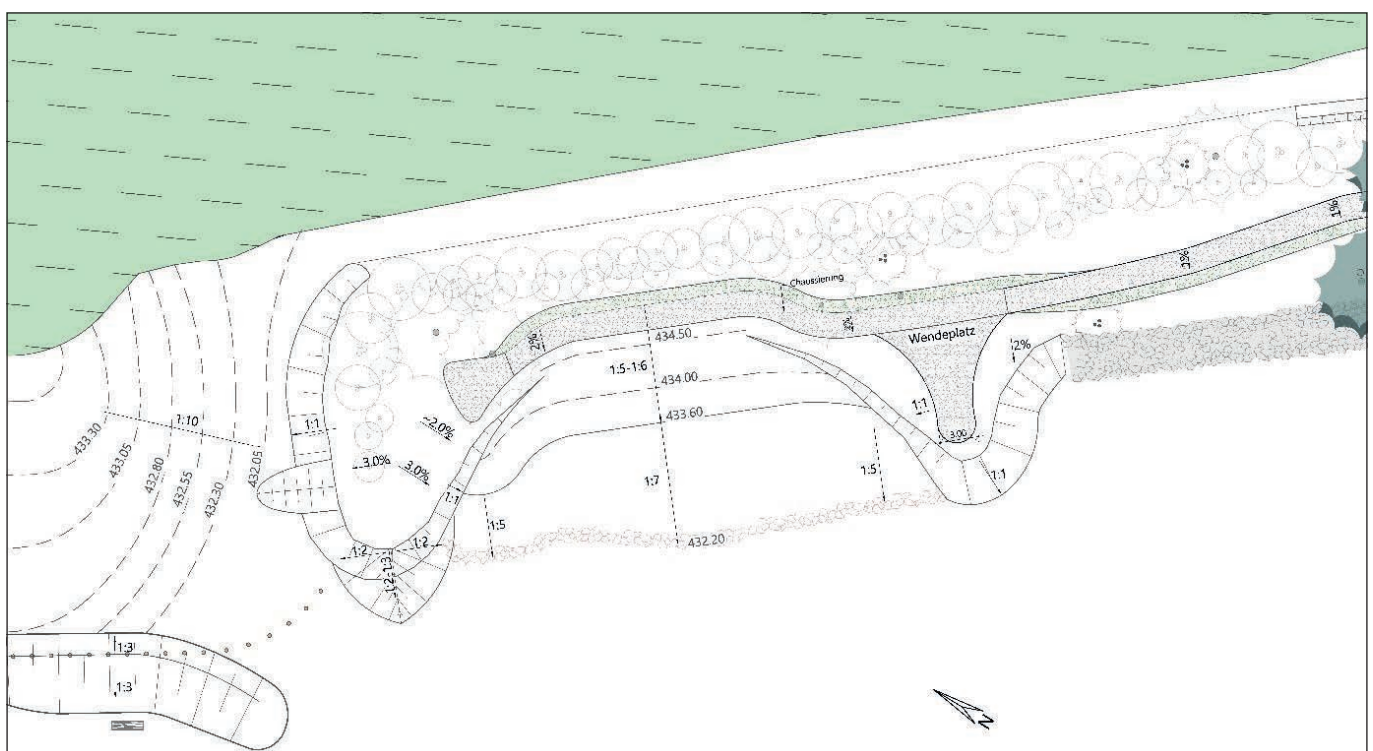


Abbildung 10: Situation Badestrände mit Querbuhrnen.

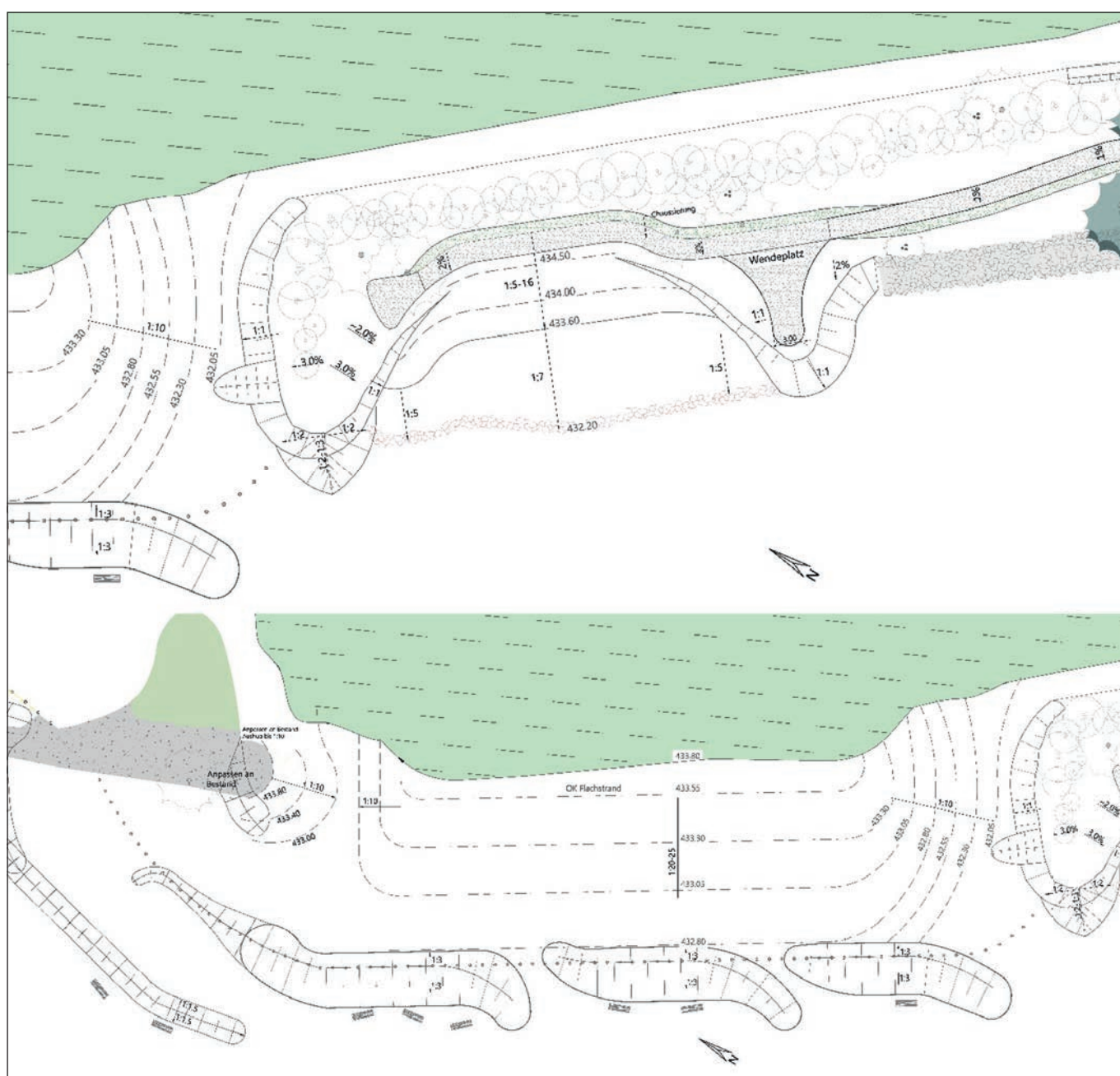
Figure 10 : Situation des plages de baignade avec épis transversaux.

die grössere Schäden wie Kolklöcher und Ausspülungen zur Folge haben können. Mit Massnahmen gilt es so weit als möglich zu verhindern, dass die immensen Kräfte aufs Ufer treffen.

4.3 Südlicher Projektabschnitt: Entfernung des befestigten Dammes mit Ausbildung eines Badestrands und Verhindern der uferparallelen Sedimentverfrachtung

Bei den im südlichen Projektabschnitt tangential zum Ufer eintreffenden Wellen werden die ufernahen Wellenbereiche

mit der Bremswirkung der Flachwasserbereiche verlangsamt, während die uferfernen Bereiche im tiefen Wasser unvermindert weiterlaufen. Dadurch wird der Wellenkamm nach und nach uferparallel ausgerichtet und eine Wellenbewegung zum Ufer hin setzt ein. Der kleinräumige Übergang vom tiefen zu flachem Wasser im Bereich der steilen Dammböschung macht diese Umlenkung der Wellen alles andere als gleichmässig und eine starke uferparallele Strömungskomponente bei Föhn verfrachtet Sediment von Richtung Muota entlang des Ufers, was zur Verlandung der



Hechtgräbeneingänge beitrug. Gleichzeitig war beim Damm zu erkennen, dass die wegen dem Gefällewechsel (Flachstrand-Blocksteinböschung) erzwungene Wellenbrechung zu Ausspülungen der Böschung und Hohlstellen führten. Die künstlich und störende Blocksteinböschung wurde abgebrochen und durch eine Ufergestaltung mit Bühnen und zwischengelagerten Badestränden ersetzt. Die Bühnen verhindern die uferparallele Sedimentverfrachtung, in dem sie die vom Föhnwind getriebenen Wellen in Buchten lenken, in denen sie auf Strände auflaufen können (Abbildung 10). Die Wellenkämme werden dabei an den Bühnen gebrochen und reflektiert, so dass bis zum Strand jegliche bevorzugte Transportrichtung verloren gegangen ist, und Sohlmaterial zufällig hin und her verfrachtet wird, ohne die Strände zu verschieben. Zusätzlich wird die aus Richtung Muota auftretende uferparallele Strömung von den Bühnen ins 2.0 m tiefe Wasser abgelenkt, wo die Wellen kaum mehr mit dem Grund interagieren und bodennah verfrachtetes Material wegen der fehlenden Sohlenschubspannung nicht mehr weitertransportiert werden kann.

