

Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS): Zustand und Veränderungen in den Biotopen von nationaler Bedeutung nach zwei Erhebungsperioden



Ariel Bergamini, Christian Ginzler, Benedikt R. Schmidt, Steffen Boch, Klaus T. Ecker, Noémie A. Pichon, Angéline Bedolla, Achilleas Psomas, Tobias Moser, Oliver Dosch, Rolf Holderegger

Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS): Zustand und Veränderungen in den Biotopen von nationaler Bedeutung nach zwei Erhebungsperioden

Ariel Bergamini, Christian Ginzler, Benedikt R. Schmidt, Steffen Boch,
Klaus T. Ecker, Noémie A. Pichon, Angéline Bedolla, Achilleas Psomas,
Tobias Moser, Oliver Dosch, Rolf Holderegger

Herausgeberin

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

Verantwortlich für dieses Heft:

Kurt Bollmann, Leiter Forschungseinheit Biodiversität und Naturschutzbiologie a.i.

Schriftleitung: Sandra Gurzeler, Gruppenleiterin Publikationen

Zitiervorschlag

Bergamini A., Ginzler C., Schmidt B.R., Boch S., Ecker K.T., Pichon N.A., Bedolla A., Psomas A., Moser T., Dosch O., Holderegger R. (2025) Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS): Zustand und Veränderungen in den Biotopen von nationaler Bedeutung nach zwei Erhebungsperioden. WSL Ber. 174: 207 S. doi.org/10.55419/wsl:40802.

Titelbild: Ariel Bergamini, WSL

Download: wsl.ch/berichte

ISSN 2296-3448 (Print)

ISSN 2296-3456 (Online)

Autorinnen und Autoren

Ariel Bergamini, Christian Ginzler, Benedikt R. Schmidt, Steffen Boch, Klaus T. Ecker, Noémie A. Pichon, Angéline Bedolla, Achilleas Psomas, Tobias Moser, Oliver Dosch, Rolf Holderegger (alle WSL)

Benedikt R. Schmidt (info fauna karch)

Oliver Dosch (Atra Naturschutz GmbH)

Die Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL forscht lösungsorientiert zu Wald, Landschaft, Biodiversität, Naturgefahren sowie Schnee und Eis in einer Welt im Wandel. Als Forschungsinstitut des Bundes und Teil des ETH-Bereichs verpflichtet sie sich der Exzellenz in Forschung und Umsetzung.



Diese Publikation ist Open Access und alle Texte und Fotos, bei denen nichts anderes angegeben ist, unterliegen der Creative-Commons-Lizenz CC BY 4.0. Sie dürfen unter Angabe der Quelle frei vervielfältigt, verbreitet und verändert werden.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	7
Résumé	11
Summary	15
1 Einleitung	19
1.1 Die Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz WBS	19
1.2 Der Wert der Biotope von nationaler Bedeutung für die Biodiversität	21
2 Methoden	25
2.1 Vegetation	25
2.1.1 Erhebungsdesign und Übersicht zur Bearbeitung der einzelnen Biotoptypen	25
2.1.2 Erhebung der Vegetationsdaten	26
2.1.3 Datenaufbereitung	27
2.1.4 Zuordnung der Vegetationsaufnahmen zu Lebensräumen	28
2.1.5 Berechnung der Indikatoren	29
2.1.6 Flächenrepräsentative Schätzung der Indikatoren	34
2.1.7 Bewirtschaftungseffekte in TWW und Flachmoore	35
2.1.8 Datenqualität	37
2.2 Fernerkundung	38
2.2.1 Erhebungsdesign und Übersicht Bearbeitung der einzelnen Biotoptypen	38
2.2.2 Erhebung der Luftbilddaten	40
2.2.3 Berechnung der Indikatoren	41
2.2.4 Datenqualität	42
2.3 Amphibien	44
2.3.1 Stichprobe	44
2.3.2 Erfassung der Amphibienvorkommen	45
2.3.3 Indikatoren	46
2.3.4 Datenqualität	47
3 Zustand und Veränderungen in den Biotopen von nationaler Bedeutung	49
3.1 Trockenwiesen und -weiden (TWW)	49
3.1.1 Ergebnisse Vegetationserhebungen	49
3.1.2 Ergebnisse Fernerkundung	57
3.1.3 Diskussion der Ergebnisse zu Trockenwiesen und -weiden	63
3.1.4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit Trockenwiesen und -weiden	68
3.2 Flachmoore	69
3.2.1 Ergebnisse Vegetationserhebungen	69
3.2.2 Ergebnisse Fernerkundung	75
3.2.3 Diskussion der Ergebnisse in Flachmooren	82
3.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit Flachmoore	85
3.3 Hochmoore	85
3.3.1 Ergebnisse Vegetationserhebungen	85
3.3.2 Ergebnisse Fernerkundung	89
3.3.3 Diskussion der Ergebnisse in Hochmooren	94
3.3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit Hochmoore	97

3.4 Auen	97
3.4.1 Gletschervorfelder	97
3.4.2 Alpine Schwemmebenen	101
3.4.3 Flussauen und Deltas	105
3.4.4 Seeauen	119
3.5 Amphibienlaichgebiete	124
3.5.1 Ergebnisse Amphibienerhebungen	124
3.5.2 Ergebnisse Fernerkundung	135
3.5.3 Diskussion der Ergebnisse in Amphibienlaichgebieten	139
3.5.4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit Amphibienlaichgebiete	140
4 Allgemeine Schlussfolgerungen	141
5 Literatur	143
Verdankungen	148
Anhang 1	149
Anhang 2	156
Anhang 3	158

Zusammenfassung

Die Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS) ist ein langfristiges Programm des Bundesamtes für Umwelt BAFU und der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL. Seit 2011 werden im Rahmen der WBS mittels Luftbildinterpretation sowie floristischen und faunistischen Erhebungen der Zustand und die Entwicklung der Biotope von nationaler Bedeutung untersucht. Die nationalen Biotope umfassen die Trockenwiesen und -weiden, Hoch- und Flachmoore, Auen (inklusive alpine Schwemmebenen und Gletschervorfelder) und Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung. Die WBS untersucht somit die wertvollsten und/oder am stärksten gefährdeten Lebensräume der Schweiz und ob sich diese gemäss ihren Schutzziele entwickeln. Die Schutzziele sind in den entsprechenden Verordnungen zu den einzelnen Biotopen genannt und beinhalten unter anderem die Erhaltung und Förderung der typischen einheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer ökologischen Grundlagen.

Die Ersterhebung der WBS endete 2017, die Zweiterhebung 2023. Im vorliegenden Abschlussbericht wurden Daten der methodisch gleich durchgeführten Erst- und Zweiterhebung der WBS analysiert. Aufgrund methodischer Unterschiede und /oder fehlender Datengrundlagen ist der Vergleich zum Zeitpunkt der Inventarisierung der Biotope von nationaler Bedeutung ausser bei den Amphibienlaichgebieten nicht möglich. Es werden Entwicklungen von der Erst- zur Zweiterhebung in allen Biotopen von nationaler Bedeutung präsentiert. Ob sich diese langfristig bestätigen, wird die 2029 abgeschlossene Dritterhebung zeigen.

Die Analysen der Daten seit 2011 zeigen, dass es aus Sicht der Schutzziele sowohl positive als auch negative Entwicklungen in den nationalen Biotopen gibt.

Trockenwiesen und -weiden (TWW)

Bei den TWW überwiegen die positiven Entwicklungen:

- Schweizweite Abnahme der mittleren Nährstoffzahl, insbesondere in Nicht-Ziellebensräumen wie Fettwiesen und -weiden
- Die typischen TWW-Lebensräume nahmen um 10.9 km² zu
- Zunahmen der Anteile von Lebensraumspezialisten und gefährdeten Arten

Neben diesen positiven Entwicklungen gab es auch negative, die aber meist schwach waren:

- Entwicklung zu trockeneren Verhältnissen in Hochlagen
- Leichte Zunahme der Deckung von invasiven Neophyten in tiefen Lagen
- Leichte Zunahme der Gehölzdeckung, besonders in Waldnähe
- Leichte Zunahmen von Strassen und Wegen

Die positiven Entwicklungen in den TWW deuten auf Erfolge im Naturschutzmanagement hin. Zudem könnte die Klimaerwärmung, zumindest in tiefen Lagen, die Entwicklung der typischen TWW-Lebensräume positiv beeinflusst haben. Ebenfalls könnten Luftreinhalte-massnahmen die positive Entwicklung der typischen, an nährstoffarme Verhältnisse angepasste Vegetation der TWW unterstützt haben. Die negativen Entwicklungen, wie die leichte Zunahme der Verbuschung und zusätzliche Infrastrukturen, deuten auf ein gewisses Umsetzungsdefizit hin. Das WBS-Früherkennungssystem für die Kantone leistet hierbei einen Beitrag, indem besonders stark verbuschende Objekte oder neue Infrastrukturen den Kantonen gemeldet werden. Analysen der Bewirtschaftungseffekte legen nahe, dass vor allem unproduktive, für die Biodiversität wertvolle Flächen aufgegeben wurden. Auf die Wiederaufnahme einer standortspezifischen Nutzung von brachliegenden Flächen sollte deshalb besonderes Augenmerk gelegt werden.

Flachmoore

Bei den Flachmooren wurden folgende, negative Entwicklungen festgestellt:

- Austrocknung
- Rückgang der Lichtverhältnisse im Jura und der Alpennordflanke
- Abnahme flachmoortypischer Lebensraumspezialisten
- Leichte Zunahme der Strassen und Wege

Es gab jedoch auch einige positive Aspekte:

- Nährstoffverhältnisse wie durch die Vegetation angezeigt auf für Flachmoore typisch mässig nährstoffarmen Niveau konstant
- Anteil an gefährdeten Arten konstant bzw. leichte Zunahme in östlichen Zentralalpen
- Der Deckungsanteil der invasiven Neophyten blieb weitgehend konstant und nahm nur in einem Lebensraum (saure Kleinseggenriede) leicht zu
- Kaum Veränderungen der Gehölzdeckung

Insbesondere die Entwicklung zu trockeneren Verhältnissen und die Abnahme flachmoortypischer Arten verdeutlichen einen dringenden Massnahmenbedarf. Gräben und Drainagen sollten deshalb, wo immer möglich und notwendig geschlossen und Beeinträchtigungen in den hydrologischen Einzugsgebieten der Moore behoben werden. Diese Massnahmen sind angesichts der Klimaerwärmung umso dringlicher.

Hochmoore

In den Hochmooren überwiegen die negativen Entwicklungen:

- Austrocknung
- Typische Hochmoorarten und Bedeckung mit Torfmoosen abnehmend
- Verlust von 6.5 % (–0.7 km²; fast 100 Fussballfelder) der Hochmoor-Fläche innert sechs Jahren
- Anteil stark verbuschender Objekte vor allem im Jura und Mittelland hoch

An Positivem ist folgendes hervorzuheben:

- Nährstoffverhältnisse wie durch die Vegetation angezeigt auf einem für Hochmoore typisch niedrigem Niveau konstant
- Anteil der gefährdeten Arten konstant, keine Zunahme von invasiven Neophyten
- Keine Veränderungen bei Infrastrukturen

Die Ergebnisse verdeutlichen weiterhin dringenden Massnahmenbedarf. Angesichts der Klimaerwärmung sind Renaturierungen zur Wiederherstellung des natürlichen Wasserhaushalts in Hochmooren zentral, um ihre langfristige Austrocknung zu stoppen. Neben den Renaturierungen innerhalb der Objekte, müssen in Zukunft vermehrt Beeinträchtigungen des hydrologischen Einzugsgebiets behoben werden.

Gletschervorfelder und alpine Schwemmebenen

In Gletschervorfeldern und alpinen Schwemmebenen wurden keine relevanten Veränderungen gefunden. Es spielen sich weitgehend natürliche Sukzessionsprozesse ab. Es ist anzunehmen, dass sich diese Lebensräume in Zukunft im Zuge des Klimawandels verändern werden. Insbesondere die Wasserverhältnisse könnten sich ändern und der Beweidungsdruck zunehmen.

Flussauen und Deltas

Die Flussauen und Deltas entwickelten sich mehrheitlich negativ, der Zustand ist unbefriedigend:

- Trockenere Verhältnisse
- Rückgang der Auendynamik
- Rückgang des Anteils der Auen-Lebensraumspezialisten
- Signifikante Zunahme des Anteils der invasiven Neophyten
- Verlust an Fläche der Hartholzauenwälder in der Grösse von fast 700 Fussballfeldern (−4.9 km²)
- Flächenmässig starker Verlust der Gemeinen Esche durch das Eschentriebsterben
- Aktuelle Zustände der Flussauen und Delta weichen deutlich von Zielzuständen ab

Positiv ist folgender Aspekt:

- Die mittlere Nährstoffzahl ging in den Auen der Alpennordflanke zurück, in den anderen biogeographischen Regionen wurde keine Zunahme nachgewiesen

Die Zunahme der invasiven Neophyten muss beobachtet und allenfalls durch (weitere) Massnahmen eingedämmt werden, um die weitere Ausbreitung dieser Arten zu verhindern. Die schweizweite Abnahme der Auendynamik muss beobachtet werden: es ist unklar, ob dies einen negativen Trend aufgrund von bestehenden Beeinträchtigungen in Auen darstellt oder eher auf eine Periode mit nur wenigen markanten Hochwassern zurückzuführen ist. Der Verlust der Fläche von Auen-Ziellebensräumen zugunsten der Nicht-Ziellebensräume, wie auch die generelle schweizweite Abnahme des mittleren Anteils der Auen-Lebensraumspezialisten, stellen eine qualitative Verschlechterung dar. Somit ergibt sich Handlungsbedarf. Bei Auenrevitalisierungen ist neben der Wiederherstellung der natürlichen Dynamik, auch auf die Wiederherstellung der hydrologischen Verhältnisse zu achten.

Seeauen

Ausser einer leichten Zunahme der gefährdeten Arten konnten keine klar positiven Entwicklungen in den Seeauen festgestellt werden. Die Seeauen entwickelten sich grösstenteils negativ:

- Abnahme des Anteils der Lebensraumspezialisten
- Abnahme der Fläche typischer Auenlebensräume (Hartholzauenwald, Röhricht)

Die Flächenabnahmen von typischen Auenlebensräumen und die Abnahme des mittleren Anteils der Auen-Lebensraumspezialisten stellen eine qualitative Verschlechterung dar. Auch in den Seeauen besteht somit Handlungsbedarf.

Amphibienlaichgebiete

Bei den Amphibien gab es eine Reihe von positiven Entwicklungen. Die wichtigsten sind folgende:

- Kein weiterer Rückgang der mittleren Artenzahl, der Zahl der typischen Arten der temporären Gewässer und der Zahl der gefährdeten Arten
- Anzahl der Vorkommen der einzelnen Amphibienarten über alle Objekte stabil

An negativen Aspekten sind folgenden hervorzuheben:

- In Objekten mit Wasserfroschvorkommen ist der Anteil von Objekten mit invasiven Wasserfröschen hoch (61.8 %)
- Bei vielen Arten war der Anteil der besiedelten Objekte mit Fortpflanzung tief
- Im Vergleich zur Amphibienlaichgebietsverordnung (Datenstand Ende 1980er Jahre) sind die Verluste an Amphibienarten immer noch hoch, insbesondere bei gefährdeten Arten

Die Ergebnisse für die Amphibienlaichgebiete ergeben ein gemischtes Bild. Einerseits scheint der während Jahrzehnten festgestellte Rückgang der Amphibien weitgehend gestoppt, andererseits ist bei gefährdeten Arten die Zahl der Vorkommen noch tief. Gleichzeitig konnten die Massnahmen aber den Rückgang der Amphibien weitgehend stoppen. Für eine weitere Erholung der Amphibienvorkommen ist es wichtig, dass die Massnahmen weitergeführt und verstärkt werden.

Während die negativen Entwicklungen in den Biotopen von nationaler Bedeutung den weiterhin dringenden Massnahmenbedarf verdeutlichen, zeigen die positiven Entwicklungen, dass sich Massnahmen lohnen. Um die Biotope von nationaler Bedeutung mit ihrer grossen Vielfalt an seltenen und gefährdeten Arten langfristig zu erhalten, müssen einerseits die bereits ergriffenen Massnahmen aufrechterhalten werden, andererseits sind zusätzliche Anstrengungen nötig, um die aufgezeigten negativen Trends umzukehren.

Aussagen zur Wirksamkeit von Massnahmen betreffend Schutz, Pflege/Unterhalt oder der Bewirtschaftung in den Biotopen von nationaler Bedeutung und deren Auswirkungen auf die Biodiversität sind aktuell nur beschränkt möglich. Um diese Situation zu verbessern, müssen in Zukunft schweizweite, einheitliche und konsistent erhobene, georeferenzierte Informationen zu Massnahmen vorhanden sein, so dass diese mit den Daten der WBS verknüpft und gemeinsam ausgewertet werden können.

Résumé

Le Suivi de la protection des biotopes en Suisse (WBS) est un programme à long terme de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et de l'Institut fédéral de recherches WSL. Depuis 2011, le WBS étudie l'état et l'évolution des biotopes d'importance nationale au moyen de l'interprétation de photos aériennes et de relevés floristiques et faunistiques. Les biotopes nationaux comprennent les prairies et pâturages secs (PPS), les hauts- et bas-marais, les zones alluviales (y compris les plaines alluviales alpines et les marges proglaciaires) et les sites de reproduction de batraciens des inventaires fédéraux. Le WBS examine ainsi les milieux qui présentent une haute valeur écologique et/ou qui sont les plus menacés en Suisse, et vérifie s'ils évoluent conformément aux objectifs de protection fixés. Ces derniers sont définis par les ordonnances relatives à chaque biotope. Ils incluent, entre autres, la conservation et la promotion de la faune et de la flore indigènes typiques et de leurs éléments écologiques fondamentaux.

La première période de relevés WBS s'est terminée en 2017, la seconde en 2023. Le présent rapport rassemble les analyses des données des deux relevés qui ont été réalisés avec la même méthode. En raison de différences méthodologiques et de manque de données, il n'est pas possible de faire une comparaison avec l'état des biotopes au moment de l'inventorisation sauf pour les sites de reproduction de batraciens. Le rapport présente les évolutions entre la première et la deuxième période de relevés pour tous les biotopes. Les relevés de la troisième période, qui s'achèvera en 2029, révéleront si ces tendances se confirment sur le plus long terme.

L'analyse des données WBS récoltées depuis 2011 montrent des évolutions aussi bien positives que négatives dans les biotopes d'importance nationale par rapport aux objectifs de protection fixés.

Prairies et pâturages secs (PPS)

Les changements positifs prédominent dans les PPS :

- La valeur indicatrice moyenne en nutriments a diminué à l'échelle nationale, en particulier dans les milieux non cibles comme les prairies et pâturages gras.
- La surface occupée par les milieux typiques a augmenté de 10.9 km²
- La proportion d'espèces spécialisées et menacées a augmenté

Outre ces évolutions positives, certaines tendances négatives ont été observées, mais elles sont restées globalement faibles :

- Les conditions sont devenues plus sèches en altitude
- Le recouvrement des néophytes envahissantes a légèrement augmenté à basse altitude
- Le recouvrement des ligneux a faiblement progressé, surtout en bordure de forêt
- Légère augmentation des routes et des chemins

Les évolutions positives dans les PPS reflètent les succès des mesures de gestion et de protection de la nature. De plus, le réchauffement climatique pourrait avoir eu un effet positif sur le développement des milieux typiques des PPS, au moins à basse altitude. Les mesures de préservation de la qualité de l'air pourraient aussi avoir favorisé le développement positif d'une végétation typique des PPS, plus adaptée à des conditions pauvres en nutriments. Les évolutions négatives, comme la légère augmentation de l'embroussaillage et des infrastructures, indiquent quant à elles un certain déficit dans la mise en œuvre des mesures de conservation. Le système de détection précoce du WBS soutient à cet égard les cantons en leur signalant les objets présentant une forte tendance à l'embroussaillage et les infrastructures nouvellement construites. Les analyses de l'effet de l'exploitation mettent en évidence que ce sont surtout les surfaces improductives, précieuses pour la biodiversité, qui ont été abandonnées. Il est donc important d'accorder une attention particulière à la remise en exploitation des surfaces laissées en friche en fonction de leur situation.

Bas-marais

Dans les bas-marais, les évolutions négatives suivantes ont été constatées :

- Assèchement au niveau national
- La luminosité a baissé dans le Jura et sur le versant nord des Alpes
- La proportion d'espèces spécialisées typiques des bas-marais a diminué
- Légère augmentation des routes et des chemins

Cependant, certains aspects sont tout de même positifs :

- La végétation indique des conditions en nutriments constantes à un niveau modérément bas, typique des bas-marais
- La proportion d'espèces menacées est restée constante, voire a légèrement augmenté dans les Alpes centrales orientales
- La proportion de la couverture en néophytes envahissantes reste majoritairement constante; une faible augmentation n'a été repérée que dans un seul milieu (parvocariçaie acidophile)
- La couverture en ligneux n'a pratiquement pas changé

L'évolution vers des conditions plus sèches et la diminution des espèces typiques des bas-marais en particulier soulignent un besoin urgent d'intervention. Les fossés et les drains devraient être comblés partout où cela est nécessaire et possible, et les perturbations atténuées sur les bassins versants hydrologiques. Ces mesures sont d'autant plus urgentes que le réchauffement climatique accentue encore l'assèchement des marais.

Hauts-marais

Les évolutions négatives prédominent dans les hauts-marais :

- Assèchement au niveau national
- Diminution des espèces typiques des hauts-marais et de la couverture en sphaignes
- La superficie totale des hauts-marais a perdu 6.5 % en 6 ans (-0.7 km^2 ; soit presque 100 terrains de football)
- La proportion d'objets à fort embuissonnement est élevée, en particulier dans le Jura et sur le Plateau

Les points positifs à souligner sont les suivants :

- La végétation indique des conditions en nutriments constantes à un niveau bas, typique des hauts-marais
- La proportion d'espèces menacées est restée constante et les néophytes envahissantes ne progressent pas
- Pas de changement au niveau des infrastructures

Les résultats mettent en évidence un besoin urgent d'agir. Compte tenu du réchauffement climatique, les mesures de restauration visant à rétablir le régime hydrologique naturel des hauts-marais sont essentielles pour stopper leur assèchement sur le long terme. Parallèlement aux renaturations à l'intérieur des objets mêmes, il faudra à l'avenir remédier davantage aux atteintes faites aux bassins versants hydrologiques.

Marges proglaciaires et plaines alluviales alpines

Aucune évolution notable n'est observée dans les marges proglaciaires et les plaines alluviales alpines. Les processus de succession, en grande partie naturels, continuent de s'y dérouler. Cependant, il est à supposer qu'à l'avenir, ces habitats vont évoluer en fonction du changement climatique avec en particulier une modification de leur hydrologie et une augmentation de la pression de pâture.

Zones alluviales de cours d'eau et deltas

Les zones alluviales de cours d'eau et les deltas ont connu une évolution majoritairement négative et leur état est jugé insatisfaisant :

- Les conditions sont devenues plus sèches
- La dynamique alluviale a reculé
- La proportion des espèces spécialisées des zones alluviales a diminué
- La proportion de néophytes envahissantes a significativement augmenté
- La superficie des forêts alluviales à bois dur a connu une perte de -4.9 km^2 , soit presque 700 terrains de football
- La surface occupée par le frêne commun a fortement régressé à cause de la chalarose (maladie des pousses du frêne)
- L'état actuel des zones alluviales de cours d'eau et des deltas s'écarte nettement des objectifs visés

Les aspects suivants sont cependant positifs :

- La valeur indicatrice moyenne en nutriments a baissé dans les zones alluviales du versant nord des Alpes. Les autres régions biogéographiques n'ont enregistré aucune augmentation.

La progression des espèces néophytes envahissantes doit être surveillée pour, le cas échéant, adopter des mesures supplémentaires et endiguer leur propagation. Il faut aussi garder un œil sur la diminution de la dynamique alluviale à l'échelle nationale : il n'est pas encore clair s'il s'agit d'une tendance négative prolongée due aux atteintes affectant les zones alluviales ou plutôt le résultat d'une période exceptionnelle avec peu de grandes crues. La perte en superficie des habitats alluviaux cibles au profit des habitats non cibles, tout comme la diminution à l'échelle nationale de la proportion des espèces spécialisées de ces milieux, constituent une détérioration qualitative des zones alluviales. Il est donc nécessaire d'agir. Lors de la revitalisation de zones alluviales, il est important de se concentrer non seulement sur le rétablissement de la dynamique naturelle, mais aussi sur la restauration des conditions hydrologiques.

Rives lacustres

Hormis une légère augmentation de la proportion d'espèces menacées, aucune évolution clairement positive ne s'est dessinée sur les rives lacustres ; leur évolution a été principalement négative :

- La proportion des espèces spécialisées a diminué
- La superficie des milieux alluviaux typiques (forêt alluviale à bois dur, roselière) a diminué

Ces deux facteurs constituent une détérioration qualitative des rives lacustres, qui met l'accent sur la nécessité et l'urgence d'agir.

Sites de reproduction de batraciens

Certaines évolutions positives ont été observées chez les batraciens, dont les plus importantes sont :

- Pas de nouvelle diminution du nombre moyen d'espèces par objet, du nombre d'espèces typiques des eaux temporaires et du nombre d'espèces menacées.
- Le nombre de populations des différentes espèces de batraciens est resté stable

Les aspects négatifs suivants peuvent cependant être soulignés :

- Parmi les objets abritant des grenouilles vertes, une forte proportion renferme des grenouilles allochtones invasives (61,8%)
- Chez de nombreuses espèces, la reproduction effective est seulement observable dans une faible proportion d'objets occupés
- En comparaison avec l'ordonnance sur la protection des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale (informations de la fin des années 1980), le nombre d'espèces par objet reste plus bas, en particulier pour les espèces menacées.

Les résultats concernant les sites de reproduction de batraciens donnent une image mitigée. D'une part, le déclin des batraciens, constaté pendant des décennies, semble en grande partie stoppé grâce aux mesures adoptées. D'autre part, le nombre de populations reste encore faible chez les espèces menacées. Pour assurer un rétablissement durable des populations de batraciens, il est essentiel de poursuivre et renforcer les mesures en leur faveur.

Alors que les évolutions négatives dans les biotopes d'importance nationale mettent en évidence la nécessité de prendre des mesures urgentes, celles positives confirment que les actions entreprises en valent la peine. Pour conserver à long terme les biotopes d'importance nationale et leur grande richesse en espèces rares et menacées, il est crucial de continuer les efforts déjà engagés, tout en intensifiant les actions là où elles sont nécessaires pour inverser les tendances négatives observées.

Actuellement, il est difficile de se prononcer sur l'efficacité des mesures de protection, d'entretien ou de gestion des biotopes d'importance nationale et sur leurs effets sur la biodiversité. Pour améliorer cette situation, il faudra disposer à l'avenir d'informations géo-référencées sur les mesures appliquées, collectées de manière uniforme et cohérente dans toute la Suisse, afin de pouvoir les relier aux données du WBS et les évaluer conjointement.

Summary

In 2011, the long-term monitoring program “Monitoring the effectiveness of habitat protection in Switzerland WBS” was launched by the Federal Office for the Environment FOEN and the Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL. By using comparisons of aerial photographs and floristic and faunistic field surveys, the state and the development of the so-called “biotopes of national importance”, comprising dry meadows and pastures, fens, raised bogs, floodplains (including alpine floodplains and glacier forefields), and amphibian breeding areas, are monitored. The WBS program uses indicator values for biodiversity and habitat quality to examine whether these most valuable and/or endangered habitats of Switzerland are developing in line with their conservation objectives. The conservation objectives are specified in ordinances for the individual biotopes and include, among others, the preservation of their specific biodiversity, their spatial extent, and their habitat quality. The biotopes of national importance also form the cornerstones of Switzerland’s ecological infrastructure.

This final report is based on analyses of data from the first two WBS surveys, finished in 2017 and 2023, respectively, which were carried out using the same methodology. Due to methodological differences and/or a lack of data, it was not possible to use earlier vegetation and remote sensing data of the biotopes of national importance from the time of the initial inventory that has been conducted in the 1990th and early 2000th. This was only possible for amphibian breeding areas as the methodology did not change. Developments from the first to the second survey are presented in this report for all biotopes of national importance. The third survey, which will end in 2029, will show whether these developments persist in the long term.

Regarding the conservation objectives, analyses of the data since 2011 show both positive and negative developments in the biotopes of national importance.

Dry meadows and pastures (TWWs)

Positive developments predominated in TWWs:

- Nationwide decrease in mean indicator value for nitrogen, especially in non-target habitats such as nitrophilous mesic grasslands and degraded grasslands with a low habitat quality
- Increase in the total area of target habitats by 10.9 km²
- Increase in the proportion of habitat specialists and endangered species

In addition to these positive developments, there were also negative ones, but these were mostly minor:

- Trend toward drier conditions at high elevations
- Slight increase in the coverage of invasive neophytes at low elevations
- Slight increase in woody plant coverage, especially adjacent forests
- Slight increase in infrastructure, such as roads and paths

The positive developments in TWWs indicate success in nature conservation management. In addition, global warming may have had positive effects on the development of typical TWW vegetation, i.e., the target habitats, at least at low elevations. Air pollution control measures, such as the reduction of airborne nitrogen deposition, may also have supported the positive development of typical TWW vegetation, which is adapted to nutrient-poor conditions. The negative developments, such as the slight increase in scrub encroachment and in infrastructure, indicate a certain implementation deficit. The WBS early recognition system for cantons contributes to this through the reporting of particularly heavily scrub-encroached sites or new infrastructure to the cantonal authorities. Analyses of the effects of management suggest that primarily unproductive sites that are valuable for biodiversity have been abandoned. Particular attention should therefore be paid to the resumption of site-specific land use of abandoned sites.

Fens

In fens, the following negative developments were observed:

- Development toward drier conditions
- Decrease in the mean indicator value for light in the Jura and the Northern Alps
- Decline in habitat specialists typical of fens
- Slight increase in infrastructure, such as roads and paths

However, there were also some positive aspects:

- Nutrient conditions as indicated by the vegetation remained constant at the moderately nutrient-poor level typical of fens
- The proportion of endangered species remained constant or increased in the eastern Central Alps
- The coverage of invasive neophytes remained largely constant and increased only slightly in one habitat type (acidophilous poor fens dominated by small sedges)
- Hardly any changes in woody plant coverage

In particular, the trend toward drier conditions and the decline in typical fen species highlights the urgent need for restoration measures. Wherever possible and necessary, ditches and drainage systems should be closed and damage to the hydrological catchment areas of the fens should be mitigated. These measures are increasingly urgent in the view of global warming.

Raised bogs

Negative developments predominate in raised bogs:

- Development toward drier conditions
- Decline in species typical of raised bogs and in peat moss coverage
- Loss of 6.5 % (–0.7 km²; almost 100 football fields) of the total raised bog area within six years
- High proportion of heavily shrub-encroached areas, especially in the Jura and the lowlands

However, the following positive aspects should be highlighted:

- Nutrient levels as indicated by the vegetation remained at the low values typical of raised bogs
- The proportion of endangered species and of invasive neophytes remained constant
- No changes in infrastructure occurred

The results highlight the continuing urgent need for restoration measures. In view of global warming, measures to restore the natural water balance in raised bogs are essential to stop their long-term desiccation. In addition to restoration within the sites, mitigation efforts must address the increasing damage to the entire hydrological catchment areas of the raised bogs.

Glacial forefields and alpine floodplains

No relevant changes were found in glacier forefields and alpine floodplains. Natural succession processes are largely taking place. It can be assumed that these habitats will be altered in the future because of climate and land-use changes. In particular, water conditions could change, and grazing pressure might increase.

River floodplains and deltas

Most river floodplains and deltas have developed negatively toward unsatisfactory conditions:

- Development toward drier conditions
- Decline in floodplain dynamics
- Decline in the proportion of floodplain habitat specialists
- Significant increase in the proportion of invasive neophytes
- Loss of total hardwood floodplain area (–4.9 km²; almost 700 football fields)
- Significant loss of common ash in terms of area, due to ash dieback
- Significant deviation of current conditions in river floodplains and deltas from target conditions

The following aspect is positive:

- The mean indicator value for nitrogen declined in the floodplains of the Northern Alps, and no increase was detected in the other biogeographical regions

The increase in invasive neophytes must be monitored and, if necessary, reduced through (additional) measures to prevent the further spread of these species. The nationwide decline in floodplain dynamics must be monitored: it is unclear whether this represents a negative trend due to existing impairments in floodplains or is rather attributable to a period with few major floods. The loss of floodplain target habitats in favor of non-target habitats and the general nationwide decline in the average proportion of floodplain habitat specialists represent a qualitative deterioration. This indicates that restoration action is needed. When revitalizing floodplains, attention must be paid not only to restoring natural dynamics, but also to restoring hydrological conditions.

Lake floodplains

Apart from a slight increase in the proportion of endangered species, no clearly positive developments were observed in lake floodplains. Lake floodplains have therefore largely developed negatively:

- Decrease in the proportion of habitat specialists
- Decrease in the area of typical floodplain habitats (hardwood floodplain forest, reeds)

These two decreases represent a qualitative deterioration. Restoration action is therefore also needed in lake floodplains.

Amphibian breeding areas

- There have been several positive developments for amphibians. The most important are the following:
- No further decline in the average number of species, the number of species typical for temporary water bodies, and the number of endangered species
- The number of occurrences of individual amphibian species over all sites remained stable

However, the following negative aspects should be highlighted:

- Regarding sites with water frog populations, the proportion of sites with invasive water frogs was high (61.8%)
- For many species, the proportion of colonized sites where reproduction was observed was low
- Compared with the Ordinance on amphibian breeding areas (data from the late 1980s), the losses of amphibian species remained high, especially for endangered species

The results for amphibian breeding areas draw a mixed picture. On the one hand, the decline in amphibians observed over decades seems to have largely stopped, as a result of the implemented measures. On the other hand, the number of occurrences of endangered species is still low. It is therefore important that the measures are continued and intensified to continue the recovery of amphibian populations.

While the negative developments in biotopes of national importance highlight implementation deficits and the continuing urgent need for restoration action, the positive developments show that measures are worthwhile. In order to preserve biotopes of national importance – with their great diversity of rare and endangered species – in the long term, the measures already taken must be maintained, and additional efforts are needed to reverse the negative trends that have been identified.

Statements on the effectiveness of measures relating to the protection, care/maintenance, or management of biotopes of national importance and the impact of such measures on biodiversity are currently only possible to a limited extent. To improve this situation, uniform and consistently collected, georeferenced information on restoration measures must be available throughout Switzerland in the future so that it can be linked to the WBS data and evaluated jointly.

1 Einleitung

1.1 Die Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz WBS

Der Schutz von Gebieten und den Schutzziele angepasste Massnahmen sind effektive Instrumente zur Erhaltung der globalen Biodiversität (Bongaarts 2019; Li *et al.* 2024). Informationen aus Biodiversitätsmonitorings sind daher sehr wichtig, um sowohl negative als auch positive Trends in Schutzgebieten zu erkennen und gegebenenfalls Massnahmen zur Verbesserung der Naturschutzmassnahmen zu ergreifen (Navarro *et al.* 2017; Bongaarts 2019; Kühl *et al.* 2020). Obwohl Biodiversitätsmonitorings aus wissenschaftlicher, praktischer und politischer Sicht immer wichtiger werden und in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Programme in ganz Europa eingerichtet wurden (Navarro *et al.* 2017; Bongaarts 2019; Kühl *et al.* 2020), sind gezielte Monitoringprogramme in Schutzgebieten immer noch selten. Allerdings sieht die europäische Biodiversitätsstrategie 2030 eine Verpflichtung zum Monitoring von Naturschutzgebieten vor (European Commission 2022).

Die Schweiz hat im Biodiversitätsmonitoring eine Pionierrolle inne, startete doch das erste nationale Monitoring der Biodiversität bereits 2001. In der Schweiz gelten verschiedene gesetzliche Grundlagen, wie der Artikel 27a der Natur- und Heimatschutzverordnung, der im Jahr 2000 eingeführt wurde, die den Bund verpflichten die biologische Vielfalt zu beobachten. Auch in der Biodiversitätsstrategie (Schweizerischer Bundesrat 2012) wird ein umfassendes Monitoring der Biodiversität gefordert. Mit dem «Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM», dem Monitoringprogramm «Arten und Lebensräume Landwirtschaft ALL-EMA», der «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz WBS» und den Aktivitäten der Schweizer Daten und Informationszentren für Arten InfoSpecies hat der Bund wichtige Programme gestartet, um dieser Verpflichtung nachzukommen (Kipfer *et al.* 2020, Guntern und Klaus 2022). Während das BDM die Normallandschaft der Schweiz untersucht und ALL-EMA sich auf die Agrarlandschaft konzentriert, beschäftigt sich die WBS mit den Biotopen von nationaler Bedeutung. Die WBS ist zusammen mit dem BDM, ALL-EMA und den Revisionen der Roten Listen von InfoSpecies ein zentraler Teil von Monitoring und Wirkungskontrolle der Biodiversität in der Schweiz (Abb. 1).

Die Biotope von nationaler Bedeutung – die wichtigsten Kerngebiete der Ökologischen Infrastruktur – sind die Kronjuwelen der Naturschutzgebiete in der Schweiz. Sie umfassen

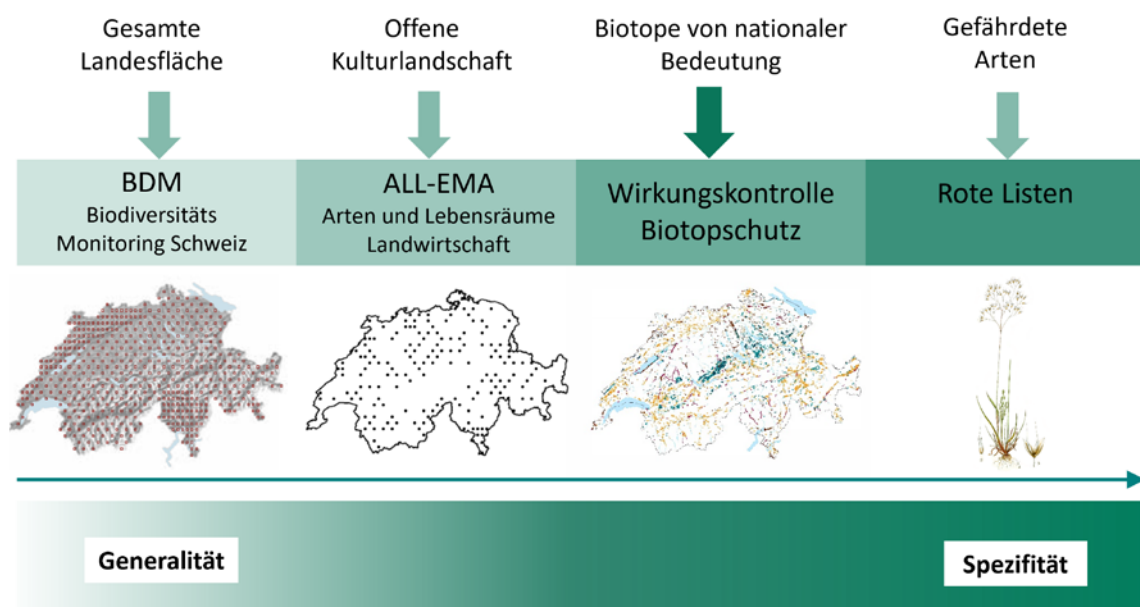


Abb. 1. Monitoring und Wirkungskontrolle der Biodiversität in der Schweiz (verändert nach Bergamini *et al.* 2013).

die Trockenwiesen und -weiden (TWW), die Flachmoore, die Hoch- und Übergangsmoore, die Auen (mitsamt Gletschervorfeldern, alpinen Schwemmebenen, Fliessgewässer und Deltas und Seeauen) und die Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung. Sie tragen wesentlich zur Erhaltung seltener und gefährdeter Lebensräume und Arten bei (Kap. 1.2). Insgesamt umfassen die Biotope von nationaler Bedeutung aktuell rund 2.3 % der Landesfläche (Abb. 2). Details zur Anzahl und Fläche der nationalen Biotopinventare nach Biotop-typ und biogeographischer Region sind in Volkart *et al.* (2024) dargestellt.

Die WBS ist ein Langzeitmonitoring und Evaluationsinstrument mit dem Hauptziel festzustellen, ob sich die Biotope von nationaler Bedeutung gemäss den Schutzziele entwickeln, also ungeschmälert in Qualität und spezifischer Biodiversität sowie ihrer typischen Eigenart, Struktur und Dynamik erhalten bleiben (Volkart *et al.* 2024). Es werden nationale und regionale Entwicklungen in den Biotopen von nationaler Bedeutung erfasst. Die WBS ermöglicht damit Bund und Kantone jene Entwicklungen, die nicht den Schutzziele entsprechen, zu erkennen und Massnahmen zu ergreifen. Sie hilft zudem dem Bund, Prioritäten für die Verhandlungen der Programmvereinbarung Naturschutz im Rahmen des NFA (Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen) zu setzen. Die WBS liefert somit Erkenntnisse, die als Grundlage zur Steuerung der Umweltpolitik und den damit verbundenen Finanzmitteln von Bund und Kantonen dienen können.

Um die Entwicklung der Biotope von nationaler Bedeutung zu erfassen, werden regelmässig umfangreiche Daten in den Biotopen von nationaler Bedeutung standardisiert erhoben. Dazu gehören einerseits im Feld erhobene Daten (Erhebungen der Vegetation und der Vorkommen von Amphibienarten), andererseits Daten, die mittels Interpretation von Luftbildern gewonnen werden. Aus den erhobenen Daten werden eine Reihe von Indikatoren abgeleitet und über die Zeit (d. h. verschiedene Erhebungszyklen) verglichen. Die Indikatoren geben Auskunft über den Erhaltungszustand und die abiotische Entwicklung der Biotope (z. B. Feuchtigkeit, Nährstoffverhältnisse), aber auch über die Entwicklung ihrer naturschutzfachlichen Qualität (z. B. Trends der Vorkommen von gefährdeten Arten, invasiven Neophyten oder biotopspezifische Lebensraumspezialisten). Mittels eines Früherkennungssystems werden zudem Objekte, die sich besonders negativ entwickeln, dem Bund und den Kantonen frühzeitig gemeldet.

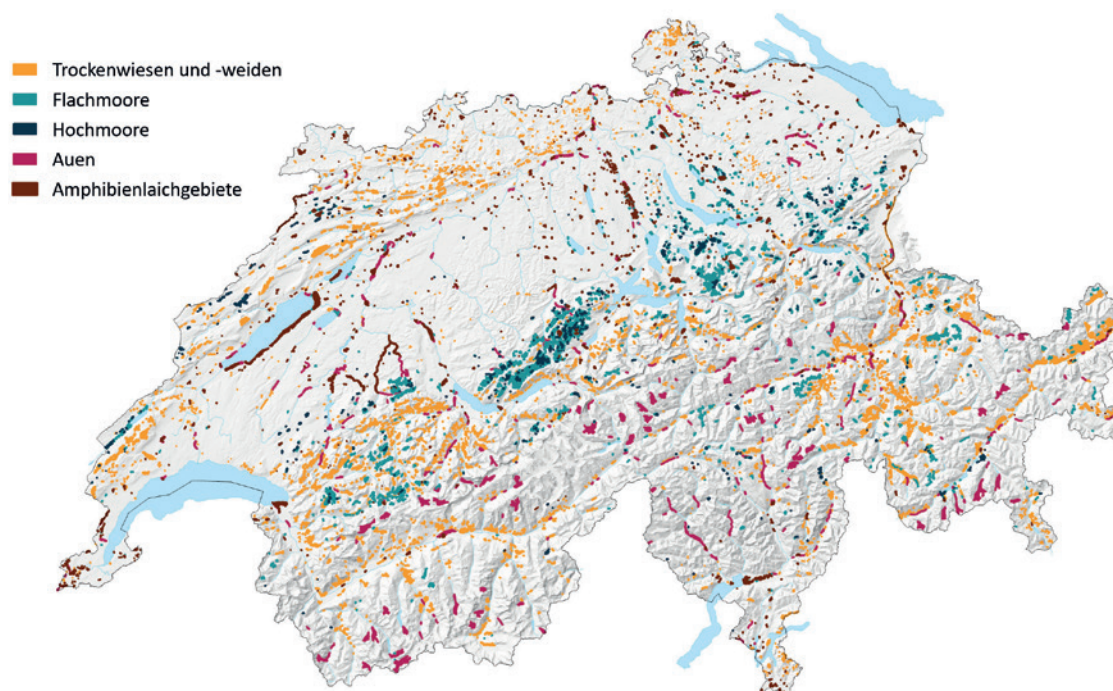


Abb. 2. Verbreitung der Biotope von nationaler Bedeutung in der Schweiz, Stand 2025 (Quelle BAFU).

Die WBS startete 2011. Die Ersterhebung wurde 2017 abgeschlossen, die Zweiterhebung 2023. Ein ausführlicher Bericht zur Ersterhebung und eine Kurzfassung für die Kantone, wurden 2019 publiziert (Bergamini *et al.* 2019a; Bergamini *et al.* 2019b).

Im vorliegenden Bericht wurden Daten der methodisch gleich durchgeführten Erst- und Zweiterhebung der WBS analysiert. Es werden der Zustand sowie die Veränderungen zwischen der Erst- und Zweiterhebung in Trockenwiesen und -weiden, Hoch- und Flachmooren und Auen (inkl. alpine Schwemmeben und Gletschervorfelder) dargestellt. Aufgrund methodischer Unterschiede und/oder fehlender Datengrundlagen sind Aussagen zu Veränderungen im Vergleich zum Zeitpunkt der Inventarisierung der Biotope von nationaler Bedeutung, ausser bei den Amphibienlaichgebieten, nicht möglich (Kap. 2.3.3). Bei den nationalen Amphibienlaichgebieten sind die vorkommenden Amphibienarten und deren Populationsgrössenklassen in der Amphibienlaichgebiete-Verordnung (AlgV: Schweizerischer Bundesrat 2001 SR 451.34) explizit als Schutzziel definiert.

1.2 Der Wert der Biotope von nationaler Bedeutung für die Biodiversität

Die Biotope von nationaler Bedeutung umfassen Lebensräume, die in den letzten 100 bis 200 Jahren in der Schweiz stark zurückgegangen sind und heute als gefährdet gelten (Ewald und Klaus 2009; Lachat *et al.* 2010; Delarze *et al.* 2016). Bei den Trockenwiesen und -weiden wird der Rückgang in der Schweiz seit 1900 auf 95 % geschätzt (Lachat *et al.* 2010). Die Moorfläche ging seit 1900 um 82 % zurück (Lachat *et al.* 2010), seit 1850 sogar um über 90 % (Stuber und Bürgi 2018). Die Auen wurden bereits vor 1900 im Rahmen der grossen «Gewässerkorrekturen» stark dezimiert (Müller-Wenk *et al.* 2003). Man geht davon aus, dass seit 1850 rund 90 % der Auen der Schweiz verschwunden sind (BAFU 2020). Auch der Klimawandel kann die Artenzusammensetzung und die Umweltbedingungen in den Biotopen von nationaler Bedeutung verändern. Dies geschieht direkt oder indirekt über Temperaturerhöhung, Niederschlagsveränderungen und extreme Wetterereignisse. Arten, die sich nicht schnell genug anpassen oder durch Ausbreitung ihr Verbreitungsareal verschieben können, sind besonders betroffen. Die durch Verkehrsinfrastrukturen, Siedlungen und intensive Landnutzung zerschnittene Landschaft erschwert zudem die Ausbreitung von Organismen und damit ihr Überleben (Vittoz *et al.* 2013, Ismail *et al.* 2021).