Die Strände zwischen den Bühnen wurden mit Gefällen von 1:5 (oberhalb vom Mittelwasserpegel) bis 1:7 (unterhalb vom Mittelwasserpegel) umgesetzt und mit einer Fusschüttung mit Schroppen gegen die steilere Seegrundböschung hin abgeschlossen. Der Strand setzt sich unter Wasser aus Schotter mit einer 30 cm starken Überschüttung aus Grobkies ca. 0/200 zusammen und besteht über Wasser aus feinerem Kies 1/100. Die neuen Uferböschungen und Bühnen wurden wegen allfälligen Kolkerscheinungen 1 m tief in den Seeboden eingebunden, mit Böschungsneigungen von 1:1 bis 1:3, und bestehen aus versetzten Alpensteinblöcken von bis zu 1.5 m Durchmesser. Die Bühnen reichen bis in 2 m Wassertiefe, um die beschriebene Tangentialverfrachtung zu unterbinden. An den Böschungen sichern Filterschichten aus zum Teil wiederverwertetem Aushub die Einbettung der Steine gegen Auswaschung.

4.4 Mittlerer Projektabschnitt: Entfernung des Dammes, Ansiedelung von Schilf und Erosionsschutz durch vorgelagerte Riffe

Im mittleren Projektabschnitt wurde der trennende, befestigte Damm entfernt und durch ein Flachufer mit Schilfbepflanzung ersetzt. Die vorgelagerte Seegrundtopografie mit 5 bis 10 m breitem Übergangsbereich lässt die Wellen sich einerseits auftürmen und andererseits ungebrochen ans Ufer prallen. Bei starkem Westwind kann es hier zu Ufererosion kommen. Die Herausforderung war, an diesem exponierten Standort langfristig Schilf anzusiedeln. Nebst dem Schutz vor Wellen braucht Schilf einen Feinanteil von 20 bis 30% im Seegrund und stellt Ansprüche an die

Wassertiefe. Das Ziel war, eine möglichst grosse Wasserwechselzone zu realisieren und den Seegrund so zu schützen, dass dieser den Anforderungen des Schilfs gerecht wird. Der Seegrund sollte dabei eine natürliche Dynamik zulassen, jedoch ohne grossräumige Verfrachtungen. Nach Rückbau des Dammes würde der Wellenschlag ohne Massnahmen bereits bei häufig auftretenden Windereignissen allfälligen Schilfbewuchs zerstören und die starken Umlagerungen am Grund würden der Unterwasservegetation zusetzen. Wegen der fehlenden Schutzwirkung des rückgebauten Dammes würden die Wellen ungebrochen in das Ried strömen und das Flachmoor mit grossen Mengen Schwemmholz eindecken, gleichzeitig würde eine Grundströmung Feinanteile aus dem Moor austragen. Die Schutzwirkung des ursprünglichen Dammes gegen Wellenschlag konnte nur durch eine abgestimmte Kombination von Massnahmen ersetzt werden.

In einer Uferdistanz von ca. 25 m wurden Unterwasserriffe eingebaut (Abbildung 11 unten). Die vorhandenen Baggerlöcher verunmöglichten die Realisierung der Riffe in einem grösseren Uferabstand. Die vorgelagerten Riffe aus formwilden Alpenkalkblöcken (Blockgrösse ca. 1 m) umlagern die Schwemmholzpfähle und haben Böschungsneigungen von 1:3. Die Riffe reichen bis 20 cm unter den Mittelwasserspiegel. Bei Mittelwasserspiegel werden Wellen mit einer Wellenhöhe von 0.15 bis 0.25 m gebrochen. Landseitig der Riffe wurde eine Art Tosbecken ausgebildet, in welchen genügend Energie dissipiert wird, sodass sich in der anschliessenden Wasserwechselzone ein geschützter Schilfstandort entwickeln kann. Die ans Riff anschliessende Sohlsicherung («Tosbecken») besteht aus 30 bis 50 cm Blocksteinen, die mit Grobkies überdeckt sind (Abbildung 12). Die Längsverfrachtung aus Richtung Muota wird von den im Süden realisierten Bühnen unterbunden. Die Schilfzone wurde auf einem Flachstrand mit Neigung 1:20 bis 1:25 realisiert, mit einer 40 cm starken Schicht aus Kies- und Sohlsubstrat aus 30% Silt und 70% ausgesiebten Kies (ca. 20/150) aus dem Rückbau. Eine bauseitige Herausforderung war, die Flachstrände Unterwasser so zu schützen, dass keine Entmischung stattfindet. Das Schilf wurde mit Initialbepflanzungen in umzäunten Kästen angesiedelt.

Die Wirkung der Riffe ist abhängig vom Seepiegel. Im Extremfall können Weststürme gleichzeitig mit hohen Seewasserständen auftreten. Das geschützte Moor muss für diese Situation gewappnet sein, ein Schutz der Wasserwechselzone mit neuem Schilfbestand gegen Stürme mit Hochwasserständen ist hingegen nicht verhältnismässig. Die Wasserwechselzone mit bewusst mobiler Sohle (so fein wie möglich, so grob wie nötig) wurde daher mit einem überschütteten Erosionsschutz (Blocksteinböschung mit

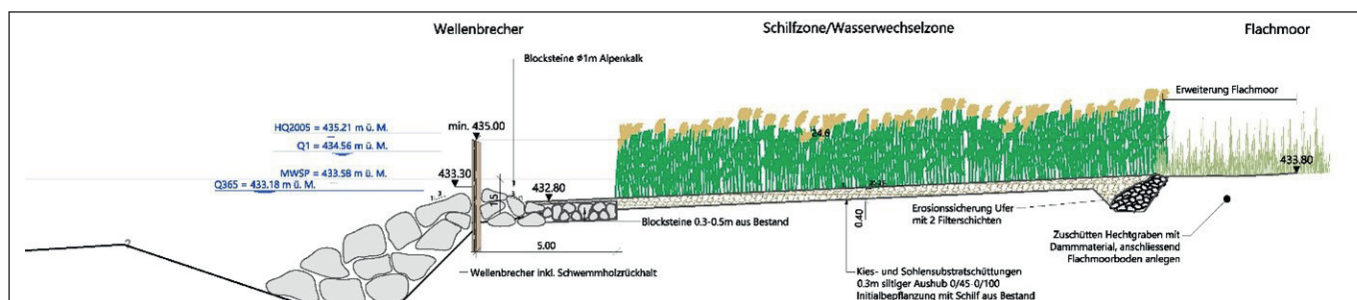


Abbildung 12: Querschnitt durch Flachstrand mit Riffschüttung.
Figure 12 : Coupe transversale d'une plage peu profonde avec un remblai récifal.

dahinterliegendem Filter] zum Moor hin abgeschlossen, der eine allfällige Rückwärtserosion an dieser Grenze aufhalten würde (Abbildung 12).

Damit die Wasserwechselzone dennoch gut durchmischt wird und Feinpartikel im strömungsberuhigten Bereich hinter den Riffen regelmässig umgelagert werden, wurden die Riffe im Anschluss an die Ablenkbuhnen unterbrochen. Die Öffnungen überlappen sich dabei in westlicher Richtung, um keine Lücken im Uferschutz gegen Wellenschlag aufzuweisen. Durch eine landeinwärts gebogene Linienführung der nördlichen Riffenden und einen seeseitig ausragenden Endzipfel im Süden fangen die Riffe die vom Föhnwind getriebenen Wellen ein und lenken sie in den Zwischenraum von Riff und Ufer um, wobei sie gebrochen und ihrer Energie beraubt werden. Was bleibt ist eine erwünschte kontinuierliche Durchströmung der Wasserwechselzone bei Föhnwind.

Die Zugänge zu den Hechtgräben werden durch die Riffe und die beiden Buhnen beim Badestrand vor Verlandungen geschützt.



Abbildung 13: Abgelenkte Wellen an der Landzunge.
Figure 13 : Vagues déviées sur la langue de terre.