In den heute vielfach geschützten Restflächen kommen zahlreiche typische und gefährdete Arten vor. Sie sind in der intensiv genutzten Landschaft sehr selten geworden, da ihnen dort geeignete Lebensräume fehlen (Küchler *et al.* 2018b). Bei den Vegetationserhebungen der WBS auf 5328 10 m² grossen Untersuchungsflächen (Plots), also auf einer Gesamtfläche von nur knapp 5.4 ha konnten insgesamt 256 gefährdete Gefässpflanzen in Trockenwiesen und -weiden, Hoch- und Flachmooren und Auen gefunden werden. Das entspricht 35.3 % der bewerteten Gefässpflanzenarten und -unterarten, die in der Schweiz als gefährdet gelten. Dazu kamen weitere 262 potenziell gefährdete Gefässpflanzen (63.1 % der in der Schweiz als potenziell gefährdet eingestuften Gefässpflanzen; Bornand *et al.* 2016). In den Hoch- und Flachmooren wurden zudem 39 gefährdete Moosarten gefunden, was 10.0 % der bewerteten Arten entspricht, die in der Schweiz als gefährdet gelten. Zusätzlich wurden 55 potenziell gefährdete Moosarten gefunden (34.6 % der in der Schweiz als potenziell gefährdet eingestuften Moosarten; Kiebacher *et al.* 2023). Diese Zahlen der gefährdeten Gefässpflanzen und Moose ist ein Vielfaches dessen, was auf vergleichbaren Flächen ausserhalb der Biotope von nationaler Bedeutung gefunden wird (Küchler *et al.* 2018b). Zählt man noch die nicht gefährdeten Arten – darunter viele biotopspezifische Lebensraumspezialisten – so wurden auf den Plots der WBS-Stichprobe insgesamt 1889 Gefässpflanzenarten und -unterarten gefunden, was 50.3 % aller in der Schweiz vorkommenden Gefässpflanzen entspricht. Zudem kamen 60 von den 101 in der Roten Liste der gefährdeten Lebensräume (Delarze *et al.* 2016) als gefährdet oder potenziell gefährdet aufgeführten Lebensräume in den Biotopen von nationaler Bedeutung vor (Abb. 3).

Die besondere Stellung der Biotope von nationaler Bedeutung zeigt sich auch bei einem Vergleich der mittleren Gefässpflanzenartenzahlen und der mittleren Anzahl von gefährde-



Abb. 3. Links: Gefährdeter Lebensraum im Auenobjekt «Pfynwald» mit der in der Roten Liste der gefährdeten Gefässpflanzen (Bornand *et al.* 2016) als «verletzlich» eingestuften Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*). Rechts: Blühender Zweig der Deutschen Tamariske (Fotos: Ariel Bergamini).

ten Gefässpflanzenarten auf den Plots der WBS im Vergleich zu denjenigen von BDM und ALL-EMA (Abb. 4): die TWW weisen auf 10 m² deutlich höhere mittlere Artenzahlen auf als die gleich grossen BDM- und ALL-EMA-Plots. Besonders ausgeprägt sind die Unterschiede von TWW, Hoch- und Flachmooren im Vergleich zu BDM und ALL-EMA hinsichtlich der mittleren Anzahl der gefährdeten und potenziell gefährdeten Arten.

Die drei Programme decken verschiedene Lebensräume entlang von ökologischen Gradienten ab. Dies wird ersichtlich, wenn man die Plots der drei Programme in einem so-

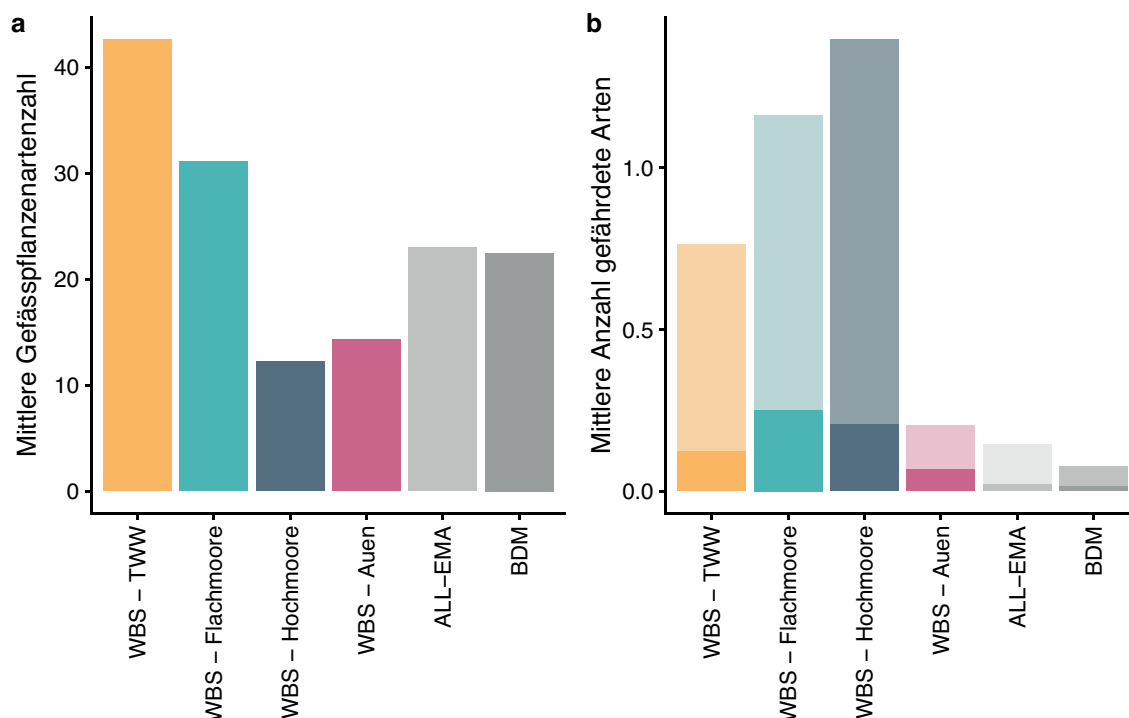


Abb. 4. a) Mittlere Gefässpflanzenartenzahl und b) Anzahl gefährdete Arten (transparenter Teil der Balken zeigt den Anteil der potenziell gefährdeten Arten) in den 10 m² Plots der im Rahmen der WBS untersuchten Biotopinventare der Jahre 2018–2023, im Vergleich zum Monitoring der Schweizer Agrarlandschaft (ALL-EMA) und dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) der Jahre 2019–2023 (Meier *et al.* 2025, BDM-Datenbankabfrage).

nannten Ökogramm entlang eines Nährstoff- und Feuchtigkeitsgradienten basierend auf den mittleren Zeigerwerten für Nährstoffe und Feuchtigkeit (Kühler *et al.* 2018b; Kap. 2.1.5) aufträgt: es wird ersichtlich, dass die WBS mit den Hochmooren die nährstoffärmeren und feuchteren und mit den TWW die nährstoffärmeren und trockeneren Lebensräume abdecken als BDM und ALL-EMA, die eher im mittleren bis nährstoffreichen Bereich zu finden sind (Abb. 5). Die Flachmoore der WBS umfassen zudem mit ihren vielen, sehr unterschiedlichen Feuchtlebensräumen (Tab. 85) einen sehr breiten Nährstoffgradienten. Die Auen überdecken sich mit den Plots der anderen beiden Programme. Um die Sonderstellung der Auen aufzuzeigen, müssten die Plots zu anderen Umweltfaktoren in Beziehung gesetzt werden. Das einfache Ökogramm zeigt aber bereits deutlich, dass die WBS Umweltbereiche abdeckt, die von den anderen Programmen nicht oder kaum erfasst werden. Die drei Programme sind somit komplementär.

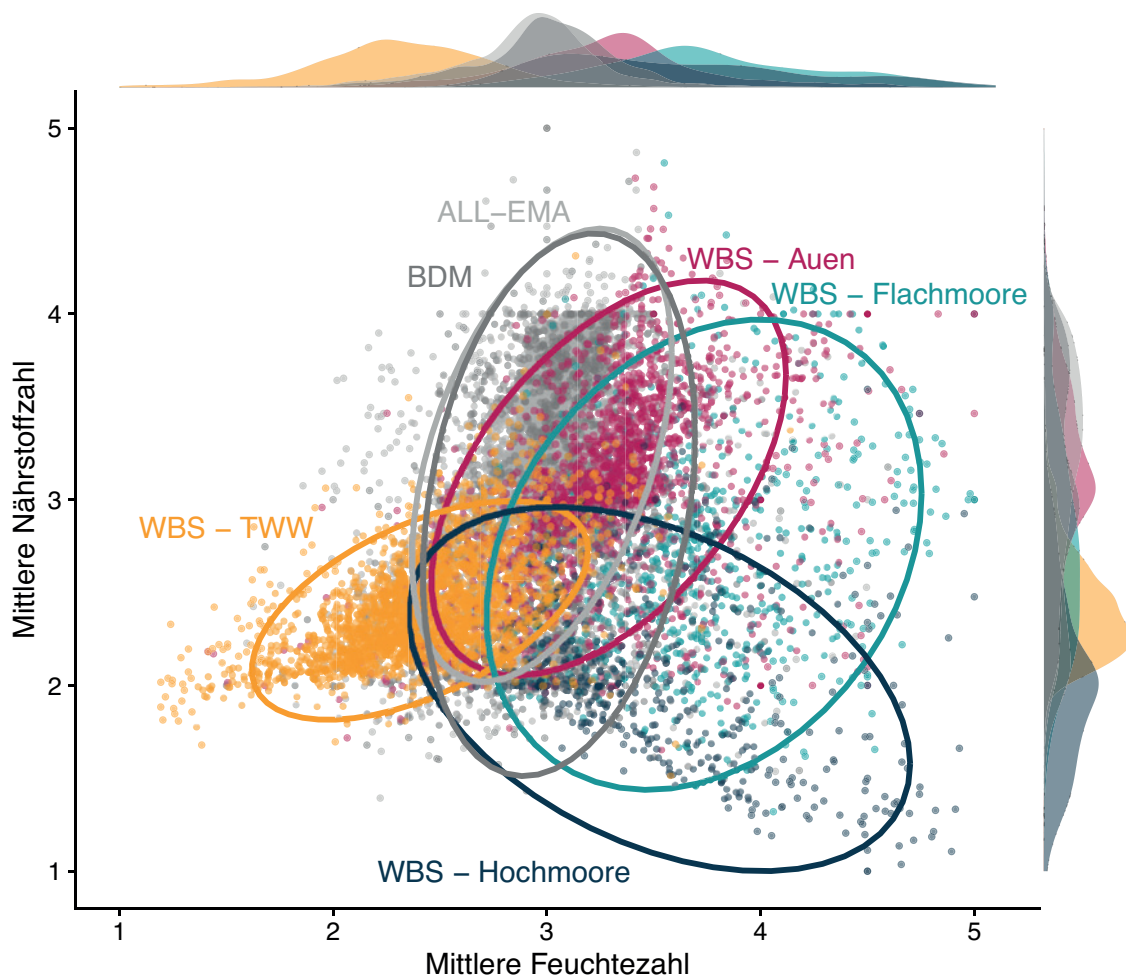


Abb. 5. Alle Plots mit Vegetationserhebungen der im Rahmen der WBS untersuchten Biotopinventare der Jahre 2018–2023 sowie der Monitoringprogramme BDM und ALL-EMA der Jahre 2019–2023 in Bezug zur mittleren Nährstoff- und Feuchtezahl. Histogramme oben und rechts des Streudiagramms zeigen die Häufigkeitsverteilung der Plots der drei Programme entlang des Gradienten der mittleren Nährstoff- und Feuchtezahl.

2 Methoden

2.1 Vegetation

Vegetationserhebungen wurden im Rahmen der Erst- und Zweiterhebung der WBS in einer Stichprobe von 710 wiederholten Stichprobenobjekten in TWW, Mooren (Hoch- und Flachmooren) und Auen von nationaler Bedeutung durchgeführt (Abb. 6), nicht aber in den Gletschervorfeldern, die ein Teil des Aueninventars sind (sie wurden mit Luftbildern erfasst). Ein Monitoring der natürlichen Vegetationssukzession in Gletschervorfeldern wäre zwar interessant, entspricht aber nicht dem Fokus einer Wirkungskontrolle, da in Gletschervorfeldern kaum menschliche Eingriffe erfolgen. Im Folgenden ist das Erhebungsdesign und das Vorgehen bei den Vegetationserhebungen im Feld beschrieben. Auch wird ein kurzer Überblick zur Datenqualität in Abhängigkeit von Effekten der Bearbeitenden gegeben.

2.1.1 Erhebungsdesign und Übersicht zur Bearbeitung der einzelnen Biotoptypen

Um Lebensraumveränderungen in den Hoch- und Flachmooren, TWW und Auen von nationaler Bedeutung untersuchen zu können, wurden aus den entsprechenden Inventaren gewichtete Wahrscheinlichkeitsstichproben gezogen. Ziel war es, die biogeographischen Regionen der Schweiz (Gonseth und Sartori 2022) und die wichtigsten Lebensräume ausreichend und in ihrer tatsächlichen Verteilung über die Höhenstufen zu repräsentieren (Tillé und Ecker 2014). In einem zweistufigen Verfahren wurden dabei zunächst die Stichprobenobjekte und dann die Plots innerhalb der Stichprobenobjekte zufällig und gewichtet gewählt. Diese Gewichte oder Auswahlwahrscheinlichkeiten sind bekannt und müssen bei der Berechnung der Indikatoren berücksichtigt werden, damit flächenrepräsentative Indikatorwerte berechnet werden können. Jedes Inventar wurde separat behandelt. Bei den Auen wurden alle Auentypen, also die alpinen Schwemmebenen, die Flussauen, Deltas und Seeauen separat

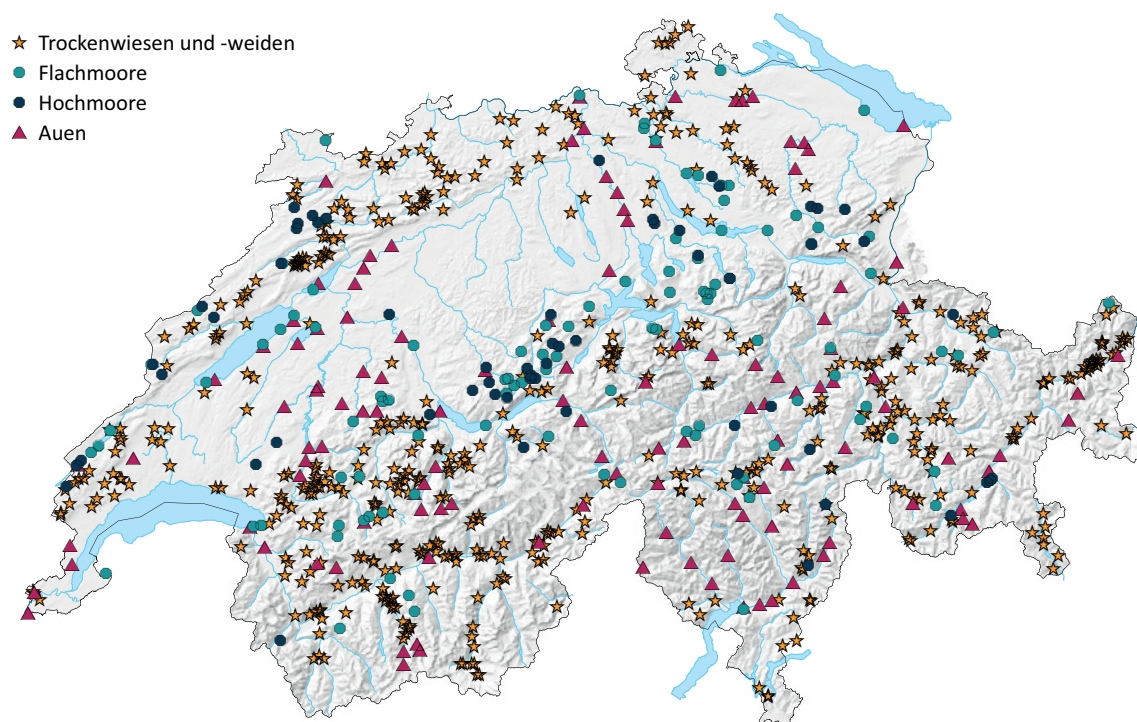


Abb. 6. Räumliche Verteilung der 710 Objekte der Vegetationsstichprobe in den verschiedenen Biotopen von nationaler Bedeutung, die im Rahmen der Erst- und Zweiterhebung der WBS wiederholt wurden.

beprob. In diesem Bericht wurden nur die in der Zweiterhebung wiederholten Stichprobenobjekte ausgewertet. Durch die Revision des TWW- und Flachmoorinventars kamen zusätzliche Stichprobenobjekte in der Zweiterhebung hinzu. Diese neuen Flächen blieben ausgespart, können aber nach Abschluss der Dritterhebung ebenfalls ausgewertet werden. Bei den TWW wurden insgesamt 441 Stichprobenobjekte untersucht, bei den Mooren 145 und bei den Auen 124 (Abb. 6, Tab. 1). Innerhalb von 710 Stichprobenobjekte standen 5284 Plots für zeitliche Vergleiche zu Verfügung (Tab. 1). Da die verschiedenen Inventare sehr unterschiedlich viele Objekte enthalten; (Bsp.: Hochmoore: 551 Objekte, TWW: 3951 Objekte; Volkart *et al.* 2024), sehr unterschiedliche Objektgrößen haben und sich in der Zahl der enthaltenen Lebensräume deutlich unterscheiden – TWW unterscheiden sich zu Beispiel deutlich je nach Höhenstufe und biogeographischer Region während Hochmoore viel einheitlicher – sind, sind die Stichprobengrößen in den verschiedenen Inventaren verschieden.

Tab. 1. Anzahl der Stichprobenobjekte und Plots in Hoch- und Flachmooren, TWW und Auen von nationaler Bedeutung, in denen Vegetationserhebungen bei der Ersterhebung (2012–2017) oder der Zweiterhebung (2018–2023) durchgeführt wurden. Die leichte Zunahme der Anzahl Plots in der Zweiterhebung ist auf zusätzlich erhobene Reserveplots zurückzuführen (Kap. 2.1.2).

Biotoptyp	2012–2017		2018–2023		Wiederholt	
	N Objekte	N Plots	N Objekte	N Plots	N Objekte	N Plots
Auen	124	2 042	124	2 053	124	2 042
Alpine Schwemmfuren	14	213	14	213	14	213
Flussauen/Deltas	100	1 680	100	1 688	100	1 680
Seeauen	10	149	10	152	10	149
Flachmoore	86	665	86	674	86	665
Hochmoore	59	428	59	435	59	428
TWW	441	2 149	441	2 166	441	2 149
Summe	710	5 284	710	5 328	710	5 284

2.1.2 Erhebung der Vegetationsdaten

Die Vegetationserhebungen im Feld erfolgen nach einer einheitlichen und reproduzierbaren Methode. Diese ist in einer Aufnahmeanleitung detailliert beschrieben (*biotopschutz.wsl.ch/de/modul-vegetation*). Im Folgenden werden die wichtigsten Punkte kurz erwähnt.

Für die Vegetationserhebungen stand uns ein Team von 25 professionellen Botanikerinnen und Botanikern zur Verfügung. Sie verfügten alle über eine profunde Kenntnis der Schweizer Flora und Erfahrung bei Vegetationserhebungen. Die Zusammensetzung des Teams änderte sich im Laufe der Zeit leicht, d. h. jedes Jahr führten etwa 15 Botanikerinnen und Botaniker Vegetationserhebungen durch. Vegetationserhebungen werden in allen Plots nach sechs Jahren wiederholt, pro Jahr werden ca. 880 Plots erhoben. Die Erhebungen finden zwischen Mitte Mai und Ende Juli/Anfang August statt. Alle Botanikerinnen und Botaniker arbeiten sowohl in allen Biotopen und biogeografischen Regionen als auch in wechselnden Teams zu je zwei Personen. Die jährlichen Teilstichproben sind hinsichtlich der biogeographischen Regionen, Lebensräume und Höhenstufen optimale Abbildungen der Gesamtstichprobe.

Bei der Ersterhebung wurden die Plotzentren im Feld mittels Hochpräzisions-GPS (Trimble Geo 7X H-Star) angelaufen und eingemessen. War ein Plot permanent unzugänglich (z. B. gefährliches Gelände oder zu lange Anlaufzeit: 5.5 % in TWW, 6.4 % in Flachmooren, 1.3 % in Hochmooren und 4.7 % in den Auen) oder erfüllte nicht die definierten Voraussetzungen (Nicht-biotop relevanter Einschluss: 5.5 % in TWW, 4.4 % in Flachmooren, 2.7 % in Hochmooren und 3.7 % in den Auen), wurde ein vordefinierter Reserveplot gewählt. Konnte ein Plot nur mit sehr schlechter Qualität erhoben werden (z. B. gemäht, stark abgefressen, oder temporär überschwemmt), wurde ergänzend ebenfalls ein Reserveplot erhoben (2.4 % der Erhebungen in TWW, 2.6 % in Flachmooren, 0.3 % in Hochmooren und 2.5 % in den Auen).



Abb. 7. Magnetsonde der WBS zur unterirdischen Markierung von Plotzentren (links; Foto: Ariel Bergamini). Ein mit Fähnchen um das Zentrum herum abgesteckter 10 m²-Plot in einer alpinen Schwemmebene (rechts; Foto: Steffen Boch).

In den Plotzentren wurde eine Magnetsonde (10 cm Länge; Abb. 7) ca. 30 cm tief im Boden versenkt. Dadurch wird sichergestellt, dass bei Folgeuntersuchungen die gleiche Fläche mittels GPS und Magnetsuchgerät wiedergefunden und erhoben wird.

Um das Plotzentrum wurde jeweils ein kreisrunder Plot mit einer Fläche von 10 m² beziehungsweise einem Radius von 1.78 m abgesteckt (Abb. 7). Danach wurden wichtige Informationen zur Boden- und Vegetationsstruktur wie die Deckungen von Moosen, Sträuchern, Bäumen, offene Erde oder Steinen erhoben, sowie die vorkommenden Arten erfasst. Dies geschah bis 2017 auf standardisierten Protokollblättern, seit 2018 in einer speziell für die WBS programmierten App. Bei den Vegetationserhebungen wurden vollständige Listen der Gefäßpflanzen und in den Mooren auch der Moose erstellt. Gehölze wurden nach ihrer Höhe entsprechend in verschiedenen Vegetationsschichten getrennt erfasst (Krautschicht <0.5 m, Strauchschicht 0.5–3 m, Baumschicht >3 m). Die Nomenklatur folgte Juillerat *et al.* (2017) für die Gefäßpflanzen und Kiebacher *et al.* (2023) für die Moose. Zudem wurde die Deckung für jede Art nach der Braun-Blanquet-Skala ($r \triangleq <0.1\%$, $+$ $\triangleq 0.1\%$ bis $<1\%$, $1 \triangleq 1\%$ bis $<5\%$, $2 \triangleq 5\%$ bis $<25\%$, $3 \triangleq 25\%$ bis $<50\%$, $4 \triangleq 50\%$ bis $<75\%$, $5 \triangleq 75\%$ bis $<100\%$) geschätzt. Da Moose im Feld oft nicht bestimmbar sind, wurden Belege vieler Moosarten gesammelt und nach den Feldarbeiten von Expertinnen und Experten bestimmt. Um die Gehölzarten in den Auen besser zu erfassen, wurden dort auf 200 m² grossen Flächen (7.98 m Radius) zusätzlich alle Gehölze (ab 50 cm Höhe) erhoben (Plotzentrum identisch zu den 10 m²-Plots).

2.1.3 Datenaufbereitung

Die Artdaten wurden vor der Analyse einheitlich aufbereitet, um Effekte von Bearbeitenden (z. B. Lerneffekte) zwischen den Jahren zu vermeiden. Während sich die Erfassung im Feld auf unterschiedlichen taxonomischen Ebenen (z. B. Artengruppe/Aggregat oder Art bzw. Unterart) nicht auf die Anzahl der Arten pro Plot oder die mittleren ökologischen Zeigerwerte auswirkt (Boch *et al.* 2022), können andere Indikatoren wie die Anzahl der gefährdeten Arten (z. B. Aggregat ist ungefährdet, Kleinarten sind gefährdet) oder die Lebensraumzuordnung von verschiedenen taxonomischen Ebenen beeinflusst werden. Die Artenlisten aller Vegetationserhebungen wurden deshalb wie folgt konsistent vereinheitlicht: Wenn ein Taxon bei der Ersterhebung als Aggregat und bei der Zweiterhebung als Art erfasst wurde (oder umgekehrt), wurde die taxonomische Ebene für beide Erhebungen auf die Art gesetzt, also auf die tiefere taxonomische Ebene. Entsprechend bei der Ersterhebung mehr als ein Taxon einem bei der Zweiterhebung erfassten Aggregat (oder umgekehrt), wurde die taxonomische Ebene des Aggregats verwendet und es wurde nur das Taxon mit dem höchsten Deckungswert aus der Ersterhebung berücksichtigt.

Zur Berechnung der Gesamtartenzahl pro Plot wurden auch unsicher bestimmte Gefäßpflanzen und Moose (Zusatz «cf.») verwendet. Diese unsicher bestimmten Arten wurden jedoch bei allen anderen Berechnungen (Lebensraumzuordnung, mittlere Zeigerwerte etc.) ausgeschlossen. Kam eine Art in mehr als einer Vegetationsschicht (Kraut-, Strauch- oder Baumschicht) vor, wurde diese bei der Berechnung der Artenzahl nur einmal gezählt. Die Vegetationsschichten wurden für alle weiteren Berechnungen zusammengefasst. Dabei wurde der jeweils höchste Deckungswert (ausser bei der Lebensraumzuordnung; siehe Kap. 2.1.4) verwendet. Allenfalls fehlende Deckungsangaben («NAs») wurden durch die Deckung «r» ersetzt. Dadurch konnte die Art zum Beispiel bei den Berechnungen der mittleren Zeigerwerte trotzdem berücksichtigt werden, ihr Einfluss blieb aber aufgrund der geringen Deckung klein.

Bei der Zuordnung von Vegetationsaufnahmen zu Lebensräumen (Kap. 2.1.4) wurden in den Auen zunächst die Artenlisten der 10 m²- und 200 m²-Plots zusammengefasst. Kam eine Gehölzart auf dem 10 m²- und dem 200 m²-Plot vor, wurde die Deckung der Art des 200 m²-Plots verwendet.

2.1.4 Zuordnung der Vegetationsaufnahmen zu Lebensräumen

Die Zuordnung von Vegetationsaufnahmen zu Lebensräumen (nach Delarze *et al.* 2015) anhand der vorkommenden Pflanzenarten und ihrer Abundanz ist wichtig, um Aussagen zu Veränderungen der Lebensraumqualität und der flächenmässigen Ausdehnung der Lebensräume in der Schweiz zu machen.

Für die Lebensraumzuordnung wurde das TypoCH-Punktesystem (Eggenberg und Bornand 2023) verwendet. Dieses Punktesystem zeigt die Übereinstimmung einer Vegetationsaufnahme mit einem bestimmten Lebensraum, basierend auf der Summe von Werten für Kenn- und Charakterarten nach Delarze *et al.* (2015). Es wurde der Lebensraum mit der höchsten Punktzahl verwendet. In der Natur treten aber oft Übergänge zwischen verschiedenen Lebensräumen auf.

Vor der Zuordnung der Vegetationsaufnahmen zu Lebensräumen wurden die Referenzlisten der Kenn- und Charakterarten nach Delarze *et al.* (2015) leicht modifiziert, um die Zuordnung zu verbessern. Überall vorkommende Arten wurden weggelassen, fehlende Kennarten hinzugefügt und die Gewichtung einiger Arten zur Berechnung der Lebensräume angepasst (siehe doi.org/10.16904/envidat.655 für Details zur Modifikation und die modifizierte Liste der diagnostischen Arten).

Die Zuordnung von Vegetationsaufnahmen in sehr artenarmen Lebensräumen, wie es beispielsweise in den dynamischen Teilen der Flussauen (z. B. Kiesbänke) der Fall ist, funktioniert oft unzureichend. Der Zuordnungserfolg in den Auen wurde verbessert, indem die im 200 m²-Kreis erfassten Gehölzarten mit ihrer Deckung in die Zuordnung des Lebensraums einbezogen wurden. Eine zusätzliche Verbesserung der Lebensraumzuordnung wurde durch den Einbezug von Strukturvariablen wie Wasser, Sand, Kies, Steine und Fels in Auen oder Wasser in Mooren als «Pseudoarten» erzielt, da diese ein charakteristischer Bestandteil verschiedener artenarmer Lebensräume sind und diese durch den Einbezug erfolgreicher zu einem Lebensraum zugeordnet werden können (z. B. Wasser als «Pseudoart» in Steh- und Fliessgewässern oder Sand, Kies, Steine und Fels bei Pionierlebensräumen wie dem *Epilobion fleischeri*). Um die Strukturvariablen bei der Klassifikation zu berücksichtigen wurden diese als «Pseudokennarten» in die Artenlisten der entsprechenden Lebensräume von Delarze *et al.* (2015) und als «Pseudoarten» in die Artenlisten der Vegetationsaufnahmen aufgenommen. Bei den TWW war der Einbezug von Strukturvariablen nicht nötig. Baumarten wurden bei der Zuordnung der Lebensräume nur verwendet, wenn sie in der Baumschicht vorkamen.

Unsicher bestimmte Arten («cf.») wurden für die Lebensraumzuordnung ausgeschlossen. Sämtliche Berechnungen zur Zuordnung von Vegetationsaufnahmen zu Lebensräumen erfolgte in R Version 4.4.1 (R Core Team 2024).

2.1.5 Berechnung der Indikatoren

Die Berechnung der Indikatoren (Tab. 4) erfolgte für jeden Plot (basierend auf den Daten der 10 m²-Plots) und für aufeinanderfolgenden Erhebungen und alle Straten (Schweiz, biogeografische Regionen, Höhenzonen und Lebensräume) in R Version 4.4.1 (Wickham *et al.* 2019; R Core Team 2024). Dadurch ist es möglich, die Veränderung der Indikatoren zwischen Erst- und Zweiterhebung zu berechnen. Konkret wurde der Wert der ersten Erhebung vom Wert der zweiten Erhebung subtrahiert. Für die Berechnung prozentualer Veränderungen der Indikatoren wurden die Veränderungen auf die Mittelwerte der Ersterhebung bezogen. Da die Ordinalskala der ökologischen Zeigerwerte von 1 bis 5 reicht, wurde vom Wert der Ersterhebung der Wert 1 vor der Berechnung der prozentualen Veränderungen subtrahiert.

Mittlere Zeigerwerte

Mit der Analyse der Plotdaten werden Veränderungen der Umweltbedingungen in den Biotopen von nationaler Bedeutung untersucht. Eine wichtige Rolle spielen dabei die ökologischen Zeigerwerte. Diese beschreiben das realisierte Nischenoptimum einer Art auf einer Ordinalskala (Landolt *et al.* 2010). Der Mittelwert aller Arten in einer Fläche widerspiegelt die Umweltbedingungen an einem Ort und eignet sich zur Erfassung ökologischer Veränderungen (Diekmann 2003; Box 1). Mittlere Zeigerwerte sind robust gegenüber verschiedenen erhebungsbedingten Mängeln, wie Verortungsfehler bei wiederholten Plots (Boch *et al.* 2019b) oder Unterschieden in Artenlisten der verschiedenen Bearbeitenden (Futschik *et al.* 2020; Boch *et al.* 2022). Für die Berechnung der mittleren Zeigerwerte (nach Landolt *et al.* 2010) für Nährstoffe, Feuchtigkeit, Temperatur und Licht pro Plot wurden zunächst die Braun-Blanquet-Deckungen aller Arten (Gefässpflanzen und in Mooren auch Moose) in prozentuale geometrische Klassenmittel transformiert. Danach wurden deckungsgewichtete (mit der Quadratwurzel der Klassenmittel) mittlere Zeigerwerte berechnet. Diese Art der Gewichtung erwies sich im Vergleich zu ungewichteten oder anders gewichteten Zeigerwerten (Gewichtung mit Ordinalzahl, Wurzel aus Ordinalzahl oder reiner Prozentzahl) als besonders empfindlich gegenüber Veränderungen der Zeigerwerte und zeigte die meisten signifikanten Veränderungen.

Wie sind Veränderungen von mittleren Zeigerwerten zu interpretieren bzw. ab welcher Veränderung sind sie auch relevant? Eine Faustregel besagt, dass im Feld Zeigerwertveränderungen von 0.1 bereits durch Vegetationsveränderungen sichtbar sind. Im Sinne einer Früherkennung sollten aber auch geringere Veränderungen detektierbar sein, die bereits Trends in eine gewünschte oder unerwünschte Richtung anzeigen («schleichende Trends»). Für die Interpretation von Veränderungen hilfreich kann auch ein Vergleich mittlerer Zeigerwerte zwischen verschiedenen Ziellebensräumen sein. Ordnet man die TWW-Lebensräume nach ihrer mittleren Nährstoffzahl, so beträgt die mittlere Differenz der Nährstoffzahl zwischen aufeinanderfolgenden Lebensräumen lediglich 0.048. Bei den Flachmoor-Ziellebensräumen beträgt die entsprechende Differenz der mittleren Feuchtezahl 0.113 (Tab. 2). Bereits geringe Veränderungen der mittleren Zeigerwerte können also Wechsel zwischen verschiedenen Lebensräumen anzeigen.

Box 1**Mittlere Zeigerwerte zur Beurteilung der Lebensraumqualität in den Biotopen von nationaler Bedeutung**

Die Zusammensetzung von Artengemeinschaften variiert entlang von ökologischen Gradienten. Anhand von mittleren Zeigerwerten können lokalen Umweltbedingungen einfach erfasst werden, ohne Umweltvariablen aufwändig zu messen. Dies erlaubt eine Beschreibung des Zustands und von Veränderungen eines Lebensraumes und seiner naturschutzfachlichen Qualität.

Die mittlere **Nährstoffzahl** gibt Hinweise auf die Bodenfruchtbarkeit (Nährstoffverfügbarkeit) und somit die Produktivität eines Standorts. Steigende Nährstoffzahlen weisen auf Nährstoffeinträge hin, zum Beispiel auf eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung mit Düngergaben oder auf atmosphärische Stickstoff-Einträge. Durch den Eintrag von Nährstoffen verschiebt sich die Zusammensetzung der Pflanzenarten. Nährstoffzeiger nehmen zu, typische Arten nährstoffarmer Lebensräume ab, da sie durch die oft von dominanten und schnellwüchsigen Nährstoffzeigern verdrängt werden. Steigende mittlere Nährstoffzahlen korrelieren praktisch immer mit einem Rückgang der Artenvielfalt. TWW und Flachmoore sind auf magere Standorte mit extensiver Bewirtschaftung angewiesen. Steigende Nährstoffzahlen werden deshalb generell als negativ angesehen, während sinkende als positive Entwicklung der Lebensraumqualität gewertet werden.

Die mittlere **Feuchtezahl** zeigt die Wasserverfügbarkeit eines Standorts an. In den TWW-Ziellbensräumen der tiefen Lagen – Steppenrasen, Trockenrasen, thermophile Krautsäume – ist ein niedriger Wert als positiv zu beurteilen, da diese Lebensräume durch trockenheitsliebende Arten (TWW-Lebensraumspezialisten) charakterisiert sind. Auch in Nicht-Ziellbensräumen der TWW deuten sinkende Werte auf eine positive Entwicklung der Artenzusammensetzung in Richtung TWW-Ziellbensräume hin. Mittlere Feuchtezahlen können zum Beispiel abnehmen, wenn durch Entbuschungsmassnahmen die Beschattung abnimmt und/oder aufgrund der Klimaerwärmung die Evapotranspiration zunimmt. In TWW-Ziellbensräumen der höheren Lagen (Gebirgsmagerrasen), die generell besser mit Wasser versorgt sind als TWW in tiefen Lagen, könnten sinkende Werte hingegen auf eine aus naturschutzfachlicher Sicht unerwünschte Verschiebung der Artenzusammen-

setzung hinweisen. Typische Arten könnten durch Arten verdrängt werden, die besser an die veränderten Bedingungen angepasst sind. Steigende Feuchtezahlen in TWW werden aber generell als negativ beurteilt. In Mooren sind generell hohe mittlere Feuchtezahlen anzustreben. Sinkende Werte deuten meist auf einen gestörten Wasserhaushalt hin, der auf Entwässerung und weiterhin funktionierende Drainagen zurückzuführen ist. Auch die Klimaerwärmung mit niederschlagsarmen, heissen Sommern kann eine wichtige Rolle spielen.

Die mittlere **Temperaturzahl** beschreibt das Vorkommen von Artengemeinschaften entlang des Höhengradienten, gibt aber auch Hinweise auf lokale Klimabedingungen. Steigende Werte geben Hinweise auf klimawandelgetriebene Veränderungen der Artenzusammensetzung, wie das bereits häufig dokumentierte Höhersteigen von wärmeliebenden Arten (Steinbauer *et al.* 2018). In TWW-Ziellbensräumen der höheren Lagen (Gebirgsmagerrasen) und in Mooren wird eine steigende mittlere Temperaturzahl deshalb eher negativ bewertet. In TWW-Ziellbensräumen der tiefen Lagen (Steppenrasen, Trockenrasen, thermophile Krautsäume) kann ein steigender Wert jedoch auch als positiv beurteilt werden, da diese Lebensräume durch wärmeliebende Arten (TWW-Lebensraumspezialisten) charakterisiert sind. Auch in Nicht-Ziellbensräumen der TWW (zumindest in tiefen Lagen) deuten deshalb steigende Werte eher auf eine positive Entwicklung der Artenzusammensetzung in Richtung TWW-Ziellbensräume hin. Sinkende Werte in TWW werden daher generell als negativ beurteilt.

Die mittlere **Lichtzahl** gibt Aufschluss über die Lichtverfügbarkeit an einem Standort zur Zeit der vollen Belaubung der sommergrünen Pflanzen. Sinkende Werte im Offenland werden oft mit einer Verbuschung in Verbindung gebracht, die meist mit der Nutzungsaufgabe einhergeht. Nutzungsaufgabe und Verbuschung führen zudem langfristig zu Biodiversitätsverlusten, besonders der biotopspezifischen Lebensraumspezialisten. In TWW und Mooren werden sinkende mittlere Lichtzahlen somit als negativ bewertet.

Tab. 2. Mittlere Nährstoff- und Feuchtezahlen sowie deren Differenzen für die TWW- bzw. die Flachmoor- Ziellebensräume (Tab. 85). Berücksichtigt wurden nur Lebensräume die ≥ 5 Mal vertreten waren. Die Ziellebensräume wurden nach Nährstoff- bzw. Feuchtezahl aufsteigend sortiert und dann die Differenzen zwischen aufeinanderfolgenden Ziellebensräumen gebildet. Für die Auswertung wurden alle Plots der Erst- und Zweiterhebung verwendet.

Ziellebensräume TWW	Mittlere Nährstoffzahl	Differenz Nährstoffzahl	Ziellebensräume Flachmoore	Mittlere Feuchtezahl	Differenz Feuchtezahl
Krummseggenrasen	2.041	NA	Pfeifengraswiese	3.579	NA
Inneralpine Felsensteppe	2.178	0.137	Nährstoffreiche Feuchtwiese	3.741	0.162
Mitteuropäischer Trockenrasen	2.183	0.005	Kalkarmes Kleinseggenried	3.871	0.130
Polsterseggenrasen	2.222	0.039	Feuchte Hochstaudenflur	3.876	0.005
Kontinentaler Halbtrockenrasen	2.281	0.059	Kalkreiches Kleinseggenried	3.890	0.014
Buntschwingelhalde	2.310	0.029	Flussufer- und Landröhricht	4.072	0.182
Blaugrashalde	2.336	0.026	Grossseggenried	4.359	0.287
Trockenwarmer Krautsaum	2.350	0.014	Stillwasser-Röhricht	4.367	0.008
Borstgrasrasen	2.378	0.028			
Mitteuropäischer Halbtrockenrasen	2.421	0.043			
Wärmeliebende Kalkfels-Pionierflur	2.427	0.006			
Wärmeliebende Silikatsfels-Pionierflur	2.484	0.057			
Talfettwiese trockener Böden	2.643	0.159			
Rostseggenhalde	2.656	0.013			
Mesophiler Krautsaum	2.724	0.068			
Queckenbrache	2.765	0.041			
Mittlere Differenzen		0.048			0.113

Die mittleren Zeigerwertdifferenzen zwischen den Ziellebensräumen der verschiedenen Biotope variieren zwischen 0.048 und 0.317 (Tab. 3). Die meisten Differenzen sind kleiner als 0.15, ausser bei den Hochmooren, die bei der Licht- und Feuchtezahl grosse Zeigerwertdifferenzen aufweisen. Da die Ziellebensräume der Hochmoore lange ökologische Gradienten abdecken, von den nassen, lichtreichen Übergangsmooren (*Caricion lasiocarpae*) bis zu den Hochmoor-Fichtenwäldern (*Sphagno-Piceetum*; Abb. 8), insgesamt aber nur auf sechs Ziellebensräume aufgeteilt sind (Tab. 85), überraschen die grossen Differenzen nicht. Abbildung 8 zeigt die Ziellebensräume der TWW, der Hoch- und Flachmoore und der Auen in Bezug zur mittleren Nährstoff- und Feuchtezahl und veranschaulicht damit die Unterschiede in Bezug zu diesen Zeigewerten im zweidimensionalen Raum. Zum Beispiel unterscheidet sich das *Caricion davallianae* sich in diesem Ökogramm vom *Calthion* vor allem durch eine tiefere mittlere Nährstoffzahl, bei der Feuchtezahl hingegen sind sich die beiden Gesellschaften sehr ähnlich.

Tab. 3. Mittlere Zeigerwertdifferenzen zwischen den Ziellebensräumen der Auen, Flachmoore, Hochmoore und TWW (Tab. 85). Die Ziellebensräume wurden zunächst separat nach ihren mittleren Zeigerwerten sortiert. Danach wurde die Differenzen zwischen aufeinanderfolgenden Ziellebensräumen gebildet und deren Mittelwert gebildet, welcher hier dargestellt ist. Berücksichtigt wurden nur Lebensräume die ≥ 5 Mal vertreten waren. Für die Auswertung wurden alle Plots der Erst- und Zweiterhebung verwendet.

Biotoptyp	Mittlere Zeigerwertdifferenzen				Mittelwerte
	Nährstoffzahl	Lichtzahl	Feuchtezahl	Temperaturzahl	
Auen	0.098	0.093	0.100	0.091	0.096
Flachmoore	0.222	0.096	0.113	0.196	0.157
Hochmoore	0.127	0.317	0.298	0.080	0.205
TWW	0.048	0.062	0.081	0.134	0.081
Mittelwerte	0.124	0.142	0.148	0.125	0.135

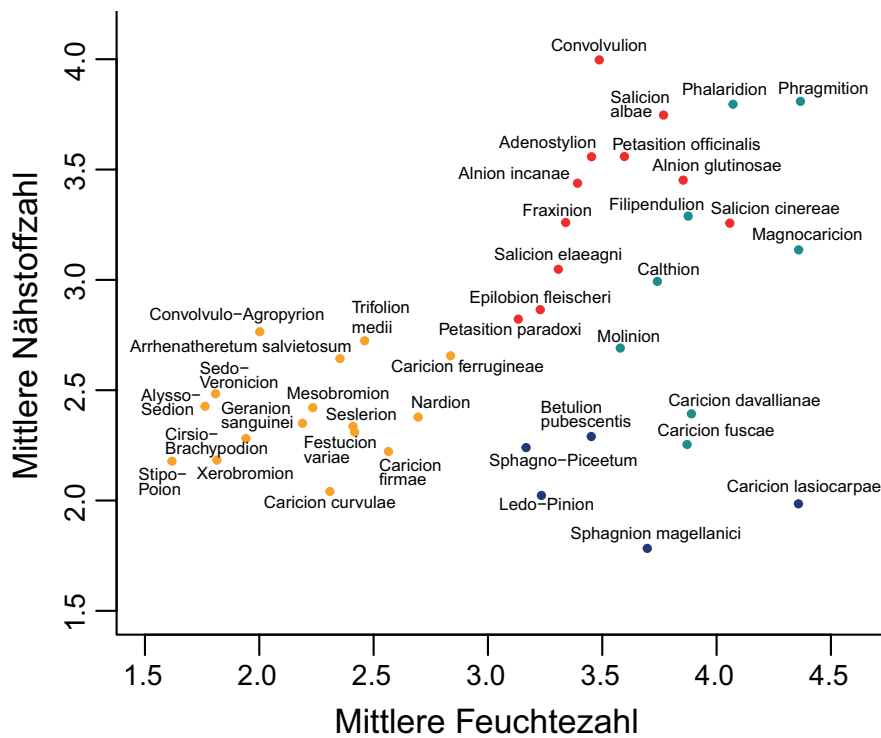


Abb. 8. Mittlere Nährstoff- und Feuchtezahlen der Ziellebensräume der Auen, Hoch- und Flachmoore und TWW. Dunkelblau: Ziellebensräume Hochmoore; dunkelcyan: Flachmoore; orange: TWW; rot: Auen.

Biotoptspezifische Lebensraumspezialisten, gefährdete Arten, Invasive Neophyten

Die absolute Artenzahl wird stark von unterschiedlichen Bearbeitenden beeinflusst (Morrison 2016, Boch *et al.* 2022). Auch spiegelt sie den Erhaltungszustand oder die Lebensraumqualität eines Standorts nur bedingt wider, da sie im Laufe der Zeit ähnlich bleiben kann, obwohl sich die Artenzusammensetzung aufgrund von Umweltveränderungen erheblich verändert hat (Diekmann *et al.* 2014). Im Gegensatz zu Artenzahlen sind Anteile von funktionalen oder naturschutzrelevanten Pflanzengruppen (z. B. biotoptspezifische Lebensraumspezialisten, gefährdete Arten) an der Gesamtartenzahl robustere Indikatoren (Diekmann *et al.* 2014, Boch *et al.* 2019b). Aus jeder Vegetationsaufnahme wurde der Anteil von lebensraumtypischen Arten (Gefäßspflanzen und in Mooren auch Moose; im weiteren als Lebensraumspezialisten bezeichnet) sowie der Anteil der gefährdeten Arten (Bornand *et al.* 2016, Kiebacher *et al.* 2023) an der Gesamtartenzahl berechnet. Zur Berechnung des Anteils an biotoptspezifischen Lebensraumspezialisten wurden zunächst sogenannte Ziellebensräume für die nationalen Inventare definiert (Tab. 85). In den TWW diente die Einteilung

in 18 TWW-Ziellebensräume von Eggenberg *et al.* (2001) als Grundlage, die leicht modifiziert wurde. Moore sind meist ein Mosaik aus verschiedenen Lebensräumen von Hochmooren über Übergangs- und Flachmoore bis hin zu Feuchtwiesen, Hochstaudenfluren und Röhrichten (Volkart *et al.* 2024). In Flachmooren gelten Hochmoorlebensräume nicht als primäre Ziellebensräume, während in Hochmooren Flachmoorlebensräume mitunter auf Degradierungsstadien hindeuten können. Da diese aber jeweils ein wichtiger Bestandteil der Moorkomplexe sind, wurden sie dennoch in den Auswertungen der Veränderungen in den Biotopen zur Information dargestellt (Kap. 3.2.1, Kap. 3.3.1). Zu den Nicht-Ziellebensräumen zählen somit alle anderen Lebensräume, die in Tab. 85 nicht als Ziellebensraum beim jeweiligen Inventar aufgeführt sind. Zur Berechnung der Anzahl der biotoptypischen Lebensraumspezialisten wurden die in Delarze *et al.* (2016) aufgeführten Kenn- und Charakterarten für alle Ziellebensräume des jeweiligen Inventars gezählt (Tab. 85). Anhand dieser Zahl wurde danach der Anteil der biotopspezifischen Lebensraumspezialisten an der Gesamtartenzahl pro Plot berechnet (in Mooren Gefässpflanzen und Moose). In Delarze *et al.* (2015) sind bei einigen Lebensräumen Neophyten als Kenn- oder Charakterarten angegeben. Diese Arten wurden aber nicht als Lebensraumspezialisten gezählt, da Neophyten nicht als Zeiger der Lebensraumqualität verwendet werden sollten. Des Weiteren wurde der Anteil der Arten und der Anteil der Deckung von invasiven Gefässpflanzen-Neophyten (BAFU 2022a) an der Gesamtartenzahl beziehungsweise der Gesamtdeckung pro Plot berechnet. Die Berechnung der Deckung der Neophyten und der Gesamtdeckung aller Gefässpflanzen erfolgte indem zunächst die Braun-Blanquet Deckungskategorien der einzelnen Arten in geometrische Klassenmittel umgerechnet und dann die prozentualen Werte aller in einem Plot vorkommenden Arten der betreffenden Gruppe addiert wurden. Anders als bei den Anteilen der biotopspezifischen Lebensraumspezialisten und der gefährdeten Arten wurden zur Berechnung der Anteile der invasiven Neophyten die Moose in Mooren nicht berücksichtigt. Einige Neophyten vermehren sich stark, können dominant werden und einheimische Arten verdrängen. Sie wurden deshalb in die Liste der invasiven Neophyten aufgenommen (BAFU 2022a). Der Deckungsanteil spiegelt die Dominanz einzelner invasiver Arten wider und wurde deshalb für die Analysen der reinen Anzahl der invasiven Neophyten bevorzugt.