4.5 Nördlicher Abschnitt: Verhindern von Verlandung und Erosion der bestehenden Hechtlaichplätzen

Am nördlichen Perimeterrand beginnt die Flachwasserzone in mehr als 50 m Entfernung vom Ufer. Bei starkem Westwind können sich hier grosse Wellen aufbauen, die jedoch genügend Flachwasserstrecke vorfinden, um zu brechen und ihre Energie zu dissipieren. Das dabei bewegte Sediment lagert sich in erster Linie innerhalb der flachen Bucht um und belebt damit die ökologische Vielfalt. Zusätzlich kommt es zu uferparallelen Verschiebungen entlang der Landzunge (Abbildung 13 und Abbildung 14). Um eine Verlandung der beiden freigelegten Hechtgrabeneingänge zu verhindern und die uferparallele Sedimentverfrachtung zu unterbinden, wurden neue Buhnen erstellt. Die in den letzten Jahren dominierenden uferparallelen Sedimenttransporte aus Richtung Muota wurden durch die oben beschriebenen tiefenfundierten Buhnen beim Badestrand unterbunden.

Für die Sicherung des südlichen Eingangs (vgl. Abbildung 15 rechts) initiieren die vorgelagerten Riffschüttungen den Überschlag hoch aufgetürmter Wellen, die dadurch Energie an den nachgelagerten Grund abgeben und eine erwünschte lokale Dynamik unter die Sohlkörner bringen. Die Massnahme muss im richtigen Abstand umgesetzt werden, damit bis zum Uferbereich alle Wellen genügend Energie verloren haben, um Längsverschiebungen von Sedimenten zu minimieren.

Das äussere Riff wurde hingegen mit der Landzunge verbunden, um die uferparallelen Transportprozesse zu begrenzen. Eine zweite mit einem Raubbaum versehene Buhne wurde als zusätzlicher Schutz vor den Längsverfrachtungen realisiert.

Für die Sicherung des neu geschaffenen Hechtgrabenzugangs bei der Durchbrechung der Landzunge (vgl. Abbildung 15 links) wurde beim äussersten Riff ein weiterer Wellenbrecher angeordnet. Die Sedimentverfrachtungen bei Westwind werden von diesem unterbunden und der im Strömungsschatten liegende Hechtgrabeneinlauf wird geschützt. Langfristig wird es bei diesem Einlauf wegen

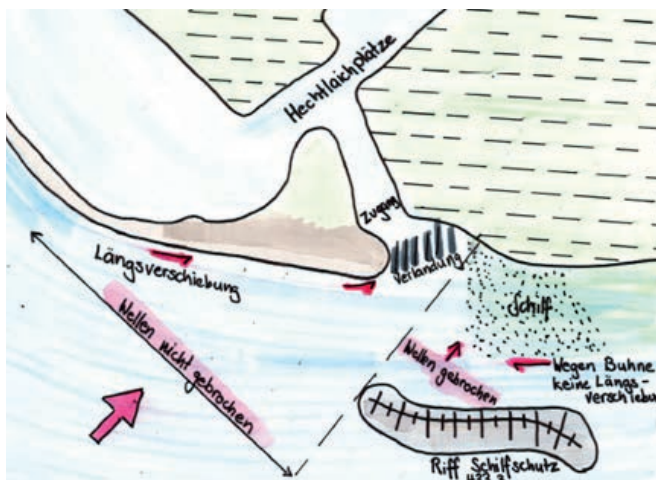


Abbildung 14: Gefährdungsbild für die Verlandung der Eingänge zu den Hechtlaichplätzen

Figure 14: Image de danger pour l'atterrissement des entrées des frayères à brochets.

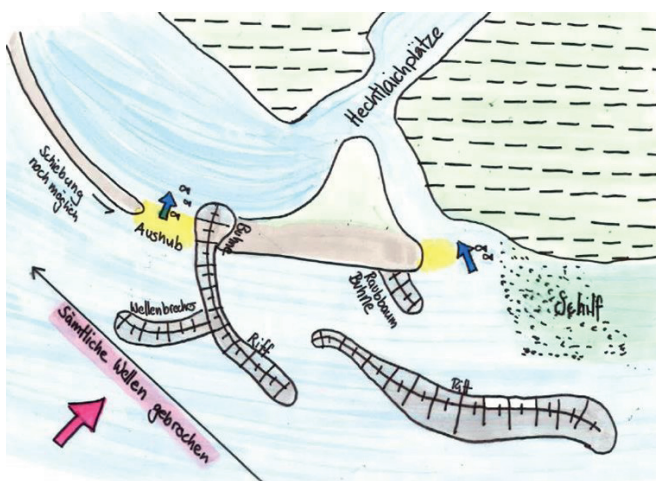


Abbildung 15: Ein komplexes System aus Riffen, Wellenbrechern und Buhnen minimiert den ungewollten Verlandungs- und Erosionsprozess.

Figure 15: Un système complexe de récifs, de brise-lames et d'épis minimise le processus non-voulu d'atterrissement et d'érosion.

der zwar weniger häufig auftretenden, aber ungehinderten Sedimentverschiebung vom Norden wahrscheinlich zu Verlandungserscheinungen kommen. Diese werden akzeptiert.

5. Diskussion

Aus dem Vergleich zwischen Ist-Zustand und Soll-Zustand wurden die Schwerpunkte abgeleitet, mit denen die Ziele des Projekts nach dem Leitbild «so dynamisch wie möglich und so rigide wie nötig» in Angriff genommen werden konnten. Die untersuchten und hier geschilderten Prozesse konnten durch ein Zusammenspiel verschiedener Massnahmen kontrolliert werden, ohne einen harten Verbau und ohne die Trennung von Moor und See. Wichtig ist dabei die Planung auf die häufigeren Wind- und Wetterereignisse auszurichten, welche das Ufer langfristig formen, und

gleichzeitig den Überlastfall zu berücksichtigen, um die Existenz des Moors auch auf lange Sicht zu garantieren. Wie das Leitbild bereits vermuten lässt, ist dabei eine ständige Abwägung zwischen den technischen Möglichkeiten, gegensätzlichen Anforderungen und Verhältnismässigkeiten zu treffen. Um hierbei einen nachvollziehbaren und gut dokumentierten Weg zu gehen, ist eine detaillierte Analyse der Prozessinteraktionen unumgänglich. Eine «learning by doing»-Strategie führt hier durchaus zu Endlosschleifen aus Schadenfall und Korrektur, da es für Uferprozesse mit Welleninteraktion keine festgelegte einheitliche Lösung gibt, sondern nur fundierte Entscheidungen, welchem Prozess wie viel Raum zugesprochen wird.

Im Fall von Hopfräben hat man einen wohl überlegten und durchdachten Kompromiss gewählt, der alle Akteure sicher in die Zukunft führt. Bereits kurz nach Bauende konnten Fische und Junghechte, als auch Wasserschlangen in den wieder angebotenen bzw. neu erstellten Hechtlaichgewässern beobachtet werden. Der stürmische Winter 19/20 mit den beiden Sturmtiefen «Petra» und «Sabine» zeigten die Wellenbrecherwirkung der Unterwasserriffe auf.

6. Fazit

Mit geeigneten Massnahmen können auch an exponierten Lagen ökologisch wertvolle Wasserwechselzonen ausgebildet werden. Eine fundierte Analyse der Ist-Situation ist unumgänglich, und die Planung und Bemessung der Übergangszonen, Flachwasserbereiche und Ufer muss insbesondere die Sedimentverfrachtungen bei unterschiedlichen Wellenprozessen berücksichtigen. Nach dem Leitbild «so dynamisch wie möglich und so rigide wie nötig» bleibt jedoch jede Massnahme ein Kompromiss zwischen verschiedenen Interessen. Im Fall Hopfräben konnte aber die Situation für alle verbessert werden.

7. Literaturverzeichnis

Archiv für Forschung und Technik an der Nord- und Ostsee 2002. Die Küste. In: Kuratorium für Forschung im Küsten-ingenieurwesen (Hrsg.) EAK 2002 - Empfehlungen für Küstenschutzwerke; Heft 65

Greenwood, B. 1978. Sediment transport by waves. In: Sedimentology. Encyclopedia of Earth Science. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-31079-7_183

Kontaktadresse

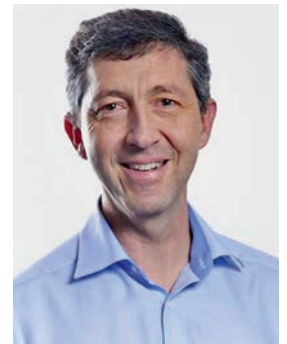
Albrecht von Boetticher
Staubli, Kurath & Partner AG
Ingenieurbüro SIA USIC
8048 Zürich
Bachmattstrasse 53
Tel. 043 336 40 50
Albrecht.vonboetticher
@wasserbau.ch



Stephanie Matthias



Richard Staubli



«Mein Team für mehr Biodiversität»

Hanspeter Latour, OHS Wildblumenbotschafter

Wildblumen



www.hauenstein.ch | info@hauenstein.ch | 044 879 17 19

Welche Wirkung haben die Baumaterialien Stein und Holz auf die Wassertemperatur?