Auendynamikindex

Die natürliche Dynamik von Auen und Fließgewässern wurde in der Schweiz im Hinblick auf Überschwemmungen und wegen Landnutzungskonflikten seit 1850 weitgehend unterbunden. Eine wirksame Hochwasserdynamik ist jedoch essentiell für die Lebensraumvielfalt in Auen (Müller-Wenk *et al.* 2003). In Auen wurde deshalb ein Index zur Beurteilung der Auendynamik errechnet. Als Grundlage diente der mittlere Zeigerwert für Ruderalität (Landolt *et al.* 2010). Die Angaben zu Ruderalität beruhen auf dem C-S-R-System von Grime (1974), das alle Arten aufgrund ihrer Konkurrenzstärke (C), Stressverträglichkeit (S) und Ruderalität (R) einordnet. Die Strategie jeder Art wird in Landolt *et al.* (2010) mit einem Buchstabentriplet angegeben, das die Position im C-S-R-System widerspiegelt. Diesen Triplets wurden jeweils drei Zahlenwerte zugeordnet, nämlich je ein Wert für «c», «s» und «r». So wurde beispielsweise einem Taxon mit «rrr» in Landolt *et al.* (2010) ein Wert von 3 für Ruderalität und einen Wert von 0 für Stress und Konkurrenz zugeordnet, während ein Taxon mit «css» einen Konkurrenzwert von 1, einen Stresswert von 2 und einen Ruderalitätswert von 0 erhielt.

Da in Auen die Deckung der Strukturvariablen über die Zeit ändern kann und somit ein Indikator für Dynamik ist, wurden zusätzlich die Strukturvariablen Sand, Kies, Steine und Fels als sogenannte «Pseudoarten» verwendet und jeweils eine Ruderalzahl von 3 zuge-wiesen.

Schliesslich wurden die prozentualen Deckungswerte der Strukturvariablen in Deckungswerte nach Braun-Blanquet transformiert und gemeinsam mit den vorkommenden Arten der deckungsgewichtete (wurzelgewichtet) mittlere Ruderalitätswert berechnet, der den Auendynamikindex darstellt.

Deckungsanteil Torfmoose

In Mooren ist die Deckung von Torfmoosen (*Sphagnum* spp.) ein Indikator für intakte Wasserstandsverhältnisse. Deshalb wurde der Anteil der kumulativen Deckung der Torfmoose an der kumulativen Deckung aller Moose berechnet, indem die Braun-Blanquet Deckungskategorien in geometrische Klassenmittel umgerechnet und dann die prozentualen Werte aller in einem Plot vorkommenden Torfmoosarten bzw. aller Moosarten addiert wurden.

Fläche der Lebensräume

Die Fläche der biotopspezifischen Ziellebensräume ist ein Indikator für Lebensraumqualität und Naturschutzwert der Biotope. Die Lebensräume wurden deshalb für jeden Plot und jede Erhebung aufgrund der vorkommenden Arten bestimmt. Da die Auswahlwahrscheinlichkeiten der einzelnen Plots in der Stichprobe bekannt sind (Kap. 2.1.1), ist es möglich, die Gesamtfläche der verschiedenen Lebensräume innerhalb der jeweiligen Biotoptypen zu berechnen. Die Berechnung der Fläche der Ziellebensräume (Tab. 85) und Nicht-Ziellebensräume erfolgte nur schweizweit und nicht für biogeographische Regionen oder Höhenstufen (Kap. 2.1.6), da viele Lebensräume sowieso an spezielle biogeographische Regionen oder an Höhenstufen gebunden sind. Veränderungen der Fläche der Lebensräume von der Erst- zur Zweiterhebung geben Aufschluss darüber, ob das Schutzziel, die Qualität und Quantität der typischen Lebensräume zu erhalten und zu fördern, erreicht wurde.

2.1.6 Flächenrepräsentative Schätzung der Indikatoren

Für jeden Indikator wurde zunächst der Wert für die Erst- und Zweiterhebung berechnet («Zustand») und danach die Differenzen der gepaarten Plot-Werte gebildet, um Veränderungen zwischen den beiden Erhebungsperioden zu berechnen. Zustände und Veränderungen wurden ausser für die Fläche der Lebensräume (Kap. 2.1.5) jeweils für verschiedene Straten berechnet, nämlich für die ganze Schweiz, die sechs biogeographischen Regionen erster Ordnung (Jura, Mittelland, Alpennordseite, Westliche Zentralalpen, Östliche Zentralalpen, Alpensüdflanke; (Gonseth und Sartori 2022), drei Höhenstufen (<800 m ü. M., 800–1600 m, >1600 m), und für die Lebensräume (gemäss Tab. 85).

Alle Berechnungen erfolgten nach dem Prinzip der Stichprobentheorie. Sie kommen ohne Modell-Annahmen aus und beruhen rein auf der Wahrscheinlichkeit einer Stichprobe. Die ungleichen Auswahlwahrscheinlichkeiten der Plots (Kap. 2.1.1) wurden dazu als Gewichte in der Auswertung berücksichtigt. So konnten trotz ungleichmässiger Erhebung der Inventarflächen flächenrepräsentative Aussagen erzielt werden. Für die Berechnung der statistischen Genauigkeit (Standardfehler) wurde ein Varianz-Schätzer verwendet, der die vollständige Struktur der zweistufigen Stichprobenziehungen berücksichtigt. Die statistische Signifikanz (p-Wert) von Veränderungen wurde mit gewichteten gepaarten t-Tests geprüft, welche das komplexe Stichprobendesign ebenfalls angemessen berücksichtigen (Tillé und Ecker 2014, Bergamini *et al.* 2025).

Für die Schätzung der mittleren Zeigerwerte wurden nur Plots mit mehr als 5 % Vegetationsbedeckung berücksichtigt. Bei der mittleren Auendynamik wurden nur Plots mit Artvorkommen oder Auftreten von «Pseudoarten» (Strukturvariablen Sand, Kies, Steine und Fels) einbezogen. Um Veränderungen zu schätzen, mussten diese Kriterien in beiden Erhebungsperioden erfüllt sein. Für die übrigen Indikatoren gab es keine Einschränkungen. Die Stichprobengrössen sind daher je nach Indikator leicht unterschiedlich.

Da fehlende Werte, zum Beispiel ein unzugänglicher Plot bei einer der Erhebungen, für die flächenrepräsentative Schätzung der Indikatoren ein Problem darstellen, wurden diese mit wahrscheinlichen Werten ersetzt («imputiert»). Die wahrscheinlichen Werte wurden von ähnlichen Lebensraumtypen oder Nachbarplots abgeleitet. Aufnahmen mit besonders schlechter Qualität der Artenliste wurden wie fehlende Werte behandelt und ebenfalls imputiert.

Tab. 4. Indikatoren der Vegetationsstichprobe und ihre Berechnung auf Basis der 10 m² Plots.

Indikator	Berechnung	Aussage	Bewertung
Zeigerwerte für Nährstoffe, Licht, Feuchte, Temperatur	Mittlere, deckungsgewichtete (wurzelgewichtet) Zeigerwerte nach (Landolt <i>et al.</i> 2010); Skala von 1–5	Veränderungen der Umweltbedingungen (Details Box 1)	Kontextabhängig (Details s. Box 1)
Anteil Lebensraumspezialisten	Nach modifizierter Liste der Kenn- und Charakterarten der Ziellebensräume (Tab. 85) innerhalb der jeweiligen Inventare (ohne Neophyten) nach Delarze <i>et al.</i> (2015); Anteil biotopspezifischer Lebensraumspezialisten an Gesamtartenzahl	Naturschutzwert	Zunahme positiv
Anteil gefährdete Arten	Anteil gefährdete und potenziell gefährdete Arten an Gesamtartenzahl nach Bornand <i>et al.</i> (2016) für Gefässpflanzen und Kiebachner <i>et al.</i> (2023) für Moose (in Mooren); Rote Liste-Kategorien CR, EN, VU und NT berücksichtigt	Naturschutzwert	Zunahme positiv
Anteil invasive Neophyten	Anteil der invasiven Gefässpflanzen-Neophyten an der Gesamtartenzahl; basierend auf der Liste der invasiven Gefässpflanzen (BAFU 2022a)	Naturschutzwert	Nicht-Vorkommen und Abnahme positiv
Deckungsanteil invasive Neophyten	Anteil der Deckung von invasiven Gefässpflanzen-Neophyten an der Gesamtdeckung; basierend auf der Liste der invasiven Gefässpflanzen (BAFU 2022a)	Naturschutzwert	Nicht-Vorkommen und Abnahme positiv
Auendynamikindex	Mittlerer, deckungsgewichteter (wurzelgewichtet) Zeigerwert für Ruderalität nach Landolt <i>et al.</i> (2010) Skala von 0–3 und Einbezug der Strukturvariablen Sand, Kies, Steine und Fels als «Pseudoarten» mit Ruderalzahl von 3	Veränderungen Dynamik	Zunahme positiv, Abnahme negativ
Deckungsanteil Torfmoose	Anteil der Deckung von Torfmoosen (<i>Sphagnum</i> spp.) an der Gesamtdeckung der Moose (nur in Hochmooren)	Hydrologische Situation, Naturschutzwert	Zunahme positiv
Fläche der Lebensräume	Zuordnung Vegetationsaufnahmen nach TypoCH (Eggenberg und Bornand 2023) zu Lebensräumen; Berechnung Fläche Ziellebensräume (Tab. 85) und Nicht-Ziellebensräume	Naturschutzwert	Zunahme der biotopspezifischen Ziellebensräume und Abnahme der Nicht-Ziellebensräume positiv

2.1.7 Bewirtschaftungseffekte in TWW und Flachmoore

Die meisten Grasländer in Westeuropa, wozu die Trockenwiesen und -weiden sowie Flachmoore von nationaler Bedeutung zählen, sind nicht natürlichen Ursprungs (>98 %), sondern durch die Nutzung durch den Menschen entstanden (Kapfer 2010, Boch *et al.* 2020b). Bewaldete Gebiete wurden gerodet und danach beweidet oder gemäht. An Standorten mit Wasserüberschuss entwickelten sich Flachmoore (Abb. 26). Durch den kontinuierlichen Entzug von Nährstoffen durch die Nutzung entstanden in der Regel nährstoffarme Lebensräume. Natürliche Grasländer fanden sich in der Schweiz nur oberhalb der Waldgrenze, entlang von Lawinenrinnen und Flüssen oder an für Wald zu trockenen oder zu nassen Stellen (Boch *et al.* 2020b). Die meisten Grasländer in der Schweiz sind deshalb auf eine landwirtschaftliche Bewirtschaftung angewiesen. Ohne regelmässige Bewirtschaftung würden diese Biotope langsam verbuschen und schliesslich in Wald übergehen (Dengler *et al.* 2020, Shipley *et al.* 2024). Je nach Bewirtschaftung von Grasländern verändert sich die

Artenzusammensetzung (Abb. 9). Die Frage, welche Bewirtschaftungsform und -intensität am besten geeignet ist, um die typische Biodiversität von TWW und Flachmooren zu erhalten, wurde immer wieder diskutiert (Güsewell und Le Nédic 2004, Pearson *et al.* 2006, Dietschi *et al.* 2007, Boch *et al.* 2019a, Bergamini und Peintinger 2020, Dengler *et al.* 2020, Waldner und Martin 2020, Boch *et al.* 2025).

Trockenwiesen und -weiden waren in der Schweiz noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts weitverbreitet (Zoller und Bischof 1980, Lachat *et al.* 2010). Mit der Mechanisierung der Landwirtschaft und der allgemeinen Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion im 20. Jahrhundert verschwanden immer mehr TWW (Zoller und Bischof 1980, Lachat *et al.* 2010, Dengler *et al.* 2020). Die heute noch vorhandenen TWW werden entweder gemäht oder mit Tieren beweidet (Kühe, Schafe, Ziegen, Esel etc.); teilweise verbrachen sie aber auch, da die Nutzung aufgegeben wurde (Diacon *et al.* 2011, Bergamini *et al.* 2019b, Boch *et al.* 2019a). Nur wenige TWW, die nicht auf eine landwirtschaftliche Bewirtschaftung angewiesen, um zu bestehen, wurden ins Inventar aufgenommen (z. B. wärmeliebende oder alpine Felsfluren).

Die Situation bei den Flachmooren ist derjenigen der Trockenwiesen und -weiden sehr ähnlich. Auch sehr viele Flachmoore gingen im 20. Jahrhundert durch die Intensivierung der Landwirtschaft verloren (Lachat *et al.* 2010; Küchler *et al.* 2018b). Ursprünglich wurden viele Flachmoore beweidet – oftmals mit Pferden – oder als Streuwiesen genutzt (BUWAL 2002). Im 20. Jahrhundert verloren sie allerdings einen Grossteil ihres landwirtschaftlichen Wertes und wurden entweder drainiert und gedüngt, um die Produktivität zu steigern, oder die Bewirtschaftung wurde aufgegeben. Ungenutzte Flachmoore verlieren mit der Zeit ihre typische Biodiversität, was aus Sicht des Biotop- und Artenschutzes unerwünscht ist (Diemer *et al.* 2001, Peintinger und Bergamini 2006, Küchler *et al.* 2018b, Boch *et al.* 2020b). Um die typische Biodiversität der verbliebenen Flachmoore zu erhalten, werden sie heute entweder spät im Jahr gemäht oder extensiv beweidet (BUWAL 1992/2002).

Datengrundlage für die Analyse der Bewirtschaftungseffekte

Bei der WBS wird jeweils im Feld die Bewirtschaftungsform zum Zeitpunkt der Vegetationserhebung festgehalten. Datengrundlage für die Analyse von Effekten der Bewirtschaftung und der Höhe ü. M. bildeten somit alle Vegetationsaufnahmen der 10 m² Plots der Erst- und Zweiterhebung (Tab. 1). Auf den Plots wurden folgende Bewirtschaftungsformen unterschieden: Wiese (gemäht), Weide (inkl. Angabe der Weidetiere), ungenutzte Flächen (Brachen und TWW, die natürlicherweise für den Erhalt keine landwirtschaftliche Nutzung benötigen) und Bewirtschaftung unbekannt. Zudem wurde angegeben, ob die Angabe der Bewirtschaftung sicher oder unsicher ist. Es kann mitunter schwierig sein, eine sehr extensive Beweidung oder ein nur alle zwei bis drei Jahre gemähtes Flachmoor von einer ungenutzten Fläche zu unterscheiden. Als gemähte Wiesen (inkl. Flachmoore) klassifizierte man Plots, auf denen keine Zeichen einer Beweidung zu erkennen waren und die Zeichen einer regelmässigen Mahd aufwiesen (z. B. wenig Streu, gleichmässige Vegetationsstruktur, keine Verbuschung, keine Weidezäune). Als Weide wurden alle Plots eingeteilt, auf denen Nutztiere bei der Erhebung weideten oder Tierspuren zu erkennen waren, die auf eine Beweidung hindeuten (z. B. Spuren, Kot). Plots, die man nicht eindeutig einer Bewirtschaftungsform zuordnen konnte, wurden der Kategorie «Unbekannt» zugeteilt. Für die Auswertung wurde nur die Ansprache der Zweiterhebung berücksichtigt.

Nachdem Plots mit fehlenden und unsicheren Angaben zur Bewirtschaftung in der Zweiterhebung herausgefiltert wurden, standen in TWW 1670 Plots (1044 Weiden, 395 Wiesen, 231 ungenutzte Flächen) und in Flachmooren für die statistischen Analysen 521 Plots (178 Weiden, 203 Wiesen, 140 ungenutzte Flächen) zu Verfügung.

Für die Analysen wurden folgende aus den Vegetationsaufnahmen abgeleitete Indikatoren verwendet (Kap. 2): mittlere Nährstoffzahl, mittlere Feuchtezahl, mittlere Lichtzahl und Anteil der biotopspezifischen Lebensraumspezialisten an der Gesamtartenzahl.



Abb. 9. Links: Beweidete Flachmoore (links des Zauns) weisen eine etwas andere Artenzusammensetzung auf als gemähte Flachmoore (rechts des Zauns) auf und sie sind oft struktureicher. Rechts: Nicht beweidete TWW links des Zauns und frisch mit Schafen beweidete Fläche rechts des Zauns. Zumindest auf das unmittelbare Blütenangebot kann eine frisch erfolgte Nutzung einen grossen Effekt haben (Fotos: Ariel Bergamini).

Analyse der Bewirtschaftungseffekte

Die erhobenen Vegetationsdaten sind über die ganze Schweiz verteilt (Abb. 6) und decken einen grossen Höhengradienten ab (ca. 300–2500 m ü. M.). Die Daten der WBS eignen sich deshalb, um Aussagen zu Veränderungen der Vegetation und ihre Interaktion mit der Höhe ü. M. in unterschiedlich bewirtschafteten TWW und Flachmooren auf Ebene der Schweiz (nicht der biogeografischen Regionen) zu untersuchen. Interaktionen mit der Höhe ü. M. sind insbesondere relevant, weil sie es erlauben, allfällige Effekte der Klimaerwärmung in höheren Lagen zu erkennen. Um Effekte der Bewirtschaftung und der Höhe ü. M. und ihrer Interaktion auf die Veränderung der genannten Indikatoren zwischen Erst- und Zweiterhebung zu analysieren, wurden lineare Modelle mit der Bewirtschaftungsform (Wiese, Weide, ungenutzt), der Höhe ü. M. und deren Interaktion als erklärende Variablen erstellt. Die Modelle berücksichtigten die zweistufige Struktur des Stichprobendesigns und die Auswahlwahrscheinlichkeiten der Plots. Damit konnten analog zu Kapitel 2.1.6 flächenrepräsentative Effekte und Standardfehler geschätzt werden (Funktion `svyglm` aus R-package `survey` sowie Funktionen `emmeans` und `pairs` aus R-package `emmeans`).

Die Modelle hatten folgende Form (Indikator = Veränderung mittlere Nährstoff-, Licht- und Feuchtezahl oder Anteil Lebensraumspezialisten, Nutzung = Ansprache der Bewirtschaftungsform der Zweiterhebung):

$$\text{Indikator} \sim \text{Nutzung} + \text{Höhe ü. M.} + \text{Nutzung} \times \text{Höhe ü. M.}$$

Um den Ausgangszustand der Indikatoren zwischen den Bewirtschaftungsformen zu vergleichen, wurden die Modelle auch mit den mittleren Nährstoff-, Licht- und Feuchtezahlen sowie dem Anteil an Lebensraumspezialisten bei der Ersterhebung anstelle der Veränderung gerechnet. Angaben zur Bewirtschaftungsform wurden in allen Modellen der Zweiterhebung entnommen. Die Nutzungseffekte wurden in beiden Modellformen auf mittlerer Inventarhöhe ü. M. geschätzt.

Die Datenanalyse wurde mit dem Statistikprogramm R Version 4.4.1 (R Core Team 2024) durchgeführt.

2.1.8 Datenqualität

Bei einem langfristigen Monitoring der Vegetation ist die Konsistenz der wiederholten Vegetationserhebungen, insbesondere der festgestellten Arten, eine wichtige Anforderung. Bei den Vegetationserhebungen im Rahmen der WBS werden verschiedene Grundsätze

beachtet, um Unterschiede durch Bearbeitende (sogenannter Pseudoturnover) niedrig zu halten. Dazu gehören zum Beispiel die Beschäftigung von erfahrenen Personen mit sehr guter Artenkenntnis, kontinuierliche Schulungen (z. B. Bestimmungs- und Feldkurse, gemeinsame Exkursionen) und die Förderung des fachlichen Austauschs zwischen den Bearbeitenden. Zudem sollen systematische räumliche und zeitliche Fehler vermieden werden, indem die Jahresstichproben immer ein Abbild der Gesamtstichprobe sind und alle Bearbeitenden zu unterschiedlichen Zeiten der Vegetationsperiode sowie in verschiedenen Lebensräumen und biogeographischen Regionen eingesetzt wurden.

Um Fehler zwischen den Bearbeitenden abzuschätzen, wurden zwischen 2014 und 2020 auf insgesamt 224 Plots in der ganzen Schweiz Doppelerhebungen durchgeführt. Jeder doppelt beprobte Plot wurde nur einmal im Feld abgesteckt und dann von den beiden Bearbeitenden unabhängig voneinander am gleichen Tag nacheinander untersucht. Dabei wurden alle vorkommenden Gefässpflanzenarten erfasst und so genau wie möglich bestimmt. Mit dieser Methode wurden andere Fehlerquellen wie Saisonalität und ungenaue Lokalisierung ausgeschlossen und es war möglich, auf Unterschiede zwischen Bearbeitenden zu konzentrieren. Insgesamt waren 19 erfahrene Botanikerinnen und Botaniker an den Doppelerhebungen beteiligt.

Die ursprünglichen Artenlisten, wie sie im Feld von den zwei Bearbeitenden des gleichen Plots erstellt wurden, wichen voneinander ab (28.5 % Unterschied). Der Unterschied bewegte sich innerhalb der Spannweite anderer Studien (durchschnittlicher Unterschied von 10 % bis 36 %; (Morrison 2016)).

In Übereinstimmung mit anderen Studien (z. B. Vittoz und Guisan 2007) wurde festgestellt, dass der Unterschied zwischen Bearbeitenden desselben Plots vor allem durch das Übersehen von Arten mit sehr geringer Deckung verursacht wurde. 87.5 % der übersehenen Beobachtungen (1953 von insgesamt 2232) hatten eine Deckung von <1 % (Deckungsklassen «r» und «+»). Durch einfache Aggregationsschritte der in Vegetationsaufnahmen vorkommenden Gefässpflanzen (z. B. Unterarten auf Artniveau setzen; Einstufung aller Arten, die ein Aggregat bilden, auf Aggregatsebene) kann der Unterschied von 28.5 % auf 16.6 % reduziert werden (Boch *et al.* 2022, 2023). Es konnte zudem gezeigt werden, dass sich die mittleren Zeigerwerte trotz Unterschieden in den Artenlisten nicht signifikant zwischen den Bearbeitenden unterscheiden (Boch *et al.* 2022, 2023). Dies verdeutlicht, dass die mittleren Zeigerwerte im Allgemeinen robust gegenüber Fehlern von Bearbeitenden sind. Sie können daher eine zuverlässige Schätzung der ökologischen Veränderungen der Lebensräume liefern und eignen sich daher gut für Monitoringprogramme.

2.2 Fernerkundung

2.2.1 Erhebungsdesign und Übersicht Bearbeitung der einzelnen Biotoptypen

Im Modul Fernerkundung werden sowohl die Veränderung der Objekte im Verlaufe der Zeit als auch die Zustände der Objekte untersucht. Insgesamt wurden seit 2012 6999 Objekte nationaler Bedeutung mittels Luftbildinterpretation bearbeitet. Die Luftbildinterpretation wurde für alle Objekte der TWW, der Hoch- und Flachmoore- und Auenobjekte inklusive alpine Schwemmebenen und Gletschervorfelder sowie für die ortsfesten Amphibienlaichgebiete durchgeführt. Für die Wanderobjekte des Amphibienlaichgebietsinventars werden keine routinemässige Interpretation durchgeführt, da sie keine offiziellen Perimeter haben.

Für die Ersterhebung wurden Farbinfrarot-Stereo-Luftbilder von swisstopo der Jahre 2010–2015 verwendet, für die Zweiterhebung entsprechende Bilder der Jahre 2016–2021.

Die Grenzen (Objektperimeter) der Biotope von nationaler Bedeutung richten sich nach den offiziellen Angaben im Datenzentrum Natur und Landschaft DNL von 2016, sowie den offiziellen Grenzänderungen im Rahmen der Biotop-Revisionen 2017 und 2021. Objekte, deren Grenzen bei den Inventarrevisionen geändert wurden, wurden auf den Bildern der Ersterhebung noch einmal interpretiert, damit die Interpretationen der Erst- und Zweiter-

hebung auf den gleichen Perimetern beruhten. Wurden Objekte bei den Revisionen neu in die Inventare aufgenommen, so wurden diese nur auf den Bildern der Zweiterhebung interpretiert. Für die Analyse der Veränderungen zwischen der Ersterhebung und der Zweiterhebung stehen somit 5756 Objekte zur Verfügung (Tab. 5).

Aufgrund der Inventarrevisionen 2017 und 2021 hat sich die Zahl der Biotope von nationaler Bedeutung deutlich erhöht (Abb. 10). Für die Beschreibung der Zustände zum Zeitpunkt der Zweiterhebung standen deshalb alle 6999 Objekte zur Verfügung (Tab. 6).

Da Swisstopo im Jahr 2017 den Befliegungsplan für die Aufnahme der Luftbilder geändert hat, konnte die geplante Zeitspanne von sechs Jahren zwischen Erst- und Zweiterhebung nicht überall eingehalten werden. Im Mittel betrug die Zeitspanne der Luftbildaufnahmen zwischen der Erst- und der Zweiterhebung eines Objekts 6.4 (+/- 1.1 Standardabweichung) Jahre. Für 68 % der Objekte lag die Zeitspanne bei 6 Jahren.

Tab. 5. Anzahl Objekte in den Inventaren der Biotope nationaler Bedeutung für die Analyse der Veränderungen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

Biotoptyp	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpen-nordflanke	Westliche Zentral-alpen	Östliche Zentral-alpen	Alpensüd-flanke
Trockenwiesen und -weiden	2 932	549	322	882	266	686	227
Flachmoore	1 171	39	293	603	17	158	61
Hochmoore	544	63	70	338	8	39	26
Auen							
Gletschervorfelder	52	0	0	14	16	16	4
Alpine Schwemmebenen	14	0	0	4	0	10	0
Flussauen	187	5	58	52	15	25	32
Deltas	17	0	5	8	1	3	0
Seeauen	13	2	11	0	0	0	0
Amphibienlaichgebiete	826	90	493	124	11	39	69
Total	5 756	748	1 252	2 025	334	976	421

Tab. 6. Anzahl Objekte in den Inventaren der Biotope nationaler Bedeutung für die Analyse der Zustände zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

Biotoptyp	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpen-nordflanke	Westliche Zentral-alpen	Östliche Zentral-alpen	Alpensüd-flanke
Trockenwiesen und -weiden	3 952	686	356	1 324	329	962	295
Flachmoore	1 335	50	301	676	24	218	66
Hochmoore	551	65	70	341	8	40	27
Auen							
Gletschervorfelder	54	0	0	14	18	18	4
Alpine Schwemmebenen	15	0	0	4	0	11	0
Flussauen	225	6	66	61	21	37	34
Deltas	18	0	5	9	1	3	0
Seeauen	14	2	12	0	0	0	0
Amphibienlaichgebiete	835	91	499	126	11	39	69
Total	6 999	900	1 308	2 556	411	1 326	498

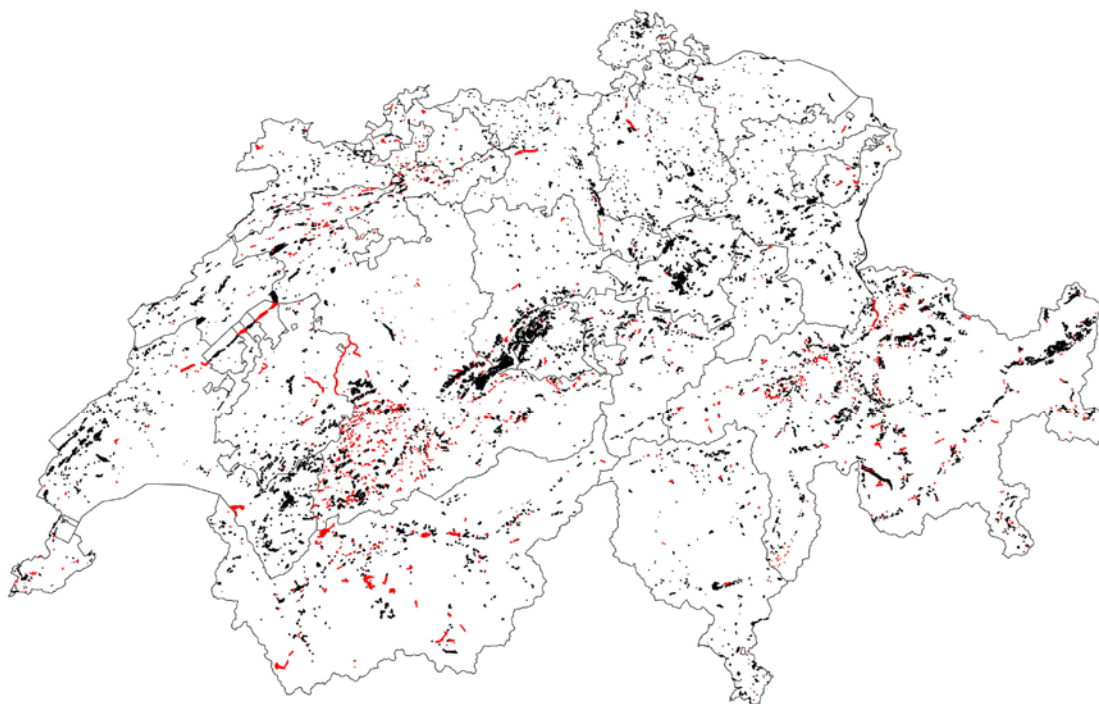


Abb. 10. Verteilung der Objekte nationaler Bedeutung für die Analysen der Veränderungen der Erst- zur Zweiterhebung (schwarz) und Objekte der Revisionen 2017 und 2021 (rot), die für die Analyse der Zustände zum Zeitpunkt der Zweiterhebung zusätzlich verwendet wurden.

2.2.2 Erhebung der Luftbilddaten

Im Folgenden wird die Methode für die Interpretation der Luftbilder kurz beschrieben.

Für die Erfassung verschiedener Indikatoren wurde über die Amphibienlaichgebiete (Bereich A gemäss AlgV: Laichgewässer und angrenzenden naturnahen und natürlichen Flächen; Bereich B gemäss AlgV: weitere Landlebensräume und Wanderkorridore), Flachmoore, Hochmoore (inkl Hochmoorumfeld gemäss Hochmoorverordnung), TWW, alpinen Schwemmebenen und Gletschervorfelder ein Raster von 50 × 50 m (2500 m²) gelegt. An den Objektgrenzen wurden die Rasterzellen entsprechend den Objektgrenzen abgeschnitten. Die mittlere Fläche aller Rasterzellen beträgt deshalb nur 1408 m². Je nach Biotop-typ unterscheidet sich die mittlere Flächengrösse der Rasterzellen etwas (TWW im Mittel 1248 m², Hochmoore im Mittel 1042 m², Flachmoore im Mittel 1311 m², Gletschervorfelder/alpine Schwemmebenen im Mittel 2107 m² und Amphibienlaichgebiete im Mittel 1647 m²). Rasterzellen kleiner als 25 m² wurden nicht interpretiert. Insgesamt wurden für Veränderungen 616 055 und für Zustände 673 919 Rasterzellen interpretiert.

In jeder Rasterzelle wurden die Deckung der Gehölze, des offenen Bodens und offenen Wassers geschätzt, sowie verschiedene Gehölztypen und das Vorhandensein von Infrastrukturen ermittelt. Die Deckungen wurden in 11 Klassen (0 %, 1–10 %, 11–20 %, 21–30 %, 31–40 %, 41–50 %, 51–60 %, 61–70 %, 71–80 %, 80–90 %, 90–100 %) geschätzt. Es wurden sechs Gehölztypen unterschieden (Einzelbaum, Baumgruppe, lineares Element, aufgelöste Bestockung, Waldrand, Wald) und pro Rasterzelle wurden bis zu drei unterschiedliche Gehölztypen angesprochen. Bei der Infrastruktur wurde das Vorkommen von Gebäuden bzw. Strassen und Wegen je Rasterzelle festgehalten. Wege sind befahrbare, geschotterte Strassen und haben eine Breite von mindestens 2 m. Die Auflösung der verwendeten Luftbilder hat sich von der Erstaufnahme zur Zweitaufnahme geändert. Die neueren Bilder haben eine höhere Auflösung. Bei der Interpretation können so kleinere Gehölze identifiziert werden aber auch Gehölzgrenzen besser und enger erkannt werden. Für die Abschätzung der Deckungsgrade in die 11 Klassen heben sich diese beiden Änderungen auf (nicht publizierte Ergebnisse).

Bei den Auenobjekten wurde die Rasterinterpretation nur bei den alpinen Schwemmebenen und den Gletschervorfeldern angewendet. Bei den Flussauen, Deltas und Seeauen

wurden sogenannte Formationen kartiert (Tab. 6; Details in Bergamini *et al.* 2025). Als Grundlage für die Formationskartierung im Luftbild wurde die Vegetationskartierung der Auen-Inventarisierung aus dem Datenzentrum Natur- und Landschaft DNL verwendet. Die Einheiten der Vegetationskartierung wurden anhand der Angaben des Handbuchs Erfolgskontrolle Auen (Bonnard *et al.* 2008) zu Formationen zusammengefasst.

Tab. 7. Kartierte Formationen in Flussauen, Deltas und Seeauen.

Formation	Beschreibung
Wasser	Offene Wasserflächen
Vegetationslose Aue	Vegetationslose oder nur sehr spärlich bewachsene Auensedimente
Gehölzfreie Aue	Auenflächen mit Krautvegetation
Weichholzaue	Weichholzaue mit Weiden, Schwarz- oder Grauerle
Hartholzaue	Hartholzaue mit Gemeiner Esche, Ulmen, Eichen, andere Wälder im Bereich der Hartholzaue
Nichtauengebiete	Kulturland
Wälder ausserhalb	Nicht Auen-Wälder mit Buchen, Föhren etc. ausserhalb des eigentlichen, dynamischen Auenbereichs
Übrige Krautgesellschaften	Trockenwiesen und Fettwiesen
Fels und Geröll	Nackte bis wenig bewachsene steile Randbereiche der Auen, anstehender Fels
Bauten, künstliche Vegetation	Bauwerke und deren Umschwung, Strassen und Wege

2.2.3 Berechnung der Indikatoren

Zustand und Veränderungen Gehölzdeckung, offener Boden und offenes Wasser

Für die Berechnung der Fläche der Gehölze, des offenen Bodens und des offenen Wassers je Biotoptyp, biogeographischer Region und Höhenstufe (<800, 800–1600, >1600 m ü. M.) wurde die Flächengrösse der Rasterzellen (die Rasterzellen am Rand sind oft kleiner; Kap. 2.2.2) mit dem Deckungsanteil der entsprechenden Zelle multipliziert und über das jeweilige Objekt, die biogeographischen Regionen, Höhenstufen und die Schweiz für die Erst- und die Zweiterhebung summiert. Um die jährliche Veränderung der Flächen pro Indikator zu berechnen, wurde die Differenz zwischen den Flächen der Zweiterhebung und der Ersterhebung gebildet und diese durch die Differenz der Luftbildjahre geteilt. Für den aktuellen Zustand wurden die entsprechenden Flächen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung verwendet.

Um zu analysieren, wie viele Objekte sich besonders negativ oder positiv entwickelt haben, wurden die aktuellen Zustände der Indikatoren und deren Veränderung bei TWW sowie Hoch- und Flachmooren bewertet. Für die Bewertung wurde dasselbe System wie bei der Früherkennung der WBS für die Kantone und das Bundesamt für Umwelt BAFU verwendet. Jährliche Veränderungen Gehölzdeckung von grösser +2 % der Biotopflächen werden als negative Veränderung festgelegt. In den Tabellen in diesem Bericht werden zusätzlich die jährlichen Veränderungen zwischen +1 % und +2 % als leicht negativ bewertet. Die Schwellenwerte wurden gutachterlich durch Fachspezialisten der BIOP (InfoHabitat, externe Fachberatung für die Biotope von nationaler Bedeutung im Auftrag vom BAFU) und der WBS für die unterschiedlichen Biotoptypen festgelegt.

Zustand und Veränderungen der Infrastruktur

Für diesen Indikator wurden die Interpretationen der beiden Infrastrukturelemente Gebäude bzw. Strassen und Wege getrennt ausgewertet. Dabei wurde für jedes der beiden Infrastrukturelemente die Zahl der Rasterzellen mit entsprechender Infrastruktur auf den Luftbildern der Zweiterhebung mit denjenigen auf den Luftbildern der Ersterhebung verglichen. Bei Zunahmen sind also Rasterzellen neu mit einem Infrastrukturelement besetzt,

bei Abnahmen sind entsprechend Infrastrukturelemente aus Rasterzellen verschwunden (oder allenfalls im Luftbild nicht mehr sichtbar). Neben den Veränderungen werden auch die Zustände der Infrastrukturelemente, also die aktuelle Zahl der Raster mit diesen Infrastrukturelementen, zum Zeitpunkt der Zweiterhebung aufgeführt.

Formationsänderungen bei Flussauen, Deltas und Seeauen

Basierend auf den Formationskartierungen der Ersterhebung (2010–2016) und der Zweiterhebung (2017–2022) wurden Formationsveränderungen in Flussauen, Deltas und Seeauen berechnet. Da die Pegelstände der Gewässer zum Zeitpunkt der Aufnahme der Luftbilder verschiedenen sein können, wurden die Formationen «Wasser» und «Vegetationslose Aue» zusammengefasst. Zudem wurden die Formationen «Nichtauengebiete», «Übrige Krautgesellschaften» und «Fels, Geröll» zusammengefasst. Die zehn in Tabelle 7 aufgeführten Formationen reduzierten sich entsprechend zu sieben, etwas weiter gefassten Formationen. Die Flussauen, Deltas und Seeauen wurden zudem nach regionalen und funktionalen Aspekten in 10 Auentypologiegruppen (Roulier 1998) eingeteilt (Tab. 8).

Für die Objekte innerhalb jeder Auentypologiegruppen wurden vier Indikatoren auf Basis der Formationsänderungen zwischen der Ersterhebung und der Zweiterhebung berechnet (Tab. 9).

Tab. 8. Gruppierung der Flussauen, Deltas und Seeauen nach regionalen und funktionalen Aspekten (Roulier 1998).

Auentypologiegruppe	Anzahl Objekte
Flussaue kollin Mittelland	60
Flussaue kollin Zentralalpen	8
Flussaue kollin Alpensüdseite	22
Flussaue montan	85
Flussaue subalpin	38
Singularität: Schwemmkegel kollin	3
Singularität: Flussaue im Moorgebiet	5
Singularität: Flussaue im Jura	4
Delta	18
Seeauen	14

2.2.4 Datenqualität

An der Luftbildinterpretation der Erst- und Zweiterhebung waren fünf Interpretierende beteiligt. Unterschiede zwischen ihren Bewertungen aufgrund der Bildqualität, der Biotopeigenschaften und der Wahrnehmung des/der Interpretierenden sind zu erwarten, auch wenn alle Luftbildinterpretinnen und -interpreten die gleiche Ausbildung erhielten. Genauigkeit und Zuverlässigkeit der manuellen Interpretation sind wichtig, um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Um Effekte der Bearbeitenden bei der Schätzung der Deckungen der verschiedenen Indikatoren zu untersuchen, wurden in 290 Objekten auf 21 367 Rasterzellen der Erst- und Zweiterhebung Doppelinterpretationen durchgeführt.

Um die Übereinstimmung zwischen den Interpretinnen und Interpreten zu bewerten, wurde der mittlere absolute Fehler (MAE) verwendet. Der MAE bietet ein einfaches Mass für das durchschnittliche Ausmass der Unterschiede zwischen den Bewertungen der Interpretierenden, ohne die Richtung der Fehler zu berücksichtigen. Je kleiner der Wert, desto besser ist die Übereinstimmung zwischen zwei Interpretinnen und Interpreten. Die mittleren MAEs für Gehölzdeckung, offener Boden und offenes Wasser über alle Deckungsklassen betrugen 3.21 %, 1.87 % bzw. 1.24 %, was auf eine allgemein hohe Übereinstimmung zwischen den Interpretierenden hindeutet. Innerhalb der einzelnen Deckungsklassen waren

die MAEs aber teilweise deutlich höher (Tab. 10). Bei der Gehölzdeckung reichte der MAE von 0.46 % in der Klasse 0 % bis 10.72 % in der Klasse 71–80 %. Letzterer MAE entspricht damit der Spanne einer ganzen Klasse. Der MAE beim Offenboden war grösser als 10 % in den Klassen von 21–30 % bis 71–80 %. Die Schätzung der Wasserbedeckung wies MAEs von mehr als 10 % in den Klassen von 41–50 % bis 81–90 % auf. In der Klasse 81–90 % betrug der MAE sogar 23.17 %.

Tab. 9. Indikatoren auf Basis der Formationsveränderungen zwischen der Erst- und Zweiterhebung in Flussauen, Deltas und Seeauen.

Indikator	Berechnung	Aussage	Bewertung
Anteil Formationsveränderungen an der Gesamtfläche	Anteil der Auenfläche an der Gesamtfläche mit einer Formationsänderung zwischen der Ersterhebung und der Zweiterhebung.	Allgemeine Dynamik	Höherer Wert positiv
Anteil Formationsveränderungen der Formationen Wasser/vegetationslose Aue, gehölzfreie Aue, Weichholzaue	Dynamik innerhalb auentypischer Formationen (ohne Hartholzaunen). Anteil der Auenfläche an der Gesamtfläche mit einer Formationsänderung bei den Formationen «Wasser/vegetationslose Aue», «gehölzfreie Aue» und «Weichholzaue» zwischen der Ersterhebung und Zweiterhebung.	Dynamik in auentypischen Bereich	Höherer Wert positiv
Anteil Formationsveränderungen mit abnehmender Dynamik	Anteil der Auenfläche an der Gesamtfläche mit einer Formationsänderung bei Formationen, die sich in Richtung abnehmender Dynamik zwischen der Ersterhebung und Zweiterhebung entwickelten: «Wasser/vegetationslose Aue» → «gehölzfreie Aue» → «Weichholzaue» → «Hartholzaue» → «Nichtauengebiete».	Gerichtete Dynamik	Höherer Wert negativ
Anteil Formationsveränderungen mit zunehmender Dynamik	Anteil der Auenfläche an der Gesamtfläche mit einer Formationsänderung bei Formationen, die sich in Richtung zunehmender Dynamik zwischen der Ersterhebung und der Zweiterhebung entwickelten: «Nichtauengebiete» → «Hartholzaue» → «Weichholzaue» → «gehölzfreie Aue» → «vegetationslose Aue und Wasser».	Gerichtete Dynamik	Höherer Wert positiv

Tab. 10. Mittlere Unterschiede in Prozent zwischen den Interpretierenden (MAE) bei der Schätzung der Deckungen von Gehölzen, offenem Boden und offenem Wasser in den Rasterzellen und die Anzahl der Rasterzellen pro Klasse und pro Indikator in den Doppelerhebungen der Erst- und Zweiterhebung.

Indikator	Deckungsklassen										
	0 %	1–10 %	11–20 %	21–30 %	31–40 %	41–50 %	51–60 %	61–70 %	71–80 %	81–90 %	91–100 %
Gehölzdeckung	0.46	1.36	5.59	7.51	8.00	9.19	8.42	10.10	10.72	8.75	2.72
Anzahl Rasterzellen	6 263	6 704	1 884	1 161	1 124	613	615	501	362	457	1 683
Deckung offener Boden	0.65	2.01	8.72	11.63	11.29	12.52	12.35	11.41	12.72	8.51	6.67
Anzahl Rasterzellen	13 364	6 193	573	352	251	135	132	99	79	114	75
Deckung offenes Wasser	0.31	2.56	5.82	9.06	9.01	11.45	13.73	12.91	17.42	23.17	7.35
Anzahl Rasterzellen	16 075	3 974	529	212	156	86	83	55	31	30	136

Die Interpretierenden zeigten eine höhere Konsistenz in Extremklassen (0 % und 91–100 %) im Vergleich zu mittleren Klassen. Dies liegt daran, dass eine Deckung von 0 % sehr konsistent und eine sehr hohe Deckung von 91 bis 100 % konsistent interpretierbar ist. Mittlere Bedeckungsklassen stellen aufgrund der Übergänge und der gemischten Bodenbedeckungen eine grössere Herausforderung für die Interpretierenden dar, was zu höheren MAE-Werten führt. Die hohen MAEs in den mittleren Deckungsklassen führen zu Rauschen. Da die Zahl der Rasterzellen aber sehr gross ist und bei unterschiedlichen Deckungsschätzungen die Schätzungen meist nur eine Deckungsklasse auseinander liegen, können Trends bei den Indikatoren trotzdem erkannt werden, da die Luftbildinterpretinnen und -interpreten über die Zeit immer gleich interpretieren und sie bei der Erst- und Zweiterhebung den Objekten zufällig zugeordnet werden.

2.3 Amphibien

In der Amphibienlaichgebiete-Verordnung (AlgV: Schweizerischer Bundesrat 2001 SR 451.34) sind Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung bezeichnet und damit unter Schutz gestellt (im Weiteren (IANB-)Objekte genannt). Bei der Inventarisierung erlangte ein Amphibienlaichgebiet den Status «von nationaler Bedeutung», wenn es einen numerischen Schwellenwert erreichte, der sich aus der Seltenheit der Arten und deren Populationsgrössen errechnete; bei Objekten in den Bergen war auch die Vernetzungsfunktion wichtig (Borgula *et al.* 1994). Im Jahr 2012 wurde ein neuer Bewertungsschlüssel ausgearbeitet. Grundlage für den berechneten Wert eines Amphibienlaichgebiets ist das Vorkommen von Arten und deren Rote Liste-Status. Neben dem Erreichen eines numerischen Schwellenwerts müssen Zusatzkriterien erfüllt sein (z. B. kein privater Gartenweiher; (Pellet *et al.* 2012). Die Schwellenwerte wurden in den einzelnen biogeographischen Regionen unterschiedlich hoch angesetzt, damit Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung in allen biogeographischen Regionen vorkommen. Aktuell umfasst das Inventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung 929 Objekte.

Die AlgV nennt in Artikel 6 drei Schutzziele, nämlich den Erhalt und die Förderung (1) des Objekts als Amphibienlaichgebiet, (2) der Amphibienpopulationen, welche den Wert des Objekts begründen (Vorkommen und Populationsgrösse) und (3) des Objekts als Element im Lebensraumverbund. Insbesondere das zweite Schutzziel erfordert ein Monitoring mittels Erhebungen im Feld. Nur so kann der Zustand und die Veränderung der wertgebenden Amphibienpopulationen erfasst werden, um beurteilen zu können, ob das Schutzziel erreicht wurde. Die wertgebenden Amphibienpopulationen eines IANB-Objekts sind zusammen mit ihren Populationsgrössen auf Objektblättern aufgeführt, die Bestandteil der AlgV sind. Die Populationsgrössen sind die vier von Grossenbacher (1988) definierten Populationsgrössenklassen.

2.3.1 Stichprobe

Die Stichprobe, die im Rahmen der WBS regelmässig auf Amphibienvorkommen untersucht wird, bestand vor der Revision der Biotopinventare im Jahr 2017 aus 240 IANB-Objekten, was etwa einem Viertel aller IANB-Objekte entspricht. Nach der Revision wurde die Stichprobe auf 258 IANB-Objekte vergrössert. In der aktuellen Stichprobe sind 210 ortsfeste Objekte enthalten, 40 Wanderobjekte (z. B. Kiesgruben) und acht noch nicht bereinigte Objekte (Anhang 3 der AlgV; Abb. 11). Jährlich wird ein Sechstel aller IANB-Objekte der Stichprobe untersucht (aktuell 43 Objekte pro Jahr).