Lukas Spycher
Jolanda Jenzer Althaus

Zusammenfassung

Die Wassertemperatur in Gewässern ist für die darin lebenden Organismen von überlebenswichtiger Bedeutung, da viele von ihnen an bestimmte Temperaturgrenzen und Temperaturoptima gebunden sind. Untersuchungen des Bundesamts für Umwelt zeigen, dass die Wassertemperatur in Schweizer Fließgewässern stetig ansteigt. Hinzu kommt, dass durch die Klimaveränderung in den nächsten Jahrzehnten mit einer weiteren Zunahme der Wassertemperatur in Fließgewässern zu rechnen ist [Bundesamt für Umwelt 2021]. Revitalisierungen bieten die Möglichkeit einer ökologischen Aufwertung von Gewässerabschnitten. Wasserbauliche Massnahmen zwecks Revitalisierung können dabei unter anderem dazu beitragen, die Wassertemperatur zu senken.

Die Wassertemperatur in Fließgewässern wird durch eine Vielzahl von natürlichen und anthropogenen Einflussfaktoren bestimmt. In der vorliegenden Studie wird experimentell untersucht, welche Auswirkungen bauliche Bestandteile wie Totholzstücke oder Steinblöcke, welche ins Gewässer eingebaut wurden, auf die Wassertemperatur haben. Die stark vereinfachten Experimente bei sommerlichen Lufttemperaturen haben gezeigt, dass sich die Wassertemperaturen in im Erdreich ausgehobenen Becken besetzt mit Steinblöcken massgeblich stärker erwärmt haben als die Wassertemperaturen in gleichen Becken mit Totholz. Unter den Bedingungen des Experiments konnte gezeigt werden, dass das Totholz das Wasser weniger stark erwärmen lässt als Steinblöcke.

Das vorliegende Experiment lässt aufgrund der ähnlichen Wassertemperaturentwicklung in den Becken mit Steinen und in Becken ohne Besatz die Hypothese aufstellen, dass ein Besatz mit Steinen das Wasser nur marginal zusätzlich erwärmen lässt.

Keywords

Ansteigende Wassertemperatur, Experimentelle Untersuchung, Stein, Totholz

Quel est l'effet des matériaux de construction que sont la pierre et le bois sur la température de l'eau ?

Résumé

La température de l'eau dans les cours d'eau est d'une importance vitale pour les organismes qui y vivent, car nombre d'entre eux sont liés à des limites de température et à des optimums thermiques précis. Des études menées par l'Office fédéral de l'environnement montrent que la

température de l'eau dans les cours d'eau suisses est en constante augmentation. A cela s'ajoute le fait qu'en raison du changement climatique, il faut s'attendre à une nouvelle augmentation de la température de l'eau dans les cours d'eau au cours des prochaines décennies [Office fédéral de l'environnement 2021]. Les revitalisations offrent la possibilité de revaloriser écologiquement des tronçons de cours d'eau. Les mesures d'aménagement hydraulique en vue d'une revitalisation peuvent notamment contribuer à abaisser la température de l'eau.

La température de l'eau dans les cours d'eau est déterminée par une multitude de facteurs d'influence naturels et anthropiques. La présente étude examine expérimentalement les effets sur la température de l'eau d'éléments de construction tels que des morceaux de bois mort ou des blocs de pierre qui ont été intégrés dans le cours d'eau. Les expériences très simplifiées réalisées à des températures estivales ont montré que la température de l'eau dans les bassins creusés dans le sol et contenant des blocs de pierre s'est considérablement plus réchauffée que la température de l'eau dans les mêmes bassins contenant du bois mort. Dans les conditions de l'expérience, il a été démontré que le bois mort réchauffe moins l'eau que les blocs de pierre.

La présente expérience permet d'émettre l'hypothèse, sur la base de l'évolution similaire de la température de l'eau dans les bassins avec pierres et dans les bassins sans gar-

nissage, qu'un garnissage avec pierres ne réchauffe l'eau que de manière marginale.

Mots-clés

Augmentation de la température de l'eau, étude expérimentale, pierre, bois mort.

Quale impatto hanno i materiali di costruzione legno e sasso sulla temperatura dell'acqua?

Riassunto

La temperatura dell'acqua nei corpi idrici è di vitale importanza per gli organismi che vi vivono, dato che molti di loro sono legati a determinati limiti di temperatura e di temperatura ideale. Gli studi dell'Ufficio federale dell'ambiente mostrano che la temperatura dell'acqua nei corsi d'acqua svizzeri è in costante aumento. Inoltre, il cambiamento climatico dovrebbe causare un ulteriore aumento delle temperature dell'acqua nei corsi d'acqua nei prossimi decenni [Ufficio federale dell'ambiente 2021]. La rivitalizzazione offre la possibilità di riqualificare ecologicamente le tratte dei corsi d'acqua. Le misure di ingegneria idraulica per la rivitalizzazione possono, tra l'altro, contribuire ad abbassare la temperatura dell'acqua.

La temperatura dell'acqua nei corsi d'acqua è determinata



Abbildung 1: Gesamtbild Versuchsaufbau im Feld [Photo: Lukas Spycher].

Figure 1: Vue d'ensemble du dispositif expérimental sur le terrain [photo : Lukas Spycher].

da un elevato numero di fattori naturali e antropici. Nel presente studio, gli effetti di elementi naturali come pezzi di legno morto o blocchi e sassi inseriti nel corso d'acqua sulla temperatura dell'acqua sono studiati sperimentalmente.

Gli esperimenti altamente semplificati, durante temperature estive dell'aria, hanno mostrato che la temperatura dell'acqua in bacini scavati nel terreno e riempiti con blocchi di pietra si riscaldava significativamente di più della temperatura dell'acqua negli stessi bacini con legno morto. Nelle condizioni dell'esperimento, si è potuto dimostrare che il legno morto ha fatto sì che l'acqua si riscaldasse meno dei blocchi di pietra.

A causa dello sviluppo simile delle temperature dell'acqua nei bacini con pietre e in quelli senza pietre, il presente esperimento giunge all'ipotesi che l'aggiunta di materiale minerale riscalda l'acqua solo marginalmente.

Parole chiave

Aumento della temperatura dell'acqua, Ricerca sperimentale, Sasso, Legno morto

1. Problemstellung und Zielsetzung

Gemäss dem Studienprojekt Hydro-CH2018 des Bundesamts für Umwelt (BAFU) verändert sich mit dem Klimawandel der gesamte Wasserhaushalt, besonders aber die jahreszeitliche Verteilung der Wasserressourcen in Oberflächengewässern und im Grundwasser. Niedrigwasser wird häufiger und die Gewässer werden wärmer. Das BAFU befürchtet grosse Auswirkungen auf die Gewässerökologie, den Hochwasserschutz und die Wassernutzung [Bundesamt für Umwelt 2021].

Die Wassertemperatur ist ein physikalischer Schlüsselparameter, welcher die chemischen und biologischen Prozesse in einem Gewässer stark mitbestimmt. So spielt sie eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von Fischen und anderen aquatischen Lebewesen und ermöglicht je nach Temperaturbereich unterschiedliche Zusammensetzungen von Lebensgemeinschaften [Bundesamt für Umwelt 2021]. Dies lässt sich durch die unterschiedlichen Temperaturpräferenzen erklären, die die verschiedenen Organismen haben, und die je nach Lebensstadium variieren können [Jakob et al. 2010]. Viele aquatische Lebewesen haben ein Temperaturspektrum, in dem sie sich wohl fühlen und gesund und gut leben. Entwickeln sich die Wassertemperaturen über dieses Spektrum hinaus, verringert sich ihre Resilienz gegenüber Krankheiten, oder ihre Nahrungsaufnahme wird eingeschränkt. Stark von den idealen Verhältnissen abweichende Temperaturen haben letztlich eine letale Wirkung. Folglich können Temperaturveränderungen, wie sie in der Studie Hydro-CH2018 prognostiziert werden, in Gewäs-

sern gravierende Auswirkungen auf Individuen, einzelne Arten aber auch auf ganze Lebensgemeinschaften haben. Im Rahmen von Revitalisierungsprojekten kann die Wassertemperatur beeinflusst werden. Je nach Massnahme und Bepflanzung wird vermehrt beschattet und verdunstet oder das Gewässer verstärkt an den Grundwasserträger oder kühlere Zuflüsse angeschlossen. Bisher unbekannt war der Einfluss der Baumaterialien auf die Wassertemperatur. In der vorliegenden Studie wurde der Frage nachgegangen, inwiefern die Verwendung der Materialien Holz und Stein im Wasser die Wassertemperatur beeinflussen können.

2. Experimentelle Untersuchung

2.1 Experimentelles Setting

Die Untersuchung soll zeigen, ob bei direkter Sonneneinstrahlung die Wärmeenergie der Sonne in einem mit Holz oder einem mit Stein bestückten Gewässer stärker ins Wasser übertragen wird und zu einer messbaren Erwärmung der Wassertemperatur führt. Um weitere Einflussfaktoren wie unterschiedliche Strömung und Fließgeschwindigkeiten, Ufervegetation, Grundwasseranbindung, Wassereinleitungen etc. ausschliessen zu können, wurde darauf verzichtet, das Experiment in einem Fließgewässer durchzuführen. Stattdessen wurde entschieden die Messungen in stehendem Wasser in eigens ausgehobenen Becken vorzunehmen.

Der Standort für die Becken wurde so ausgewählt, dass sie alle denselben Windverhältnissen ausgesetzt waren (keine kleinräumigen Verwirbelungen durch Hindernisse) und die Beschattung erst am späten Abend einsetzte. Dieser ideale Standort wurde auf landwirtschaftlicher Fläche in Innerberg (Gemeinde Wohlen b. Bern) gefunden. In unmittelbarer Nähe waren die Anschlüsse an Strom, Wasser (aus der Trinkwasserversorgung Wasserverbund Region Bern) und Kanalisation sichergestellt.

Es wurden sechs Becken mit je einem Grundriss von 1.0 m x 1.5 m und einer Tiefe von 0.4 m ausgehoben und mit zwei Lagen einer transparenten PE-Folie abgedichtet. Zwischen den Becken wurde für Mess- und Unterhaltsarbeiten jeweils ein Zwischenraum einer Breite von 1 m freigelassen [Abbildung 1].

Die Wassermenge, die in alle Becken eingelassen wurde, betrug je ca. 350 l. Die ungefähre Angabe rührt daher, als dass bei allen Becken die Füllzeit bei gleicher Schieberöffnung gleich lang gewählt wurde, das Volumen jedoch nicht mittels Hohlmasse abgemessen wurde.

Um einerseits eine möglichst naturnahe Ausbildung des Grunds wie in einem Fluss- oder Bachbett zu erhalten und andererseits eine unnatürliche Erwärmung durch die dunkle Farbe der Erde unter der PE-Folie zu vermeiden, wurde die Sohle der Becken mit einer Kiesschicht bestehend aus



Abbildung 2: Versuchsaufbau für Messperiode Nr. 3. mit Becken Nr. 1 bis 6 [Photo: Lukas Spycher].
Figure 2 : Montage expérimental pour la période de mesure n° 3 avec les bassins n° 1 à 6 [photo : Lukas Spycher].

Rundkies mit einer Korngrösse von 16 bis 32 mm ausgestattet. Da das Wasser keine massgebende Trübung aufwies, gelangten die Sonnenstrahlen bis auf den Grund der Becken. Für die ungefähr 5 cm starke Kiesschicht wurden pro Becken ca. 75 l Kies eingebaut.

Der Versuch wurde so aufgestellt, dass jeweils in zwei Becken zwei Steinblöcke, in zwei weiteren Becken zwei Holzstücke und in zwei Becken nichts hinzugefügt wurde. Letztere dienten als Referenzmessungen [Abbildung 2]. Die Steinblöcke und die Holzstücke wurden so gewählt, dass sie ähnliche Volumina aufwiesen. Ausserdem wurde bei den Dimensionen der Steinblöcke und Holzstücke darauf geachtet, dass sie in den Becken ca. 5 bis 10 cm aus dem Wasser ragten. Mit einem Durchmesser der Stein-

blöcke von ca. 40 cm wurde dies erreicht. Für die Steinblöcke wurde Alpenkalkstein gewählt. Dieser ist in der Region Mittelland natürlicherweise vorkommend und wird oft bei Revitalisierungen verwendet.

Es wurden Holzstücke aus Eschenholz gewählt, welche seit längerer Zeit der Witterung ausgesetzt waren und somit den Eigenschaften von Totholz nahe kamen. Vor dem Einbau wurden sie in Wasser eingelegt, damit sie sich vollsaugen konnten. Damit die Holzstücke im Vergleich mit den Steinblöcken ein ähnliches Verhältnis des Volumens unterhalb bzw. oberhalb der Wasseroberfläche erhielten und sie nicht frei im Becken herumtrieben, wurden sie horizontal eingebracht und mit zwei Schrauben an ein Brett geschraubt. Durch Hinein- und Herausdrehen der Schrau-



Abbildung 3: Befestigungsvorrichtung für die Holzstücke [Photo: Lukas Spycher].
Figure 3 : Dispositif de fixation des morceaux de bois [photo : Lukas Spycher].



ben konnte so die Distanz vom Brett bis zum Holzstück reguliert werden. Gegen Auftrieb wurde die Vorrichtung mit Steinen beschwert (Abbildung 3).

2.2 Temperaturmessungen

Für die Aufzeichnung der Temperatur wurden Datenlogger des amerikanischen Herstellers Onset Computer Corporation verwendet. Ihr wasserfestes Produkt HOBO Water



Abbildung 4: Montage der Datenlogger, links: für die Messung der Wassertemperatur in den wassergefüllten Becken, rechts für Messung der Lufttemperatur [Photo: Lukas Spycher].
Figure 4 : Montage des enregistreurs de données, à gauche : pour la mesure de la température de l'eau dans les bassins remplis d'eau, à droite pour la mesure de la température de l'air [photo : Lukas Spycher].

Temperature Pro v2 Data Logger ermöglichte eine automatische Datenerhebung. Die Messintervalle wurden auf 30 Minuten eingestellt. Der Messfehler konnte gemäss Hersteller bei 0.1 °C eingeordnet werden.

Die Datenlogger wurden in allen Becken an derselben Position installiert: in der Mitte der Grundfläche, 12 cm unter dem Wasserspiegel. Dadurch wurden Messungen erhoben, welche trotz einer allfälligen Schichtung vergleichbar waren [Abbildung 4 links].

Zusätzlich zu den Datenloggern im Wasser wurde zwischen Becken Nr. 3 und Becken Nr. 4 ein zusätzlicher Datenlogger montiert, welcher die Lufttemperatur mass. Er wurde an einem Holzpflock auf einer Höhe von 50 cm über Terrain montiert [Abbildung 4 rechts].

3. Messergebnisse

Zwischen dem 21. und dem 25. Juni 2020 wurde eine geeignete Zeitperiode mit viel Sonnenschein und Lufttemperaturen zwischen 26.5 und 31.8 °C erwischt. Zu Beginn dieser Zeitperiode waren alle Becken gereinigt und wieder neu aufgefüllt worden, weshalb das Wasser zur

Startzeit des Versuchs in allen Becken dieselbe Temperatur aufwies [mittlere Starttemperatur Wasser = 16.9°C, Standardabweichung = 0.18°C]. Die Messdaten dieser Zeitperiode sind in Abbildung 5 aufgezeichnet.

Die absoluten Messresultate des ersten Tages sind mit Vorsicht zu geniessen, da die Becken erst ab 08:00 Uhr morgens bereit standen, zu der Tageszeit, als der Erwärmungsprozess an den weiteren drei Tagen bereits eingesetzt hatte. Zudem war die Temperatur des frisch eingefüllten Wassers ca. 2°C kühler als die Mindesttemperatur an den folgenden Tagen zur gleichen Tageszeit [Abbildung 5].

3.1 Allgemeine Beobachtungen

Die Temperatur des Wassers schwankte weniger rasch als diejenige der Luft: die Erwärmung des Wassers verhielt sich ähnlich schnell wie die Erwärmung der Luft, die Abkühlung erfolgte im Wasser hingegen deutlich träger als in der Luft [Abbildung 5]. Diese Trägheit äussert sich auch im Vergleich der Tagesschwankungen: Die Tagesschwankung der Luft lag in der vorliegenden Messperiode zwischen 13.2 und 17.7°C, während diejenige im Wasser im Mittel zwischen 7.6 und 9.2°C lag.