Die Stichprobe der WBS für die IANB-Objekte wurde zufällig ausgewählt und ist so angelegt, dass alle biogeographischen Regionen der Schweiz vertreten sind und dass alle Arten, die sich in stehenden Gewässern fortpflanzen ausreichend repräsentiert sind. Dadurch ist zu allen Arten eine Aussage möglich. Die Ausnahme ist der Italienische Springfrosch (*Rana latastei*), der nur im Mendrisiotto vorkommt und der mit einem anderen Monitoringpro-

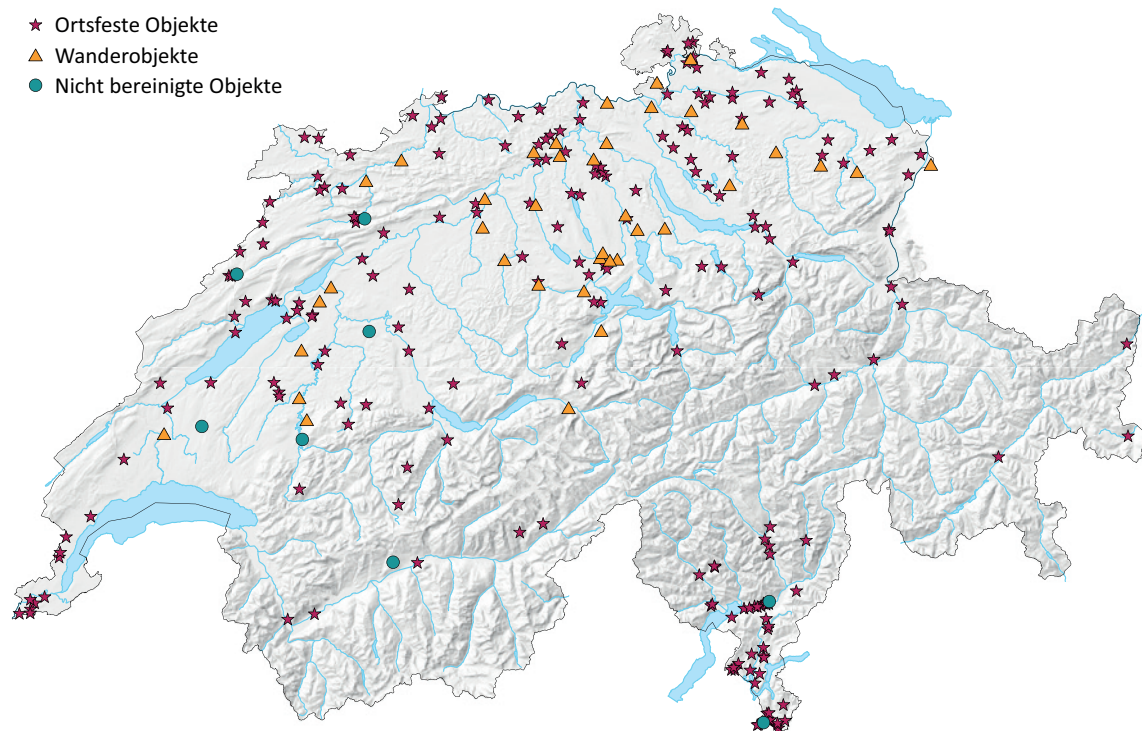


Abb. 11. Karte der IANB-Objekte, die im Rahmen der WBS bearbeitet werden.

gramm erfasst wird. Eine artspezifische Aussage ist aus Sicht des Naturschutzes sinnvoll, da sie den Kantonen erlaubt artspezifische Prioritäten zu setzen und gezielte Massnahmen zu planen. Die Salamander werden im Rahmen der WBS nur opportunistisch erfasst, da sie für die Fortpflanzung nicht auf stehende Gewässer, sondern auf Bäche angewiesen sind. Die wenigen Daten zu Salamandern, die im Rahmen der WBS gesammelt werden, werden hier nicht gezeigt.

2.3.2 Erfassung der Amphibienvorkommen

Um die Amphibienarten eines Objekts möglichst vollständig zu erfassen, werden die tief liegenden Objekte im Jahr ihrer Erhebung vier Mal besucht, die höher liegenden Objekte mit wenigen zu erwartenden Arten nur zweimal. Je ein Besuch findet bei den tief liegenden Objekten in den Monaten März, April, Mai und Juni statt. Bei Objekten in grösserer Höhe richten sich die Besuche nach dem Fortschreiten der Vegetationsperiode und der Phänologie der Amphibien. In Einzelfällen findet bei schwer erreichbaren Objekten im Gebirge nur ein Besuch statt. Die wenigen in solchen Objekten vorkommenden Arten (meist nur Grasfrosch und Bergmolch) können aber gut erfasst werden.

Die Besuche dauern unabhängig von der Grösse des Objekts je eine Stunde. Bei grossen Objekten sind die Feldmitarbeitenden angehalten, an den in Bezug zu Amphibienvorkommen am besten erscheinenden Gewässern innerhalb des Objekts nach Amphibien zu suchen. Aus diesem Grund werden, soweit möglich, Personen mit der Feldarbeit beauftragt, welche das Objekt und seine Amphibien bereits kennen. Bei den Objekten werden jeweils nur die Laichgewässer und angrenzende natürliche und naturnahe Flächen (Bereich A gemäss AlgV) abgesucht. Landlebensräume und Wanderkorridore (Bereich B gemäss AlgV) werden nicht begangen. Bei Objekten der Anhänge 2 (Wanderobjekte) und 3 (nicht definitiv bereinigte Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung) der AlgV ohne definierten Perimeter wählen die Feldmitarbeitenden den Perimeter selbst; sie wählen also die Laichgewässer und angrenzende natürliche und naturnahe Flächen fachgutachterlich aus.

Bei der Feldarbeit werden alle Amphibienarten in allen Lebensstadien erfasst (Eier, Larven, Adulte, rufende Männchen). Die Feldmitarbeitenden haben den Auftrag, die Zahl der Individuen (alle Lebensstadien) zu zählen, sodass eine Einteilung in grobe Populationsgrössenklassen (wie in den Anhängen der AlgV) möglich ist (Grossenbacher 1988). Dabei werden die in der Feldherpetologie üblichen und mit Schweizer Recht konformen Methoden angewandt (Suche auf Sicht, Suche von rufenden Tieren und Einfangen von Tieren mit Keschern (Dodd Jr. 2009, Gerner 2018)).

Hinsichtlich des Zeitpunkts der Besuche und der Wetterbedingungen während der Besuche wird auf die Erfahrung der Feldmitarbeitenden gezählt. Besuche sollen bei Bedingungen durchgeführt werden, welche ein Antreffen der Arten erwarten lassen. Dies bedeutet, dass die Besuche in milden Nächten ohne Regen und ohne Wind zu wählen sind. Länger andauernde Trockenheit, Kälte und Wind sind zu vermeiden.

Nicht alle im Feld angetroffenen Amphibien sind sicher zu bestimmen. Dies gilt insbesondere für die Wasserfrösche der Gattung *Pelophylax* und oder die Artbestimmung und Unterscheidung der Larven und der Weibchen von Teich- und Fadenmolch. Unsichere Bestimmungen sind als solche zu deklarieren.

Während der Feldarbeit werden auch Umwelt-DNA-Proben gesammelt. Diese Proben dienen in erster Linie dazu, die einheimischen und invasiven Arten der Wasserfrösche der Gattung *Pelophylax* zu unterscheiden, die morphologisch kaum unterscheidbar sind. Dazu entnehmen die Feldmitarbeitenden in der Regel im Mai (wenn die Aktivität der Amphibien am höchsten ist) allen Gewässern innerhalb der untersuchten IANB-Objekt Wasserproben. Diese werden für die spätere Analyse noch vor Ort gemischt. Aus dieser Mischprobe werden dann drei separate Wasserproben für die Umwelt-DNA-Analyse abgefüllt, welche im Labor getrennt analysiert werden. Die Vorgehensweise ist in Holderegger *et al.* (2019) detailliert beschrieben. Als Nachweis einer Art gilt, wenn die Art in mindestens einer der drei Umwelt-DNA-Proben nachgewiesen wurde (Holderegger *et al.* 2019). Die angewandte Umwelt-DNA-Methodik kann zwischen vier Gruppen von *Pelophylax*-Fröschen unterscheiden: *Pelophylax esculentus* und *P. lessonae* (einheimische Arten), *P. bedriagae* (invasive Art), *P. bergeri* (invasive Art) und *P. kurtmuelleri* und *P. ridibundus* (invasive Arten; in den Ergebnissen der Einfachheit halber als «*P. ridibundus*» bezeichnet).

2.3.3 Indikatoren

In der AlgV sind auf jedem Objektblatt die vorkommenden Amphibienarten und deren Populationsgrössenklassen aufgeführt. Die Arten sind gemäss Schutzziel der AlgV die wertgebenden Arten und sind zu erhalten. Für die IANB-Objekte ist somit ein Soll-Zustand vorhanden, der dann mit den heute vorkommenden Arten verglichen werden kann. So kann beurteilt werden, ob das Schutzziel erreicht wurde.

Die Angaben zu den wertgebenden Amphibienarten auf den Objektblättern der AlgV stammen aus den kantonalen Amphibieninventaren der 1980er-Jahre, Beobachtungsmeldungen in der Datenbank von info fauna karch und teilweise aus gezielten Amphibienerhebungen bei der Erarbeitung des Entwurfs des IANB (zwischen 1989 und 1993; siehe Borgula *et al.* 1994). Es lässt sich also kein genaues Jahr definieren, in dem die Amphibiendaten für die Objektblätter erhoben wurden. Als groben Zeitraum kann man aber 1983–1993 angeben. Wichtig ist, dass man sich bewusst ist, dass die Daten nicht im Jahr 2001, dem Jahr der Bundesratsbeschlusses über die AlgV, erhoben wurden. Der Zeitpunkt ist aber nur bedingt relevant, dann wertgebend und Schutzziel sind die auf den Objektblättern Arten und deren Populationsgrössenklassen auf jeden Fall.

Für die Indikatoren werden Artenzahlen und die Anzahl Vorkommen einer Art berechnet. Eine Art gilt in einem Objekt als nachgewiesen, wenn mindestens ein Individuum eines Lebensstadiums nachgewiesen wird. Für jedes Objekt werden zwei Artenzahlen berechnet: (i) die Zahl der vorkommenden Arten, welche auf dem Objektblatt der AlgV als wertgebende Arten aufgeführt sind und (ii) die Zahl der vorkommenden Arten, die nicht auf dem Objektblatt aufgeführt sind. Letztere wurden früher entweder übersehen, gefunden aber

nicht gemeldet, oder sie haben das Objekt neu besiedelt. Die Wasserfrösche der Gattung *Pelophylax* werden bei den Feldarbeiten in der Regel als Wasserfroschkomplex erfasst, da sie nur mit genetischen Methoden sicher zu bestimmen sind (Kap. 2.3.2). In den Auswertungen werden Ergebnisse für den Wasserfroschkomplex gezeigt (ausser bei den Ergebnissen aus den Umwelt-DNA-Analysen, wo Artengruppen unterschieden werden können). Bei der Interpretation ist zu beachten, dass die beiden einheimischen Arten *P. lessonae* und *P. esculentus* als «verletzlich» in der Roten Liste eingestuft werden. Die anderen Arten des Wasserfroschkomplexes sind in der Schweiz standortfremd und invasiv. Das bedeutet, dass Zunahmen beim Wasserfroschkomplex nicht immer positiv zu bewerten sind. Die Trends für die Amphibienarten wurden für die ganze Schweiz und für ihre biogeografischen Regionen (Gonseth und Sartori 2022) berechnet.

Die meisten Amphibienvorkommen befinden sich in tiefen Lagen. Für die drei Arten Erdkröte (*Bufo bufo*), Grasfrosch (*Rana temporaria*) und Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*) wurde die Anzahl Vorkommen auch für drei Höhenstufen beschrieben (bis 800 m, 800 bis 1600 m, höher als 1600 m).

Neben den Artenzahlen wurden auch die Populationsgrössenklassen und deren Veränderung analysiert. Die Fortpflanzungswahrscheinlichkeit ist ein weiterer Indikator. Dieser beschreibt, ob in einem IANB-Objekt entweder Eier oder Larven gefunden wurden. Eine erfolgreiche Erhaltung und Förderung von Amphibienpopulationen setzen voraus, dass sich die Populationen erfolgreich fortpflanzen. Es ist aber bekannt, dass dies in vielen Amphibienlaichgebieten nicht der Fall ist. Fortpflanzung ist korreliert mit der Fortbestandswahrscheinlichkeit einer Population. Eine Population ohne Fortpflanzung erlischt eher als eine Population mit Fortpflanzung (Cruickshank *et al.* 2021). Deshalb wird aus den WBS-Daten eine Fortpflanzungswahrscheinlichkeit berechnet. Diese beschreibt, ob in einem IANB-Objekt entweder Eier oder Larven gefunden wurden. Die Fortpflanzungswahrscheinlichkeit ist die Anzahl IANB-Objekte mit Fortpflanzung geteilt durch die Anzahl IANB-Objekte, in denen eine Art festgestellt wurde.

Ein Fortpflanzungsnachweis geschieht über den Nachweis von entweder Eiern oder Larven. Beide Lebensstadien sind oft nicht einfach nachweisbar. Deswegen wurden die Daten mit einem sogenannten «multi-state occupancy»-Modell (siehe Cruickshank *et al.* 2021) ausgewertet. Die Auswertung erfolgt im Statistikprogramm R mit «unmarked» (Kellner *et al.* 2023). Dieses Modell berücksichtigt, dass die Nachweisbarkeit der Fortpflanzungsstadien nicht immer 100 % ist. Für das Modell wurde angenommen, dass die Nachweisbarkeit in der Erst- und Zweiterhebung der WBS gleich ist, da die Methodik gleich war.

Aus den Ergebnissen der Umwelt-DNA-Analysen wird der Anteil IANB-Objekte mit einheimischen und invasiven *Pelophylax*-Arten an der Gesamtzahl von IANB-Objekten mit Wasserfrosch-Vorkommen berechnet. Ein Beispiel erklärt die Berechnung: In 100 IANB-Objekten werden Umwelt-DNA-Proben genommen. In 60 dieser IANB-Objekte wird eine *Pelophylax*-Art entdeckt. Die invasive Art *P. bergeri* wird in 15 Objekten nachgewiesen. Der Anteil dieser Art ist dann 15/60 oder 0.25.

2.3.4 Datenqualität

Da die kumulativen Nachweiswahrscheinlichkeiten der Amphibienarten in den Objekten aufgrund der Mehrfachbesuche hoch sind, werden die in einem Objekt vorkommenden Arten mit hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen (Cruickshank *et al.* 2016). Unterschiedliche Nachweiswahrscheinlichkeiten zwischen Bearbeitenden und/oder unterschiedliche Nachweiswahrscheinlichkeiten zwischen IANB-Objekten können aber dazu führen, dass einzelne Vorkommen dennoch nicht entdeckt werden, vor allem wenn Populationen klein sind (Tadinini und Schmidt 2011, Schmidt *et al.* 2023a).

3 Zustand und Veränderungen in den Biotopen von nationaler Bedeutung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Vegetationserhebungen und der Fernerkundung nach Biotoptypen beschrieben. Die genauen Werte der Indikatoren für Zustand und Veränderung in den Biotopen basierend auf den Vegetationserhebungen und Übersichten zum Ausmass der Veränderungen über alle Biotope sind in Anhang 3 zu finden. Zusätzliche Tabellen zu den Resultaten der Fernerkundung finden sich in Anhang 1.

3.1 Trockenwiesen und -weiden (TWW)

3.1.1 Ergebnisse Vegetationserhebungen

Auf allen 2166 TWW-Plots (441 Stichprobenobjekte) und in beiden Erhebungen wurden insgesamt 1478 Gefässpflanzen erfasst, das sind 39.3 % der in der Schweiz vorkommenden Gefässpflanzen. Von den aufgefundenen Arten gelten 159 als gefährdet, weitere 195 sind potenziell gefährdet und 40 sind Neophyten, wovon neun auf der Liste der invasiven Neophyten aufgeführt sind (*Artemisia verlotiorum*, *Cotoneaster horizontalis*, *Erigeron annuus*, *Heracleum mantegazzianum*, *Impatiens glandulifera*, *Robinia pseudoacacia*, *Rubus armeniacus*, *Solidago canadensis*, *S. gigantea*). Die Artenzahlen pro 10 m² Plot reichten von 0 (15 vegetationsfreie Plots; z. B. Erdrutsche oder Geröllhalden) bis 86 und betrugen im flächenrepräsentativen Durchschnitt bei der Zweiterhebung 42.6 (Abb. 12).

In Tabelle 11 sind alle statistisch signifikanten Veränderungen zwischen Erst- und Zweiterhebung für alle Indikatoren und Straten der TWW zusammengefasst. Weitere detaillierte Tabellen zu allen Analysen finden sich in Anhang 3.

Die mittlere Nährstoffzahl der TWW in der Schweiz nahm von der Erst- zur Zweiterhebung um 1.6 % auf ein für TWW typisch niedrigen Mittelwert von 2.5 ab. Die Mittelwerte im Jura und im Mittelland liegen im oberen Bereich (Tab. 2, Abb. 13). Die Abnahme war aber im Jura (–3.0 %) und der Alpennordflanke (–2.1 %), sowie in allen Höhenstufen signifikant. Im Jura erreichte die Reduktion mit einem Wert von 0.05 den Schwellenwert, der im Mittel einen Wechsel zwischen verschiedenen Lebensräumen markiert (Tab. 2). Betrachtet man die einzelnen Lebensräume, ist es auffällig, dass die mittlere Nährstoffzahl generell abnahm, allerdings nur signifikant in den Nicht-Ziellbensräumen, die ohnehin die höchsten



Abb. 12. TWW können auf kleiner Fläche einen grossen Artenreichtum beherbergen (Foto: Steffen Boch).

Tab. 11. Übersichtstabelle zu den signifikanten Veränderungen der mittleren Zeigerwerte für Nährstoffe (N), Licht (L), Feuchte (F) und Temperatur (T), der Anteile von Arten verschiedener Artengruppen an der Gesamtartenzahl, des Deckungsanteils der invasiven Neophyten an der Gesamtdeckung jeweils auf Plotniveau und der Gesamtfläche von Ziellebensräumen (Tab. 85) zwischen Erst- und Zweiterhebung in TWW von nationaler Bedeutung. Die farbige hinterlegte Pfeile zeigen signifikante Zu- oder Abnahmen des jeweiligen Indikators in der Schweiz, den biogeographischen Regionen, drei Höhenstufen und den TWW-Ziellebensräumen. Blau zeigt eine positive und rot eine negative Bewertung der Entwicklung an, während die Bewertung der hellgrau markierten Entwicklungen kontextabhängig sind und deshalb nicht generell einer bestimmten Richtung zugeordnet werden konnten (Box 1). Weisse Felder bezeichnen nicht-signifikante Veränderungen. Nicht analysierte Kombinationen sind dunkelgrau markiert.

	Mittlere Zeigerwerte				Arten				Fläche
	N	L	F	T	Anteil Lebensraum-spezia-listen	Anteil Rote Liste	Anteil invasive Neophyten	Anteil Deckung invasive Neo-phyten	
Schweiz	↗	↗	↗	↗	↗			↗	
Region									
Jura	↗		↗	↗					
Mittelland		↗	↗	↗	↗	↗		↗	
Alpennordflanke	↗		↗						
Westliche Zentralalpen		↗			↗				
Östliche Zentralalpen		↗				↗			
Alpensüdflanke								↗	
Höhenzone									
100–800 m	↗		↗	↗				↗	
800–1600 m	↗		↗	↗				↗	
1600–3000 m	↗		↗						
Lebensraum									
Steppenrasen					↗				
Trockenrasen			↗	↗				↗	↗
Kalkreiche Gebirgsmagerrasen				↗					
Kalkarme Gebirgsmagerrasen			↗						
Krautsäume									
Nicht-Ziellebensräume	↗		↗	↗	↗				↗

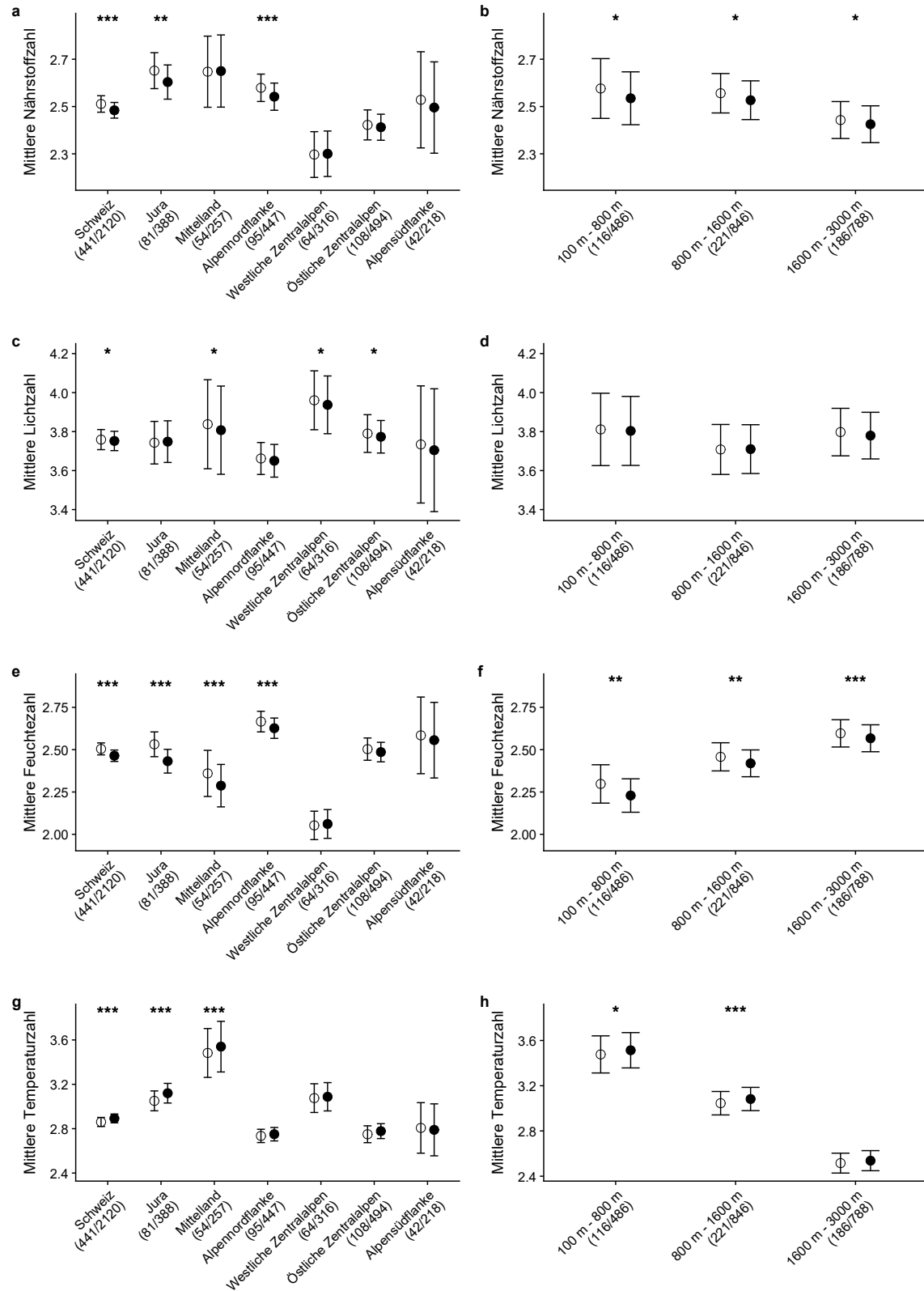


Abb. 13. Mittlere Zeigerwerte der TWW auf Plotniveau ($\pm$ Standardfehler) bei der Erst- und Zweiterhebung (weisse bzw. schwarze Kreise) in der Schweiz und den biogeographischen Regionen (a, c, e, g) sowie für drei Höhenstufen (b, d, f, h). Die Zahlen in Klammern bei den einzelnen Straten geben jeweils die Zahl der gepaarten Objekte und Plots an. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und Zweiterhebung (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

Mittelwerte aufwiesen. Auch in diesen überstieg der Rückgang mit einem Wert von 0.06 den Schwellenwert, der im Mittel einen Wechsel zwischen verschiedenen Lebensräumen markiert (Tab. 2). Die mittlere Nährstoffzahl war bei der Zweiterhebung im Mittelland (2.65) am höchsten und zeigte einen vergleichsweise sehr niedrigen Wert in den westlichen Zentralalpen (2.3; Abb. 13, Tab. 11).

Die mittlere Lichtzahl nahm schweizweit (0.4 %) sowie im Mittelland und den westlichen und östlichen Zentralalpen von der Erst- zur Zweiterhebung leicht, aber signifikant ab (Abb. 13, Tab. 11). Die Abnahme erreichte nie den Schwellenwert, der im Mittel einen Wechsel zwischen verschiedenen Lebensräumen markiert (Tab. 3). Die signifikante schweizweite Abnahme scheint an einigen wenigen, stark verbuschenden Plots zu liegen: schliesst man das eine Prozent der am stärksten verbuschenden Plots (–76 Plots) von der Analyse aus, geht diese Signifikanz verloren.

Die mittlere Feuchtezahl nahm schweizweit deutlich und signifikant um 2.5 % ab. Dieser Rückgang war ebenso im Jura, Mittelland und der Alpennordflanke signifikant, spiegelte sich konsistent über alle Höhenstufen wider und war sowohl in Trockenrasen als auch kalkarmen Gebirgsmagerrasen sowie in den Nicht-Ziellebensräumen signifikant. Der Rückgang im Jura und im Mittelland überstieg sogar den Schwellenwert von 0.081, der einen Wechsel zwischen verschiedenen Lebensräumen markiert (Tab. 3). Die mittlere Temperaturzahl stieg schweizweit signifikant um 1.4 % an. Der Anstieg war ebenfalls in den Trockenrasen, den kalkreichen Gebirgsmagerrasen und den Nicht-Ziellebensräumen signifikant (Tab. 11, Abb. 13). Der Anstieg erreichte jedoch nie den Schwellenwert, der im Mittel einen Wechsel zwischen verschiedenen Lebensräumen markiert (Tab. 3).

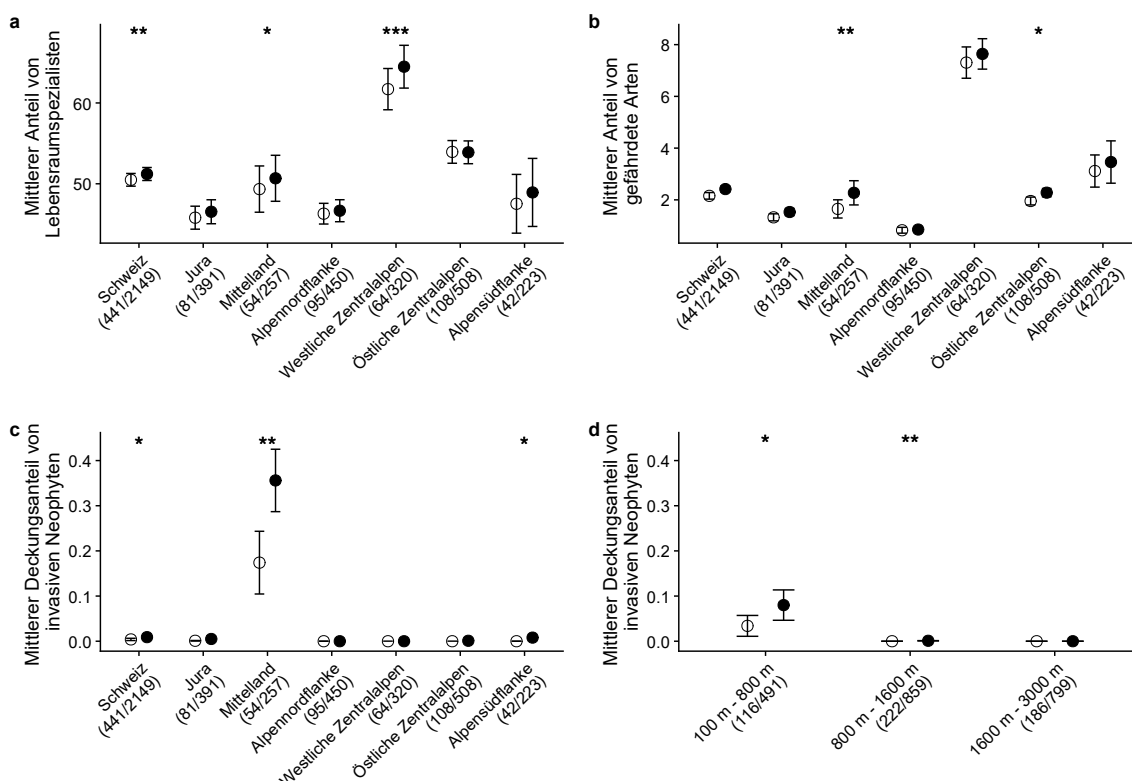


Abb. 14. Anteile von TWW-Lebensraumspezialisten (a), gefährdete Arten (b) und Deckungsanteile der invasiven Neophyten (c) für die Schweiz und die biogeographischen Regionen sowie Deckungsanteile der invasiven Neophyten für drei Höhenstufen (d) jeweils auf Plotniveau ($\pm$ Standardfehler) in TWW. Die Zahlen in Klammern bei den einzelnen Straten geben jeweils die Zahl der Objekte und die Zahl der Plots an. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und Zweiterhebung (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

Der mittlere Anteil der TWW-Lebensraumspezialisten nahm schweizweit signifikant um 0.8 % zu. Die Zunahme war zudem im Mittelland und westlichen Zentralalpen, sowie insbesondere in den Steppenrasen und den Nicht-Ziellebensräumen signifikant. Der Anteil der gefährdeten Arten nahm im Mittelland und den östlichen Zentralalpen zu, während der Anteil der invasiven Neophyten konstant blieb. Der mittlere Deckungsanteil der invasiven Neophyten nahm jedoch schweizweit, in den Höhenstufen bis 1600 m, im Mittelland und der Alpensüdflanke signifikant zu. In der Zweiterhebung wurden erstmals invasive Neophyten in der mittleren Höhenstufe von 800–1600 m ü. M. festgestellt, in der Höhenstufe von 1600–3000 m ü. M. noch keine (Tab. 11, Abb. 14). Generell gibt es in den TWW in den Bergen nur wenige invasive Neophyten.

Abb. 13. Mittlere Zeigerwerte der TWW auf Plotniveau ($\pm$ Standardfehler) bei der Erst- und Zweiterhebung (weisse bzw. schwarze Kreise) in der Schweiz und den biogeographischen Regionen (a, c, e, g) sowie für drei Höhenstufen (b, d, f, h). Die Zahlen in Klammern bei den einzelnen Straten geben jeweils die Zahl der gepaarten Objekte und Plots an. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und Zweiterhebung (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

Die Fläche der Trockenrasen nahm von der Erst- zur Zweiterhebung um 12.7 % (+6.9 km²) deutlich und signifikant zu, die Fläche der Nicht-Ziellebensräume um 21.4 % (–10.9 km²) deutlich und signifikant ab (Abb. 15, Abb. 16, Tab. 11). Die Fläche der Nicht-Ziellebensräume verringerte sich dabei von 51 km² auf 40 km². Bei der Ersterhebung waren 84.3 % (42.8 km²) der Nicht-Ziellebensräume Fettwiesen und -weiden (TypoCH code 4.5; Delarze *et al.* 2015). Von der Erst- zur Zweiterhebung wurden insgesamt 21.7 % (11.1 km²) der Nicht-Zielle-

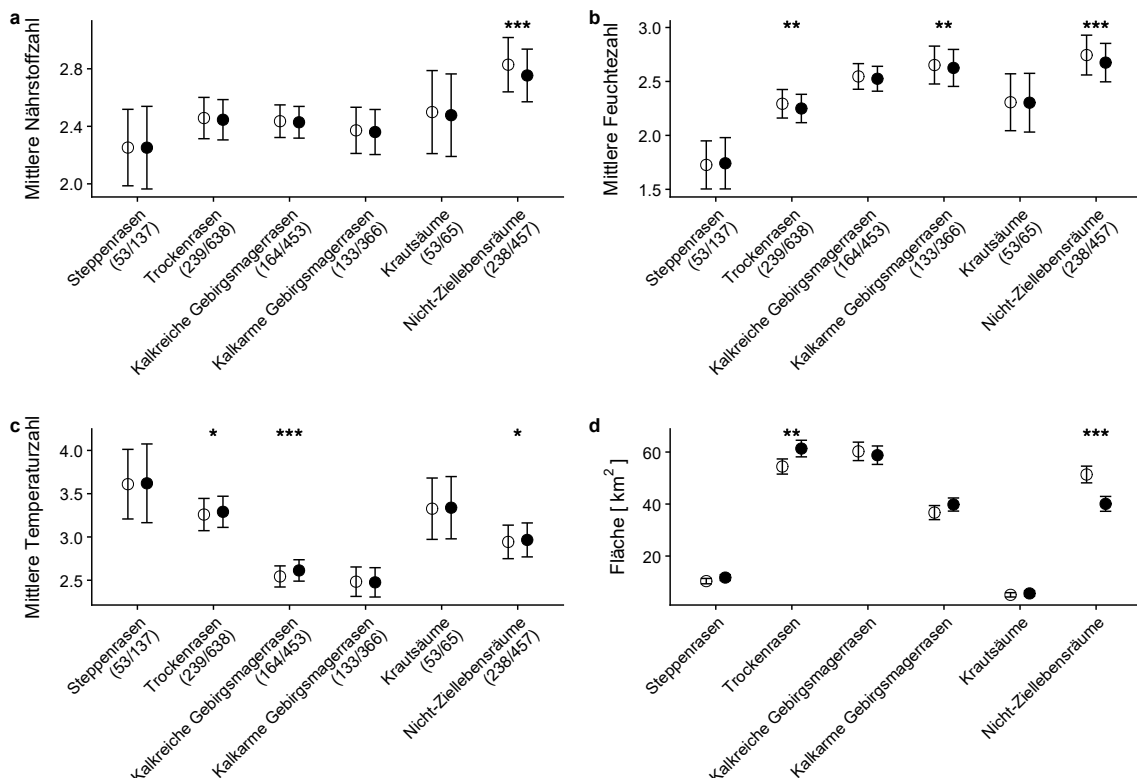


Abb. 15. Mittlere Zeigerwerte auf Plotniveau (a, b, c; $\pm$ Standardfehler) und Gesamtfläche (d; $\pm$ Standardfehler) bei der Erst- und Zweiterhebung (weisse bzw. schwarze Kreise) für die verschiedenen TWW-Ziellebensräume (Tab. 85) im nationalen Inventar. Die Zahlen in Klammern bei den einzelnen Straten geben bei den Zeigerwerten jeweils die Zahl der gepaarten Objekte und Plots an. Die Flächenangaben der Lebensräume beruhen auf Hochschätzungen, Angaben zu Objekten und Plots mit Vorkommen der entsprechenden Lebensräume und deren Veränderungen sind in Tab. 105 zu finden. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und Zweiterhebung (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

bensräume zu Trockenrasen (vorwiegend zum Arrhenatheretum salvietosum TypoCH code 4.5.1.3 und zum Mesobromion TypoCH code 4.2.4; Delarze *et al.*, 2015), 4.8 km² wechselten in die andere Richtung (Abb. 16). Netto wurden also 6.3 km² der Nicht-Ziellebensräume zu Trockenrasen. Der mit 87.3 % grösste Teil dieses Netto-Gewinns (5.5 km²) stammte dabei von den Fettwiesen und -weiden.

Effekte der Bewirtschaftung in TWW

Die mittlere Nährstoffzahl zeigte deutliche Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen. Beim Ausgangszustand war die mittlere Nährstoffzahl in Wiesen und Weiden höher als in den ungenutzten Flächen (Abb. 17). Sie nahm in der Folge in Wiesen und etwas schwächer auch in Weiden ab, nicht jedoch in ungenutzten Flächen. Die Entwicklung der mittleren Nährstoffzahl unterschied sich zwischen allen Bewirtschaftungsformen (Abb. 18). Die erhöhte Abnahme in den Wiesen und Weiden der tieferen Lagen war statistisch nicht signifikant (Abb. 19). Die mittlere Lichtzahl unterschied sich beim Ausgangszustand nicht zwischen den Bewirtschaftungsformen (Abb. 17). Die Abnahme war bei keiner Bewirtschaftungsform statistisch signifikant, war jedoch am ausgeprägtesten in ungenutzten Flächen (Abb. 18, Abb. 19). Der Ausgangszustand der mittleren Feuchtezahl unterschied sich deutlich zwischen den Bewirtschaftungsformen, mit höheren Werten in den genutzten als in den ungenutzten Flächen (Abb. 17). Sie nahm in Wiesen und Weiden ab und diese Entwicklung unterschied sich zwischen den genutzten und ungenutzten Flächen (Abb. 18).

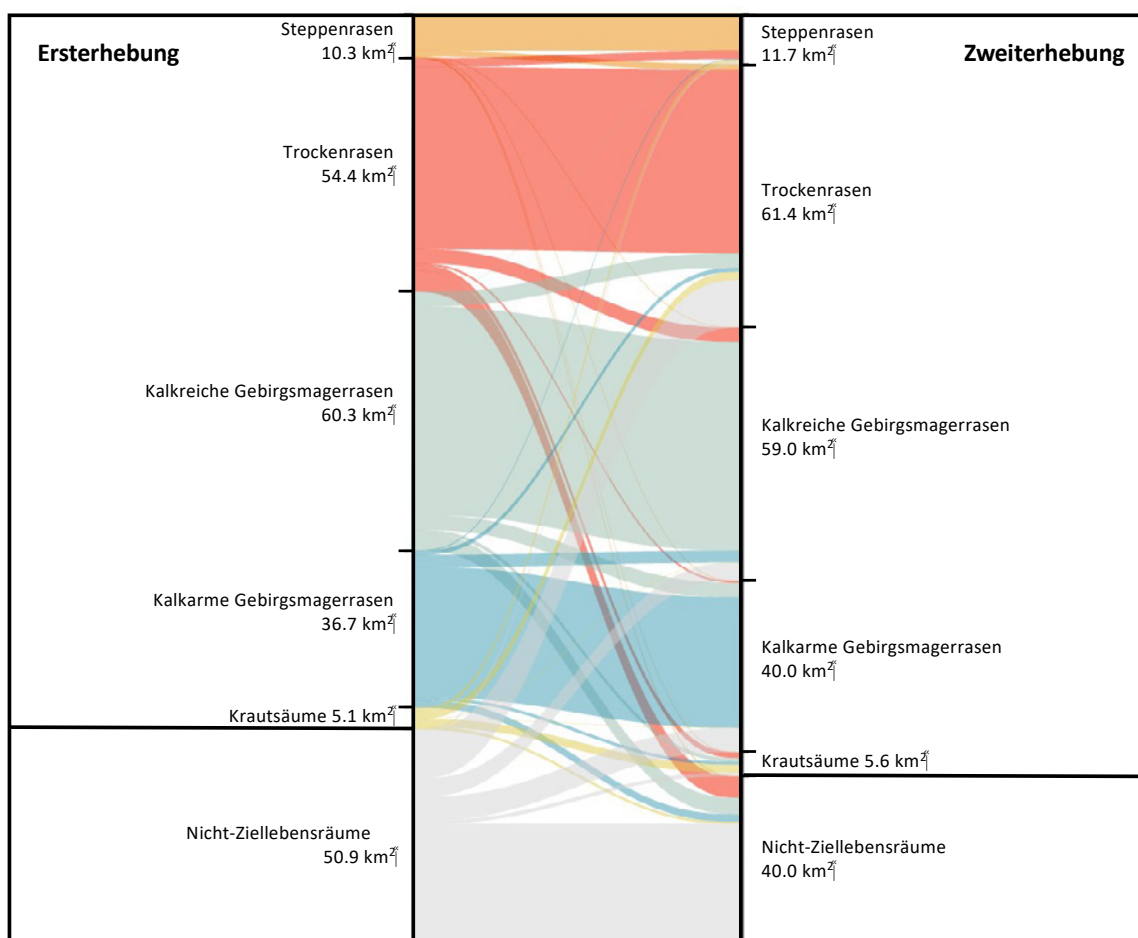


Abb. 16. Das auf den Daten der Vegetationserhebungen basierende Flussdiagramm verdeutlicht die Veränderungen der TWW-Ziellebensräume (Tab. 85) und Nicht-Ziellebensräume im nationalen TWW-Inventar, also wieviel Fläche des jeweiligen Lebensraumes von der Ersterhebung (links) zur Zweiterhebung (rechts) gleichgeblieben ist, beziehungsweise zu einem anderen TWW-Ziellebensraum oder Nicht-Ziellebensraum gewechselt hat.

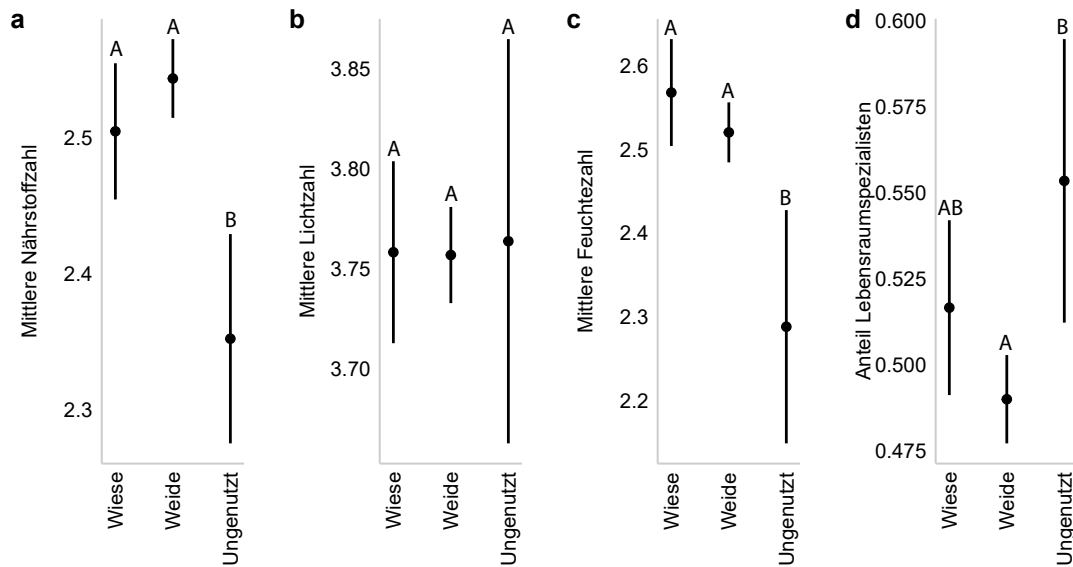


Abb. 17. Ausgangszustand a) der mittleren Nährstoffzahl; b) der mittleren Lichtzahl; c) der mittleren Feuchtezahl und d) des Anteils TWW-Lebensraumspezialisten in den Bewirtschaftungsformen der Trockenwiesen und -weiden. Die Fehlerbalken stellen das 95 % Konfidenzintervall dar. Großbuchstaben über den Balken zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen an. Signifikanzniveaus: a) Wiese vs. ungenutzt **, Weide vs. ungenutzt ***; c) Wiese vs. Ungenutzt ***, Weide vs. Ungenutzt **; d) Weide vs. Ungenutzt ** (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

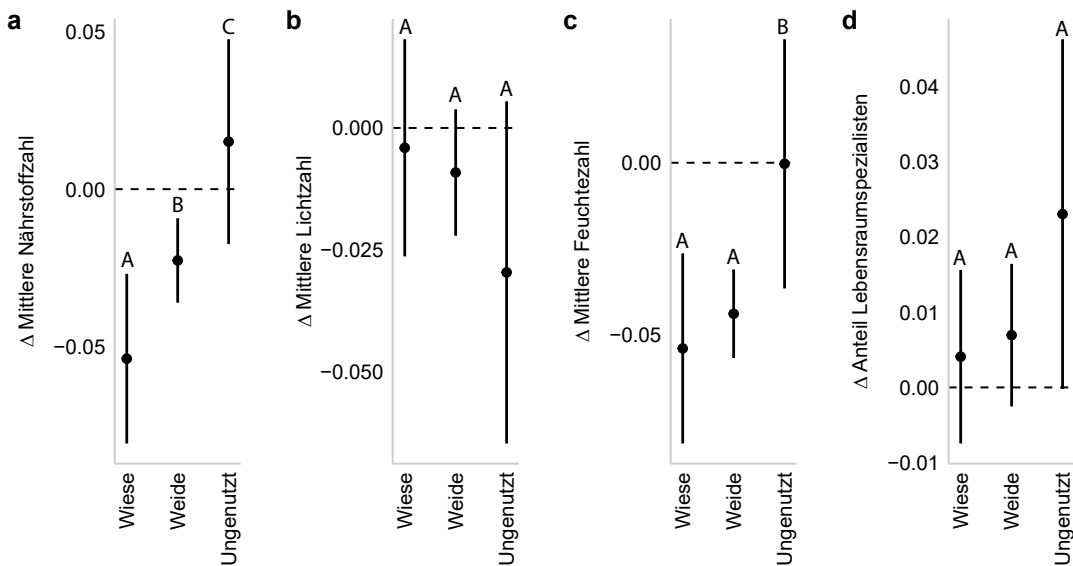


Abb. 18. Effekte der Bewirtschaftung auf die Veränderungen (Δ) in Trockenwiesen und -weiden. a) Veränderung der mittleren Nährstoffzahl; b) Veränderung der mittleren Lichtzahl; c) Veränderung der mittleren Feuchtezahl; d) Veränderung des Anteils TWW-Lebensraumspezialisten. Die Fehlerbalken stellen das 95 % Konfidenzintervall dar. Großbuchstaben über den Balken zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen an. Signifikanzniveaus: a) Wiese vs. Weide *, Wiese vs. ungenutzt **, Weide vs. ungenutzt *; c) Wiese vs. ungenutzt *, Weide vs. ungenutzt * (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$).

In gemähten Flächen nahm die mittlere Feuchtezahl zudem vor allem in den tieferen Lagen ab (Abb. 19). Der Ausgangszustand des mittleren Anteils an TWW-Lebensraumspezialisten wies Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen auf, mit deutlich höheren Werten in ungenutzten Flächen als in beweideten Flächen (Abb. 17). Der mittlere Anteil der TWW-Lebensraumspezialisten entwickelte sich in den ungenutzten Flächen tendenziell positiv (Abb. 18, Abb. 19). In Abbildung 19 ist zudem deutlich erkennbar, dass in tieferen Lagen die Objekte hauptsächlich als Wiesen genutzt werden, während in höheren Lagen die Weiden dominieren. Ungenutzte Flächen scheinen nicht an eine Höhenlage gebunden zu sein (die am höchsten gelegenen Plots befinden sich am Gornergrat, also ein als «Singularität» ins TWW-Inventar aufgenommenes Objekt, das keine landwirtschaftliche Bewirtschaftung zum Erhalt benötigt; Abb. 19).

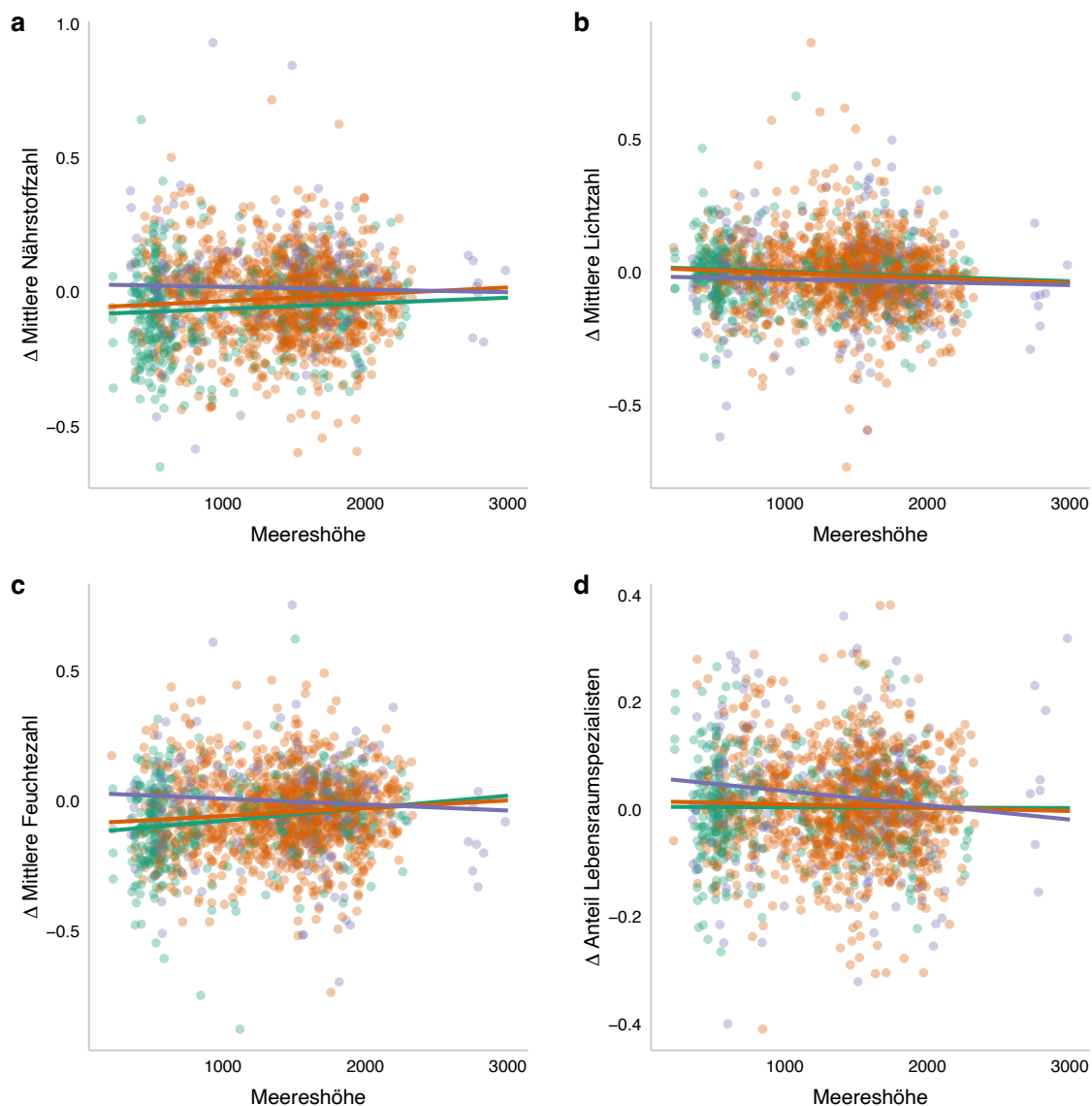


Abb. 19. Zusammenhang zwischen Bewirtschaftung, Höhe ü. M. und der Veränderung (Δ) der verschiedenen Indikatoren in Trockenwiesen und -weiden. a) Veränderung der mittleren Nährstoffzahl; b) Veränderung der mittleren Lichtzahl; c) Veränderung der mittleren Feuchtezahl; d) Veränderung des Anteils TWW-Lebensraumspezialisten von der Erst- zur Zweiterhebung. In c) ist die Steigung der Weiden (orange Regressionsgerade) statistisch signifikant ($p < 0.05$); alle übrigen Regressionsgeraden sind nicht signifikant von Null verschieden und auch die paarweisen Unterschiede zwischen den Regressionsgeraden sind nicht signifikant verschieden ($p > 0.05$). Grün: Wiesen; orange: Weiden; blau: ungenutzte Flächen.

3.1.2 Ergebnisse Fernerkundung

Es wurden für 3952 TWW die aktuellen Zustände und für 2932 TWW Zustände und Veränderungen quantifiziert. Die Zustände zum Zeitpunkt der Zweiterhebung und die Veränderungen zwischen Erst- und Zweiterhebung für alle Indikatoren und Straten der TWW sind in Tab. 12 zusammengefasst. Zusätzliche Tabellen zu den Resultaten der Fernerkundung finden sich in Anhang 1.

Tab. 12. Übersichtstabelle zu den Zuständen und Veränderungen der Gehölzdeckungen, offener Boden, offenes Wasser und den Infrastrukturen Strassen und Wege sowie Gebäude zwischen Erst- zur Zweiterhebung in Trockenwiesen und -weiden. Die farbig hinterlegten Pfeile zeigen Zu- oder Abnahmen des jeweiligen Indikators in der Schweiz, den biogeographischen Regionen, und drei Höhenstufen. Rot zeigt eine negative Bewertung des Zustands und der Entwicklung an, während die hellgrau markierten Entwicklungen nicht bewertet wurden. Weisse Felder zeigen neutrale Zustände und Entwicklungen. Nicht analysierte Kombinationen sind dunkelgrau markiert.

	Zustand				Veränderung				
	Gehölz- deckung	Offener Boden	Offenes Wasser	Strassen und Gebäude Wege	Gehölz- deckung	Offener Boden	Offenes Wasser	Strassen und Gebäude Wege	
Schweiz					↗	↗		↗	→
Region									
Jura					↘	↗		↗	→
Mittelland					↗	↗		↗	→
Alpen Nordflanke					↗	↘		↗	→
Westliche Zentralalpen					↗	↗		↗	→
Östliche Zentralalpen					↗	↗		↗	→
Alpen Südflanke					↗	↘		↗	→
Höhenzone									
< 800 m					↗	↗		↗	→
800 - 1600 m					↗	↗		↗	→
> 1600 m					↗	↗		↗	→

Zustand und Veränderungen Gehölzdeckung, offener Boden und offenes Wasser

Zum Zeitpunkt der Zweiterhebung betrug der schweizweite Anteil der Gehölzdeckung in TWW 10.89 % der TWW-Fläche. Das entspricht 3011 ha (Tab. 13). Der Anteil an offenem Boden betrug 1650 ha oder 5.96 %. Offenes Wasser kam in TWW praktisch nicht vor (32 ha oder 0.11 % der Fläche). Der höchste Anteil der Gehölzdeckung war an der Alpensüdflanke (20.83 %) zu finden. Der Anteil liegt über dem Schwellenwert der Früherkennung von 20 % und wird als negativ bewertet. Das Mittelland (15.31 %), die Westlichen Zentralalpen (14.26 %) und der Jura (13.40 %) wiesen sehr ähnliche, etwas tiefere Anteile auf. Am tiefsten lagen die Anteile in den Östlichen Zentralalpen (8.37 %) und der Alpen Nordflanke (8.12 %). Von der unteren zur mittleren Höhenstufe nahm der Gehölzanteil nur leicht ab (von 17.63 % auf 13.59 %), in der obersten war er deutlich geringer (5.57 %; Tab. 14).

In den TWW wurden zwischen der Erst- und Zweiterhebung jährlich eine Fläche von 43.96 ha neu von Gehölzen bedeckt. Gleichzeitig ging die Gehölzdeckung auf anderen TWW-Flächen um 34.64 ha zurück. Die absolute jährliche Zunahme der Gehölzdeckung in den TWW zwischen der Erst- und Zweiterhebung betrug somit 9.33 ha. Dies entspricht bei einer Gesamtfläche der TWW-Objekte von 23 133 ha einer jährlichen Zunahme der Gehölzdeckung von 0.04 %.

Leichte Zunahmen der Gehölzdeckung gab es auch in fast allen biogeographischen Regionen. Nur im Jura gab es eine sehr leichte Abnahme der Gehölzdeckung von 0.03 % (Tab. 15).

Tab. 13. Fläche (ha) und Anteil an der Biotopfläche (%) der Gehölzdeckung, der Deckung des offenen Bodens und des offenen Wassers für TWW in den biogeographischen Regionen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentralalpen	Östliche Zentralalpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte	3 952	686	356	1 324	329	962	295
Fläche [ha]	27 657	4 939	473	7 829	3 785	8 937	1 694
Rasterzellen	209 211	37 780	5 310	60 459	27 135	66 134	12 393
Gehölzdeckung [ha]	3 010.8	661.9	72.3	636.0	539.6	748.0	352.9
Offener Boden [ha]	1 649.6	254.9	12.8	425.0	460.0	395.5	101.3
Offenes Wasser [ha]	31.7	0.4	1.3	6.2	2.7	19.4	1.6
Gehölzdeckung [%]	10.89	13.40	15.31	8.12	14.26	8.37	20.83
Offener Boden [%]	5.96	5.16	2.71	5.43	12.16	4.43	5.98
Offenes Wasser [%]	0.11	0.01	0.28	0.08	0.07	0.22	0.10

Tab. 14. Fläche (ha) und Anteil an der Biotopfläche (%) der Gehölzdeckung, der Deckung des offenen Bodens und des offenen Wassers für TWW in drei Höhenstufen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	<800 m	800–1600 m	>1600 m
Anzahl Objekte	1 075	1 954	923
Fläche [ha]	3 461	13 134	11 062
Rasterzellen	30 894	102 126	76 191
Gehölzdeckung [ha]	610.0	1784.6	616.2
Offener Boden [ha]	191.7	734.7	723.1
Offenes Wasser [ha]	3.9	5.3	22.5
Gehölzdeckung [%]	17.63	13.59	5.57
Offener Boden [%]	5.54	5.59	6.54
Offenes Wasser [%]	0.11	0.04	0.20

Tab. 15. Jährliche absolute Veränderung der Gehölzdeckung und des offenen Bodens in den Trockenwiesen und -weiden der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen in Hektaren und relative Veränderung zur Biotopfläche in Prozent zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte		2 932	549	322	882	266	686	227
Fläche [ha]		23 133	4 458	449	6 246	2 615	7 831	1 534
Rasterzellen		172 525	33 610	4 999	47 131	18 645	57 145	10 995
Veränderung Gehölzdeckung [ha]	Zunahme	43.96	8.68	1.14	11.97	5.01	12.75	4.40
	Abnahme	-34.64	-10.13	-0.88	-7.69	-4.87	-7.93	-3.13
	Bilanz	9.33	-1.45	0.26	4.28	0.15	4.82	1.27
Veränderung offener Boden [ha]	Zunahme	54.41	11.06	0.77	10.56	19.32	10.78	1.93
	Abnahme	-35.81	-6.43	-0.56	-12.65	-8.13	-5.28	-2.76
	Bilanz	18.61	4.63	0.21	-2.08	11.18	5.50	-0.83
Veränderung Gehölzdeckung [%]	Zunahme	0.19	0.19	0.25	0.19	0.19	0.16	0.29
	Abnahme	-0.15	-0.23	-0.20	-0.12	-0.19	-0.10	-0.20
	Bilanz	0.04	-0.03	0.06	0.07	0.01	0.06	0.08
Veränderung offener Boden [%]	Zunahme	0.24	0.25	0.17	0.17	0.74	0.14	0.13
	Abnahme	-0.15	-0.14	-0.12	-0.20	-0.31	-0.07	-0.18
	Bilanz	0.08	0.10	0.05	-0.03	0.43	0.07	-0.05

Die Zunahme der Gehölzbedeckung ist nicht gleichmässig über die Trockenwiesen und -weiden verteilt. In Rasterzellen, bei denen die Gehölzbedeckung als «Wald» oder «Waldrand» klassiert wurden, nahm die Gehölzbedeckung jährlich um 0.06 % zu. Bei allen anderen Rasterzellen war die jährliche Zunahme mit 0.03 % geringer.

Die jährlichen Zunahmen der Gehölzdeckung nahmen mit der Höhe zu (Tab. 16). Sie betrugen unter 800 m jährlich 0.01 %, von 800–1600 m 0.03 % und über 1600 m 0.06 %. In der mittleren Höhenstufe (800–1600 m) war die jährliche Zunahme des offenen Bodens mit 2.68 % am grössten.

Bei 108 von insgesamt 2932 TWW-Objekten (3.7 %) lag die jährliche Zunahme der Gehölzdeckung bei über 1 % und bei 17 Objekten (0.3 %) bei über 2 % (Tab. 17, Abb. 20). Relativ gesehen lagen die meisten Objekte mit jährlichen Zunahmen der Gehölzdeckung von mindestens 1 % im Mittelland (5.9 % aller TWW-Objekte im Mittelland) und an der Alpensüdflanke (9.2 % aller TWW-Objekte an der Alpensüdflanke). Gleichzeitig lagen im Mittelland, dicht gefolgt vom Jura, die meisten Objekte mit jährlichen Abnahmen der Gehölzdeckung.

Tab. 16. Jährliche absolute und relative Veränderung der Gehölzdeckung, des offenen Bodens und offenen Wassers in den Trockenwiesen und -weiden in verschiedenen Höhenstufen in Hektaren und Prozent zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		< 800 m	800–1600 m	> 1600 m
Anzahl Objekte		909	1 343	680
Fläche [ha]		3 030	10 620	9 484
Rasterzellen		27 063	81 067	64 395
Veränderung Gehölzdeckung [ha]	Zunahme	8.03	23.80	12.13
	Abnahme	–7.80	–20.51	–6.32
	Bilanz	0.23	3.28	5.81
Veränderung offener Boden [ha]	Zunahme	8.18	28.13	18.10
	Abnahme	–5.64	–16.10	–14.06
	Bilanz	2.54	12.03	4.04
Veränderung Gehölzdeckung [%]	Zunahme	0.27	0.22	0.13
	Abnahme	–0.26	–0.19	–0.07
	Bilanz	0.01	0.03	0.06
Veränderung offener Boden [%]	Zunahme	0.27	0.26	0.19
	Abnahme	–0.19	–0.15	–0.15
	Bilanz	0.06	2.68	0.06

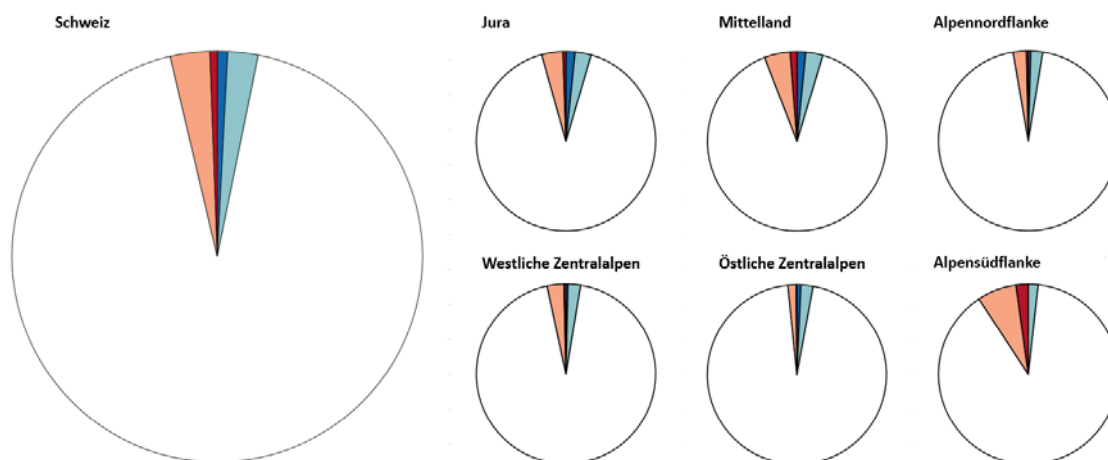


Abb. 20. Verteilung der Anzahl TWW-Objekte mit und ohne Veränderung der Gehölzdeckung zwischen Erst- und Zweiterhebung in der Schweiz und der biogeographischen Regionen. Blau: Anteil jährliche Gehölzveränderung < –2 %; hellblau: Anteil jährliche Gehölzveränderung –1 % bis –2 %; weiss: Anteil jährliche Gehölzveränderung +1 % bis –1 %; orange: Anteil jährliche Gehölzveränderung +1 % bis +2 %; rot: Anteil jährliche Gehölzveränderung > +2 %.

Der Anteil von TWW-Objekten mit starken (+1 bis +2 %) oder sehr starken (> +2 %) Zunahmen der Gehölzdeckung nahm mit der Höhe ab. Entsprechend nahm der Anteil mit geringen Veränderungen der Gehölzdeckung (–1 % bis +1 %) mit zunehmender Höhe zu (Tab. 18). Unter 800 m sind dies 87,6 % aller Objekte, zwischen 800–1600 m 94,1 % und über 1600 m 98,5 % aller Objekte. Der höhere Anteil von Objekten mit grösseren Veränderungen in den unteren Lagen hat mit der kleineren Objektgrösse zu tun. Veränderungen von wenigen Rasterzellen haben eine grössere Auswirkung auf Objektebene.

Tab. 17. Anzahl und Anteil der TWW-Objekte, deren Gehölzdeckung sich jährlich höchstens schwach (–1 % bis +1 %), stark positiv oder negativ (zwischen 1 und 2 %) oder sehr stark positiv oder negativ (grösser 2 %) zwischen Erst- und Zweiterhebung in der Schweiz und den biogeographischen Regionen veränderte. Die Veränderung der Gehölzdeckung wurde relativ zur jeweiligen Fläche des Objekts berechnet.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord-flanke	Westliche Zentralalpen	Östliche Zentralalpe	Alpensüd-flanke
Anzahl Objekte mit jährlicher Gehölzveränderung							
< –2 %	24	9	5	4	1	5	0
–1 % bis –2 %	70	16	10	19	6	15	4
–1 % bis +1 %	2 730	500	288	835	250	655	202
+1 % bis +2 %	91	21	15	21	8	10	16
> +2 %	17	3	4	3	1	1	5
Anteil Objekte mit jährlicher Gehölzveränderung							
< –2 %	0.82 %	1.64 %	1.55 %	0.45 %	0.38 %	0.73 %	0.00 %
–1 % bis –2 %	2.39 %	2.91 %	3.11 %	2.15 %	2.26 %	2.19 %	1.76 %
–1 % bis +1 %	93.11 %	91.07 %	89.44 %	94.67 %	93.98 %	95.48 %	88.99 %
+1 % bis +2 %	3.10 %	3.83 %	4.66 %	2.38 %	3.01 %	1.46 %	7.05 %
> +2 %	0.58 %	0.55 %	1.24 %	0.34 %	0.38 %	0.15 %	2.20 %

Tab. 18. Anzahl und Anteil der TWW-Objekte deren Gehölzdeckung sich jährlich höchstens schwach (–1 % bis +1 %), stark positiv oder negativ (zwischen 1 und 2 %) oder sehr stark positiv oder negativ (grösser 2 %) zwischen Erst- und Zweiterhebung in den Höhenstufen veränderte (grösser 2 %). Die Veränderung der Gehölzdeckung wurde relativ zur jeweiligen Fläche des Objekts gerechnet.

	< 800 m	800–1600 m	> 1600 m
Anzahl Objekte mit jährlicher Gehölzveränderung			
< –2 %	16	7	1
–1 % bis –2 %	37	31	2
–1 % bis +1 %	796	1 264	670
+1 % bis +2 %	51	34	6
> +2 %	9	7	1
Anteil Objekte mit jährlicher Gehölzveränderung			
< –2 %	1.76 %	0.52 %	0.15 %
–1 % bis –2 %	4.07 %	2.31 %	0.29 %
–1 % bis +1 %	87.57 %	94.12 %	98.53 %
+1 % bis +2 %	5.61 %	2.53 %	0.88 %
> +2 %	0.99 %	0.52 %	0.15 %

Zustand und Veränderungen Infrastruktur

In TWW kamen schweizweit in 7.38 % der Rasterzellen Strassen und Wege und in 1.17 % der Rasterzellen Gebäuden vor (Tab. 19). Der höchste Anteil an Rasterzellen mit Strassen und Wegen lag mit 15.07 % im Mittelland. Der höchste Anteil an Rasterzellen mit Gebäuden kam mit 3.41 % aller Rasterzellen an der Alpensüdflanke vor. Der Anteil der Rasterzellen mit Strassen und Wegen nahm mit der Höhe ab (Tab. 20).

Tab. 19. Anzahl und Anteil (%) von Rasterzellen mit Strassen und Wegen bzw. Gebäuden in TWW in der Schweiz und den biogeographischen Regionen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte	3 952	686	356	1 324	329	962	295
Fläche [ha]	27 657	4 939	473	7 829	3 785	8 937	1 694
Rasterzellen	209 211	37 780	5 310	60 459	27 135	66 134	12 393
Strassen und Wege [Rasterzellen]	15 436	3 662	800	2 573	1 951	5 480	970
Gebäude [Rasterzellen]	2 448	214	55	514	371	871	423
Strassen & Wege [%]	7.38	9.69	15.07	4.26	7.19	8.29	7.83
Gebäude [%]	1.17	0.57	1.04	0.85	1.37	1.32	3.41

Tab. 20. Anzahl und Anteil (%) von Rasterzellen mit Strassen und Wegen bzw. Gebäuden in TWW in den drei Höhenstufen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	<800 m	800–1600 m	>1600 m
Anzahl Objekte	1 075	1 954	923
Fläche [ha]	3 461	13 134	11 062
Rasterzellen	30 894	102 126	76 191
Strassen und Wege [Rasterzellen]	4 262	7 191	3 983
Gebäude [Rasterzellen]	394	1 395	659
Strassen und Wege [%]	13.80	7.04	5.23
Gebäude [%]	1.28	1.37	0.86

In den TWW kamen zwischen der Erst- und Zweiterhebung schweizweit jährlich in 125 Rasterzellen Strassen und Wege neu hinzu. Dies entspricht einer jährlichen Zunahme von 0.07 %. Zeitgleich fielen jährlich 37 Rasterzellen (–0.05 %) weg (Tab. 21). In der Bilanz gab es mit jährlich 40 neuen Rasterzellen in den Östlichen Zentralalpen die grössten Zunahmen (entspricht +0.07 %). Relativ gesehen war die Zunahme im Mittelland mit 0.14 % am grössten (Abb. 21). Die Veränderungen der Infrastruktur war in allen Höhenstufen ähnlich (Tab. 72).

Bei Gebäuden gab es kaum Änderungen. Schweizweit kamen jährlich zehn Rasterzellen mit Gebäuden hinzu (entspricht 0.01 %) und sieben Rasterzellen fielen weg (entspricht < –0.01 %).

Zwischen der Erst- und Zweiterhebung sind in 6 % der TWW-Objekte in der Schweiz neue Infrastrukturen (Strassen und Wege sowie Gebäude) entstanden (Tab. 22). Am meisten Objekte waren in den Westlichen Zentralalpen (11 % aller Objekte) und den Östlichen Zentralalpen (8 % aller Objekte) betroffen.

Tab. 21. Anzahl und Anteile der Rasterzellen (an der Gesamtzahl) der jährlichen Zunahmen (Anzahl neu besetzte Rasterzellen), Abnahmen (Anzahl nicht mehr besetzte Rasterzellen) und die Bilanz von Rasterzellen mit Strassen und Wegen bzw. mit Gebäuden in den TWW-Objekten, der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Jura	Mittelland	Alpen-nord-flanke	Westliche Zentral-alpen	Östliche Zentral-alpen	Alpensüd-flanke
Anzahl Objekte		2932	549	322	882	266	686	227
Fläche [ha]		23 133	4 458	449	6 246	2 615	7 831	1 534
Rasterzellen		172 525	33 610	4 999	47 131	18 645	57 145	10 995
Veränderung Strasse und Wege [Rasterzellen]	Zunahme	124.72	1.79	8.66	23.76	10.25	51.02	6.84
	Abnahme	-37.42	-1.67	-1.83	-12.05	-3.83	-11.18	-1.09
	Bilanz	87.30	0.12	6.83	11.71	6.42	39.84	5.75
Veränderung Gebäude [Rasterzellen]	Zunahme	9.60	-8.13	0.81	1.53	3.17	1.54	0.77
	Abnahme	-7.23	11.18	-0.88	-1.33	-1.00	-1.58	-0.76
	Bilanz	2.37	10.78	-0.07	0.19	2.17	-0.04	0.01
Veränderung Strassen und Wege [%]	Zunahme	0.07	0.07	0.17	0.05	0.05	0.09	0.06
	Abnahme	-0.02	-0.02	-0.04	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01
	Bilanz	0.05	0.05	0.14	0.02	0.03	0.07	0.05
Veränderung Gebäude [%]	Zunahme	0.01	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01
	Abnahme	0.00	0.00	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01
	Bilanz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

Tab. 22. Anzahl und Anteile der TWW-Objekte mit neuen Infrastrukturen (Strassen und Wege sowie Gebäude) zwischen Erst- und Zweiterhebung in der Schweiz und den biogeographischen Regionen.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpen-nord-flanke	Westliche Zentralalpen	Östliche Zentralalpen	Alpensüd-flanke
Objekte	2 932	549	322	882	266	686	227
Objekte mit neuen Infrastrukturen	164	28	11	33	30	57	13
Anteil der Objekte mit neuen Infrastrukturen	6 %	5 %	3 %	4 %	11 %	8 %	6 %

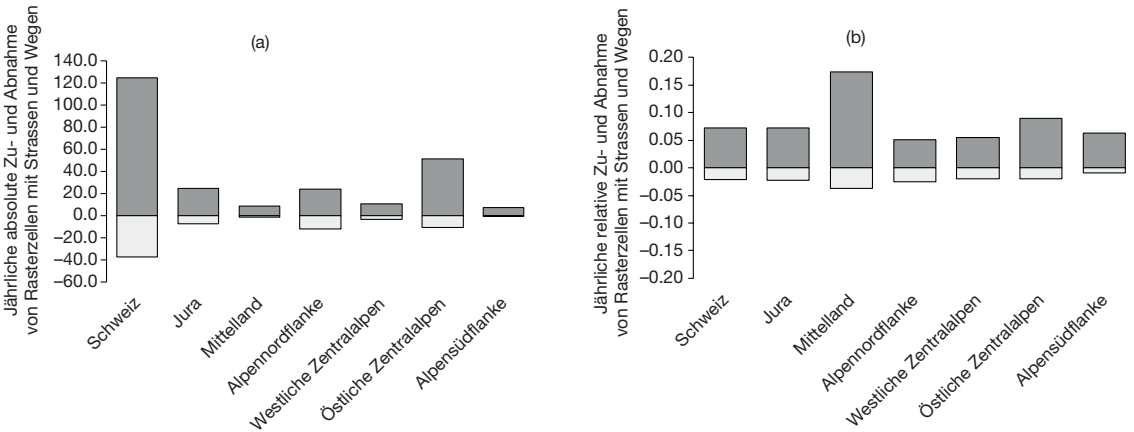


Abb. 21. Jährliche Zu- und Abnahmen der Anzahl (a) und Anteile (an der Gesamtzahl) der Rasterzellen (b) mit Infrastrukturtyp «Strassen und Wege» in den TWW-Objekten der Schweiz und der biogeographischen Regionen.

3.1.3 Diskussion der Ergebnisse zu Trockenwiesen und -weiden

Extensiv genutzte Grasländer zählen weltweit zu den artenreichsten Lebensräumen und beherbergen eine Vielzahl gefährdeter Arten (Abb. 22; (Wilson *et al.* 2012, Bornand *et al.* 2016). Dies bestätigen die Daten der WBS: Pro TWW-Plot kamen im flächenrepräsentativen Durchschnitt bei der Zweiterhebung 42.6 Arten vor. Diese Werte sind etwas höher als die durchschnittlichen Artenzahlen von 10 m² grossen Plots aus der gesamten Paläarktis, wo durchschnittlich etwa 40 Arten in Halbtrockenrasen (meso-xerische Grasländer wie Mesobromion), rund 37 Arten in alpinen Grasländern und 32 Arten in Fettwiesen (z. B. mesische Grasländer der Arrhenateretalia) gefunden wurden (GrassPlot Diversity Explorer: edgg.org/databases/GrasslandDiversityExplorer; Dengler *et al.* 2018, 2020; Biurrun *et al.* 2019). Verglichen mit dem flächenrepräsentativen Durchschnitt auf ebenfalls 10 m² grossen Plots von rund 23 Arten in der gesamten Agrarlandschaft und rund 27 Arten im Grasland der gesamten Agrarlandschaft der Schweiz (Meier *et al.* 2025) liegen die Werte der TWW deutlich höher. Zudem wurden auf 2149 Plots bzw. in 441 der insgesamt 3952 TWW-Objekte 39.3 % der in der Schweiz vorkommenden Gefässpflanzen gefunden (1478 von 3759 Arten). Die Bedeutung des TWW-Inventars für Gefässpflanzen dürfte aber noch höher liegen, da Vegetationserhebungen ja nur in einer Stichprobe durchgeführt wurden. Diese Ergebnisse unterstreichen den herausragenden Biodiversitäts-Wert des TWW-Inventars und zeigen, dass bei der Inventarisierung die «richtigen Flächen ausgewählt unter Schutz gestellt wurden und dass die von Bund und Kantonen eingesetzten Ressourcen für die schutzzielgerichtete Pflege und den fachgerechten Unterhalt dieser Flächen effizient eingesetzte Ressourcen darstellen.

Der schweizweite Rückgang der mittleren Nährstoffzahl in den TWW von nationaler Bedeutung steht im Einklang mit den Ergebnissen anderer Studien, wie dem Monitoring der Schweizer Agrarlandschaft ALL-EMA (Meier *et al.* 2025). Die Werte der TWW liegen jedoch deutlich unter jenen des Graslands der gesamten Agrarlandschaft der Schweiz (Meier *et al.* 2025). Einzig im Jura und im Mittelland liegt die mittlere Nährstoffzahl noch etwas über dem für TWW typisch niedrigen Niveau, jedoch immer noch im mässig nährstoffarmen Bereich. Dies ist auf den etwas höheren Anteil von Nicht-Ziellebensräumen wie Fettwiesen und -weiden in diesen Regionen zurückzuführen.

Die Ergebnisse der signifikanten Abnahme im Jura deutet jedoch auf eine Verbesserung der Situation hin. Nährstoffärmere Bedingungen führen zu weniger Dominanz in Pflanzengemeinschaften, wodurch eine Vielzahl von Arten koexistieren können – eine Eigenschaft,



Abb. 22. Die TWW-Objekte der WBS sind reich an Lebensraumspezialisten, die gefährdet sind. Dazu zählen zum Beispiel der Niederliegende Ehrenpreis (*Veronica prostrata*, Gefährdungs-Status nach Roter Liste: EN = stark gefährdet, links), das Stachelige Kammgras (*Cynosorus echinatus*, EN, in der Mitte) oder der Acker-Wachtelweizen (*Melampyrum arvense*, VU = verletzlich, rechts). (Fotos: links und Mitte: Andreas Gyga, rechts: Angéline Bedolla)

die magere Wiesen und Weiden auszeichnet. Dies wird durch die Zunahme des mittleren Anteils der TWW-Lebensraumspezialisten, die Zunahme des Anteils der gefährdeten Arten im Mittelland und in den östlichen Zentralalpen und die Zunahme der Fläche der Trockenrasen, bei gleichzeitiger Abnahme der Nicht-Ziellebensräume bestätigt. Alle diese Resultate sind zusammenfassend als positive Entwicklung zu bewerten (Box 1, 3). Bemerkenswert ist ausserdem, dass in keiner biogeographischen Region, in keiner Höhenstufe und in keinem Ziellebensraum die mittlere Nährstoffzahl signifikant zugenommen oder der Anteil der TWW-Lebensraumspezialisten signifikant abgenommen hat. Neben den konsistenten, aber nicht signifikanten Abnahmen der mittleren Nährstoffzahl in den Ziellebensräumen, ist besonders der signifikante Rückgang der mittleren Nährstoffzahl und der signifikante Anstieg des Anteils der Lebensraumspezialisten in Nicht-Ziel-Lebensräumen bemerkenswert, da diese vorwiegend durch Fettwiesen und -weiden vertreten sind. Eine beachtliche Fläche der Nicht-Ziellebensräume entwickelte sich zwischen der Erst- und Zweiterhebung zu Ziellebensräumen. Diese positive Entwicklung kann in Zukunft zu einer weiteren Flächenvergrösserung der Ziellebensräume auf Kosten von Nicht-Ziellebensräumen in TWW führen.

Die Gründe für diese Entwicklungen sind vielfältig, wobei die angepasste Nutzung in den nationalen Inventaren eine entscheidende Rolle spielt. Seit der Inventarisierung wurden einerseits deutliche Fortschritte bei der Umsetzung der Biotopinventare von nationaler Bedeutung gemacht, obwohl andererseits das Umsetzungsdefizit der nationalen Inventare bei den TWW am grössten ist. Noch immer wird die Umsetzung von 82 % der Objekte als ungenügend beurteilt (BAFU 2022b). Für viele TWW-Objekte wurden Nutzungsverträge abgeschlossen, wodurch extensive Nutzungsformen beibehalten, und Nutzungsintensivierung oder -aufgabe verhindert wurden; letztere sind die Hauptgefährdungsursachen der Biodiversität im Grasland (Shipley *et al.* 2024). Die positiven Entwicklungen in TWW legen nahe, dass Schutzmassnahmen und angepasste Nutzung (Begrenzungen der Anzahl Weidetiere, Düngeverbot, Auflagen zum Mahdregime), wirken und zielführend sind (Meier *et al.* 2021). Dies bestätigte sich zudem bei den Analysen der Bewirtschaftungseffekte, welche zeigten, dass die mittlere Nährstoffzahl nur in Wiesen und Weiden, nicht aber in ungenutzten Flächen abnahm. In ungenutzten Flächen ist allerdings die mittlere Nährstoffzahl tiefer als in Weiden und Wiesen. Das tiefe Niveau der mittleren Nährstoffzahl und der hohe Anteil von TWW-Lebensraumspezialisten in ungenutzten Flächen in der ersten Phase der WBS legt nahe, dass die Nutzung vor allem in unproduktiven, aus naturschutzfachlicher Sicht aber wertvollen Flächen aufgegeben wurde. Ein besonderes Augenmerk sollte deshalb auf die Wiederaufnahme der Nutzung in Brachen gelegt werden. Zu beachten ist dabei ein standortspezifisch angepasstes Beweidungsregime, um die aus selektivem Frass von Nutztieren resultierende Degradierung von Grasländern durch Vergrasung zu vermeiden (Box 2).

Ein weiterer Grund für die schweizweite Abnahme der mittleren Nährstoffzahl und den Anstieg des Anteils von TWW-Lebensraumspezialisten kann im Rückgang der Stickstoffdeposition liegen (Rihm und Künzle 2023), die ihren Höhepunkt um 1990 hatte (Kammer *et al.* 2022, Bass *et al.* 2024). Insbesondere die Stickoxidemissionen gingen in den letzten 35 Jahren markant zurück (65 % seit 1990; Bass *et al.* 2024). So fanden Kammer *et al.* (2022) bei der Analyse von ungedüngten Grasländern der Zeitreihe des BDM und Pichon *et al.* (in prep.) bei der Analyse aller Grasländer der Zeitreihe des BDM bei den Gefässpflanzen eine Zunahme von an nährstoffarme Bedingungen angepassten Arten beziehungsweise einen Rückgang der mittleren Nährstoffzahl in tieferen Lagen. Allerdings überschreiten die atmosphärischen Stickstoffeinträge die Critical Loads noch immer auf 42 % der TWW-Fläche (Rihm und Künzle 2023). Pichon *et al.* (in prep.) geben zu bedenken, dass die Zunahme oligotropher Arten und der Rückgang der mittleren Nährstoffzahl auch mit dem Klimawandel, insbesondere gesunkenen Sommer-Niederschlagsmengen und gestiegenen Temperaturen zusammenhängen könnten (Crocì-Maspoli *et al.* 2018, Calanca *et al.* 2022). Seit 2010 sind die Wasserabflussmengen im Frühjahr besonders im Mittelland markant zurückgegangen, während in den Alpen ein markanter Rückgang im Sommer stattfand (Kraft *et al.* 2025). Da Nährstoffe bei Trockenheit schlechter pflanzenverfügbar sind, könnten stickstoffliebende Arten schlechter mit den insgesamt trockeneren Bedingungen zurechtkommen und deshalb zurückgehen. Dies stimmt mit den in der WBS gestiegenen mittleren Temperaturzahl und

Box 2

«Vergrasung» als Form der Degradierung in Grasländern

Als «Vergrasung» bezeichnet man eine unerwünschte Entwicklung von Grasländern, bei der Gräser dominant werden und krautige Arten im Verhältnis zu den Gräsern abnehmen. Die Vergrasung geht auch mit einem Verlust der Anzahl der Pflanzenarten einher (Socher *et al.* 2013, Kurtogullari *et al.* 2020). Gründe für Vergrasung können sowohl die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung als auch unangepasste Beweidung sein. Bei der Intensivierung fördert die Düngung und die Erhöhung der Mahdfrequenz Gräser (Socher *et al.* 2013). In Weiden wird die Vergrasung auf die selektive Beweidung von Nutztieren zurückgeführt. Diese fressen zuerst besser verdauliche Pflanzenarten mit höherem Futterwert und verschmähen schlechter verdauliche Arten. Der Zeitpunkt der Beweidung spielt ebenfalls eine Rolle. Besonders eine zu späte Beweidung kann den selektiven Frass von Kräutern fördern, wenn Gräser bereits in Blüte stehen und Teile von Gräsern vertrocknet und holzig sind. Dieses Verhalten wurde bei unterschiedlichen Weidetierarten wie Schafen, Pferden und Rindern beobachtet (Massey *et al.* 2007, Martin *et al.* 2008, Parolo *et al.* 2011, Kurtogullari *et al.* 2020). Vergrasung wird auch mit einer zu geringen Nutzungshäufigkeit, zu späten Nutzung oder

Verbrachung in Verbindung gebracht, was zum Verschwinden von lichtbedürftigen Arten führen könnte (Martin *et al.* 2008). Ein Schnittzeitpunktversuch in den Kantonen Aargau und Baselland zeigte jedoch, dass ein zweiter, später Emdschnitt tendenziell Kräuter und das Blütenangebot fördert und die Vergrasung verhindert (Ploner *et al.* 2019).

Die Daten der WBS zeigen ebenfalls einen Trend zur Vergrasung: Die Deckung von Gräsern nahm insbesondere in beweideten und ungenutzten Flächen zu (Abb. 23). Entgegen der Erwartung führte diese Vergrasung aber nicht zu einer Abnahme, sondern zu einem signifikanten Anstieg der mittleren Lichtzahl (Abb. 23). Die Vergrasung ist somit nicht für die festgestellte Abnahme der Lichtzahl verantwortlich. Dennoch birgt das Problem der Vergrasung noch offene Fragen: Wie sie sich auf die Artenzahl und -zusammensetzung auswirkt, und ob die steigende mittlere Lichtzahl zwar durch die Dominanz einiger lichtliebender Grasarten getrieben wird, aber gleichzeitig konkurrenzschwache, lichtliebende Kräuter verdrängt werden, ist unklar und sollte in einer weiterführenden Studie anhand eines umfassenderen Datensatzes untersucht werden.

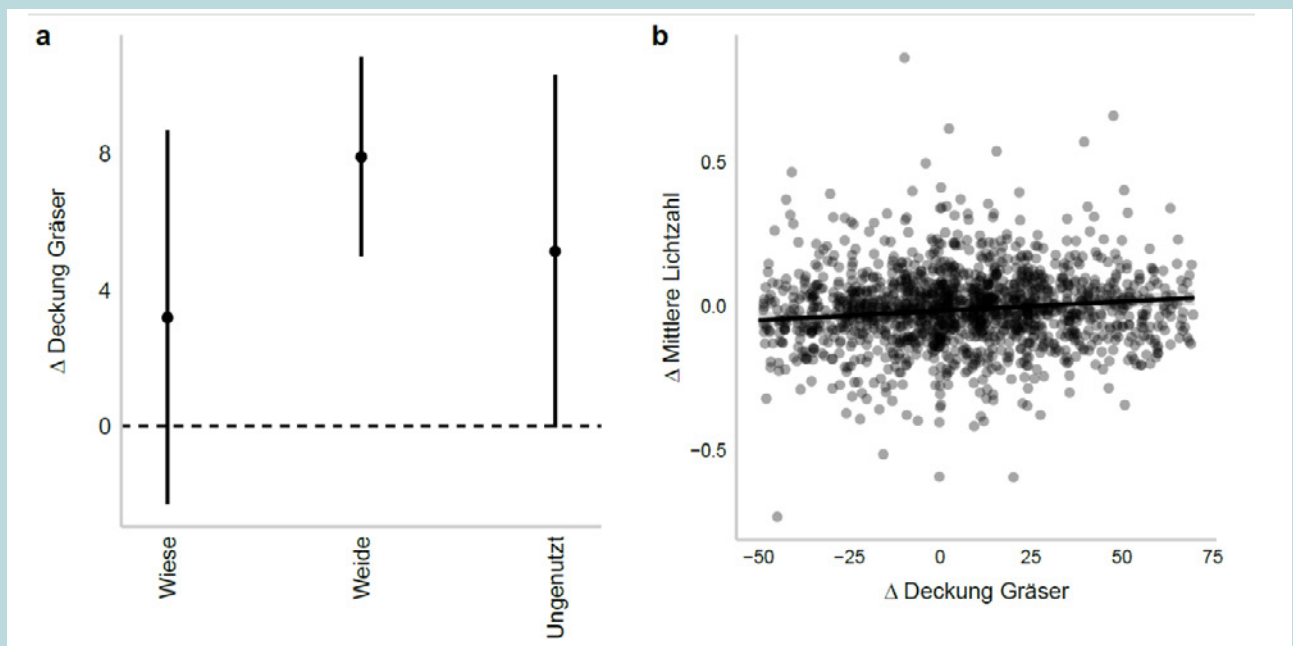


Abb. 23. a) Effekte der Bewirtschaftung auf die Veränderung (Δ) der prozentualen Grasdeckung in Trockenwiesen und -weiden zwischen der Erst- und Zweiterhebung der WBS. Die Fehlerbalken stellen das 95% Konfidenzintervall dar. b) Korrelation der Veränderung (Δ) der mittleren Lichtzahl und der Veränderung (Δ) der Grasdeckung.

der gesunkenen mittleren Feuchtezahl im Jura und Mittelland und in fast allen Höhenstufen überein. Die Entwicklung zu höheren Temperatur- und niedrigeren Feuchtezahlen kann zumindest in tieferen Lagen mit einer Verschiebung der Artenzusammensetzung in Richtung Zielvegetation mit einem höheren Anteil von TWW-Lebensraumspezialisten einhergehen (Box 2; Buse *et al.* 2015) und führte im Jura und dem Mittelland mitunter zu einem Wechsel zwischen verschiedenen Lebensräumen. In höheren Lagen könnte diese Entwicklung auf ein Höhersteigen von wärmeliebenden Arten hinweisen, was bereits mehrfach festgestellt wurde (Steinbauer *et al.* 2018).

Die leichte Abnahme der mittleren Lichtzahl steht im Gegensatz zu den übrigen, eher positiven Entwicklungen in TWW. Sinkende mittlere Lichtzahlen werden häufig mit Nutzungsaufgabe und darauffolgenden Strukturänderungen der Vegetation in Verbindung gebracht (z. B. Verbuschung und Akkumulation von Streu; Valkó *et al.* 2018, Boch *et al.* 2019a), weil dadurch Arten gefördert werden, die Beschattung ertragen. Dieser Zusammenhang bestätigte sich auch bei der Analyse der WBS-Daten (Box 4). Schattenertragende Arten sind oft hochwachsend, nitrophil und konkurrenzstark, und sind in der Lage kleinwüchsige und lichtbedürftige Arten zu verdrängen (Ellenberg *et al.* 2001, Klinkovská *et al.* 2025). Auch das Einwandern von sogenannten Saumarten, die an halbschattige Bedingungen angepasst sind, wie der Echte Dost (*Origanum vulgare*), der Blutrote Storchschnabel (*Geranium sanguineum*) oder der Mittlere Klee (*Trifolium medium*; Martin *et al.* 2008, (Landolt *et al.* 2010, Lauber *et al.* 2024), könnte als Grund für den Rückgang der Lichtzahl in Betracht gezogen werden. Es wurde jedoch keine signifikante Zunahme von Saumarten gefunden (Box 2). Die

Box 3

Welche Arten zählen zu den Gewinnern und welche zu den Verlierern in TWW?

Die positive Entwicklung in TWW spiegelt sich auch in der Artenzusammensetzung wider. Während nährstoffliebende Arten der Fettwiesen wie das Wollige Honiggras (*Holcus lanatus*) und der Breit-Wegerich (*Plantago major*) signifikant

abnahmen, profitierten konkurrenzschwache Arten wie die Feld-Hainsimse (*Luzula campestris*; Abb. 24), der Frühlings-Enzian (*Gentiana verna*; Abb. 24) und das Gewöhnliche Quendelblättrige Sandkraut (*Arenaria serpyllifolia*).



Abb. 24. Konkurrenzschwache Arten wie die grasartige Feld-Hainsimse (*Luzula campestris*; links; Foto Andreas Gy-gax) und der Frühlings-Enzian (*Gentiana verna*; rechts; Foto Ariel Bergamini) zählen zu den Gewinnern der TWW.

Ergebnisse der Fernerkundung mit einer jährlichen Zunahme der Gehölzdeckung von insgesamt nur 0.04 % nahe, dass die Verbuschung in TWW nur lokal relevant ist. Eine Analyse der Vegetationsdaten der WBS, bei der das Prozent der am stärksten verbuschenden Plots ausgeschlossen wurde, hob die signifikante schweizweite Abnahme der mittleren Lichtzahl zwar auf, die Abnahme der Lichtzahl wurde aber nur wenig schwächer. Wenige sehr stark verbuschende Plots beeinflussen also die Signifikanz des Gesamtergebnisses stark, erklären aber nicht die generelle Abnahme der Lichtzahl. Ein Zusammenhang zwischen der Abnahme der mittleren Lichtzahl und der Bewirtschaftung ist aber möglich, wie die zwar nicht signifikante, aber stärkere Abnahme der Lichtzahl in ungenutzten Flächen zeigt (Abb. 18).

Die mittels Luftbildinterpretation geschätzte Veränderung der Gehölzdeckung der TWW, war mit einer jährlichen Zunahme von +0.04 % (+9.33 ha) sehr gering. In den höheren Lagen war die Zunahme grösser als in den tieferen Lagen. Das kann mit Nutzungsaufgaben oder gezielterem Management in tieferen Lagen erklärt werden. Die Zunahme war in den Randbereichen zu Wäldern doppelt so hoch als in offenen Flächen innerhalb von TWW. Dieses Resultat zeigt, dass die Verbuschung von TWWs hauptsächlich von den Waldrändern her stattfindet und ein besonderes Augenmerk auf die Pflege der Waldränder innerhalb des Inventars gelegt werden muss. Der überwiegende Anteil der Objekte (93.1 %) weist allerdings geringe Veränderungen (maximal ± 1 % der Objektflächen mit jährlicher Verbuschung) der Gehölzdeckung auf. Trotzdem gibt es eine kleine Anzahl von Objekten mit jährlichen Zunahmen der Gehölzdeckung von über 1 % (91 Objekte) oder gar 2 % (17 Objekte) der Objektflächen. Objekte mit starken bis sehr starken Zunahmen der Verbuschung werden deshalb

Box 4

Hat die Deckung von Gehölzen einen Effekt auf die mittlere Lichtzahl der Krautschicht?

Je mehr Gehölze, desto dunkler ist es in der Krautschicht: Die Vegetationsaufnahmen der WBS zeigen eine negative Korrelation der kumulativen

Deckung von Strauchschicht und Baumschicht mit der mittleren Lichtzahl der Krautschicht in den Biotopen von nationaler Bedeutung (Abb. 25).