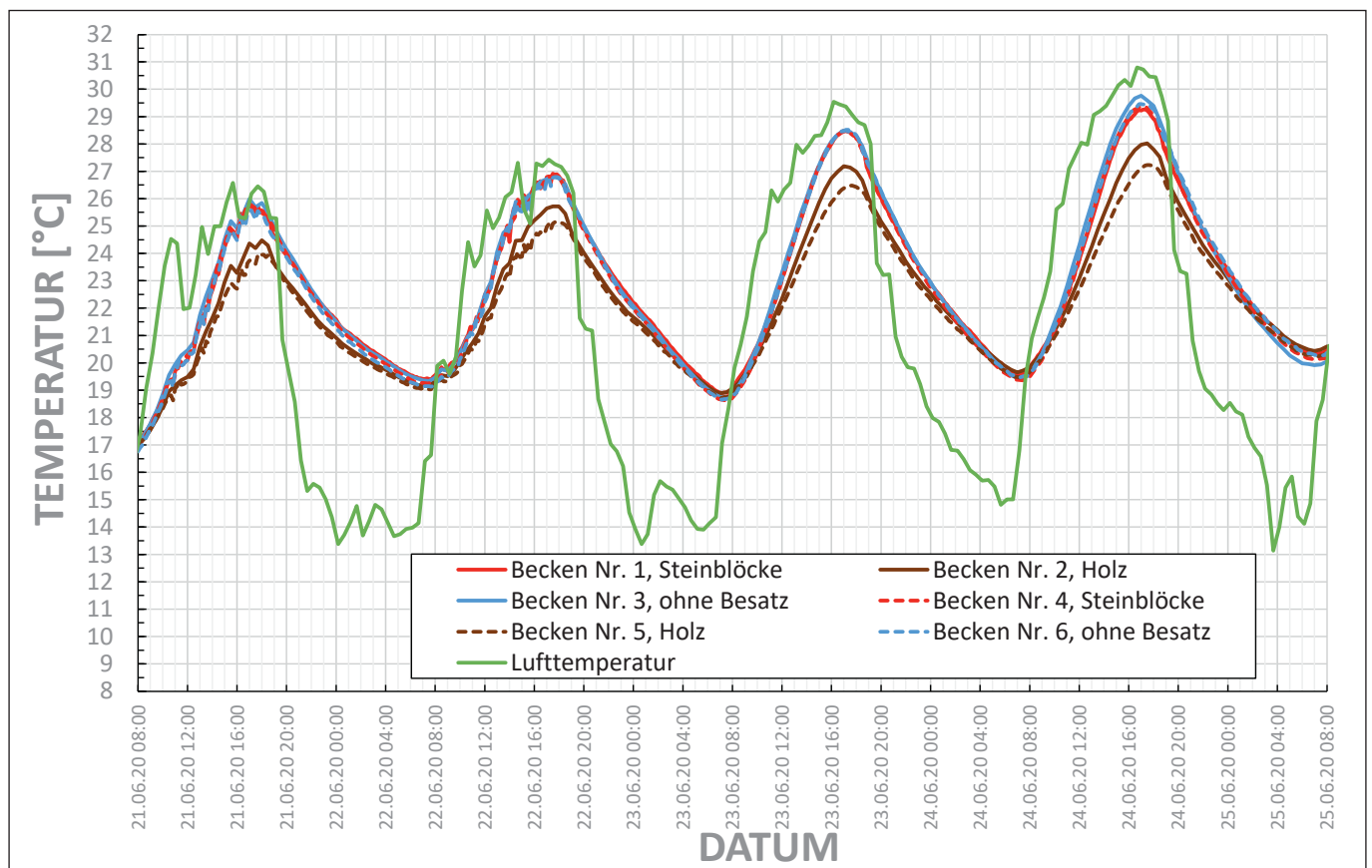


Abbildung 5: Ausgewählte Messperiode mit Temperaturverlauf.

Figure 5 : Période de mesure sélectionnée avec évolution de la température.

In der Nacht sank die Lufttemperatur jeweils auf ca. 13° bis 14°C ab, während das Wasser sich nur bis auf minimale 18.6°C abkühlte. Die Abkühlung sank in allen Becken auf dieselbe Wassertemperatur, so dass jeweils bei Tagesanbruch alle Becken ca. dieselbe Starttemperatur aufwiesen (max. Standardabweichung 0.21°C).

Am Tag blieb die Wassertemperatur jeweils unter der maximal gemessenen Lufttemperatur. Die höchsten Messwerte wurden im Wasser und in der Luft gegen Abend ca. zwischen 17 und 18 Uhr erreicht. Bei den tiefsten gemessenen Temperaturen sind jedoch zeitliche Verschiebungen zwischen den Wassertemperaturen und der Lufttemperatur ersichtlich: Während die Wassertemperaturen ihre tiefsten Werte erst am Morgen ca. zwischen 7 und 8 Uhr erreichten, sank die Lufttemperatur bereits zwischen Mitternacht und 6 Uhr morgens auf ihr Minimum. Die Lufttemperatur erfuhr jeweils einen Anstieg ab ca. 6 Uhr morgens, während sich die Wassertemperatur ein bis zwei Stunden später zu erwärmen begann.

3.2 Temperaturunterschiede zwischen Becken mit gleichen Baustoffen

In der Abbildung 6 wurden die Tagesschwankungen der Wassertemperatur ($T_{\max} - T_{\min}$) der sechs Becken aufgetragen. Sie wurden dabei in Relation der mittleren Tageslufttemperatur gestellt, welche jeweils für einen Tag mit Start und Ende um 06:10 resp. 05:40 Uhr morgens hatte. Diese Start- und Endzeiten wurden gewählt, da in dieser halben Stunde die Lufttemperatur jeweils wieder zu steigen begann. Der Sonnenaufgang in Innerberg war am 21.06.2020 im Zeitfenster dieser zwei Messwerte (um 05:36 Uhr). Gemäss Abschnitt 4.1 starteten alle Becken jeweils morgens mit derselben Wassertemperatur. Dies lässt einen direkten Vergleich der Tagesschwankungen aller Becken zu. Die ablesbaren Differenzen in den Tagesschwankungen entsprechen folglich den absolut gemessenen maximalen Differenzen.

Es kann festgestellt werden, dass sich die Wassertemperatur in den Becken mit gleichem Baumaterial jeweils ähnlich verhielt. Die grössten Differenzen wurden zwischen den beiden Becken mit Holzstücken gemessen. Diese erreichten am heissesten Tag bis zu 0.8°C (Abbildung 6). In den beiden mit Steinblöcken besetzten Becken wurde eine maximale Differenz von knapp 0.6°C gemessen. In den Becken ohne Besatz betrug die maximale Differenz 0.4°C.

3.3 Unterschiede zwischen Wassertemperaturen in Becken mit Stein und ohne Besatz

Die gemessenen Tagesschwankungen der Wassertemperatur in den Becken mit Steinblöcken und in denjenigen ohne Besatz waren sehr ähnlich (Abbildung 6).

Der höchste gemessene Unterschied wurde zwischen den Becken Stein1 und ohne Besatz1 gemessen (0.86°C), während die mittlere Differenz der Tagesschwankungen von allen 4 Becken bei 0.37°C blieb. Diese Messungen erfolgten am letzten Tag bei einer mittleren Tageslufttemperatur von 22.6°C.

Am zweiten Messtag gab es zwischen den Tagesschwankungen im Wasser der vier Becken kaum Unterschiede. Der höchste gemessene Unterschied betrug 0.11°C.

3.4 Temperaturdifferenzen zwischen Becken mit Holz, Stein und ohne Besatz

Die wichtigsten Beobachtungen sind gemäss Abbildung 5 und Abbildung 6 die folgenden:

- Die Differenzen in den Tagesschwankungen zwischen Becken mit Holzstücken und Becken mit Steinblöcken (Abbildung 6, blaue Punkte) sowie zwischen Becken mit Holzstücken und Becken ohne Besatz (Abbildung 6, rote und orange Punkte) waren alle grösser als die Differenzen zwischen Becken mit gleichem Baustoff (Abbildung 6, gelbe Punkte).
- Die zwei Becken ohne Besatz und die zwei mit Steinblöcken erreichten Wassertemperaturschwankungen im selben Bereich: die Unterschiede in der Wassertemperaturschwankung zwischen Becken ohne Besatz und Becken mit Steinblöcken waren jeweils kleiner als 0.9°C und erreichten im Mittel maximal 0.4°C (Abbildung 6, grüne Punkte).
- Die Tagesschwankungen der Wassertemperaturen in den Becken mit Steinblöcken und ohne Besatz lagen während der ganzen Messperiode deutlich über denjenigen mit Holzstücken (Abbildung 6, blaue resp. orange Linien).
- Die Unterschiede zwischen den Wassertemperaturen in den Becken mit Baustoffen (Steinblöcke resp. Holzstücke) waren bedeutend (bis zu 2.6°C, blaue Punkte in Abbildung 6).

Die grösste Differenz zwischen zwei Tagesschwankungen in Becken mit Holzstücken resp. Steinblöcken wurde am letzten Tag gemessen (2.6°C, in den Becken Stein 2 und Holz 2), als die mittlere Tageslufttemperatur bei 22.6°C lag und die höchste Lufttemperatur 31.8°C erreichte. Die mittlere Differenz (jeweils die gemittelten Messungen der beiden Becken mit demselben Besatz) zwischen den Tagesschwankungen im Vergleich zwischen Holz und Stein war am selben Tag mit 1.9°C am höchsten.