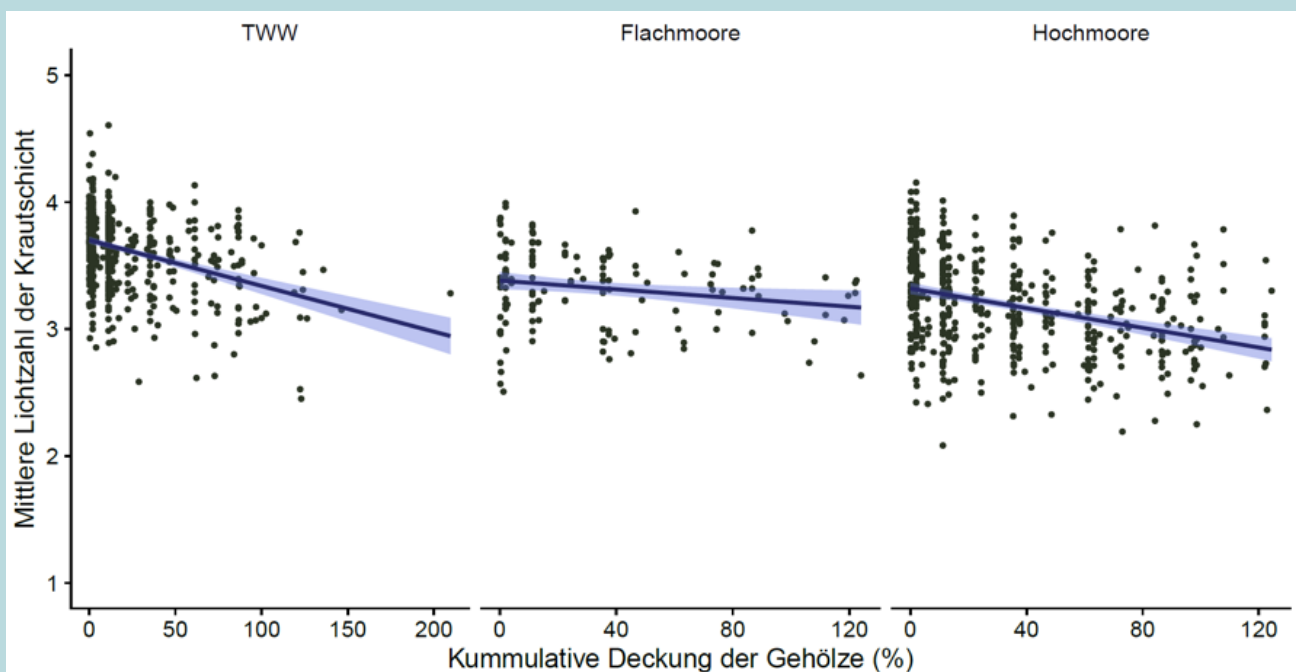


Abb. 25. Korrelation der kumulativen Deckung der Gehölze (Strauch- und Baumschicht) mit der mittleren Lichtzahl der Krautschicht in den TWW, Flachmooren und Hochmooren der WBS.

jährlich den Kantonen im Rahmen des WBS-Früherkennungssystems gemeldet (Boch *et al.* 2020a).

Neophyten dringen vorzugsweise in Lebensräume ein, die einen Nährstoffüberschuss, häufige Störungen und/oder keine klimatischen Extreme aufweisen. Lebensräume, die diese Voraussetzungen erfüllen, sind vor allem in tiefen Lagen zu finden. Zusätzlich müssen die Lebensräume für Neophyten erreichbar sein. Je mehr Populationen in der Umgebung vorhanden sind und je mehr Samen in einen Lebensraum gelangen, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine invasive Art an einem Ort etabliert (Kempel *et al.* 2013). Dies könnte der Grund für die signifikanten Zunahmen der invasiven Neophyten in TWW im Mittelland und der Alpensüdflanke sein, da dort die Neophyten-dichte bereits hoch ist. Temperate, bewirtschaftete Grasländer haben jedoch grundsätzlich ein geringes Invasionspotential verglichen mit Auen oder Strassenränder und Ruderalflächen (Axmanová *et al.* 2021). Die Neophyten, die europäisches Grasland besiedeln, sind Arten mit breiten ökologischen Nischen (Pyšek und Chytrý 2014, Axmanová *et al.* 2021). Die meisten dieser Arten werden in der Schweiz nicht als invasiv eingestuft und somit nicht auf der Liste der invasiven Neophyten geführt (BAFU 2022a). In den TWW kamen zwar 9 der 24 in der Schweiz als invasiv aufgelisteten Neophyten vor, insgesamt aber nur mit sehr geringen Anteilen an der Artenzahl und Deckungsanteilen. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass invasive Neophyten, insbesondere das Einjährige Berufskraut (*Erigeron annuus*), durch Kantone und Naturschutzorganisationen in TWW bekämpft werden. Da es keine einfach zugänglichen Daten zur Bekämpfung von Neophyten in TWW der Schweiz gibt, kann der Effekt der Bekämpfung auf Neophytenvorkommen nicht abgeschätzt werden. Der leichte, aber signifikante Anstieg der mittleren Deckungsanteile der invasiven Neophyten deutet auf einen weiterbestehenden Besiedelungsdruck hin. Die Bekämpfung von Neophyten sollte somit weiterverfolgt werden, um einer Ausbreitung vorzubeugen. Im Zuge des Klimawandels könnten sich Neophyten auch in TWW weiter ausbreiten, insbesondere wenn die Vegetation durch Trockenheit stärker gestört und ruderaler wird.

Bezüglich der Infrastrukturen Strassen und Wege sowie Gebäuden gab es zwischen Erst- und Zweiterhebung eine jährliche Zunahme von 134 betroffenen Rasterzellen (von Erst- zur Zweiterhebung waren insgesamt 164 Objekte betroffen). In TWW-Objekten von nationaler Bedeutung dürfen keine Bauten oder Strassen errichtet werden. Für viele der betroffenen Objekte wurde von den Kantonen zurückgemeldet, dass entsprechende Bewilligungen für landwirtschaftliche Erschliessungen vorliegen. Gemäss TWW-Vollzugshilfe sind grundsätzlich keine neuen landwirtschaftlichen Bauten und Anlagen möglich. Eine Ausnahmeregelung ist jedoch die «angemessene Weiterentwicklung der für die Bewirtschaftung notwendigen, standortgebundenen Infrastruktur» (Dipner *et al.* 2010).

3.1.4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit Trockenwiesen und -weiden

Die Ergebnisse der Vegetationserhebungen der WBS unterstreichen den herausragenden Biodiversitäts-Wert des TWW-Inventars. Trotz der kurzen Laufzeit der WBS wurden signifikante Veränderungen in TWW festgestellt, wobei die positiven Entwicklungen überwiegen:

- Schweizweite Abnahme der mittleren Nährstoffzahl, insbesondere in Nicht-Zielliebensräumen wie Fettwiesen und -weiden
- Eine Fläche der Grösse des Sihlsees (10.9 km²) wechselte von Nicht-Zielliebensräumen zu Zielliebensräumen der TWW
- Zunahmen der Anteile von Lebensraumspezialisten und gefährdeten Arten

Neben positiven gab es auch meist schwache negative Entwicklungen:

- Trockenere Verhältnisse, die in Hochlagen negativ zu interpretieren sind
- Schwache Zunahme der Deckung von invasiven Neophyten in tiefen Lagen
- Zunahme der Gehölzdeckung, aber nur wenige Objekte mit hoher Verbuschungsrate
- Leichte Zunahmen von Strassen und Wegen

Die überwiegend positiven Entwicklungen deuten auf Erfolge im Naturschutzmanagement

von Bund und Kantonen und der Umsetzung durch Landwirte und Naturschutzorganisationen hin. Auch die Klimaerwärmung könnte sich in tiefen Lagen positiv auf TWW auswirken und zu einem Wechsel von Nicht-Ziellebensräumen hin zu wärmeliebenden Ziellebensräumen führen. Ebenfalls haben Luftreinhaltemassnahmen positive Effekte auf die typische, an nährstoffarme Verhältnisse angepasste Vegetation der TWW. Die leicht negativen Entwicklungen wie Verbuschung und Neubau von Infrastrukturen deuten jedoch auf bestehende Umsetzungsdefizite in TWW hin (BAFU 2022b): Die Umsetzung des Schutzes der nationalen TWW muss noch verbessert werden. Das WBS-Früherkennungssystem für die Kantone leistet hierbei einen Beitrag, indem besonders stark verbuschende Objekte oder Objekte mit neuen Infrastrukturen den Kantonen gemeldet werden. Die Analysen der Bewirtschaftungseffekte legen nahe, dass vor allem unproduktive, für die Biodiversität wertvolle Flächen aufgegeben wurden. Auf die Wiederaufnahme einer standortspezifischen Nutzung von brachliegenden Flächen sollte deshalb besonderes Augenmerk gelegt werden.

3.2 Flachmoore

3.2.1 Ergebnisse Vegetationserhebungen

Auf allen 674 Flachmoor-Plots (86 Stichprobenobjekte) wurden in beiden Erhebungen zusammen insgesamt 817 Gefässpflanzen und 310 Moose erfasst. Das sind 21.7 % der in der Schweiz vorkommenden Gefässpflanzen und 26.9 % der Moose. Von den aufgefundenen Arten gelten 66 Gefässpflanzen und 31 Moose als gefährdet, weitere 81 Gefässpflanzen und 47 Moose sind potenziell gefährdet. 12 Gefässpflanzen sind Neophyten, wovon 3 auf der Liste der invasiven Neophyten aufgeführt sind (*Impatiens glandulifera*, *Lupinus polyphyllus*, *Solidago gigantea*). Eine Moosart, *Campylopus introflexus*, gilt ebenfalls als invasiv. Die Artenzahlen (Gefässpflanzen und Moose) pro 10 m² Plot reichten von 0 (in wenigen vegetationsfreien Plots; z. B. wegen Erdrutschen) bis 86 (Maximum Gefässpflanzenarten 68, Maximum Moosarten 28; Abb. 26) und der flächenrepräsentative Mittelwert der Zweiterhebung betrug 37.9 (31.1 Gefässpflanzen- und 6.8 Moosarten).

Signifikante Veränderungen zwischen Erst- und Zweiterhebung für alle Indikatoren und Straten der Flachmoore sind in Tabelle 23 zusammengefasst. Detaillierte Tabellen zu allen Analysen finden sich in Anhang 3.

Die mittlere Nährstoffzahl der Flachmoore in der Schweiz blieb mit einem mittleren Wert von 2.74 bei beiden Erhebungen konstant auf einem für Flachmoore typischen, mässig nährstoffarmen Niveau. Auch die mittlere Temperaturzahl blieb schweizweit konstant. Allerdings wurde eine signifikante Abnahme der mittleren Feuchtezahl (-2.4 %) gefunden, die auch im Mittelland und an der Alpennordflanke sowie in den beiden unteren Höhenstufen bis 1600 m ü. M. signifikant war (Abb. 27, Tab. 23). Dies weist auf einen gestörten Wasserhaushalt hin. Die Abnahme erreichte jedoch nie den Schwellenwert, der im Mittel einen Wechsel zwischen verschiedenen Lebensräumen markiert. Auch die gesunkene mittlere Lichtzahl im Jura, an der Alpennordflanke, in der mittleren Höhenstufe sowie in basischen Kleinseggenrieden, wie auch die schweizweite Abnahme des mittleren Anteils der Flachmoor-Lebensraumspezialisten (Gefässpflanzen und Moose; von 45.0 % auf 43.7 %) kann mit den Veränderungen des Wasserhaushalts oder aber mit Bewirtschaftungsaufgabe oder Unternutzung zusammenhängen (Abb. 27).

Der Anteil der invasiven Neophyten blieb weitgehend konstant. In den sauren Kleinseggenrieden wurde jedoch eine Einwanderung von invasiven Neophyten verzeichnet, weshalb ihr mittlerer Anteil an der Artenzahl auf 0.27 % und ihr Deckungsanteil auf 0.01 % signifikant zunahm (Tab. 23).

Auch wenn statistisch nicht signifikant, konnte von der Erst- zur Zweiterhebung in einigen Ziellebensräumen eine Reduktion und bei anderen eine Zunahme der Fläche festgestellt werden (Abb. 27, Abb. 28, Tab. 23). Beispielsweise verloren die Basischen Kleinseggenriede 13.8 % (-5.9 km²) ihrer Fläche zugunsten der Feucht- und Nasswiesen (Abb. 28). Dahinter steckt ein markanter Nettoverlust von 5.4 km² des Davallseggenriedes (TypoCH

Tab. 23. Übersichtstabelle zu den signifikanten Veränderungen der mittleren Zeigerwerte für Nährstoffe (N), Licht (L), Feuchte (F) und Temperatur (T), der Anteile von Arten verschiedener Artengruppen an der Gesamtartenzahl, des Deckungsanteils der invasiven Neophyten und der Gesamtdeckung (berücksichtigt sind jeweils Gefässpflanzen und Moose, bei den invasiven Neophyten jedoch nur Gefässpflanzen) und der Fläche von Flachmoor-Ziellbensräumen (Tab. 85) zwischen Erst- und Zweiterhebung in Flachmooren von nationaler Bedeutung. Kleinflächige Hochmooreinschlüsse gelten in Flachmoorperimetern nicht als primäre Ziellbensräume, sind aber wegen ihres naturschutzfachlichen Wertes hier separat aufgelistet. Die farbig hinterlegten Pfeile zeigen signifikante Zu- oder Abnahmen des jeweiligen Indikators in der Schweiz, den biogeographischen Regionen, drei Höhenstufen und den Flachmoor-Ziellbensräumen an. Biogeografische Regionen, in denen es weniger als fünf Flachmoor-Objekte gibt, wurden nicht dargestellt. Blau zeigt eine positive und rot eine negative Bewertung der Entwicklung an. Weisse Felder zeigen nicht-signifikante Entwicklungen. Nicht analysierte Kombinationen sind dunkelgrau markiert.

	Mittlere Zeigerwerte				Arten				Fläche
	N	L	F	T	Anteil Lebensraumspezialisten	Anteil Rote Liste	Anteil invasive Neophyten	Anteil Deckung invasive Neophyten	
Schweiz			↗		↗				
Region									
Jura		↗							
Mittelland			↗						
Alpennordflanke		↗	↗		↗				
Westliche Zentralalpen									
Östliche Zentralalpen					↗	↗			
Höhenzone									
100–800 m			↗						
800–1600 m			↗		↗				
1600–3000 m									
Lebensraum									
Röhricht						↗			
Grosseggenbestände									
Basisches Kleinseggenried		↗	↗						
Saueres Kleinseggenried							↗	↗	
Feucht und Nasswiesen			↗						
Hochmoor									
Nicht-Ziellbensräume									



Abb. 26. Kalkreiche Flachmoore können sehr artenreich sein und viele typische und/oder gefährdete Arten aufweisen. Für den Erhalt der Artenvielfalt sind die meisten Flachmoore auf eine extensive Nutzung angewiesen (Foto: Ariel Bergamini).

code 2.2.3; Delarze *et al.* 2015) zugunsten des *Calthions* (TypoCH code 2.3.2; Delarze *et al.* 2015). Bei der Ersterhebung setzen sich die Nicht-Ziellebensräume zu 40.2 % aus Borstgrasrasen (Nardion; TypoCH code 4.3.5; Delarze *et al.* 2015; 13.7 km²), 30.6 % Fettwiesen und -weiden (TypoCH code 4.5.x; Delarze *et al.* 2015; 10.4 km²) sowie 14.0 % Krautsäumen, Hochstaudenfluren und Gebüsch (TypoCH code 5.x; Delarze *et al.* 2015) zusammen. Die Nicht-Ziellebensräume nahmen von der Erst- zur Zweiterhebung um 3.7 km² zu. Diese Zunahme war allerdings statistisch nicht signifikant. Hochmoore gelten in Flachmooren zwar nicht als primäre Ziellebensräume, sie sind jedoch flächenmässig vergleichbar mit jenen im Hochmoorperimeter (Kap. 3.3.1) und deshalb in Abb. 28 separat ausgewiesen. Die Hochmoorfläche in den Flachmooren veränderte sich nicht signifikant.

Effekte der Bewirtschaftung in Flachmooren

Die Bewirtschaftungsformen der Flachmoore unterschieden sich vor allem im Niveau der untersuchten Indikatoren. Beim Ausgangszustand lag das Niveau der mittleren Nährstoffzahl in Wiesen tiefer als in Weiden und ungenutzten Flächen (Abb. 29). Auch der Ausgangszustand der mittleren Lichtzahl zeigte Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen, mit höheren Werten in Wiesen als in Weiden und ungenutzten Flächen. Die Abnahme der mittleren Lichtzahl war nur in den ungenutzten Flächen signifikant (Abb. 30). Die mittlere Nährstoffzahl entwickelte sich zudem in den ungenutzten Flächen unterschiedlich über den Höhengradienten, wobei sie in den tieferen Lagen ab und in den höheren Lagen zunahm. Der nahezu deckungsgleiche Höhentrend der Wiesen war nicht signifikant (Abb. 31). Bei der mittleren Feuchtzahl zeigten die genutzten Flächen ein tendenziell tieferes Ausgangsniveau als die ungenutzten Flächen. Die beweideten Flächen waren auch signifikant trockener als die ungenutzten Flächen. Die mittlere Feuchtzahl nahm in der Folge in allen Bewirtschaftungsformen ab, signifikant in den gemähten und beweideten Flächen (Abb. 30). In den

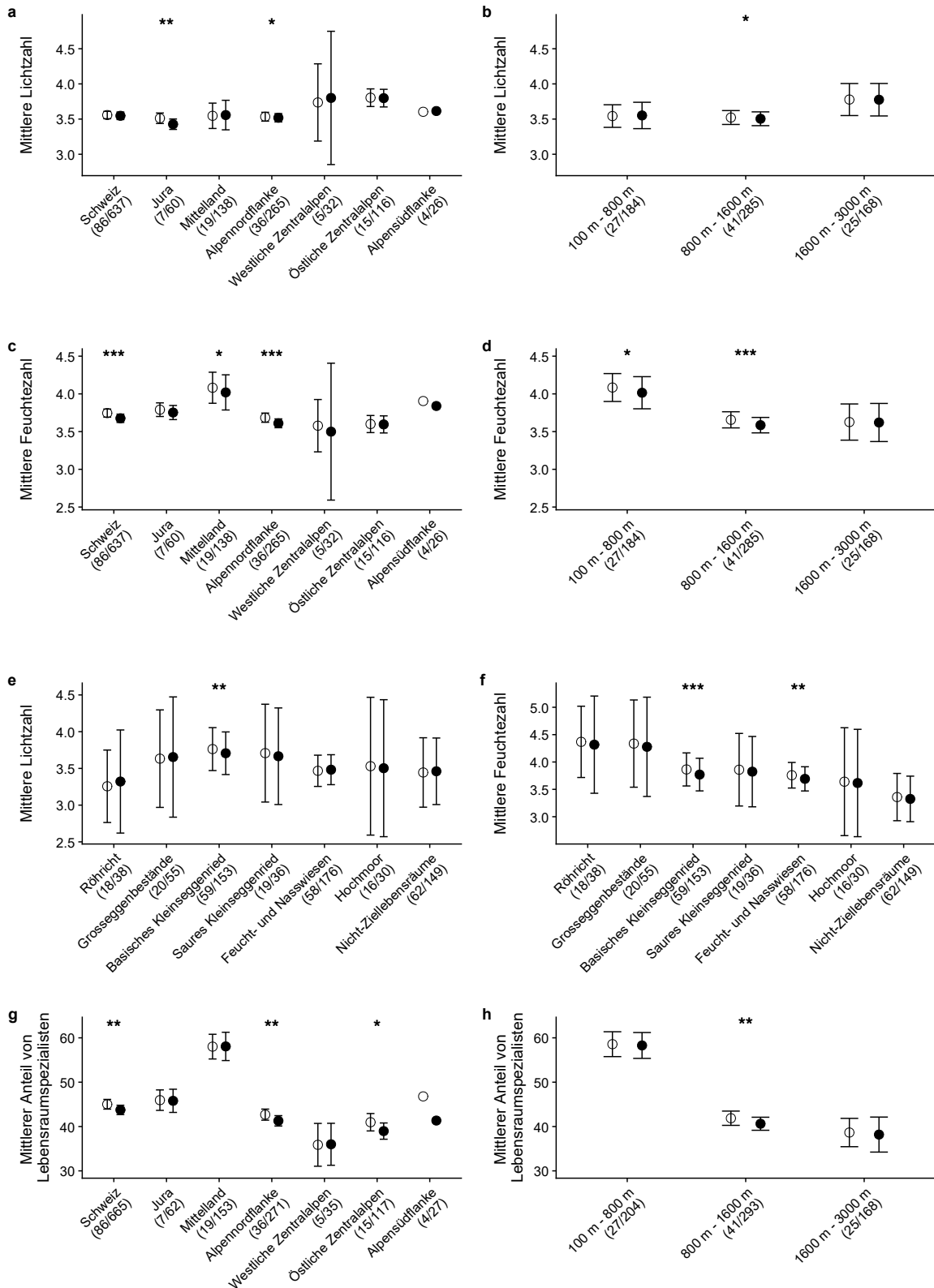


Abb. 27. Mittlere Zeigerwerte in Flachmooren und Anteile von Flachmoor-Lebensraumspezialisten ($\pm$ Standardfehler) bei der Erst- und Zweiterhebung (weisse bzw. schwarze Kreise) in der Schweiz und den biogeographischen Regionen (a, c, g), drei Höhenstufen (b, d, h) und für die Flachmoor-Ziellebensräume (Tab. 85; $\pm$ Standardfehler) (e, f). Die Zahlen in Klammern bei den biogeographischen Regionen und Höhenstufen geben jeweils die Zahl der gepaarten Objekte und Plots an. Die Flächenangaben der Lebensräume beruhen auf Hochschätzungen, Angaben zu Objekten und Plots mit Vorkommen der entsprechenden Lebensräume und deren Veränderungen sind in Tabelle 105 zu finden. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und Zweiterhebung (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

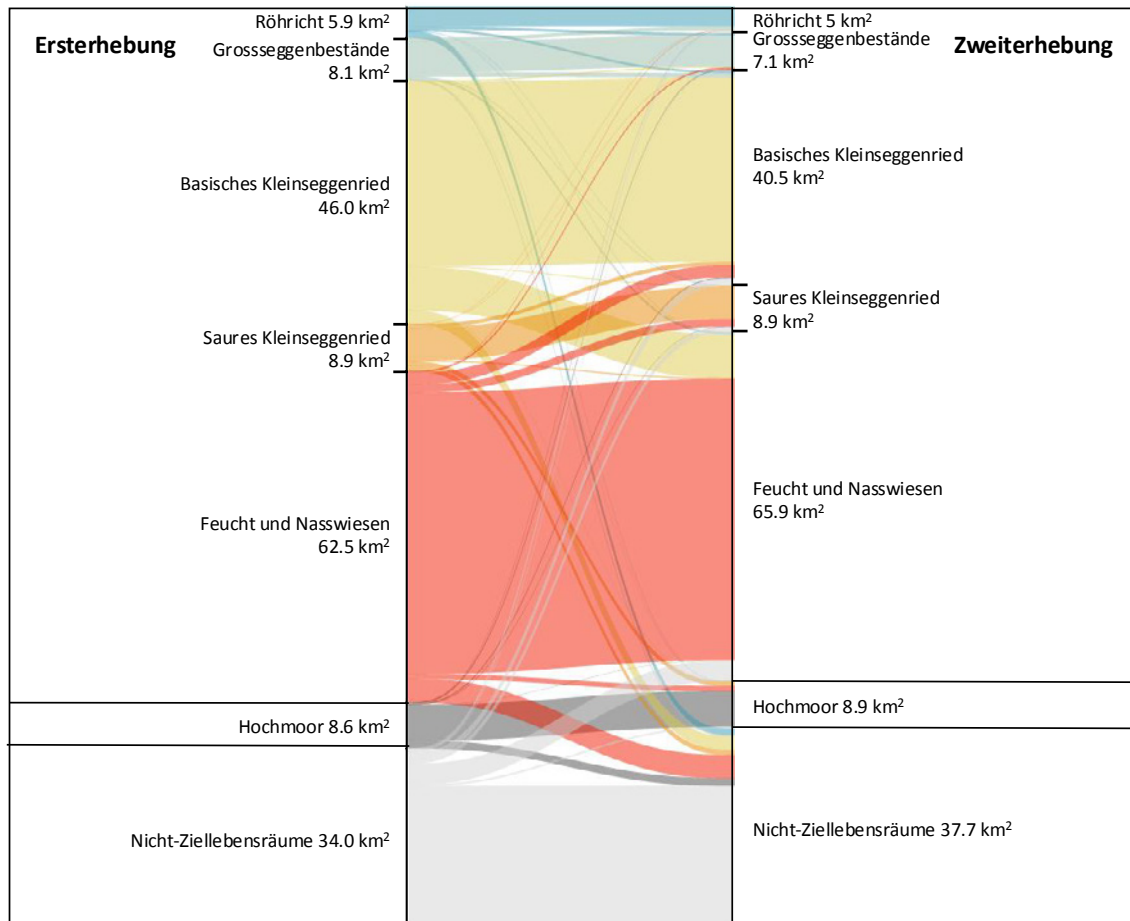


Abb. 28. Das auf den Daten der Vegetationserhebungen basierende Flussdiagramm verdeutlicht die Veränderungen der Flachmoor-Ziellebensräume (Tab. 85) und Nicht-Ziellebensräume im nationalen Flachmoor-Inventar, also wie viel Fläche des jeweiligen Lebensraumes von der Ersterhebung (links) zur Zweiterhebung (rechts) gleichgeblieben ist, beziehungsweise zu einem anderen Flachmoor-Ziellebensraum oder Nicht-Ziellebensraum gewechselt hat. In Flachmooren gelten Hochmoore nicht als primäre Ziellebensräume. Da diese aber ein wichtiger Bestandteil der Moorkomplexe sind, wird ihre Fläche dennoch zur Information separat dargestellt und nicht in die Nicht-Ziellebensräume integriert.

beweideten Flächen entwickelte sich die mittlere Feuchtezahl zudem unterschiedlich über den Höhengradienten, wobei die Weiden vor allem in den tieferen Lagen trockener wurden (Abb. 31). Damit unterschieden sich die Weiden in ihrer Entwicklung vor allem von den ungenutzten Flächen (Abb. 30, Abb. 31). Das Ausgangsniveau des Anteils Flachmoor-Lebensraumspezialisten war in Wiesen höher als in Weiden. In der Folge war die Entwicklung in allen Bewirtschaftungsformen tendenziell negativ, die Abnahme aber nur im Fall der Weiden signifikant (Abb. 30).

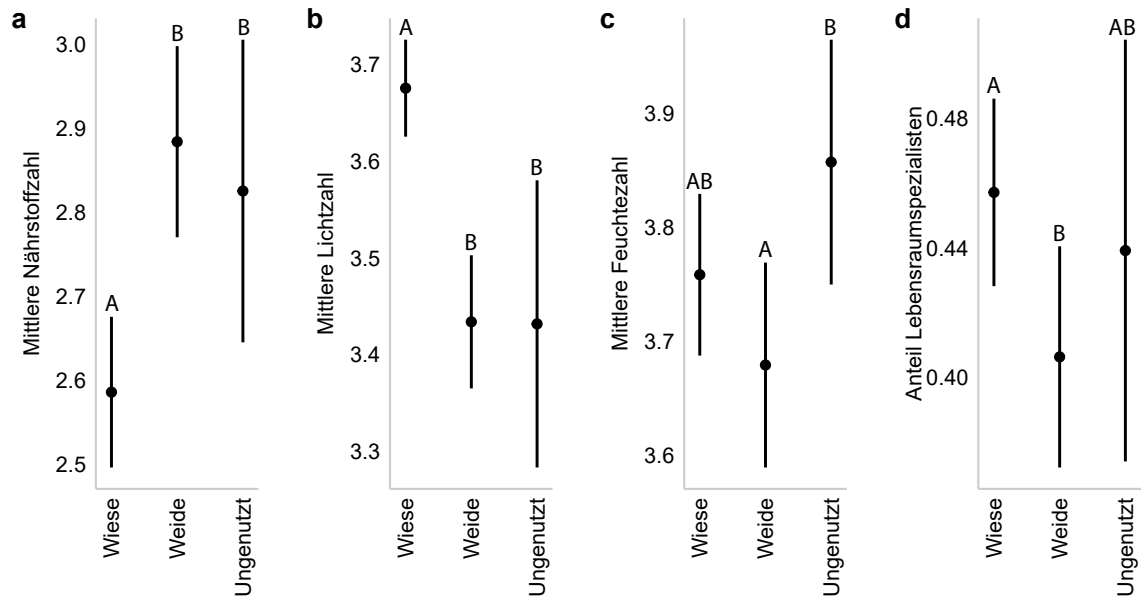


Abb. 29. Ausgangszustand a) der mittleren Nährstoffzahl; b) der mittleren Lichtzahl; c) der mittleren Feuchtezahl und d) des Anteils Flachmoor-Lebensraumspezialisten in den Bewirtschaftungsformen der Flachmoore. Die Fehlerbalken stellen das 95 % Konfidenzintervall dar. Großbuchstaben über den Balken zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen an. Signifikanzniveaus: a) Wiese vs. Weide ***, Weide vs. ungenutzt **, b) Wiese vs. Weide ***, Wiese vs. ungenutzt **, c) Weide vs. ungenutzt *, d) Wiese vs. Weide * (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

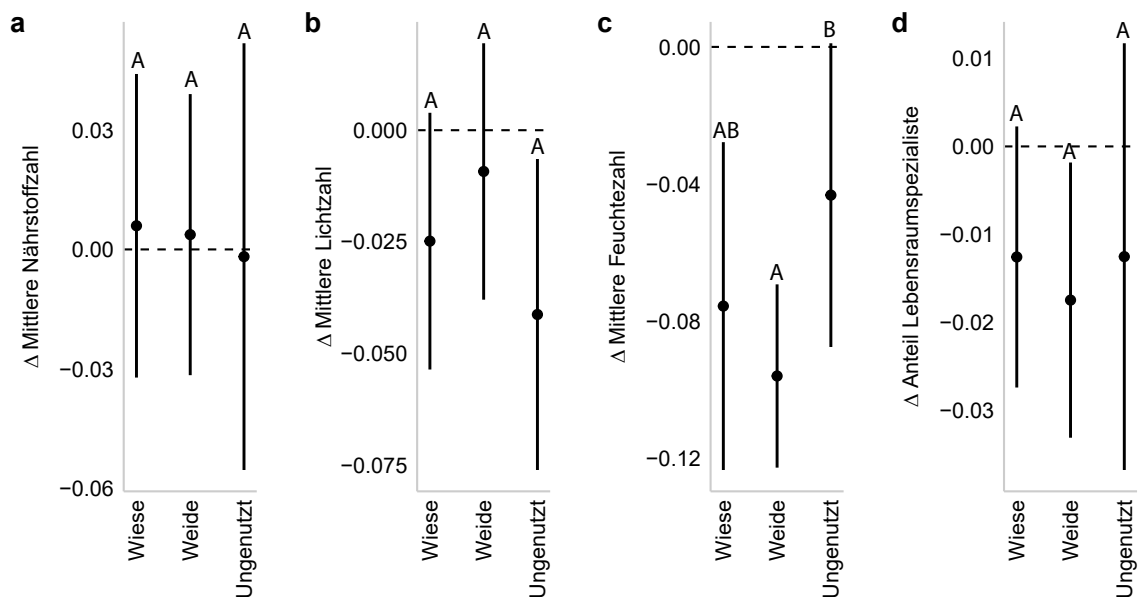


Abb. 30. Effekte der Bewirtschaftung auf die Veränderung (Δ) der verschiedenen Indikatoren in Flachmooren. a) Veränderung der mittleren Nährstoffzahl; b) Veränderung der mittleren Lichtzahl; c) Veränderung der mittleren Feuchtezahl; d) Veränderung des Anteils Flachmoor-Lebensraumspezialisten. Die Fehlerbalken stellen das 95 % Konfidenzintervall dar. Großbuchstaben über den Balken zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen an. Signifikanzniveaus: c) Weide vs. ungenutzt * (*: $p < 0.05$).

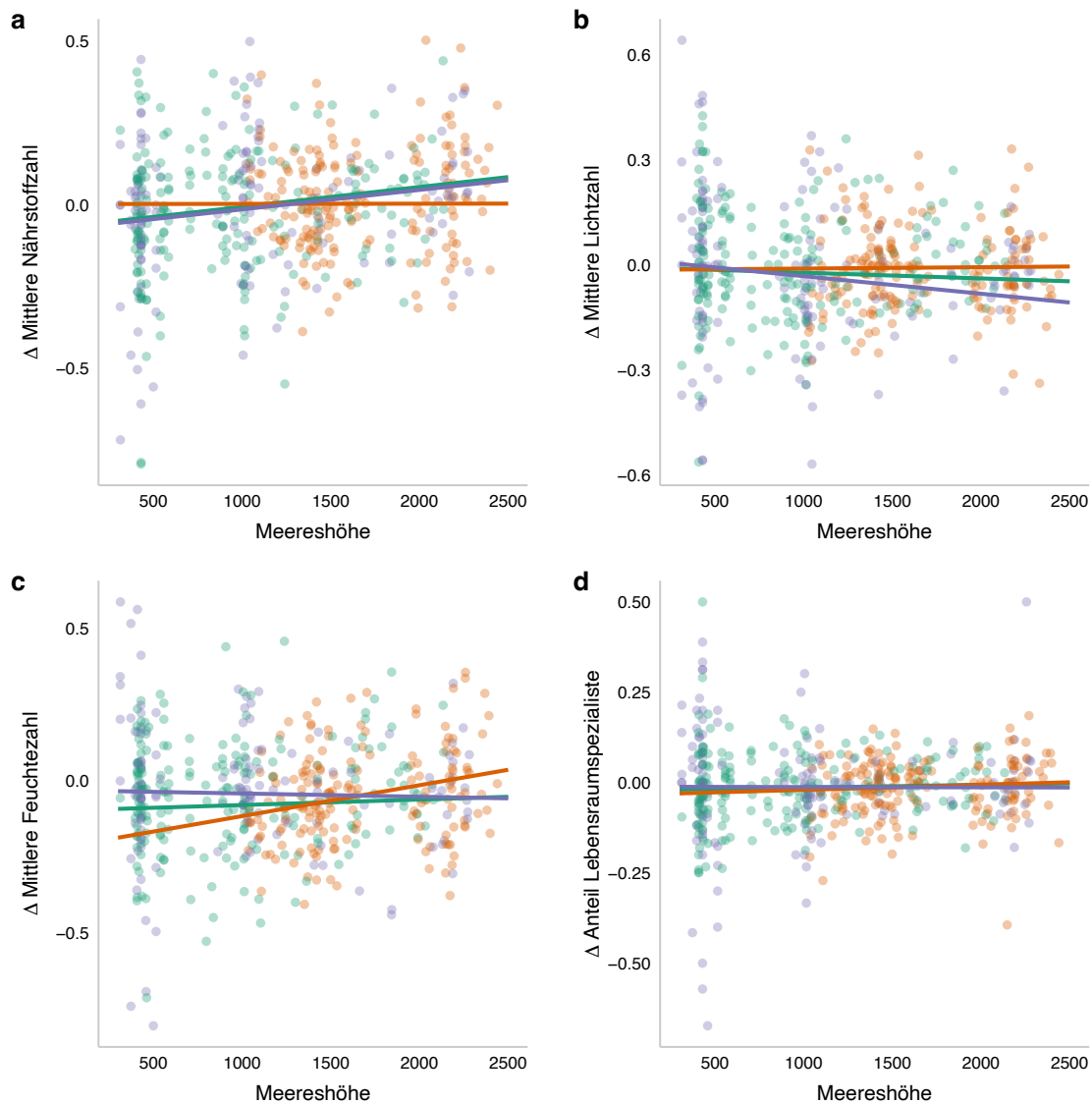


Abb. 31. Zusammenhang zwischen Bewirtschaftung, Höhe ü. M. und Veränderungen (Δ) in Flachmooren. a) Veränderung der mittleren Nährstoffzahl; b) Veränderung der mittleren Lichtzahl; c) Veränderung der mittleren Feuchtezahl; d) Veränderung des Anteils Flachmoor-Lebensraumspezialisten von der Erst- zur Zweiterhebung. Grün: Wiesen; orange: Weiden; blau: ungenutzte Flächen. Von der Erst- zur Zweiterhebung nahm in a) die mittlere Nährstoffzahl in ungenutzten Flächen signifikant mit der Höhe zu ($p < 0.05$) und in c) die mittlere Feuchtezahl in Weiden ($p < 0.001$). Alle anderen Regressionsgeraden sind nicht signifikant. In c) sind zudem die Steigungen der ungenutzten Flächen und der Weiden signifikant verschieden ($p < 0.05$).

3.2.2 Ergebnisse Fernerkundung

Es wurden für 1335 Flachmoore Daten zu den aktuellen Zuständen und für 1171 Flachmoore zu Zuständen und Veränderungen erhoben. Die Zustände zum Zeitpunkt der Zweiterhebung und die Veränderungen zwischen Erst- und Zweiterhebung für alle Indikatoren und Straten der Flachmoore sind in Tabelle 24 zusammengefasst. Zusätzliche Tabellen zu den Resultaten der Fernerkundung finden sich in Anhang 1.

Zustand und Veränderungen Gehölzdeckung, offener Boden und offenes Wasser

Die mittlere Gehölzdeckung in den Flachmooren zum Zeitpunkt der Zweiterhebung lag bei 10.17 % der Flachmoorfläche. Die höchsten Deckungen fanden sich in den biogeographischen Regionen Jura und Alpensüdflanke mit 17.75 % bzw. 15.86 %, die geringsten in den Westlichen und Östlichen Zentralalpen (3.25 % bzw. 4.48 %; Tab. 25).

Der Anteil des offenen Bodens betrug schweizweit 1.78 % und der Anteil des offenen Wassers 2.88 % der Flachmoorfläche. Der höchste Anteil des offenen Bodens fand sich in den Westlichen Zentralalpen (Tab. 25).

In der unteren und der mittleren Höhestufe wiesen Flachmoore fast den gleichen Anteil an Gehölzdeckung auf (12.27 % bzw. 11.76 %), in der oberen Höhenstufe war der Anteil mit 4.28 % deutlich geringer (Tab. 26). Der Anteil des offenen Bodens war mit geringen 3.15 % in der obersten Höhenstufe am grössten. In der mittleren Höhenstufe war der Anteil nur etwa halb so gross (1.64 %) und in der unteren Höhenstufe betrug der Anteil des offenen Bodens lediglich noch 0.62 %.

Tab. 24. Übersichtstabelle zu den Zuständen und Veränderungen der Gehölzdeckungen, offener Boden, offenes Wasser und den Infrastrukturen Strassen und Wege sowie Gebäude zwischen Erst- zur Zweiterhebung in Flachmooren. Die farbig hinterlegten Pfeile zeigen Zu- oder Abnahmen des jeweiligen Indikators in der Schweiz, den biogeographischen Regionen, und drei Höhenstufen. Rot zeigt eine negative Bewertung im Zustand und der Entwicklung an, während die hellgrau markierten Entwicklungen nicht bewertet wurden. Weisse Felder zeigen neutrale Zustände und Entwicklungen. Nicht analysierte Kombinationen sind grau markiert.

	Zustand					Veränderung				
	Gehölz- deckung	Offener Boden	Offenes Wasser	Strassen und Wege	Gebäude	Gehölz- deckung	Offener Boden	Offenes Wasser	Strassen und Wege	Gebäude
Schweiz						↘	↗	↗	↗	→
Region										
Jura						↗	↗	↘	→	→
Mittelland						↘	↘	↘	↗	→
Alpennordflanke						↘	↗	↗	↗	→
Westliche Zentralalpen						↘	↘	↗	↘	↘
Östliche Zentralalpen						↗	↗	↗	↗	→
Alpensüdflanke						↘	↘	↘	↗	→
Höhenzone										
<800 m						↘	↘	↘	↗	→
800–1600 m						↘	↘	↗	↗	→
>1600 m						↗	↗	↗	↗	→

Tab. 25. Fläche (ha) und Anteil an der Biotopfläche (%) der Gehölzdeckung, der Deckung des offenen Bodens und des offenen Wassers für Flachmoore in den biogeographischen Regionen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte	1 335	50	309	668	24	218	66
Fläche [ha]	21 995	564	3 780	14 663	302	2 293	392
Rasterzellen	159 009	4 437	25 176	105 352	1 828	18 929	3 287
Gehölzdeckung [ha]	2 237	100	460	1 502	10	103	62
Offener Boden [ha]	391	9	25	259	21	70	8
Offenes Wasser [ha]	634	17	289	199	23	81	25
Gehölzdeckung [%]	10.17	17.75	12.17	10.24	3.25	4.48	15.86
Offener Boden [%]	1.78	1.52	0.67	1.76	6.99	3.03	1.98
Offenes Wasser [%]	2.88	2.93	7.66	1.36	7.45	3.51	6.44

In den Flachmooren wurden zwischen der Erst- und Zweiterhebung jährlich eine Fläche von 31.26 ha neu von Gehölzen bedeckt (+0.15 % der Flachmoorfläche). Gleichzeitig ging die Gehölzdeckung auf anderen Flächen um 34.29 ha zurück (−0.17 % der Flachmoorfläche). Die jährliche, relative Veränderung der Gehölzdeckung zwischen der Erst- und Zweiterhebung in den Flachmooren betrug −0.01 % (Tab. 27). Leichte Abnahmen gab es in allen biogeographischen Regionen ausser im Jura und in den Östlichen Zentralalpen.

Die Fläche von offenem Boden nahm zwischen der Erst- und Zweiterhebung jährlich um 5.31 ha zu, das entspricht einem Anteil von 0.03 % der Flachmoorfläche. Abnahmen von Offenboden gab es in den Westlichen Zentralalpen und in sehr geringem Ausmass im Mittelland.

Tab. 26. Fläche (ha) und Anteil an der Biotopfläche (%) der Gehölzdeckung, der Deckung des offenen Bodens und des offenen Wassers für TWW in drei Höhenstufen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	<800 m	800–1600 m	>1600 m
Anzahl Objekte	379	586	370
Fläche [ha]	4 470	12 542	4 982
Rasterzellen	29 754	89 858	39 397
Gehölzdeckung [ha]	549	1 475	213
Offener Boden [ha]	28	206	157
Offenes Wasser [ha]	332	152	149
Gehölzdeckung [%]	12.27	11.76	4.28
Offener Boden [%]	0.62	1.64	3.15
Offenes Wasser [%]	7.43	1.22	2.99

Tab. 27. Jährliche absolute Veränderung in Hektaren und relative Veränderung zur Biotopfläche in Prozent der Gehölzdeckung, des offenen Bodens und des offenen Wassers in den Flachmooren, der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anteil Objekte		1 171	39	293	603	17	158	61
Fläche [ha]		20 739	513	3 682	14 075	116	1 976	378
Rasterzellen		148 817	3 950	24 433	100 491	806	15 989	3 148
Veränderung Gehölzdeckung [ha]	Zunahme	31.26	1.66	6.79	20.35	0.15	1.46	0.85
	Abnahme	−34.29	−0.63	−9.33	−21.76	−0.17	−0.97	−1.43
	Bilanz	−3.03	1.04	−2.54	−1.41	−0.02	0.48	−0.59
Veränderung offener Boden [ha]	Zunahme	19.86	0.59	2.00	13.98	0.13	2.91	0.24
	Abnahme	−14.55	−0.47	−2.50	−9.29	−0.62	−1.03	−0.64
	Bilanz	5.31	0.13	−0.49	4.69	−0.49	1.88	−0.41
Veränderung offenes Wasser [ha]	Zunahme	26.33	0.40	8.78	13.64	0.18	2.19	1.15
	Abnahme	−22.77	−1.23	−13.96	−5.68	−0.38	−1.26	−0.25
	Bilanz	3.56	−0.83	−5.18	7.95	−0.21	0.93	0.90
Veränderung Gehölzdeckung [%]	Zunahme	0.15	0.32	0.18	0.14	0.13	0.07	0.23
	Abnahme	−0.17	−0.12	−0.25	−0.15	−0.14	−0.05	−0.38
	Bilanz	−0.01	0.20	−0.07	−0.01	−0.02	0.02	−0.16
Veränderung offener Boden [%]	Zunahme	0.10	0.12	0.05	0.10	0.11	0.15	0.06
	Abnahme	−0.07	−0.09	−0.07	−0.07	−0.54	−0.05	−0.17
	Bilanz	0.03	0.02	−0.01	0.03	−0.42	0.10	−0.11
Veränderung offenes Wasser [%]	Zunahme	0.13	0.08	0.24	0.10	0.15	0.11	0.30
	Abnahme	−0.11	−0.24	−0.38	−0.04	−0.33	−0.06	−0.07
	Bilanz	0.02	−0.16	−0.14	0.06	−0.18	0.05	0.24

Die Fläche von offenem Wasser nahm in den Flachmooren jährlich um 0.02 % der Gesamtfläche zu (3.56 ha). Dies bei einer Zunahme von 26.33 ha und einer Abnahme von 22.77 ha. Die grösste relative Veränderung gab es mit einer Zunahme des offenen Wassers von 0.24 % an der Alpensüdflanke.

Die absolut und relativ grösste Abnahme der Gehölzdeckung war in Flachmooren unter 800 m (–2.88 ha oder –0.07 % der Flachmoorfläche). In der mittleren Höhenstufe zwischen 800–1600 m war die Abnahme geringer (–1.11 ha oder –0.01 % der Flachmoorfläche) und über 1600 m nahm die Gehölzdeckung leicht zu (+0.95 ha oder +0.02 % der Flachmoorfläche; Tab. 28).

Die Fläche von offenem Boden nahm in den Flachmooren unter 800 m jährlich um 0.2 % der Gesamtfläche ab. Dies entspricht einer jährlichen Abnahme von 0.87 ha. In den Höhenstufen über 800 m fand hingegen eine Zunahme von 0.4 % statt.

Die Fläche von offenem Wasser nahm in den tieferen Lagen unter 800 m ebenfalls ab (jährlich –4.04 ha oder –0.09 %) und in höheren Lagen über 800 m zu (0.05 % der Gesamtfläche).

Tab. 28. Jährliche absolute Veränderung und relative Veränderung zur Biotopfläche in Prozent der Gehölzdeckung, des offenen Bodens und des offenen Wassers in den Flachmooren von nationaler Bedeutung in verschiedenen Höhenstufen in Hektaren zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		< 800 m	800–1600 m	> 1600 m
Anzahl Objekte		363	530	278
Fläche [ha]		4 385	12 089	4 264
Rasterzellen		29 108	86 108	33 601
Veränderung Gehölzdeckung [ha]	Zunahme	8.65	19.52	3.08
	Abnahme	–11.53	–20.63	–2.13
	Bilanz	–2.88	–1.11	0.95
Veränderung offener Boden [ha]	Zunahme	2.32	12.73	4.81
	Abnahme	–3.19	–8.42	–2.95
	Bilanz	–0.87	4.32	1.86
Veränderung offenes Wasser [ha]	Zunahme	11.36	10.54	4.43
	Abnahme	–15.40	–5.10	–2.28
	Bilanz	–4.04	5.44	2.16
Veränderung Gehölzdeckung [%]	Zunahme	0.20	0.16	0.07
	Abnahme	–0.26	–0.17	–0.05
	Bilanz	–0.07	–0.01	0.02
Veränderung offener Boden [%]	Zunahme	0.05	0.11	0.11
	Abnahme	–0.07	–0.07	–0.07
	Bilanz	–0.02	0.04	0.04
Veränderung offenes Wasser [%]	Zunahme	0.26	0.09	0.10
	Abnahme	0.35	0.04	0.05
	Bilanz	–0.09	0.05	0.05

Bei 13 von insgesamt 1171 Flachmooren (1.2 %) lag die jährliche Zunahme der Gehölzdeckung bei über 1 % und bei einem Objekt (0.1 %) bei über 2 % (Tab. 29, Abb. 32). Relativ gesehen lagen die meisten Objekte mit Zunahmen über jährlich 1 % im Jura (5.1 % aller Flachmoore im Jura) und an der Alpensüdflanke (4.9 % aller Flachmoore an der Alpensüdflanke). In den Westlichen Zentralalpen waren die Veränderungen der Gehölzdeckung am geringsten, allerdings ist die Zahl der Flachmoore mit 17 Objekten in dieser biogeographischen Region sehr gering.

Mit zunehmender Höhe nahm die Anzahl von Objekten mit starken oder sehr starken Veränderungen in der Gehölzbedeckung deutlich ab (Tab. 30).

Tab. 29. Anzahl und Anteil der Flachmoore, deren Gehölzdeckung sich jährlich höchstens schwach (–1 % bis +1 %), stark positiv oder negativ (zwischen 1 und 2 %) oder sehr stark positiv oder negativ (grösser 2 %) zwischen Erst- und Zweiterhebung in der Schweiz und den biogeographischen Regionen veränderte. Die Veränderung der Gehölzdeckung wurde relativ zur jeweiligen Fläche des Objekts berechnet.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte mit jährlicher Gehölzveränderung							
<–2 %	6	0	4	1	0	0	1
–1 % bis –2 %	27	0	15	8	0	1	3
–1 % bis +1 %	1 124	37	270	589	17	157	54
+1 % bis +2 %	13	2	3	5	0	0	3
>+2 %	1	0	1	0	0	0	0
Anteil Objekte mit jährlicher Gehölzveränderung							
<–2 %	0.5 %	0.0 %	1.4 %	0.2 %	0.0 %	0.0 %	1.6 %
–1 % bis –2 %	2.3 %	0.0 %	5.1 %	1.3 %	0.0 %	0.6 %	4.9 %
–1 % bis +1 %	96.0 %	94.9 %	92.2 %	97.7 %	100.0 %	99.4 %	88.5 %
+1 % bis +2 %	1.1 %	5.1 %	1.0 %	0.8 %	0.0 %	0.0 %	4.9 %
>+2 %	0.1 %	0.0 %	0.3 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %

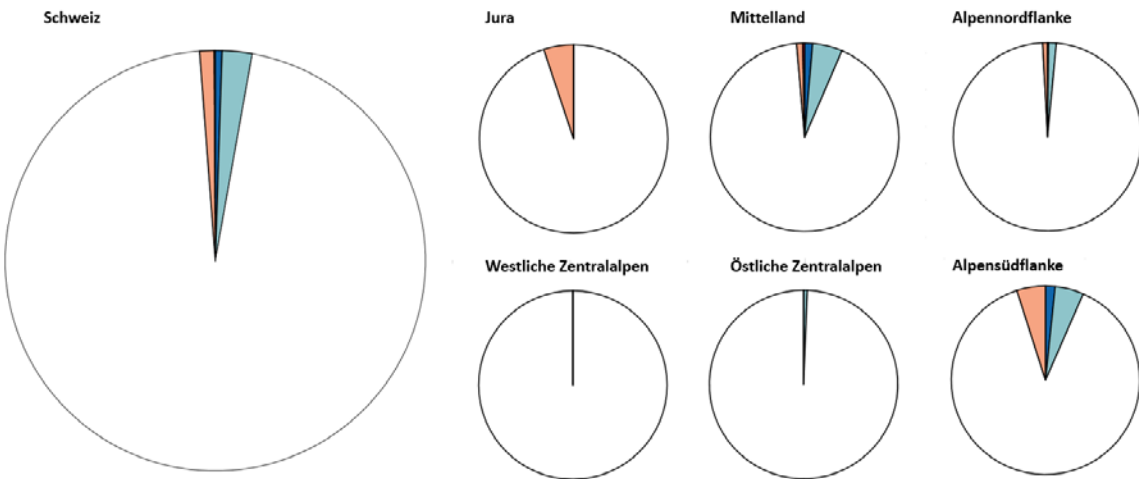


Abb. 32. Verteilung der Anzahl Flachmoore mit und ohne Veränderung der Gehölzdeckung zwischen erst- und Zweiterhebung in der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen. Blau: Anteil jährliche Gehölzveränderung <–2 %; hellblau: Anteil jährliche Gehölzveränderung –1 % bis –2 %; weiss: Anteil jährliche Gehölzveränderung +1 % bis –1 %; orange: Anteil jährliche Gehölzveränderung +1 % bis +2 %; rot: Anteil jährliche Gehölzveränderung > +2 %.

Tab. 30. Anzahl und Anteil der Flachmoore pro Höhenstufe deren Gehölzdeckung sich jährlich höchstens schwach (-1 % bis +1 %), stark positiv oder negativ (zwischen 1 und 2 %) oder sehr stark positiv oder negativ (grösser 2 %) zwischen Erst- und Zweiterhebung veränderte. Die Veränderung der Gehölzdeckung wurde relativ zur jeweiligen Fläche des Objekts gerechnet.

	<800 m	800–1600 m	>1600 m
Anzahl Objekte mit jährlicher Gehölzveränderung			
<-2 %	6	0	0
-1 % bis -2 %	16	11	0
-1 % bis +1 %	332	515	277
+1 % bis +2 %	8	4	1
>+2 %	1	0	0
Anteil Objekte mit jährlicher Gehölzveränderung			
<-2 %	1.7 %	0.0 %	0.0 %
-1 % bis -2 %	4.4 %	2.1 %	0.0 %
-1 % bis +1 %	91.5 %	97.2 %	99.6 %
+1 % bis +2 %	2.2 %	0.8 %	0.4 %
>+2 %	0.3 %	0.0 %	0.0 %

Zustand und Veränderungen Infrastruktur

Schweizweit befanden sich zum Zeitpunkt der Zweiterhebung in 6.22 % der Rasterzellen in Flachmooren Strassen und Wege und in 0.81 % der Rasterzellen Gebäude. Im Mittelland war der Anteil von Rasterzellen mit Strassen und Wegen mit 8.54 % am höchsten, in den Westlichen Zentralalpen mit 1.75 % am tiefsten (Tab. 31). In den übrigen biogeographischen Regionen lag der Anteil zwischen 4.3 % und 6.2 %. Der Anteil von Rasterzellen mit Gebäuden lag in allen biogeographischen Regionen unter 1 %.

Tab. 31. Anzahl und Anteil (%) von Rasterzellen mit Strassen und Wegen und Gebäuden in Flachmooren in der Schweiz und den biogeographischen Regionen in der Zweiterhebung.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpen- nordflanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte	1 335	50	309	668	24	218	66
Fläche [ha]	21 995	564	3 780	14 663	302	2 293	392
Rasterzellen	159 009	4 437	25 176	105 352	1 828	18 929	3 287
Strassen und Wege [Rasterzellen]	9 896	221	2 149	6 531	32	820	143
Gebäude [Rasterzellen]	1 292	16	166	1 007	8	82	13
Strassen und Wege [%]	6.22	4.98	8.54	6.20	1.75	4.33	4.35
Gebäude [%]	0.81	0.36	0.66	0.96	0.44	0.43	0.40

In den Flachmooren kamen zwischen der Erst- und Zweiterhebung schweizweit jährlich 69 Rasterzellen mit Strassen und Wegen neu hinzu. Dies entspricht einer jährlichen Zunahme von 0.05 %. Zeitgleich fielen jährlich 14 Rasterzellen (-0.01 %) weg (Tab. 32). Die absolut meisten Zunahmen gab es an der Alpennordflanke mit jährlich 48 neuen Rasterzellen (entspricht +0.05 % aller Rasterzellen) mit Strassen und Wegen. Relativ gesehen war die Zunahme über alle biogeographischen Regionen ausgeglichen (Abb. 33), nur im Jura war sie geringer. In den Westlichen Zentralalpen gab es einen Rückgang von Rasterzellen mit Strassen und Wegen.

Bei Gebäuden gab es wenige Veränderungen. Schweizweit kamen jährlich 3 Rasterzellen (entspricht <0.01 %) hinzu und 6 Rasterzellen (entspricht <-0.01 %) mit Gebäuden fielen

weg. Gesamthaft gab es also einen sehr leichten Rückgang von Gebäuden in den Flachmooren (exemplarisches Beispiel in Abb. 34).

Zwischen der Erst- und Zweiterhebung sind in 9 % der Flachmoor-Objekte der Schweiz neue Infrastrukturen (Strassen und Wege sowie Gebäude) entstanden (Tab. 33). Am meisten Objekte waren auf der Alpennordflanke (10 aller Objekte) betroffen.

Tab. 32. Anzahl und Anteile der Rasterzellen (an der Gesamtzahl) der jährlichen Zunahmen (Anzahl neu besetzte Rasterzellen), Abnahmen (Anzahl neu nicht mehr besetzte Rasterzellen) und die Bilanz von Rasterzellen mit Strassen und Wegen und Gebäuden in Flachmooren, der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte		1 171	0	293	603	17	158	61
Fläche [ha]		20 739	0	3 682	14 075	116	1 976	378
Rasterzellen		148 817	0	24 433	100 491	806	15 989	3 148
Veränderung	Zunahme	69.18	0.13	13.72	47.68	0.67	5.32	1.43
Strasse und	Abnahme	-13.53	-0.13	-2.44	-8.75	-1.17	-1.17	0.00
Wege [Raster- zellen]	Bilanz	55.65	0.00	11.28	38.93	-0.50	4.15	1.43
Veränderung	Zunahme	3.32	-0.62	1.24	1.63	0.00	0.33	0.00
Gebäude [Ras- terzellen]	Abnahme	-6.04	-0.49	-0.83	-4.29	-0.33	-0.46	0.00
	Bilanz	-2.72	2.91	0.40	-2.67	-0.33	-0.13	0.00
Veränderung	Zunahme	0.05	0.01	0.06	0.05	0.08	0.03	0.05
Strassen und	Abnahme	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.14	-0.01	0.00
Wege [%]	Bilanz	0.04	0.01	0.05	0.04	-0.06	0.03	0.05
Veränderung	Zunahme	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Gebäude [%]	Abnahme	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Bilanz	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00

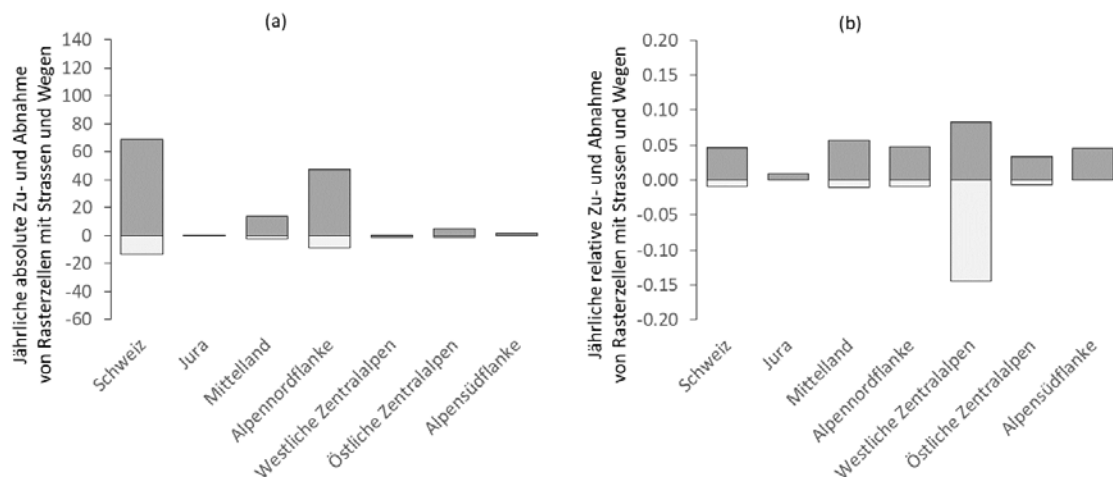


Abb. 33. Jährliche Zu- und Abnahmen der Anzahl (a) und Anteile (an der Gesamtzahl) der Rasterzellen (b) mit Infrastrukturtyp «Strassen und Wege» in den Flachmooren der Schweiz und der biogeographischen Regionen.



Abb. 34. Beispiel einer Abnahme von Gebäuden zwischen der Ersterhebung 2012 (links) und der Zweiterhebung 2018 (rechts) im Flachmoor Wachseldornmoos (Objekt 3636).

Tab. 33. Anzahl und Anteile der Flachmoor-Objekte mit neuen Infrastrukturen (Strassen und Wege sowie Gebäude) zwischen Erst- und Zweiterhebung in der Schweiz und den biogeographischen Regionen.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Objekte	1 171	39	293	603	17	158	61
Objekte mit neuen Infrastrukturen	100	1	23	60	1	12	3
Anteil der Objekte mit neuen Infrastrukturen	9 %	3 %	8 %	10 %	6 %	8 %	5 %

3.2.3 Diskussion der Ergebnisse in Flachmooren

Die meisten Flachmoorlebensräume sind auf eine extensive Nutzung angewiesen. Der Artenreichtum ist je nach Lebensraum sehr unterschiedlich. Während Feuchtgrünländer sehr artenreich sein können, sind Schilfgürtel eher artenarm. Dies zeigt sich gemäss GrassPlot Datenbank (GrassPlot Diversity Explorer: edgg.org/databases/GrasslandDiversityExplorer; Dengler *et al.* 2018; Biurrun *et al.* 2019) an den Artenzahlen von 10 m² grossen Plots in der gesamten Paläarktis: Während Feuchtgrünland eine mittlere Anzahl von 29.3 Gefässpflanzen- und 6.5 Moosarten aufweist, kommen in Röhrichten und Grosseggenrieden nur 13.9 Gefässpflanzen- und 3.5 Moosarten vor (Dengler *et al.* 2020). Die Flachmoore der WBS beinhalten unterschiedliche, sowohl artenreiche und artenarme Lebensräume, wobei sich der flächenrepräsentative Mittelwert der Zweiterhebung von 31.1 Gefässpflanzen- und 6.8 Moosarten über den bekannten Werten aus der Paläarktis einreicht.

Zwischen den verschiedenen Nutzungsformen gab es deutliche Unterschiede beim Ausgangszustand. Die im Vergleich zu gemähten Flachmooren hohen Nährstoffzahlen in ungenutzten Flächen könnten mit der ausbleibenden Nutzung zusammenhängen: wird keine Biomasse entnommen, gibt es keinen Nährstoffaustrag (Bosshard *et al.* 1988). In der Regel ist die oberirdische Biomasse der Gefässpflanzen in ungenutzten Flächen denn auch grösser als in genutzten. Betrachtet man jedoch die Biomasse der Moose ist es genau umgekehrt (Peintinger und Bergamini 2006). Moose und kleinwüchsige Gefässpflanzen werden im Winter unter einer Schicht aus abgestorbenen Pflanzenmaterial begraben und können dadurch absterben. Grössere Arten wie der Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*) können hingegen von einer ausbleibenden Nutzung profitieren (Billeter *et al.* 2003). Weiter ist in unge-

nutzten Flächen die Artenzahl der Gefässpflanzen und Moose meist geringer als in genutzten (Peintinger und Bergamini 2006). Auffallend bei der Auswertung der WBS-Daten war, dass der Anteil der Habitatspezialisten in ungenutzten Flächen eine sehr grosse Variabilität hatte. Wie lange die Flächen schon nicht mehr genutzt werden, könnte dabei eine Rolle spielen. Diese Informationen fehlen jedoch. Die hohen Feuchtezahlen der ungenutzten Flächen können durch den hohen Anteil von Röhrichten oder Grosseggenrieden erklärt werden, die meist nicht genutzt werden und sehr hohe mittlere Feuchtezahlen aufweisen (Abb. 8). Ähnliche Resultate wurden auch in kalkreichen Flachmooren der östlichen Nordalpen gefunden, wo in beweideten Flachmooren weniger gefährdete Arten vorkamen als in gemähten (Bergamini und Peintinger 2019). Da sich die Artenzusammensetzung von gemähten und beweideten Flachmooren unterscheidet, ist auf Landschaftsebene ein Mix der beiden Nutzungsformen am vorteilhaftesten (Bergamini und Peintinger 2019). Beweidete und gemähte Flachmoore unterschieden sich kaum hinsichtlich Veränderungen. Um vertiefte Analysen zu Effekten der Nutzung durchzuführen, wären detailliertere Nutzungsinformationen wie Schnitttermin, Schnitthäufigkeit, Art der Weidetiere, Weidedauer und Weidezeitpunkt nötig. Entsprechende Daten sind zwar bereits oft vorhanden, doch erschwert die Vielzahl der kantonal unterschiedlichen Systeme und Detaillierungsgrade eine einfache Nutzung der Daten.

Die Entwicklung der Flachmoore von nationaler Bedeutung zeigt, dass sich die bekannten negativen Trends – insbesondere bei der Feuchtezahl – fortsetzen (vgl. Küchler *et al.* 2018b, Bergamini *et al.* 2019b): Die Flachmoore trocknen weiterhin aus. Gründe dafür sind weiterhin funktionierende Drainagen und Gräben (Küchler *et al.* 2018b; Abb. 35) sowie die unzureichende Umsetzung der hydrologischen Pufferzonen in Flachmooren (BAFU 2022b) in Kombination mit den geringeren Sommer-Niederschlagsmengen und den steigenden Temperaturen der vergangenen Jahrzehnte (Crocchi-Maspoli *et al.* 2018, Calanca *et al.* 2022).



Abb. 35. Deutliche Wirkung eines Entwässerungsgrabens in einem Flachmoor von nationaler Bedeutung. Oberhalb des Grabens auf der rechten Seite ist typische Flachmoorvegetation mit Breitblättrigem Wollgras (*Eriophorum latifolium*) zu erkennen, unterhalb des Grabens auf der linken Seite fehlt die typische Flachmoorvegetation weitgehend (Foto: Ariel Bergamini).

Allenfalls könnte auch eine kürzere Schneebedeckung der Flachmoore Austrocknung zusätzlich fördern, da die Verdunstung bereits früher im Jahr einsetzt und im Herbst länger andauern kann (pers. Mitteilung Louis Roulet, BAFU). Der Rückgang der Feuchtigkeit kann auch für die Abnahme des mittleren Anteils der Flachmoor-Lebensraumspezialisten mitverantwortlich sein. Die abnehmende Lichtzahl in zwei biogeographischen Regionen (Jura und Alpennordflanke) weist auf Nutzungsaufgabe oder Unternutzung mit anschliessender Verbuschung hin, wie dies bereits früher festgestellt wurde (Küchler *et al.* 2018b). Mittels Fernerkundung wurde allerdings nur im Jura eine leichte Zunahme der Gehölzdeckung gefunden, nicht aber an der Alpennordflanke.

Die Abnahme der Lichtzahl und der Flachmoor-Lebensraumspezialisten können durch Bewirtschaftungsaufgabe oder Unternutzung der Flachmoore von nationaler Bedeutung begünstigt werden. Werden Flachmoore nicht oder zu wenig genutzt, kann sich rasch eine dicke Streuschicht bilden, wodurch kleinwüchsige, lichtliebende Flachmoor-Lebensraumspezialisten zurückgehen (Peintinger und Bergamini 2006). Die Ergebnisse der sinkenden Lichtzahlen in ungenutzten Flächen bestätigen diese Theorie. Wenn die Lichtzeiger, welche öfters Lebensraumspezialisten sind, stärker verdrängt werden, kann die mittlere Lichtzahl auch ohne Zunahme der Gehölzdeckung abnehmen. Ebenfalls könnte die Austrocknung diese Entwicklung begünstigt haben: dies ermöglicht das Einwandern von Arten der Zwergstrauchheiden und von Waldarten, welche an halbschattige Bedingungen angepasst sind (Landolt *et al.* 2010; Lauber *et al.* 2024). In besonders feuchten Flachmooren kann die Verbuschung auf nicht mehr bewirtschafteten Flächen allerdings sehr langsam fortschreiten.

Entgegen den von Küchler *et al.* (2018b) festgestellten Zunahme blieb die mittlere Nährstoffzahl schweizweit und unabhängig von der Bewirtschaftungsform konstant auf einem für Flachmoore typischen, relativ niedrigen Niveau (mittlere Nährstoffzahl von 2.74 entspricht nach Landolt *et al.* 2010 «mässig nährstoffarm»). Dies spiegelt die nährstoffarmen bis mittleren Nährstoffverhältnisse der grossen Bandbreite der Flachmoorlebensräume wider und ist deshalb als positiv zu bewerten. Ein Grund dafür könnte die fortgeschrittene Umsetzung der Nährstoffpufferzonen bei Flachmooren sein. Ungefähr 60 % der Flachmoore weisen eine ökologisch ausreichende Nährstoffpufferzone auf, bei weiteren knapp 20 % ist es nicht nötig eine Nährstoffpufferzone einzurichten (BAFU 2022b). Ein weiterer Grund könnte beim deutlichen Rückgang der schweizweiten Stickoxidemissionen liegen (Bass *et al.* 2024), wodurch auch der lokale Eintrag aus der Atmosphäre sank. Ebenfalls positiv zu werten sind die weitgehend konstant gebliebenen, sehr tiefen Anteile an invasiven Neophyten (Zunahme nur in sauren Kleinseggenrieden). Bei der Zweiterhebung lagen die Deckungen der invasiven Neophyten in allen Lebensräumen ausser den Grosseggenrieden deutlich unter 1 %. In den Grosseggenrieden betrug der Deckungsanteil 1.65 %. Mit ein Grund für die tiefen Anteile könnte die aktive Neophyten-Bekämpfung durch Kantone und Naturschutzorganisationen sein.

Die von Gebäuden betroffenen Gebiete sind zwischen Erst- und Zweiterhebung fast konstant geblieben. Bei den Strassen und Wegen gab es aber eine jährliche Zunahme von 56 Rasterzellen, in einer Erhebungsperiode von sechs Jahren kamen also 336 Rasterzellen hinzu, die neue Strassen oder Wege aufweisen. Prozentual ist das sehr wenig, dennoch ist es eine unerwünschte Entwicklung, da Strassen zum Beispiel den Wasserfluss von Hangmooren beeinflussen, was negative Auswirkungen auf eine grössere Moorfläche haben kann (www.marais.ch). Der Bau von neuen Strassen in Biotopen von nationaler ist nur zulässig, wenn sie zwingend notwendig sind, um die Schutzziele zu erfüllen und es nachgewiesen ist, dass es technisch unmöglich ist, sie ausserhalb des Biotopperimeters zu bauen. Ist der Bau einer neuen Strasse beschlossen, muss beachtet werden, dass sie das Wasser nicht ableiten, sondern gleichmässig unter dem Trasse durchleiten (Grosvernier *et al.* 2018). Auch Strassen im hydrologischen Einzugsgebiet, also ausserhalb des Objektperimeters, können negative Auswirkungen auf die Moorhydrologie haben (Küchler *et al.* 2018b) und damit auf die typischen feuchtigkeitsliebenden Arten haben. Mittels des Früherkennungssystems der WBS werden alle Zunahmen von Infrastruktur innerhalb des Objektperimeters dem BAFU und den Kantonen gemeldet, so dass ihre Rechtmässigkeit überprüft werden kann.

3.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit Flachmoore

Bei den Flachmooren wurden negative Entwicklungen festgestellt:

- Austrocknung
- Rückgang der Lichtverhältnisse im Jura und der Alpennordflanke
- Abnahme flachmoortypischer Lebensraumspezialisten
- Leichte Zunahme der Strassen und Wege (negative Effekte auf Wasserhaushalt und damit auf die typischen feuchtigkeitsliebenden Arten möglich)

Es gab jedoch auch wenige positive Entwicklungen:

- Nährstoffverhältnisse wie durch die Vegetation angezeigt auf für Flachmoore typisch mässig nährstoffarmen Niveau konstant
- Der Deckungsanteil der invasiven Neophyten blieb weitgehend konstant und nahm nur in einem Lebensraum (saure Kleinseggenriede) leicht zu
- Anteil an gefährdeten Arten konstant bzw. leichte Zunahme in östlichen Zentralalpen
- Kaum Veränderungen der Gehölzdeckung

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse der WBS weiterhin einen dringenden Massnahmenbedarf, insbesondere in Bezug auf die hydrologische Situation und auch in Bezug zur Bewirtschaftung von Flachmooren (Verbrachung). Arten sterben oft mit zeitlicher Verzögerung aus nachdem sich die Habitatqualität verschlechtert hat («Aussterbeschuld»; Kuussaari *et al.* 2009). Es besteht daher eine gewisse Dringlichkeit für Massnahmen. Eine Aussterbeschuld konnte in Flachmooren des Kantons Zürich nachgewiesen werden (Jamin *et al.* 2020). Angesichts der Klimaerwärmung ist es umso dringlicher die hydrologische Situation zu verbessern, indem Gräben und Drainagen wo immer möglich geschlossen werden (Küchler *et al.* 2018b; Ecker *et al.* 2023). Auch besteht bei den hydrologischen Pufferzonen noch ein grosses Umsetzungsdefizit (BAFU 2022b). Die positiven Massnahmen von Renaturierungen und anderen Massnahmen können an vielen Fallbeispielen belegt werden (Gabriel und Ramseier 2003; Bellwald 2022).

3.3 Hochmoore

3.3.1 Ergebnisse Vegetationserhebungen

Auf allen 435 Hochmoor-Plots (59 Stichprobenobjekte) und beiden Erhebungen wurden insgesamt 398 Gefässpflanzen- und 205 Moose erfasst, das sind 10.6 % der in der Schweiz vorkommenden Gefässpflanzen und 17.8 % der Moose. Von den aufgefundenen Arten gelten 29 Gefässpflanzen und 25 Moose als gefährdet, weitere 41 Gefässpflanzen und 35 Moose sind potenziell gefährdet. Zwei Gefässpflanzen zählen als Neophyten, wovon eine auf der Liste der invasiven Neophyten aufgeführt ist (*Solidago gigantea*). Eine Moosart, *Campylopus introflexus*, gilt ebenfalls als invasiv. Die Artenzahlen (Gefässpflanzen und Moose) pro 10 m² Plot reichten von 0 (in wenigen vegetationsfreien Plots; z. B. offener Torfboden) bis 61 (Maximum Gefässpflanzenarten 48, Maximum Moosarten 27) und betrugen im flächenrepräsentativen Durchschnitt 19.6 Arten (12.2 Gefässpflanzenarten, 7.4 Moosarten; Abb. 36).

Signifikante Veränderungen zwischen Erst- und Zweiterhebung für alle Indikatoren und Straten der Hochmoore sind in Tabelle 34 zusammengefasst. Detaillierte Tabellen zu allen Analysen finden sich in Anhang 3.

Bei den Hochmooren wurden ähnliche Muster wie bei den Flachmooren gefunden: die mittlere Nährstoffzahl blieb mit einem schweizweit konstanten Wert von 1.99 im deutlich nährstoffarmen Bereich. Auch die mittlere Temperaturzahl blieb schweizweit konstant und die mittlere Feuchtezahl sank schweizweit um 1.7 %. Die mittlere Feuchtezahl nahm ebenfalls in den biogeographischen Regionen Jura, Alpennordflanke und östlichen Zentralalpen, sowie in der mittleren Höhenstufe signifikant ab. Die Abnahme erreichte nie den Schwellenwert, der im Mittel einen Wechsel zwischen verschiedenen Lebensräumen



Abb. 36. Hochmoore sind eher artenarm und werden von Torfmoosen dominiert. Nährstoffarmut, tiefer pH und nasse Verhältnisse führen zu einer spezialisierten Flora und Fauna mit einer Vielzahl gefährdeter Arten (Foto: Ariel Bergamini).

markiert (Tab. 2). Die mittlere Lichtzahl nahm schweizweit (–1.6 %), an der moorreichen Alpennordflanke und dem Lebensraum Hochmoor ab. Diese Veränderung war robust und nicht nur auf einige wenige stark verbuschende Plots zurückzuführen, denn die Beziehung wurde erst nicht signifikant, wenn 20 % der am stärksten verbuschenden Plots aus der Analyse ausgeschlossen wurden (340 statt 425 analysierte Plots). In den östlichen Zentralalpen und in den zu den Flachmoorlebensräumen zählenden sauren Kleinseggenrieden ging der Anteil der Torfmoosdeckung signifikant um 10.1 % bzw. 6.1 % zurück. Der Anteil an Hochmoor-Lebensraumspezialisten (Abb. 41) ging zwar schweizweit nicht zurück, aber im Mittelland und den östlichen Zentralalpen zeigten sich signifikante Rückgänge. Die Anteile der invasiven Neophyten blieben weitgehend konstant.

Die Fläche des Lebensraums Hochmoor reduzierte sich um 6.5 % (–0.72 km²; Abb. 37, Abb. 38). Mit 0.5 km² degradierte der grösste Teil dieser Fläche zu Nicht-Ziellebensräumen. Es zeigte sich, dass insbesondere Nicht-Ziellebensräume wie die Subatlantischen Zwergstrauchheiden (TypoCH code 5.4.1; Delarze *et al.* 2015) sowie die subalpinen Zwergstrauchheiden (TypoCH code 5.4.5; Delarze *et al.* 2015) profitierten. Es wurden aber auch Verluste des Lebensraums Hochmoor zugunsten von Flachmoormoorlebensräumen wie den Sauren Kleinseggenrieden (netto –0.16 km²; –1.5 %) und den Feucht- und Nasswiesen (netto –0.13 km²; –1.2 %) verzeichnet (Abb. 38).

Tab. 34. Übersichtstabelle zu den signifikanten Veränderungen der mittleren Zeigerwerte für Nährstoffe (N), Licht (L), Feuchte (F) und Temperatur (T), der Anteile von Arten verschiedener Artengruppen an der Gesamtartenzahl, des Deckungsanteils der invasiven Neophyten an der Gesamtdeckung (berücksichtigt sind jeweils Gefässpflanzen und Moose, bei den invasiven Neophyten jedoch nur Gefässpflanzen), Anteil Deckung der Torfmoose und der Fläche von Hochmoor-Ziellebensräumen (Tab. 85) zwischen Erst- zur Zweiterhebung in Hochmooren. Flachmoorlebensräume gelten im Hochmoorperimeter nicht als primäre Ziellebensräume, sind aber separat aufgelistet. Die farbig hinterlegten Pfeile zeigen signifikante Zu- oder Abnahmen des jeweiligen Indikators in der Schweiz, den biogeographischen Regionen, drei Höhenstufen und den Hochmoor-Ziellebensräumen. Biogeografische Regionen, in denen es keine oder weniger als fünf Hochmoor-Objekte gibt, oder Lebensräume, die in weniger als fünf Objekten vertreten sind, werden nicht dargestellt. Rot zeigt eine negative Bewertung der Entwicklung an, während die Bewertung der hellgrau markierten Entwicklungen kontextabhängig sind und deshalb nicht generell einer bestimmten Richtung zugeordnet werden konnten. Weisse Felder zeigen nicht-signifikante Entwicklungen. Nicht analysierte Kombinationen sind dunkelgrau markiert.

	Mittlere Zeigerwerte				Arten					Fläche
	N	L	F	T	Anteil Lebensraum-spezialisten	Anteil Rote Liste	Anteil invasive Neophyten	Anteil Deckung invasive Neophyten	Anteil Deckung Torfmoose	
Schweiz		↘	↘							
Region										
Jura			↘	↘						
Mittelland					↘					
Alpen Nordflanke		↘	↘							
Östliche Zentralalpen			↘		↘				↘	
Höhenzone										
100 – 800 m										
800 – 1600 m			↘							
1600 – 3000 m										
Lebensraum										
Hochmoor		↘	↘							↘
Basisches Kleinseggenried										
Saures Kleinseggenried									↘	
Feucht und Nasswiesen										
Nicht-Ziellebensräume										

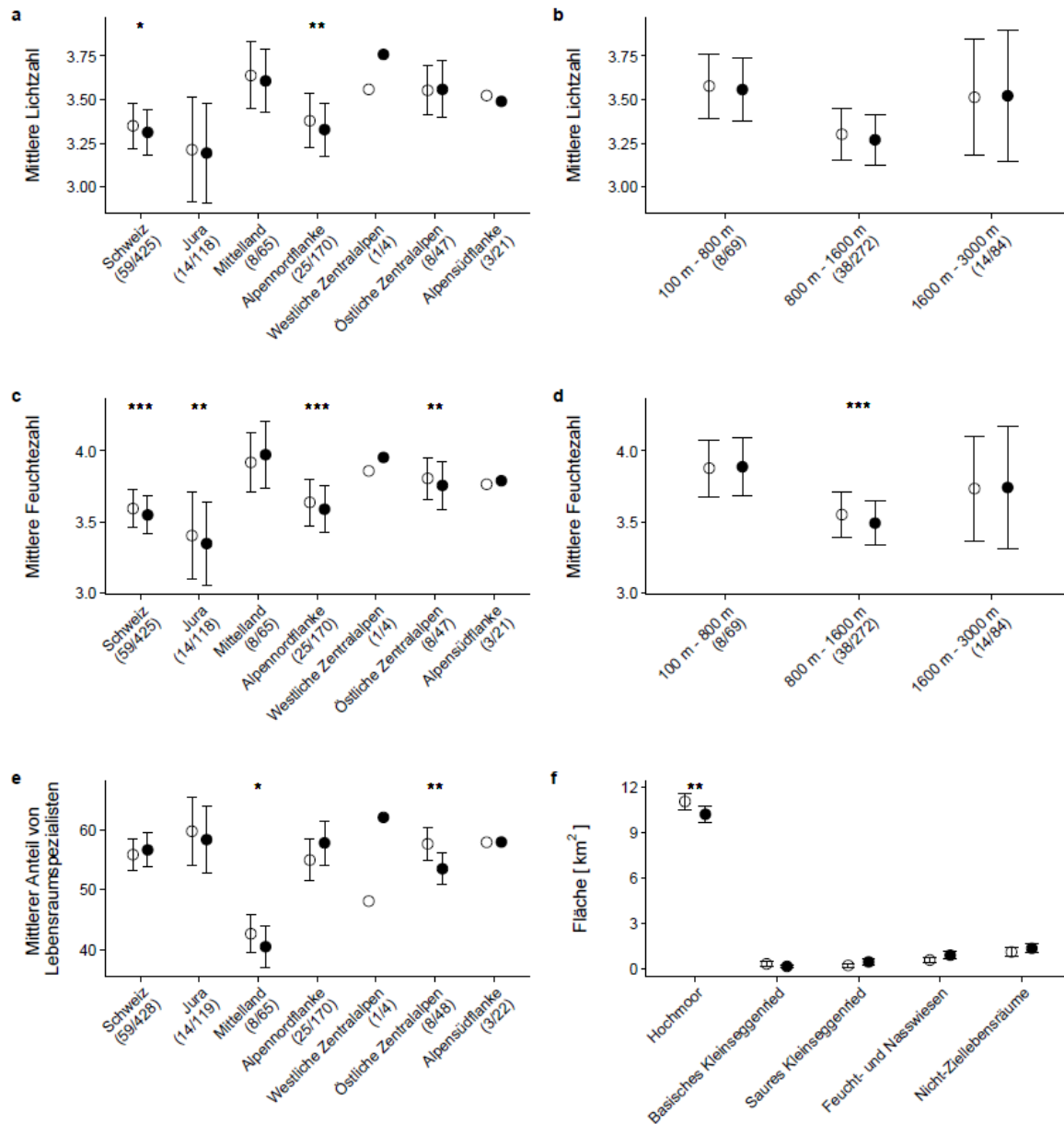


Abb. 37. Mittlere Zeigerwerte in Hochmooren und Anteile von Hochmoor-Lebensraumspezialisten ($\pm$ Standardfehler) bei der Erst- und Zweiterhebung (weisse bzw. schwarze Kreise) in der Schweiz und den biogeographischen Regionen (a, c, e), drei Höhenstufen (b, d) sowie die Fläche der Hochmoore, der Flachmoorlebensräume sowie der Nicht-Ziellebensräume (Tab. 85; $\pm$ Standardfehler) (f). Die Zahlen in Klammern geben bei den biogeographischen Regionen und Höhenstufen jeweils die Zahl der gepaarten Objekte und Plots an. Die Flächenangaben der Lebensräume beruhen auf Hochschätzungen, Angaben zu Objekten und Plots mit Vorkommen der entsprechenden Lebensräume und deren Veränderungen sind in Tabelle 105 zu finden. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und der Zweiterhebung (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

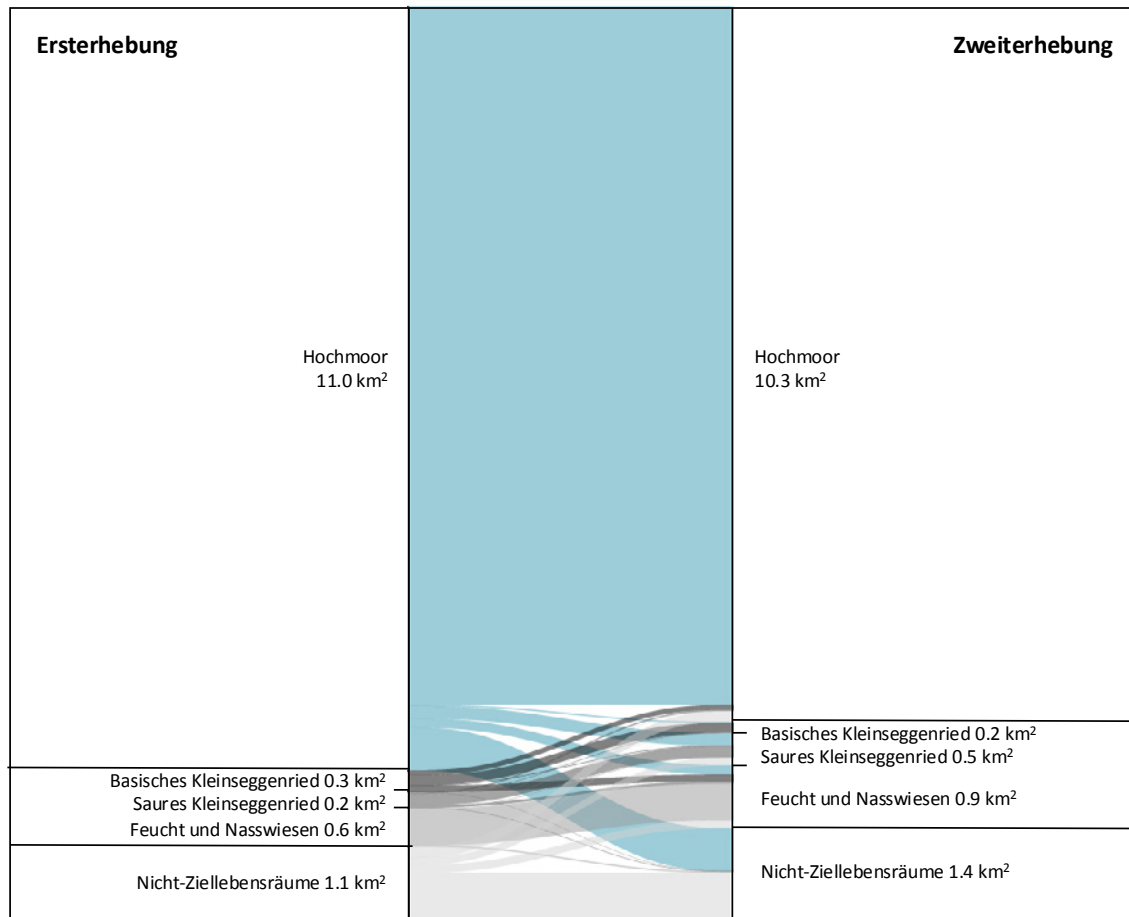


Abb. 38. Das auf den Daten der Vegetationserhebungen basierende Flussdiagramm verdeutlicht die Veränderungen der Hochmoor-Ziellebensräume (Tab. 85) und Nicht-Ziellebensräume im nationalen Hochmoor-Inventar, also wie viel Fläche des jeweiligen Lebensraumes von der Ersterhebung (links) zur Zweiterhebung (rechts) gleichgeblieben ist, beziehungsweise zu einem anderen Hochmoor-Ziellebensraum oder zu einem Nicht-Ziellebensraum gewechselt hat. In Hochmooren gelten Flachmoorlebensräume nicht als primäre Ziellebensräume. Da diese aber ein wichtiger Bestandteil der Moorkomplexe sind, wird ihre Fläche dennoch zur Information separat dargestellt und nicht in die Nicht-Ziellebensräume integriert.

3.3.2 Ergebnisse Fernerkundung

Es wurden für 550 Hochmoore Daten zu den aktuellen Zuständen und für 535 Hochmoore zu Zuständen und Veränderungen erhoben. Die Zustände zum Zeitpunkt der Zweiterhebung und die Veränderungen zwischen Erst- und Zweiterhebung für alle Indikatoren und Straten der Hochmoore sind in Tabelle 35 zusammengefasst. Zusätzliche Tabellen zu den Resultaten der Fernerkundung finden sich in Anhang 1.

Zustand und Veränderungen Gehölzdeckung, offener Boden und offenes Wasser

In den Hochmooren lag die mittlere Gehölzbedeckung (Primär- und Sekundärflächen) bei der Zweiterhebung bei 36.66 % der Hochmoorflächen. Die höchste Gehölzdeckung fand sich mit 58.95 % im Jura. Im Mittelland, der Alpennordflanke und der Alpensüdflanke sind die Gehölzdeckungen tiefer und lagen zwischen 27 % und 31 %, in den Westlichen und Östlichen Zentralalpen war die Gehölzdeckung am tiefsten und betrug etwa 20 % (Tab. 36).

Der Anteil des offenen Bodes betrug schweizweit 0.74 % und der Anteil offenen Wassers 1.56 % der Hochmoorflächen. Je nach biogeographischer Region variierten die Werte etwas, waren aber immer tief (Tab. 36).

Tab. 35. Übersichtstabelle zu den Zuständen und Veränderungen der Gehölzdeckungen, offener Boden, offenes Wasser und den Infrastrukturen Strassen und Wege sowie Gebäude zwischen Erst- zur Zweiterhebung in Hochmooren. Die farbig hinterlegten Pfeile zeigen Zu- oder Abnahmen des jeweiligen Indikators in der Schweiz, den biogeographischen Regionen, und drei Höhenstufen. Rot zeigt eine negative Bewertung im Zustand und der Entwicklung an, während die Bewertung der hellgrau markierten Entwicklungen konnten nicht interpretiert werden und wurden nicht bewertet. Weisse Felder zeigen neutrale Zustände und Entwicklungen.

	Zustand					Veränderung				
	Gehölz- deckung	Offener Boden	Offenes Wasser	Strassen und Wege	Gebäude	Gehölz- deckung	Offener Boden	Offenes Wasser	Strassen und Wege	Gebäude
Schweiz						↘	↗	↗	↗	↘
Region										
Jura						↗	↗	↗	→	↗
Mittelland						↗	↘	↗	→	→
Alpennordflanke						↘	↘	↗	↗	↘
Westliche Zentralalpen						↘	→	↗	→	→
Östliche Zentralalpen						↘	↗	↘	↗	→
Alpensüdflanke						↗	↗	↗	→	→
Höhenzone										
<800 m						↗	↗	↘	↗	↘
800–1600 m						↘	→	↗	↗	→
>1600 m						↘	↗	↘	↘	↘

Tab. 36. Fläche (ha) und Anteil an der Biotopfläche (%) der Gehölzdeckung, der Deckung des offenen Bodens und des offenen Wassers für Hochmoore in der Schweiz und den biogeographischen Regionen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte	550	65	70	340	8	40	27
Fläche [ha]	1 566	469	132	863	8	61	32
Rasterzellen	13 904	3 252	1 307	8 012	107	799	427
Gehölzdeckung [ha]	574	276	42	233	1	13	9
Offener Boden [ha]	12	4	1	5	0	1	0
Offenes Wasser [ha]	24	5	4	12	0	2	1
Gehölzdeckung [%]	36.66	58.95	31.48	26.94	18.72	20.62	29.24
Offener Boden [%]	0.74	0.84	0.64	0.60	2.06	1.60	1.41
Offenes Wasser [%]	1.56	1.14	2.82	1.40	3.40	2.72	4.18

In den Hochmooren wurden zwischen Erst- und Zweiterhebung jährlich eine Fläche von 6.26 ha neu von Gehölzen bedeckt (+0.40 % der Hochmoorfläche). Gleichzeitig ging die Gehölzdeckung auf anderen Flächen um 7.31 ha zurück (–0.47 % der Hochmoorfläche). Die jährliche Veränderung der Gehölzdeckung zwischen der Erst- und Zweiterhebung in den Hochmooren bei einer Gesamtfläche aller Hochmoore von 1561 ha betrug somit –1.05 ha (Tab. 37).

Abnahmen der Gehölzdeckung gab es an der Alpennordflanke, den Westlichen Zentralalpen und den Östlichen Zentralalpen (–0.20 %, –0.35 % bzw. –0.27 %), Zunahmen von jährlich 0.05 % im Jura, 0.28 % im Mittelland und von 0.76 % an der Alpensüdflanke. Dementsprechend war die jährliche Zunahme der Gehölzdeckung in der untersten Höhenstufe (<800 m) mit +0.34 % am höchsten. In der mittleren und oberen Höhenstufe nahm die Gehölzdeckung leicht ab (–0.08 % bzw. –0.18 %; Tab. 38).

Tab. 37. Jährliche absolute Veränderung in Hektaren und relative Veränderung zur Biotopfläche in Prozent der Gehölzdeckung und des offenen Bodens in den Hochmooren der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Jura	Mittelland	Alpen-nord-flanke	Westliche Zentral-alpen	Östliche Zentral-alpen	Alpensüd-flanke
Anzahl Objekte		543	63	70	337	8	39	26
Fläche [ha]		1 561	468	132	861	8	61	31
Rasterzellen		13 826	3 239	1 307	7 985	107	793	395
Veränderung Gehölzdeckung [ha]	Zunahme	6.26	2.35	0.92	2.56	0.01	0.10	0.32
	Abnahme	-7.31	-2.10	-0.55	-4.27	-0.04	-0.26	-0.09
	Bilanz	-1.05	0.25	0.37	-1.71	-0.03	-0.16	0.23
Veränderung offener Boden [ha]	Zunahme	1.17	0.53	0.08	0.48	0.01	0.05	0.03
	Abnahme	-1.12	-0.21	-0.22	-0.66	-0.01	-0.01	-0.02
	Bilanz	0.05	0.32	-0.14	-0.18	0.00	0.04	0.01
Veränderung offenes Wasser [ha]	Zunahme	1.57	0.34	0.27	0.82	0.02	0.04	0.08
	Abnahme	-1.14	-0.26	-0.24	-0.53	-0.01	-0.08	-0.02
	Bilanz	0.43	0.08	0.03	0.29	0.01	-0.04	0.06
Veränderung Gehölzdeckung [%]	Zunahme	0.40	0.50	0.69	0.30	0.18	0.16	1.04
	Abnahme	-0.47	-0.45	-0.42	-0.50	-0.54	-0.43	-0.28
	Bilanz	-0.07	0.05	0.28	-0.20	-0.35	-0.27	0.76
Veränderung offener Boden [%]	Zunahme	0.08	0.11	0.06	0.06	0.15	0.08	0.09
	Abnahme	-0.07	-0.04	-0.17	-0.08	-0.10	-0.01	-0.06
	Bilanz	0.00	0.07	-0.11	-0.02	0.05	0.07	0.03
Veränderung offenes Wasser [%]	Zunahme	0.10	0.07	0.20	0.10	0.20	0.07	0.27
	Abnahme	-0.07	-0.06	-0.18	-0.06	-0.10	-0.13	-0.06
	Bilanz	0.03	0.02	0.03	0.03	0.10	-0.06	0.21

Tab. 38. Jährliche absolute und relative Veränderung der Gehölzdeckung, des offenen Bodens und von offenem Wasser in den Hochmooren verschiedener Höhenstufen in Hektaren und Prozent zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		< 800 m	800–1600 m	> 1600 m
Objekte		61	379	103
Fläche [ha]		81	1308	171
Rasterzellen		834	10982	2010
Veränderung Gehölzbedeckung [ha]	Zunahme	0.62	5.14	0.50
	Abnahme	-0.34	-6.16	-0.80
	Bilanz	0.27	-1.02	-0.30
Veränderung offener Boden [ha]	Zunahme	0.06	0.99	0.12
	Abnahme	-0.03	-0.99	-0.10
	Bilanz	0.03	0.00	0.02
Veränderung offenes Wasser [ha]	Zunahme	0.12	1.23	0.21
	Abnahme	-0.21	-0.69	-0.23
	Bilanz	-0.09	0.54	-0.02
Veränderung Gehölzbedeckung [%]	Zunahme	0.76	0.39	0.29
	Abnahme	-0.42	-0.47	-0.47
	Bilanz	0.34	-0.08	-0.18
Veränderung offener Boden [%]	Zunahme	0.08	0.08	0.07
	Abnahme	-0.04	-0.08	-0.06
	Bilanz	0.04	0.00	0.01
Veränderung offenes Wasser [%]	Zunahme	0.15	0.09	0.13
	Abnahme	-0.26	-0.05	-0.13
	Bilanz	-0.12	0.04	-0.01

Die Veränderungen des Anteils an offenem Boden und des offenen Wassers waren sehr gering und variierten nur wenig zwischen den biogeographischen Regionen (Tab. 37). Ein ähnliches Bild zeigte sich für die Höhenstufen (Tab. 38).

Bei 68 von insgesamt 543 Hochmooren (12.5 % aller Hochmoore) lag die jährliche Zunahme der Gehölzdeckung bei über 1 % und bei 36 Objekten (6.6 % aller Hochmoore) bei über 2 % (Tab. 39, Abb. 39). Relativ gesehen lagen die meisten Objekte mit den grössten jährlichen Zunahmen der Gehölzdeckung über 1 % im Jura (23.8 % aller Hochmoore im Jura) und im Mittelland (18.5 % aller Hochmoore im Mittelland).