Die kleinste mittlere Differenz fand sich am zweiten Tag mit 1.4°C, als die mittlere Tageslufttemperatur 20.2°C betrug, und die höchste Tageslufttemperatur 27.4°C erreichte. Am

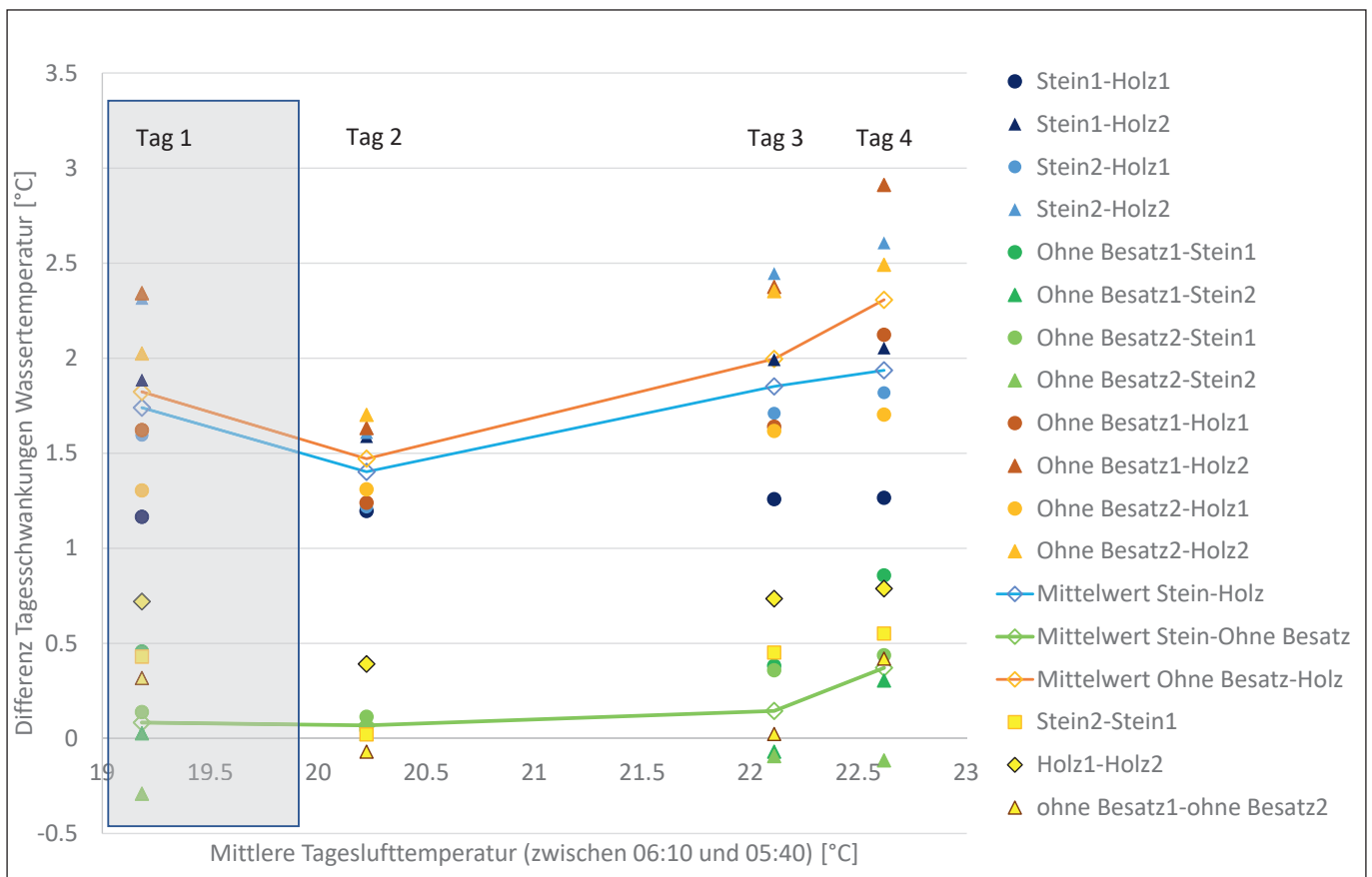


Abbildung 6: Unterschiede in den täglichen Schwankungen der Wassertemperatur zwischen Becken mit unterschiedlichem Besatz.
Figure 6 : Différences dans les variations journalières de la température de l'eau entre les bassins avec différents garnissages.

selben Tag liess sich auch die kleinste Differenz zwischen zwei unterschiedlich bestückten Becken (Stein1 und Holz1) messen [1.17°C].

4. Diskussion der Messresultate

Die Anzahl Messtage war für eindeutige Aussagen eher klein. Trotzdem lassen die Aufzeichnungen der Messungen der Tage 2 bis 4 tendenzielle Korrelationen zwischen den Baustoffen und zwischen den [mittleren oder maximalen] Tageslufttemperaturen und den Wassertemperaturen ausmachen:

- Holz vs. Stein und ohne Besatz: Die Wassertemperatur in den Becken mit Holz war messbar niedriger als die Wassertemperatur in den Becken mit Stein (Abbildung 6, blaue Punkte) und in denjenigen ohne Besatz (Abbildung 6, rote und orange Punkte). Entsprechend waren die Differenzen in den Tagesschwankungen der Wassertemperatur jeweils grösser als Null und erreichten im Mittel maximal 1.9 resp. 2.3°C.
- Stein vs. ohne Besatz: Die Wassertemperaturen in den Becken mit Stein waren im Mittel tendenziell leicht höher als in den Becken ohne Besatz. Der Unterschied nahm

mit höheren Lufttemperaturen zu und erreichte in der vorliegenden Messperiode im Mittel maximal 0.4°C.

- Mit steigender mittlerer Tagestemperatur der Luft steigen auch die Schwankungen der Wassertemperatur [Abbildung 6] sowie folglich auch die maximale Wassertemperatur [Abbildung 5] an.
- Die Differenzen zwischen den Becken mit Holz, Stein und ohne Besatz korrelieren im Mittel ebenfalls messbar mit den Tagesschwankungen der Luft: je grösser die Tagesschwankungen der Lufttemperatur sind, desto grösser sind die täglichen Wassertemperaturdifferenzen
 - zwischen den Becken mit Holz und den Becken mit Stein [max. 2.6°C]
 - zwischen den Becken mit Holz und den Becken ohne Besatz [max. 2.9°C]
 - zwischen den Becken mit Stein und den Becken ohne Besatz [max. 0.9°C].

Zwischen den Messresultaten der beiden Becken mit Holz sind allerdings deutlich erkennbare Differenzen entstanden (Abbildung 6, gelbe Rhomboiden), was einerseits auf eine nicht ausreichend gleichwertige Erstellung der Becken,

andererseits auf Unterschiede in der Beschaffenheit der Holzstücke rückzuschliessen ist.

Leider wurde nach der Versuchsperiode in den sechs Becken keine Messung der verbleibenden Wassermenge durchgeführt. Folglich bleibt der physikalische Prozess, welcher in den Becken mit Holz zur erhöhten Abkühlung führt, bloss eine Annahme: Durch die Kapillaren des Holzes wird das Wasser vermutlich stärker verdunstet als auf der Oberfläche des Steins und auf der Wasseroberfläche, was beim Holz zu einer höheren Verdunstungskälte führt.

5. Schlussfolgerungen

Die Wassertemperaturen in den Becken mit den Steinblöcken haben sich massgeblich stärker erwärmt als die Wassertemperatur in den Becken mit dem Totholz. Unter Bedingungen, wie sie für dieses Experiment geschaffen wurden, kann also mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass Steinblöcke das Wasser stärker erwärmen als Totholz, oder dass das Totholz das Wasser weniger stark erwärmen resp. stärker abkühlen lässt als Steinblöcke. Das Holz unterstützt folglich die Abkühlung messbar.

Das vorliegende Experiment lässt aufgrund der ähnlichen Wassertemperaturentwicklung in den Becken mit Steinen und den Becken ohne Besatz zudem die Hypothese aufstellen, dass ein Besatz mit Steinen das Wasser nur marginal zusätzlich erwärmen lässt.

Die Bedingungen des Experiments lassen viele Faktoren, wie sie in Fliessgewässern vorkommen, ausschliessen. Daher ist eine quantitative Aussage, wie sich die Wassertemperatur in Fliessgewässern mit Besatz von Stein oder Holz entwickelt, anhand dieser Untersuchungen nicht machbar.

6. Literatur

Bundesamt für Umwelt [2018]. Schweizer Gewässer im Klimawandel – Hydrologische Szenarien Hydro-CH2018 [Website]. Zugriff: <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/klimawandel-undauswirkungen/schweizer-hydroszenarien.html>, 14. Juni 2021.

Jakob, A. et al., 2010. Anpassung an den Klimawandel: Faktenblatt Sektor Biodiversitätsmanagement 4/4: Temperaturen in Schweizer Fliessgewässern – Langzeitbeobachtung. Gas-Wasser-Abwasser gwa 3/2010.


Kontaktadresse

Lukas Spycher
 RSW AG
 Rosengasse 35
 3250 Lyss
 Tel: +41 79 308 03 24
 E-Mail: spycher_lu@hotmail.de







Jolanda Jenzer Althaus
 Berner Fachhochschule
 ISI – Institut für
 Siedlungsentwicklung und Infrastruktur
 Professorin für Wasserbau,
 Institutsleiterin
 Pestalozzistrasse 20
 3401 Burgdorf
 Tel. +41 34 426 41 72
 E-Mail: jolanda.jenzer@bfh.ch






Unser Beratungs- und Ausführungsteam begleitet Ihre Projekte mit 55 Jahren Know-how.

-  **Ansaat**
Wir begrünen alle Flächen und Böschungen in jedem Gelände und an jedem Standort.
-  **EcoTex®-Geotextilien als Erosionsschutz**
Wir liefern und verlegen Geotextilien aus Kokosfasern oder Jute; natürlich und biologisch abbaubar.
-  **Sedummaten**
Sie suchen vorkultivierte, sofort verlegbare Sedummaten für die extensive Begrünung von Böschungen, Verkehrsinseln, Garten- und Rasenabschlüssen oder Garagen und Carports? Wir liefern sie.
-  **Ingenieurbilogie**
Wir sind Ihr Ansprechpartner für verschiedene Stützkonstruktionen für Uferzonen und Böschungen.

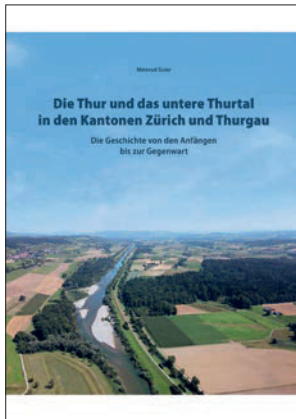
Mehr Informationen und interessante Referenzobjekte finden Sie auf unserer Internetseite www.hydroSaat.ch.

Senden Sie uns eine Mail an hydroSaat@hydroSaat.ch oder rufen Sie uns an unter 026 322 45 25. Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme!



Neuerscheinungen

GESCHICHTE EINES SCHWEIZER FLUSSTALS



Die Thur und das untere Thurtal in den Kantonen Zürich und Thurgau

Die Geschichte von den Anfängen bis zur Gegenwart

Meinrad Suter

Zürich 2022, Hrsg. von der Bau-
direktion des Kantons Zürich

604 Seiten, fester Einband

CHF 74.00

ISBN 978-3-033-08967-9

Bestellung: [www.cubemedia.ch/
shop](http://www.cubemedia.ch/shop)

Vielfältig und weit in die Vergangenheit zurückreichend sind die Beziehungen zwischen der Thur und ihren Anwohnerinnen und Anwohnern im unteren Thurtal. Das Buch beschreibt die Geschichte dieser Flusslandschaft von der eiszeitlichen Entstehung des Tales bis zur Gegenwart. Das jüngste Kapitel in dieser Beziehung ist das Projekt «Hochwasserschutz und Auenlandschaft Thurmündung». Dies war auch der Auslöser für die historische Aufarbeitung der Geschichte der Thur. Der Historiker und Autor *Meinrad Suter* vermittelt in diesem umfassenden und reich illustrierten Werk die Vielfältigkeit der Beziehungen zwischen Mensch und Fluss, von politischen Räumen und Grenzen, von Wirtschaft und Krieg, von Nutzen, Gefahren und Korrekturen der Thur im Lauf der vergangenen Jahrhunderte. Im Einzelnen werden folgende Zeitabschnitte behandelt:

- Die Entstehung des Thurtales
- Die Ur- und Frühgeschichte bis zur Römerzeit
- Alemannische Landnahme, weltliche und geistliche Mächte vom Früh- bis zum Spätmittelalter, 6.–15. Jahrhundert
- Das untere Thurtal im Zeitalter des Konfessionalismus, 1500–1798
- Leben mit der Thur im unteren Thurtal, 15.–18. Jahrhundert
- Von der Helvetik zum Bundesstaat, 1798–1848 /1874
- Bevölkerung, Wirtschaft und Verkehr, Militär und Kriegssorgen im 19./20. Jahrhundert
- Die rationelle Korrektur der Thur, Natur- und Gewässerschutz im industriellen Zeitalter, 1860–1980
- Die Gegenwart im unteren Thurtal, 1980–2020

Ergänzt werden die Kapitel durch einen Sonderbeitrag über das Projekt «Hochwasserschutz und Auenlandschaft Thurmündung» von *Christian Göldi* und *Robert Bänziger*.

Impressum

Mitteilungsblatt für die Mitglieder des Vereins für Ingenieurbiologie

Heft Nr. 3/2021, 31. Jahrgang
Erscheint viermal jährlich
ISSN 1422-008

Herausgeber / Editeur:

Verein für Ingenieurbiologie
c/o OST Ostschweizer Fachhochschule
ILF-Institut für Landschaft und Freiraum
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil
Tel.: +41 58 257 48 97
E-Mail: sekretariat@ingenieurbiologie.ch

Internet-Adresse / Adresse internet:

<http://www.ingenieurbiologie.ch>

Druck / Impression:

Vögeli AG, Langnau i. E.

Verantwortlicher Redaktor / Rédacteur responsable:

Monika La Poutré
Tel.: + 43 650 8615215
E-Mail: m.stampfer@gmx.at

Redaktionsausschuss / Comité de rédaction:

Robert Bänziger
Tel.: + 41 44 850 02 81
E-Mail: robert.baenziger@bk-ing.ch

Roland Scheibli
Baudirektion Kanton Zürich
Amt für Landschaft und Natur
Walcheplatz 2, Postfach
CH-8090 Zürich
Tel.: + 41 43 259 27 64
E-Mail: roland.scheibli@bd.zh.ch

Christian Rickli
Tel.: +41 44 739 24 03
E-Mail: christian.rickli@wsl.ch

Lektorat / Lectorat:

Martin Huber
Tel.: + 41 32 671 22 87
E-Mail: martin.huber@bsb-partner.ch

Übersetzungen / Traductions:

Rolf T. Studer
E-Mail: rolf.studer@mail.com

Sekretariat / Secrétariat:

Verein für Ingenieurbiologie
c/o OST Ostschweizer Fachhochschule
ILF-Institut für Landschaft und Freiraum
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil
Tel.: +41 58 257 48 97
E-Mail: sekretariat@ingenieurbiologie.ch

**Weitere Exemplare dieses Heftes können zum
Stückpreis von Fr. 20.- beim Sekretariat bezogen werden.**

Inserate Annonces

Inseratentarif für Mitteilungsblatt / Tarif d'insertion dans le bulletin

Der vorliegende Tarif ist gültig für eine Ausgabennummer.

Le present tarif comprend l'insertion pour une parution

1 Seite Fr. 1125.- 2/3 Seite Fr. 825.- 1/2 Seite Fr. 600.-

1/3 Seite Fr. 450.- 1/4 Seite Fr. 375.- 1/8 Seite Fr. 225.-

Separate Werbebeilage beim Versand: 1 A4-Seite Fr. 1000.-

jede weitere A4-Seite Fr. 300.-

**Inseratenannahme: Verein für Ingenieurbiologie c/o OST Ostschweizer
Fachhochschule ILF, Institut für Landschaft und Freiraum, Oberseestrasse 10,
8640 Rapperswil, Tel. +41 58 257 48 97,
sekretariat@ingenieurbilogie.ch**

Link auf der Internetseite des Vereins / Liens sur la page de l'Association:

Fr. 750.- pro Jahr/par an

Oder gratis bei Inseraten im Mitteilungsblatt im Wert von mindestens

Fr. 750.- pro Jahr.

Ou gratuit pour des annonces dans le bulletin d'une valeur d'au moins Fr. 750.-
par an.

Nächste Ausgaben Prochaines éditions

Thema

Geländestabilisierung und Aufforstung
Wildbäche: ein Blick über die Grenzen
Wasserbau mit ökologischer Zielsetzung

Redaktion

Christian Rickli
Monika La Poutré
Robert Bänziger



INGENIEURBIOLOGIE
GÉNIE BIOLOGIQUE
INGEGNERIA NATURALISTICA
INSCHENIERA BIOLOGICA

Verein für Ingenieurbiologie
c/o OST Ostschweizer Fachhochschule
ILF Institut für Landschaft und Freiraum
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil
Tel.: +41 58 257 48 97
E-Mail: sekretariat@ingenieurbilogie.ch



Europäische Föderation für Ingenieurbiologie
Federazione Europea l'Ingegn Naturalistica
Europ. Federation for Soil Bioengineering
Fedetacion Europea de Ingeniarta def Palufe

Giovanni de Cesare
EPFL ENAC IIC PL-LCH
GC A3 495 (Bâtiment GC)
Station 18, CH-1015 Lausanne
Tel. +41 21 69 32517
Mail: giovanni.decesare@epfl.ch

Fachbeiträge sind gemäss den redaktionellen Richtlinien zu verfassen und bis zum Redaktionsschluss dem/der zuständigen Redaktor/in einzureichen.