Tab. 39. Anzahl und Anteil der Hochmoore, deren Gehölzdeckung sich jährlich höchstens schwach (-1% bis $+1\%$), stark positiv oder negativ (zwischen 1% und 2%) oder sehr stark positiv oder negativ (grösser 2%) zwischen Erst- und Zweiterhebung in der Schweiz und den biogeographischen Regionen veränderte. Die Veränderung der Gehölzdeckung wurde relativ zur jeweiligen Fläche des Objekts berechnet.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte mit jährlicher Gehölzveränderung							
$<-2\%$	26	1	3	21	0	1	0
-1% bis -2%	32	4	5	20	0	2	1
-1% bis $+1\%$	417	43	49	259	8	35	23
$+1\%$ bis $+2\%$	32	6	1	23	0	1	1
$>+2\%$	36	9	12	14	0	0	1
Anteil Objekte mit jährlicher Gehölzveränderung							
$<-2\%$	4.8 %	1.6 %	4.3 %	6.2 %	0.0 %	2.6 %	0.0 %
-1% bis -2%	5.9 %	6.3 %	7.1 %	5.9 %	0.0 %	5.1 %	3.8 %
-1% bis $+1\%$	76.8 %	68.3 %	70.0 %	76.9 %	100.0 %	89.7 %	88.5 %
$+1\%$ bis $+2\%$	5.9 %	9.5 %	1.4 %	6.8 %	0.0 %	2.6 %	3.8 %
$>+2\%$	6.6 %	14.3 %	17.1 %	4.2 %	0.0 %	0.0 %	3.8 %

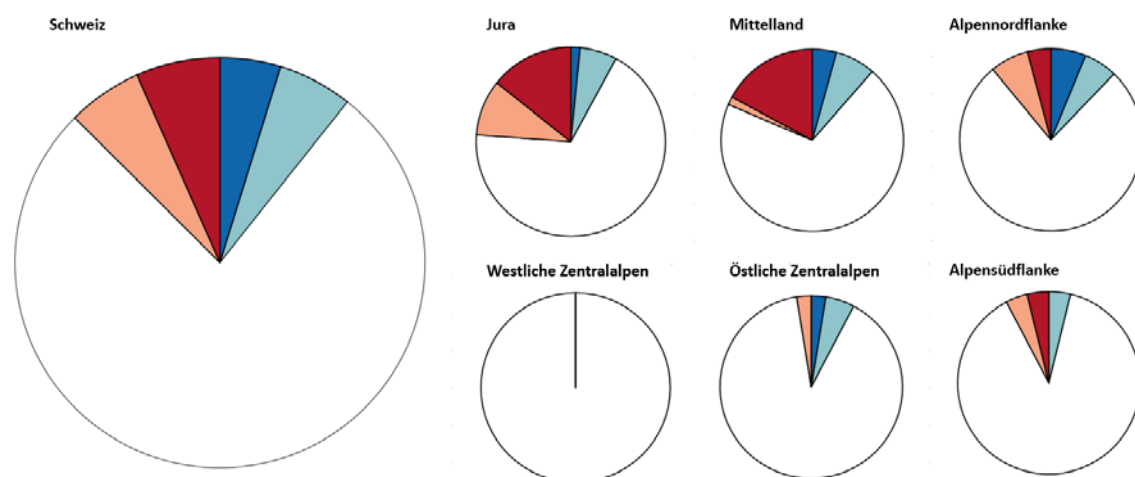


Abb. 39. Verteilung der Anzahl Hochmoore mit und ohne Veränderung der Gehölzdeckung zwischen der Erst- und Zweiterhebung in der Schweiz und den biogeographischen Regionen. Blau: Anteil jährliche Gehölzveränderung $<-2\%$; hellblau: Anteil jährliche Gehölzveränderung -1% bis -2% ; weiss: Anteil jährliche Gehölzveränderung $+1\%$ bis -1% ; orange: Anteil jährliche Gehölzveränderung $+1\%$ bis $+2\%$; rot: Anteil jährliche Gehölzveränderung $>+2\%$.

Zustand und Veränderungen Infrastruktur

Schweizweit kamen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung in 2.86 % der Rasterzellen in Hochmooren Strassen und Wegen und in 0.56 % der Rasterzellen Gebäuden vor. Die höchsten Werte mit Strassen und Wegen waren mit 4.88 % der Rasterzellen in den Östlichen Zentralalpen zu finden, während an der Alpennordflanke mit 0.84 % der Rasterzellen der höchste Wert für Rasterzellen mit Gebäuden vorkam (Tab. 40).

Die jährlichen Veränderungen der Infrastrukturen Strassen und Wege sowie Gebäude waren in den Hochmooren (Primär- und Sekundärflächen) sehr gering (Abb. 40). Schweizweit kamen jährlich 2.14 Rasterzellen (+0.02 %) mit Strassen und Wegen neu hinzu und 1.88 Rasterzellen (−0.01 %) verschwanden. Bei Gebäuden gab es praktisch keine Veränderungen (Tab. 41).

Zwischen der Erst- und Zweiterhebung sind in zwei Hochmoor-Objekten (0.4 % aller Objekte) in der Schweiz neue Infrastrukturen (Strassen und Wege sowie Gebäude) entstanden (Tab. 42). Es war ein Objekt im Mittelland und ein Objekt auf der Alpennordflanke betroffen.

Tab. 40. Anzahl und Anteil (%) von Rasterzellen mit Strassen und Wegen und Gebäuden in den Hochmooren (Primär- und Sekundärflächen) in der Schweiz und den biogeographischen Regionen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte	550	65	70	340	8	40	27
Fläche [ha]	1 566	469	132	863	8	61	32
Rasterzellen	13 904	3 252	1 307	8 012	107	799	427
Strassen und Wege [Rasterzellen]	398	8	37	306	0	39	8
Gebäude [Rasterzellen]	78	7	2	67	0	2	0
Strassen und Wege [%]	2.86	0.25	2.83	3.82	0.00	4.88	1.87
Gebäude [%]	0.56	0.22	0.15	0.84	0.00	0.25	0.00

Tab. 41. Anzahl und Anteile der Rasterzellen (an der Gesamtzahl) der jährlichen Zunahmen (Anzahl neu besetzte Rasterzellen), Abnahmen (Anzahl neu nicht mehr besetzte Rasterzellen) und die Bilanz von Rasterzellen mit Strassen und Wegen und Gebäuden in den Hochmooren (Primär- und Sekundärflächen), der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anteil Objekte		543	0	70	337	8	39	26
Fläche [ha]		1 561	−1	132	861	8	61	31
Rasterzellen		13 826	−1	1 307	7 985	107	793	395
Veränderung	Zunahme	2.14	0.00	0.17	1.75	0.00	0.22	0.00
Strasse und	Abnahme	−1.88	0.00	−0.17	−0.83	0.00	0.00	0.00
Wege (Raster- zellen)	Bilanz	0.26	0.00	0.00	0.92	0.00	0.22	0.00
Veränderung	Zunahme	0.17	−0.01	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00
Gebäude [Ras- terzellen]	Abnahme	−0.83	0.00	0.00	−0.83	0.00	0.00	0.00
	Bilanz	−0.67	0.05	0.00	−0.67	0.00	0.00	0.00
Veränderung	Zunahme	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.03	0.00
Strassen und	Abnahme	−0.01	−0.03	−0.01	−0.01	0.00	0.00	0.00
Wege [%]	Bilanz	0.00	−0.03	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00
Veränderung	Zunahme	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gebäude [%]	Abnahme	−0.01	0.00	0.00	−0.01	0.00	0.00	0.00
	Bilanz	0.00	0.00	0.00	−0.01	0.00	0.00	0.00

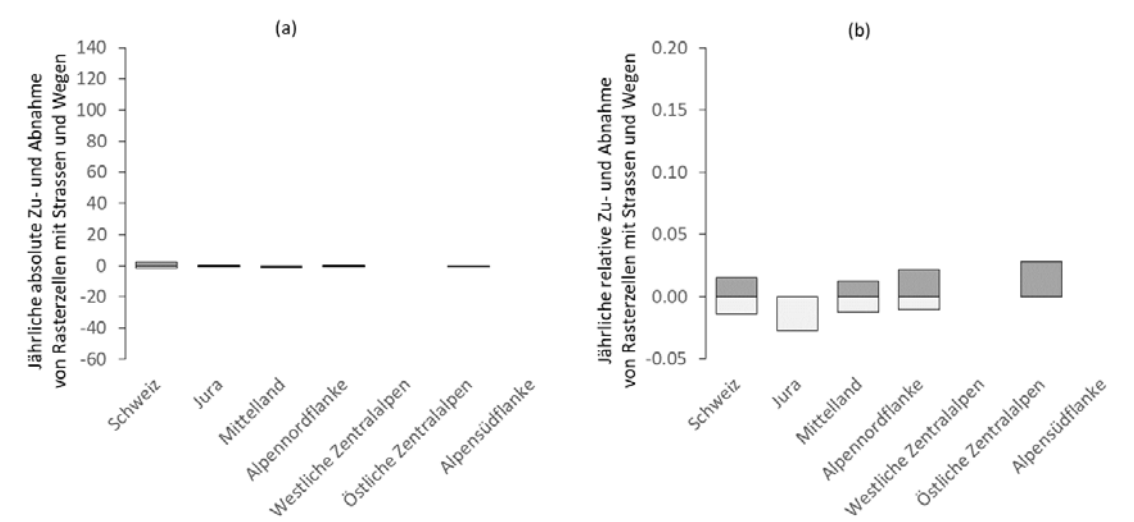


Abb. 40. Jährliche Zu- und Abnahmen der Anzahl (a) und Anteile (an der Gesamtzahl) der Rasterzellen (b) mit Infrastrukturtyp «Strassen und Wege» in den Hochmooren (Primär- und Sekundärflächen) der Schweiz und der biogeographischen Regionen.

Tab. 42. Anzahl und Anteile der Hochmoor-Objekte mit neuen Infrastrukturen (Strassen und Wege sowie Gebäude) zwischen Erst- und Zweiterhebung in der Schweiz und den biogeographischen Regionen.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Objekte	544	63	68	340	7	37	29
Objekte mit neuen Infrastrukturen	2	0	1	1	0	0	0
Anteil der Objekte mit neuen Infrastrukturen	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %

3.3.3 Diskussion der Ergebnisse in Hochmooren

Die hydrologische Situation in den Hochmooren ist unbefriedigend. Sie trockenen weiterhin aus, wie dies durch die abnehmende Feuchtezahl angezeigt wird. Ein schleichender Rückgang der Feuchtezahl in Hochmooren wird seit Längerem verzeichnet (Küchler *et al.* 2018b; Bergamini *et al.* 2019b). Neben den immer noch in zahlreichen Hochmooren vorhandenen Drainagen und dem oft unbefriedigenden Zustand der hydrologischen Pufferzone (BAFU 2022b), dürften auch die reduzierten Sommer-Niederschlagsmengen der vergangenen Jahrzehnte eine Rolle spielen (Crocì-Maspoli *et al.* 2018; Calanca *et al.* 2022). Kaule und Peringer (2015) halten ein Hochmoorwachstum in Gebieten mit unter 1000 mm Jahresniederschlag für nicht mehr möglich, da die Sommermonate zu trocken sind. In den Hochmooren des Schwarzwaldes fanden Sperle und Bruelheide (2021) denn auch grössere Verluste moortypischer Arten in tiefen Lagen als in Hochlagen und geben als Ursache für diesen Rückgang die in den letzten Jahrzehnten gestiegenen Temperaturen mit gleichzeitigen Rückgängen der Niederschlagsmenge an.

In den biogeographischen Regionen mit genügend wiederholten Plots/Objekten nahm die mittlere Feuchtezahl ab, ausser im Mittelland. Das Mittelland wies auch die höchste mittlere Feuchtezahl auf. Dies kann auf die anteilmässig vielen Hochmoorrenaturierungen im Mittelland zurückzuführen sein.

Dennoch ging schweizweit die Fläche des Lebensraums Hochmoor markant zurück (–72 ha oder 6.5 % der Hochmoorfläche), wahrscheinlich weil die Hochmoore weiterhin



Abb. 41. Unter dem festgestellten Rückgang der Feuchtezahl leiden Hochmoorspezialisten. Davon sind viele gefährdet (Bornand *et al.* 2016), wie der Langblättrige Sonnentau (*Drosera anglica*, Status VU; links), der Moorbärlapp (*Lycopodiella inundata*, VU; Mitte) oder die Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*, VU; rechts). (Fotos: links und rechts: Angéline Bedolla, Mitte: Norbert Schnyder).

austrocknen, verheiden und verbuschen. Diese negativen Entwicklungen könnten sich in Zukunft im Zuge des Klimawandels weiter verschärfen (Buse *et al.* 2015; Bergamini und Ecker 2022). Alarmierend ist, dass dieser Rückgang in lediglich sechs Jahren geschah. Der von Küchler *et al.* (2018b) festgestellte Trend setzte sich somit fort. Entgegen den von Küchler *et al.* (2018b) festgestellten Trends, blieb jedoch die mittlere Nährstoffzahl schweizweit auf einem für Hochmoore typischen nährstoffarmen Niveau konstant (mittlere Nährstoffzahl von 1.99 entspricht nach Landolt *et al.* 2010 «nährstoffarm»). Diese letztere Entwicklung ist positiv zu bewerten. Ein möglicher Grund könnte die fortgeschrittene Umsetzung der Nährstoffpufferzonen bei bereits über 80 % der Hochmoore sein (BAFU 2022b). Ebenfalls positiv zu werten sind die weitgehend konstant gebliebenen Anteile der invasiven Neophyten, was an der aktiven Bekämpfung durch Kantone und Naturschutzorganisationen liegen kann.

Trotz Hochmoorrenaturierungen (Box 5) wurde im Mittelland eine schwache Zunahme der Gehölzdeckung und im Jura ein hoher Anteil von Objekten mit starken Zunahmen der Gehölzbedeckung festgestellt. Die Entwicklung im Mittelland stehen im Gegensatz zu den Trends zwischen der Inventarisierung und der Ersterhebung der WBS (Bergamini *et al.* 2019b), bei der ein Rückgang der Gehölzdeckung gefunden wurde. Die nun festgestellten Zunahmen der Gehölzdeckung könnten durch das Einwachsen einiger renaturierter Hochmoore im Mittelland durch Gehölze, wie den Faulbaum (*Frangula alnus*) oder der Moor-Birke (*Betula pubescens*) verursacht worden sein, die oft ein Problem in renaturierten Hochmooren darstellen (Küchler *et al.* 2018a). Renaturierte Hochmoore brauchen eine Nachpflege. Neben dem Mittelland nahm die Gehölzdeckung vor allem an der Alpensüdflanke zu. Allerdings sind lediglich 26 Hochmoorobjekte in dieser biogeographischen Region zu finden und sie sind meist klein (zusammen 31 ha). In zwei Objekten der Alpensüdflanke ist die Verbuschung stark bis sehr stark, in einem Objekt nahm die Verbuschung ab. Im Alpenraum (Alpennordflanke, westliche Zentralalpen, östliche Zentralalpen) nahm die Gehölzdeckung im Durchschnitt leicht ab und der Anteil von Objekten mit starken Zunahmen der Gehölzdeckung ist geringer als beispielsweise im Jura und Mittelland. Dies weist auf einige erfolgreiche Renaturierungen im Alpenraum hin (Staubli 2023). Im Gegensatz zur Zunahme der Gehölzdeckung, die aus Sicht des Hochmoorschutzes immer negativ ist, muss ein hoher Anteil der Gehölzdeckung wie er im Jura mit fast 60 % zu finden ist, nicht zwingend negativ sein. Bergföhrenhochmoore, die im Jura weit verbreitet sind, aber auch in den Alpen zu finden sind, können natürlicherweise eine hohe Deckung von Aufrechter Bergföhre (*Pinus uncinata* ssp. *uncinata*; Grünig 1994) aufweisen. Allerdings wird auch die Bergföhre durch Trockenheit gefördert und hydrologisch isolierte Hochmoorteile können dichte Bestände der Bergföhre aufweisen, was nicht der ursprünglichen Hochmoorvegetation entspricht.

Als positiv zu beurteilen ist hingegen, dass es praktisch keine Veränderungen bei den Infrastrukturelementen wie Strassen und Wege sowie Gebäude waren in den Hochmooren

gab. Dies verdeutlicht, dass der Schutz der Hochmoore in dieser Hinsicht durch das generelle Bauverbot gut umgesetzt wird. Es bleibt jedoch zu beachten, dass die Entwicklung der Infrastruktur im hydrologischen Einzugsgebiet nicht beurteilt wird und somit Beeinträchtigungen der Wasserversorgung bestimmter Objekte, insbesondere durch Strassen und Wege nicht auszuschliessen sind.

Box 5

Renaturierung von Hochmooren

Renaturierungen sind essenziell, will man die Funktionalität eines degradierten Hochmoors wiederherstellen. Alle in der Schweiz noch vorhandenen Hochmoore sind zwar seit 1987 geschützt (Annahme Rothenthurm-Initiative; Küchler *et al.* 2018b), fast alle Hochmoore der Schweiz weisen aber menschliche Eingriffe und eine gestörte Hydrologie vor. Entwässerungen haben das «unproduktive Nassland» für die landwirtschaftliche und die forstliche Produktion urbar gemacht und den Abbau von Torf ermöglicht (Stuber und Bürgi 2018). Renaturierungsprojekte haben das Ziel, die hydrologischen Bedingungen wiederherzustellen, damit die typische Hochmoorvegetation gedeihen kann. Besonders wichtig ist, dass sich eine geschlossene Decke aus Torfmoosen bilden kann. Ist dies der Fall, wird der noch vorhandene Torf nicht mehr weiter zersetzt und der im Torf vorhandene Kohlenstoff wird nicht mehr als CO₂ freigesetzt, sondern langfristig gespeichert. Im günstigsten Fall findet sogar ein Aufbau von Torf statt.

Bei Renaturierungen gilt es den Wasserpegel in Mooren anzuheben ohne grossflächige, dauerhafte Überflutung (hohe Methanemissionen) zu

verursachen und ohne das Moor von seiner hydrologischen Umgebung zu isolieren. Meist werden Entwässerungsgräben mit Spundwänden, Wehren oder Dämmen verschlossen (Abb. 42 links).

Fliessende Kleingewässer werden neugestaltet, verbreitert, ihre Sohle erhöht und mit Schwellen ausgestattet, wodurch sich ihre Wasserentzugs- und Erosionskraft reduziert. Wo Torf für das Grabenverfüllen entnommen wird, entstehen Flachgewässer die Wasserpflanzen, Libellen, und Amphibien Lebensraum bieten (Abb. 42 rechts). Eine Hochmoorrenaturierung braucht allerdings Zeit. Durch Störungen bei den Renaturierungsarbeiten (z. B. Bodenumlagerungen) werden Nährstoffe freigesetzt, die das Wachstum von Gehölzen (z. B. Faulbaum, Weiden) und schnellwüchsigen, konkurrenzstarken Pflanzen fördern. Weitere Massnahmen in Form von Entbuschungen oder im Extremfall Mahd mit Streuabfuhr sind deshalb erforderlich. In der Regulierung der Nährstoff- und Wasserzuflüsse spielen auch ökologisch ausreichende Pufferzonen eine wichtige Rolle (BAFU 2022b).



Abb. 42. Errichtung einer Holzspundwand in einem Hauptentwässerungsgraben (Hochmoor Gross Moos im Schwändital, links). Bereits nach weniger als drei Jahren nach den Renaturierungsarbeiten am «Etang de la Gruère» wachsen Torfmoose in und flachmoortypische Arten an Teichen (rechts). (Fotos: links: Lena Gubler; rechts: Angéline Bedolla).

3.3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit Hochmoore

In den Hochmooren überwiegen die negativen Entwicklungen klar:

- Austrocknung nicht gestoppt
- Typische Hochmoorarten und Bedeckung mit Torfmoosen abnehmend
- Verlust von 6.5 % (–0.7 km²; fast 100 Fussballfelder) der Hochmoor-Fläche innert sechs Jahren
- Anteil stark verbuschender Objekte vor allem im Jura und Mittelland hoch

Es gab auch wenige positive Entwicklungen:

- Nährstoffverhältnisse wie durch die Vegetation angezeigt auf einem für Hochmoore typisch niedrigen Niveau konstant
- Anteil der gefährdeten Arten konstant, keine Zunahme von Neophyten
- Keine Veränderungen bei Infrastrukturen

Die Ergebnisse verdeutlichen weiterhin dringenden Massnahmenbedarf. Angesichts der Klimaerwärmung sind Renaturierungen zur Wiederherstellungen des natürlichen Wasserhaushalts zentral, um langfristig die Austrocknung von Hochmooren zu stoppen. Die positiven Auswirkungen von Renaturierungen wurden an vielen Fallbeispielen belegt (Küchler *et al.* 2018b; Bedolla *et al.* 2019). Neben den Renaturierungen innerhalb der Objekte, muss in Zukunft auch vermehrt auf das hydrologische Einzugsgebiet geachtet werden. Im Gegensatz zur Umsetzung der Nährstoffpufferzone, die bei Hochmooren bei fast 70 % der Objekte umgesetzt ist und bei weiteren ca. 15 % nicht nötig ist, besteht in der hydrologischen Pufferzone viel Umsetzungsbedarf (BAFU 2022b).

3.4 Auen

Auf allen 2042 Auen-Plots (124 Stichprobenobjekte der alpinen Schwemmebenen, Flussauen und Deltas, Seeauen) und beiden Erhebungen wurden insgesamt 1257 Gefässpflanzen erfasst, das sind 33.4 % der in der Schweiz vorkommenden Gefässpflanzen. Von den aufgefundenen Arten gelten 82 als gefährdet, weitere 101 sind potenziell gefährdet und 75 sind Neophyten, wovon 24 auf der Liste der invasiven Neophyten aufgeführt sind (*Ailanthus altissima*, *Amorpha fruticosa*, *Artemisia verlotiorum*, *Aster lanceolatus*, *Buddleja davidii*, *Cornus sericea*, *Cotoneaster horizontalis*, *Erigeron annuus*, *Helianthus tuberosus*, *Heracleum mantegazzianum*, *Impatiens glandulifera*, *Lonicera japonica*, *Lupinus polyphyllus*, *Parthenocissus inserta*, *P. quinquefolia*, *Prunus laurocerasus*, *P. serotina*, *Reynoutria japonica*, *Robinia pseudoacacia*, *Rubus armeniacus*, *R. phoenicolasius*, *Solidago canadensis*, *S. gigantea*, *Trachycarpus fortunei*). Die Artenzahlen pro 10 m² Plot reichten von 0 bis 74 und betrugen im flächenrepräsentativen Durchschnitt 14.3 Arten.

3.4.1 Gletschervorfelder

Gletschervorfelder sind mit über 12 000 ha der zweitgrösste Auentyp im Bundesinventar der Auen (Volkart *et al.* 2024). In Gletschervorfeldern (Abb. 43) werden keine Vegetationserhebungen durchgeführt, sondern nur Zustand und Entwicklung im Rahmen der Fernerkundung erhoben.

Ergebnisse Fernerkundung

Zustand und Veränderungen Gehölzdeckung, offener Boden und offenes Wasser

Offener Boden nahm mit 73.86 % der Gesamtfläche den grössten Flächenanteil in Gletschervorfeldern ein (Tab. 43). Schweizweit betrug die Gehölzdeckung 2.84 % der Gesamtfläche der Gletschervorfelder, offenes Wasser nahm 3.17 % ein. Zwischen den biogeographischen Regionen variierten die Werte nur wenig (Tab. 43).



Abb. 43. In den Gletschervorfeldern ist der Einfluss des Menschen gering, natürliche Sukzessionsprozesse dominieren. (Foto: Ariel Bergamini)

Tab. 43. Fläche (ha) und Anteil an der Biotopfläche (%) der Gehölzdeckung, der Deckung des offenen Bodens und des offenen Wassers für Gletschervorfelder in der Schweiz und den biogeographischen Regionen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	Schweiz	Alpennord- flanke	Westliche Zentralalpen	Östliche Zent- ralalpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte	54	14	18	18	4
Fläche [ha]	12 225	3 404	4 226	3 953	623
Rasterzellen	56 600	15 840	19 428	18 296	2 912
Gehölzdeckung [ha]	348	38	206	73	29
Offener Boden [ha]	9 030	2 583	3 060	2 925	453
Offenes Wasser [ha]	387	123	109	143	12
Gehölzdeckung [%]	2.84	1.13	4.87	1.86	4.65
Offener Boden [%]	73.86	75.89	72.39	73.99	72.77
Offenes Wasser [%]	3.17	3.61	2.57	3.62	1.90

In Gletschervorfeldern nahm die Gehölzdeckung in der Schweiz jährlich um 1.15 ha zu (+0.01 % der Fläche der Gletschervorfelder; Tab. 44). Zugenommen hat die Gehölzdeckung auch an der Alpennordflanke und den Westlichen und Östlichen Zentralalpen. An der Alpensüdflanke hingegen nahm die Gehölzdeckung ab, und zwar jährlich um 3.0 ha. Dies kann erklärt werden durch den Bergsturz am Pizzo Cengalo am 23.8.2017 und Geröllablagerungen im Objekt Vadrec da la Bondasca (Anhang 1, Abb. 70). Bei den drei übrigen Gletschervorfeldern an der Alpensüdflanke nahm die Gehölzdeckung zu.

Die Fläche des offenen Bodens verringerte sich jährlich um 24.70 ha (–0.21 % der Gesamtfläche). An der Alpensüdflanke gab es jedoch eine jährliche Zunahme von 1.96 ha des offenen Bodens (+0.31 % der Fläche der Gletschervorfelder an der Alpensüdflanke). Auch dies ist mit dem Bergsturz am Pizzo Cengalo zu erklären. Die Fläche des offenen Wassers vergrösserte sich jährlich um 6.82 ha (+0.06 % der Gesamtfläche).

Zustand und Veränderungen Infrastruktur

In den Gletschervorfeldern fanden sich zum Zeitpunkt der Zweiterhebung sehr wenige Rasterzellen, die von Infrastruktur betroffen waren. Nur 0.41 % aller Rasterzellen wiesen schweizweit in Gletschervorfeldern Strassen und Wegen und nur 0.07 % Gebäude auf (Tab. 45). Rasterzellen mit Strassen und Wegen fanden sich nur in den Gletschervorfeldern der Westlichen und Östlichen Zentralalpen (in 0.68 % bzw. 0.53 % aller Rasterzellen). Die Gletschervorfelder der Alpennordflanke und der Alpensüdflanke sind also frei von Strassen und Wegen.

Tab. 44. Jährliche absolute Veränderung in Hektaren und relative Veränderung zur Biotopfläche in Prozent der Gehölzdeckung, des offenen Bodens und des offenen Wassers in den Gletschervorfeldern der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte		52	14	16	18	4
Fläche [ha]		11 528	3 331	3 623	3 952	623
Rasterzellen		53 332	15 435	16 694	18 291	2 912
Veränderung Gehölzdeckung [ha]	Zunahme	6.21	1.11	1.83	2.74	0.53
	Abnahme	-5.06	-0.37	-1.07	-0.06	-3.56
	Bilanz	1.15	0.74	0.75	2.68	-3.03
Veränderung offener Boden [ha]	Zunahme	37.05	7.95	15.53	8.79	4.78
	Abnahme	-61.75	-15.29	-20.8	-22.84	-2.82
	Bilanz	-24.7	-7.34	-5.27	-14.05	1.96
Veränderung offenes Wasser [ha]	Zunahme	12.16	3.41	5.42	3.05	0.28
	Abnahme	-5.34	-1.78	-1.89	-1.54	-0.14
	Bilanz	6.82	1.64	3.53	1.51	0.15
Veränderung Gehölzdeckung [%]	Zunahme	0.05	0.03	0.05	0.07	0.09
	Abnahme	-0.04	-0.01	-0.03	0	-0.57
	Bilanz	0.01	0.02	0.02	0.07	-0.49
Veränderung offener Boden [%]	Zunahme	0.32	0.24	0.43	0.22	0.77
	Abnahme	-0.54	-0.46	-0.57	-0.58	-0.45
	Bilanz	-0.21	-0.22	-0.15	-0.36	0.31
Veränderung offenes Wasser [%]	Zunahme	0.11	0.1	0.15	0.08	0.05
	Abnahme	-0.05	-0.05	-0.05	-0.04	-0.02
	Bilanz	0.06	0.05	0.1	0.04	0.02

Tab. 45. Anzahl und Anteil (%) von Rasterzellen mit Strassen und Wegen und Gebäuden in den Gletschervorfeldern in der Schweiz und den biogeographischen Regionen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	Schweiz	Alpennord- flanke	Westliche Zentralalpen	Östliche Zent- ralalpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte	54	14	18	18	4
Fläche [ha]	12 225	3 404	4 226	3 953	623
Rasterzellen	56 600	15 840	19 428	18 296	2 912
Strassen und Wege [Rasterzellen]	231	0	133	98	0
Gebäude [Rasterzellen]	39	6	26	4	3
Strassen und Wege [%]	0.41	0.00	0.68	0.53	0.00
Gebäude [%]	0.07	0.04	0.13	0.02	0.10

In den Gletschervorfeldern gab es zwischen der Ersterhebung und der Zweiterhebung praktisch keine Veränderungen der Infrastruktur. Einzig in den Westlichen Zentralalpen gab es Veränderungen mit einer jährlichen Zunahme von 0.33 Rasterzellen von Strassen und Wegen (Tab. 46).

Tab. 46. Anzahl und Anteile der Rasterzellen (an der Gesamtzahl) der jährlichen Zunahmen (Anzahl neu besetzte Rasterzellen), Abnahmen (Anzahl neu nicht mehr besetzte Rasterzellen) und die Bilanz von Rasterzellen mit Strassen und Wegen und Gebäuden in den Gletschervorfeldern, der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte		52	14	16	18	4
Fläche [ha]		11 528	3 331	3 623	3 952	623
Rasterzellen		53 332	15 435	16 694	18 291	2 912
Veränderung Strasse und Wege (Rasterzellen)	Zunahme	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00
	Abnahme	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Bilanz	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00
Veränderung Gebäude [Rasterzellen]	Zunahme	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00
	Abnahme	−0.14	−0.14	0.00	0.00	0.00
	Bilanz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Veränderung Strassen und Wege [%]	Zunahme	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Abnahme	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Bilanz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Veränderung Gebäude [%]	Zunahme	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Abnahme	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Bilanz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Diskussion Gletschervorfelder

Gletschervorfelder sind Lebensräume, die von grossen Veränderungen betroffen sind. Durch den kontinuierlichen Rückgang der Gletscher und die Sukzession der Vegetation nahmen die Anteile von offenem Boden und Geröll ab und die Anteile der Gehölze langsam zu. Der offene Boden nahm jährlich fast 25 ha ab, offenes Wasser um fast 7 ha zu. Die Zunahme krautiger Vegetation liegt demnach bei etwa 17–18 ha. Die Sukzessionsprozesse verlaufen weitgehend natürlich, der direkte Einfluss des Menschen ist (noch) gering. Die gegenläufigen Entwicklungen an der Alpensüdflanke, wie Abnahme der Gehölzdeckung und Zunahme des offenen Bodens ist mit dem Bergsturz am Pizzo Cengalo im Jahr 2017 zu erklären. Mit zunehmender Sukzession und weiterer Erwärmung könnten Teile der Gletschervorfelder aber aus landwirtschaftlicher Sicht interessant werden: Neue Bereiche könnten beweidet werden oder wo Beweidung bereits stattfindet, intensiver werden.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit Gletschervorfelder

Die Veränderungen, die mittels Luftbildinterpretation in den Gletschervorfeldern festgestellt wurden, sind sehr gering. Es spielen sich in den Gletschervorfeldern weitgehend natürliche Sukzessionsprozesse ab.

3.4.2 Alpine Schwemmebenen

Alpine Schwemmebenen sind mit 614 ha der kleinste Auentyp im Bundesinventar der Auen (Volkart *et al.* 2024). Sie kommen nur an der Alpennordflanke und in den Östlichen Zentralalpen vor.

Ergebnisse Vegetationserhebungen

Signifikante Veränderungen zwischen Erst- und Zweiterhebung für alle Indikatoren und Straten der alpinen Schwemmebenen (Abb. 44) sind in Tab. 47 zusammengefasst. Detaillierte Tabellen zu allen Analysen finden sich in Anhang 3.

Bei den alpinen Schwemmebenen gab es ausser der reduzierten Auendynamik (−10.5 %) in Pionierfluren und Alluvionen und der Zunahme der Fläche der Gewässer (+162.6 %; +0.13 km²) keine nennenswerten Veränderungen, was auf weitgehend intakte Verhältnisse in diesen hoch gelegenen Objekten schliessen lässt (Abb. 45, Tab. 47).

Ergebnisse Fernerkundung

Zustand und Veränderungen Gehölzdeckung, offener Boden und offenes Wasser

Der Anteil offenen Bodens betrug zum Zeitpunkt der Zweiterhebung 34 % der Gesamtfläche der Alpinen Schwemmebenen. Die Anteile der Gehölzbedeckung und von offenem Wasser waren demgegenüber deutlich geringer mit Anteilen von 1.88 % bzw. 5.97 % (Tab. 48).

Die Gehölzdeckung nahm zwischen der Ersterhebung und der Zweiterhebung jährlich um 0.03 % zu (Tab. 49). Ebenso gab es eine leichte jährliche Zunahme von offenem Boden (+0.16 %) und von offenem Wasser (+0.10 %).



Abb. 44. Alpine Schwemmebenen zeichnen sich durch eine weitgehend natürliche Dynamik aus (Foto: Steffen Boch).

Tab. 47. Übersichtstabelle zu den signifikanten Veränderungen der mittleren Zeigerwerte für Nährstoffe (N), Licht (L), Feuchte (F) und Temperatur (T), der Auendynamik, der Anteile von Arten verschiedener Artengruppen an der Gesamtartenzahl, des Deckungsanteils der invasiven Neophyten und der Gesamtdeckung und der Fläche von Auen-Ziellebensräumen (Tab. 85) zwischen Erst- zur Zweiterhebung in alpinen Schwemmebenen. Die farbig hinterlegten Pfeile zeigen signifikante Zu- oder Abnahmen des jeweiligen Indikators in der Schweiz, den biogeographischen Regionen, der Höhenstufen und den in alpinen Schwemmebenen vorkommenden Auen-Ziellebensräumen an. Blau zeigt eine positive und rot eine negative Bewertung der Entwicklung an. Weisse Felder zeigen nicht-signifikante Entwicklungen. Nicht analysierte Kombinationen sind dunkelgrau markiert.

	Mittlere Zeigerwerte					Arten				Fläche
	N	L	F	T	Auendynamik	Anteil Lebensraumspezialisten	Anteil Rote Liste	Anteil invasive Neophyten	Anteil Deckung invasive Neophyten	
Schweiz										
Region										
Alpennordflanke										
Östliche Zentralalpen										
Höhenzone										
1600–3000 m										
Lebensraum										
Gewässer										↗
Pionierfluren und Alluvionen					↘					
Alpine Schwemmufer										
Nicht-Ziellebensräume					↗					

Tab. 48. Fläche (ha) und Anteil an der Biotopfläche (%) der Gehölzdeckung, der Deckung des offenen Bodens und des offenen Wassers für alpine Schwemmebenen in der Schweiz und in den biogeographischen Regionen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	Schweiz	Alpennordflanke	Östliche Zentralalpen
Anzahl Objekte	14	4	10
Fläche [ha]	594	291	303
Rasterzellen	3 149	1 363	1 786
Gehölzdeckung [ha]	11	2	9
Offener Boden [ha]	202	78	124
Offenes Wasser [ha]	35	12	24
Gehölzdeckung [%]	1.88	0.64	3.08
Offener Boden [%]	34.00	26.92	40.79
Offenes Wasser [%]	5.97	4.05	7.81

Tab. 49. Jährliche absolute Veränderung der Gehölzdeckung, des offenen Bodens und des offenen Wassers in den alpinen Schwemmebenen der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen in Hektaren und relative Veränderung zur Biotopfläche in Prozent zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Alpennordflanke	Östliche Zentralalpen
Anzahl Objekte		14	4	10
Fläche [ha]		594	291	303
Rasterzellen		3 149	1 363	1 786
Veränderung Gehölzdeckung [ha]	Zunahme	0.32	0.12	0.20
	Abnahme	−0.16	−0.01	−0.15
	Bilanz	0.16	0.11	0.05
Veränderung offener Boden [ha]	Zunahme	3.91	0.79	3.12
	Abnahme	−2.97	−1.34	−1.64
	Bilanz	0.94	−0.55	1.49
Veränderung offenes Wasser [ha]	Zunahme	1.34	0.42	0.92
	Abnahme	−0.73	−0.33	−0.40
	Bilanz	0.61	0.09	0.52
Veränderung Gehölzdeckung [%]	Zunahme	0.05	0.04	0.06
	Abnahme	−0.03	0.00	−0.05
	Bilanz	0.03	0.04	0.02
Veränderung offener Boden [%]	Zunahme	0.66	0.27	1.03
	Abnahme	−0.50	−0.46	−0.54
	Bilanz	0.16	−0.19	0.49
Veränderung offenes Wasser [%]	Zunahme	0.23	0.15	0.30
	Abnahme	0.12	0.12	0.13
	Bilanz	0.10	0.03	0.17

Zustand und Veränderungen Infrastruktur

Der Anteil von Rasterzellen mit Infrastruktur war in Alpinen Schwemmebenen gering. Schweizweit gab es in 3.94 % der Rasterzellen Strassen und Wege und in 0.44 % Gebäude (Tab. 50).

Tab. 50. Anzahl betroffener Rasterzellen von Strassen und Wegen und Gebäuden und deren Anteil in Prozent an der Gesamtzahl in den Alpinen Schwemmebenen, der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	Schweiz	Alpennordflanke	Östliche Zentralalpen
Anzahl Objekte	14	4	10
Fläche [ha]	594	291	303
Rasterzellen	3 149	1 363	1 786
Strassen und Wege [Rasterzellen]	124	85	39
Gebäude [Rasterzellen]	14	0	14
Strassen und Wege [%]	3.94	6.24	2.18
Gebäude [%]	0.44	0.00	0.78

Die Veränderungen von Infrastruktur waren in den Alpinen Schwemmebenen äusserst gering (Tab. 51). Schweizweit gab es eine jährliche Abnahme von −0.6 Rasterzellen, die Strassen und Wege aufweisen. Veränderungen in der Zahl von Rasterzellen mit Gebäuden gab es in Alpinen Schwemmebenen nicht.

Tab. 51. Anzahl und Anteile der Rasterzellen (an der Gesamtzahl) der jährlichen Zunahmen (Anzahl neu besetzte Rasterzellen), Abnahmen (Anzahl neu nicht mehr besetzte Rasterzellen) und die Bilanz von Rasterzellen mit Strassen und Wegen und Gebäuden in alpinen Schwemmebenen, der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Alpen-nord-flanke	Östliche Zentralalpen
Anzahl Objekte		14	4	10
Fläche [ha]		594	291	303
Rasterzellen		3 149	1 363	1 786
Veränderung Strasse und Wege [Rasterzellen]	Zunahme	0.50	0.17	0.33
	Abnahme	-1.10	0.00	-1.10
	Bilanz	-0.60	0.20	-0.76
Veränderung Gebäude [Rasterzellen]	Zunahme	0.00	0.00	0.00
	Abnahme	0.00	0.00	0.00
	Bilanz	0.00	0.00	0.00
Veränderung Strassen und Wege [%]	Zunahme	0.02	0.01	0.02
	Abnahme	-0.03	0.00	-0.06
	Bilanz	-0.02	0.01	-0.04
Veränderung Gebäude [%]	Zunahme	0.00	0.00	0.00
	Abnahme	0.00	0.00	0.00
	Bilanz	0.00	0.00	0.00

Diskussion der Ergebnisse in alpinen Schwemmebenen

Sowohl bei den Vegetationserhebungen als auch bei der Fernerkundung gab es eine Zunahme der Fläche der Gewässer beziehungsweise des offenen Wassers. Die Zunahme der Fläche des Lebensraums Gewässer (+0.13 km²) beruht auf einer Abnahme der Fläche der Pionierfluren und Alluvionen (-0.11 km²). Ein Grund für Zunahme der Gewässer und des offenen Wassers liegt wahrscheinlich in der beschleunigten Schmelze der Gletscher (Mannerfelt *et al.* 2022), besonders in den vergangenen Jahren mit extrem warmen Sommermonaten, die zu grossen Verlusten des Gletschereises führten (SCNAT 2023). Da offenes Wasser im Gegensatz zu anderen Strukturvariablen wie Sand, Kies, Steine und Fels bei der Berechnung der Auendynamikzahl nicht berücksichtigt wird (Tab. 4), ist die Auendynamik in Pionierfluren und Alluvionen zurückgegangen.

Die alpinen Schwemmebenen sind in der Schweiz und ihren biogeographischen Regionen weitgehend stabil, Strassen und Wege beziehungsweise Gebäude sind sehr selten und der Anteil der Rasterzellen mit Strassen und Wegen ist leicht gesunken.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit alpine Schwemmebenen

Die geringen Veränderungen in den alpinen Schwemmebenen deuten auf weitgehend intakte Verhältnisse in diesen hoch gelegenen Objekten hin. Es ist anzunehmen, dass sich diese Lebensräume in Zukunft im Zuge des Klimawandels verändern werden. Insbesondere die Wasserverhältnisse könnten sich ändern und der Beweidungsdruck zunehmen.



Abb. 45. Alpine Schwemmebenen zeigen ein wechselndes Mosaik aus Mikrohabitaten. Wechselnde Wasserstände der mäandrierenden Bäche bringen Feinmaterial mit sich. Das an kalkarmen, feuchten Standorten vorkommende Scheuchzers Wollgras (*Eriophorum scheuchzeri*) bildet Ausläufer und ist an solche wiederkehrenden Übersandungen angepasst (Foto: Steffen Boch).

3.4.3 Flussauen und Deltas

Ergebnisse Vegetationserhebungen

Flussauen und Deltas sind mit fast 13 000 ha und 243 Objekten der grösste Auentyp im Bundesinventar der Auen (Volkart *et al.* 2024). Signifikante Veränderungen zwischen Erst- und Zweiterhebung für alle Indikatoren und Straten der Flussauen und Deltas (Abb. 46) sind in Tabelle 52 zusammengefasst. Detaillierte Tabellen zu allen Analysen finden sich in Anhang 3.

In den Flussauen und Deltas sank schweizweit die mittlere Nährstoffzahl und mittlere Feuchtezahl signifikant, während die mittlere Temperaturzahl signifikant anstieg. Die mittlere Auendynamikzahl sank schweizweit, in den östlichen Zentralalpen sowie in Pionierfluren und Alluvionen. Der Anteil Auen-Lebensraumspezialisten sank ebenso schweizweit um 1.1 %. Der mittlere Anteil der invasiven Neophyten an der Artenzahl nahm schweizweit, im Mittelland sowie in der untersten und obersten Höhenstufe signifikant zu (Tab. 52; Abb. 47). Dieser zunehmende Trend war in allen biogeographischen Regionen (ausser den westlichen Zentralalpen) erkennbar, wenn er auch nur im Mittelland statistisch signifikant war (Abb. 48, Tab. 52). Der mittlere Deckungsanteil der invasiven Neophyten blieb hingegen weitgehend konstant und stieg nur in den Pionierfluren und Alluvionen leicht, aber signifikant an (Tab. 52).

Tab. 52. Übersichtstabelle zu den signifikanten Veränderungen der mittleren Zeigerwerte für Nährstoffe (N), Licht (L), Feuchte (F) und Temperatur (T), der Auedynamik, der Anteile von Arten verschiedener Artengruppen an der Gesamtartenzahl, des Deckungsanteils der Neophyten und der Gesamtdeckung und der Fläche von Auen-Ziel-lebensräumen (Tab. 85) zwischen Erst- zur Zweiterhebung in Flusssauen und Deltas. Die farbige hinterlegte Pfeile zeigen signifikante Zu- oder Abnahmen des jeweiligen Indikators in der Schweiz, den biogeographischen Regionen, den drei Höhenstufen und den Auen-Ziellebensräumen. Lebensräume, die in weniger als fünf Objekten vertreten sind, wurden nicht dargestellt. Blau zeigt eine positive und rot eine negative Bewertung der Entwicklung an, während die Bewertung der hellgrau markierten Entwicklungen kontextabhängig sind und deshalb nicht generell einer bestimmten Richtung zugeordnet werden konnten. Weisse Felder zeigen nicht-signifikante Ent-wicklungen. Nicht analysierte Kombinationen sind dunkelgrau markiert.

Mittlere Zeigewerte					Arten			Fläche	
N	L	F	T	Auendynamik	Anteil Lebens- raumspezia- listen	Anteil Rote Liste	Anteil invasive Neophyten		Anteil Deckung invasive Neo- phyten
Schweiz									
Region									
Jura									
Mittelland									
Alpennordflanke									
Westliche Zentralalpen									
Östliche Zentralalpen									
Alpensüdflanke									
Höhenzone									
100 – 800 m									
800 – 1600 m									
1600 – 3000 m									
Lebensraum									
Gewässer									
Röhricht									
Pionierfluren und Alluvionen									
Nährstoffreiche Krautsäume									
Weidengebüsch									
Weichholzauenwald									
Hartholzauenwald									
Nicht-Ziellebensräume									
					↗				
					↗				
					↗				



Abb. 46. Die Flussauen und Deltas von nationaler Bedeutung sind vielfältig und beherbergen viele verschiedene Lebensräume. Pionierarten sind an die natürliche Dynamik angepasst (Foto: Ariel Bergamini).



Abb. 47. Neophyten breiten sich immer weiter aus, auch entlang des Höhengradienten in höher gelegene Regionen. Das Foto zeigt den Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*) in einer dynamischen Aue bei Adelboden auf ca. 1600 m ü. M (Foto: Steffen Boch).

In den Flussauen und Deltas sind die flächenmässigen Veränderungen der Auen-Ziellbensräume sehr ausgeprägt, also wie viel Fläche des jeweiligen Lebensraumes von der zur Zweiterhebung gleichgeblieben ist, beziehungsweise zu einem anderen Lebensraum gewechselt hat (Abb. 49). Die Fläche des Hartholzauenwalds (TypoCH code 6.1.4; Delarze *et al.* 2015) nahm um 25.4 % signifikant ab (-4.9 km^2). Der grösste Teil der Fläche (netto -3.44 km^2) wechselte zu den Nicht-Ziellbensräumen: 1.7 km^2 wechselten zu Gebüschlebensräumen (TypoCH code 5.3.x; Delarze *et al.* 2015); davon 1.55 km^2 zum Mesophilen Gebüsch (TypoCH code 5.3.3; Delarze *et al.* 2015) und 1.7 km^2 zu anderen Wäldern (TypoCH code 6.x; Delarze *et al.* 2015); 0.82 km^2 davon zum Waldmeister-Buchenwald (TypoCH code 6.2.3; Delarze *et al.* 2015). Ein Teil des Hartholzauenwalds (Netto -0.36 km^2) wechselte auch zu den Weichholzaunenwäldern. Die Weichholzaunenwälder nahmen hingegen insgesamt signifikant um 24.1 % ($+1.7 \text{ km}^2$) zu, wobei die grössten Flächenanteile von den Pionierfluren und Alluvionen (Netto $+0.58 \text{ km}^2$) sowie den Nicht-Ziellbensräumen (Netto $+0.68 \text{ km}^2$) kamen. Die Pionierfluren und Alluvionen bürsteten schweizweit 11.7 % ihrer Fläche ein (-1.7 km^2), was allerdings nicht statistisch signifikant war. Besonders viel Fläche wechselte dabei zu Lebensräumen mit geringerer Dynamik wie Weidengebüsch, Weichholzaunen oder den Nicht-Ziellbensräumen (Abb. 48, Abb. 49, Tab. 52).

Die Nicht-Ziellbensräume setzten sich bei der Ersterhebung zu ähnlichen Teilen aus anderen Lebensraumtypen der Ufer und Feuchtgebiete (TypoCH code 2.x; Delarze *et al.* 2015; 23.8 %; 4.9 km^2), des landwirtschaftlich genutzten Graslandes (TypoCH code 4.x; Delarze *et al.* 2015; 20.0 %; 4.1 km^2), der Krautsäume, Hochstaudenfluren und Gebüsch (TypoCh

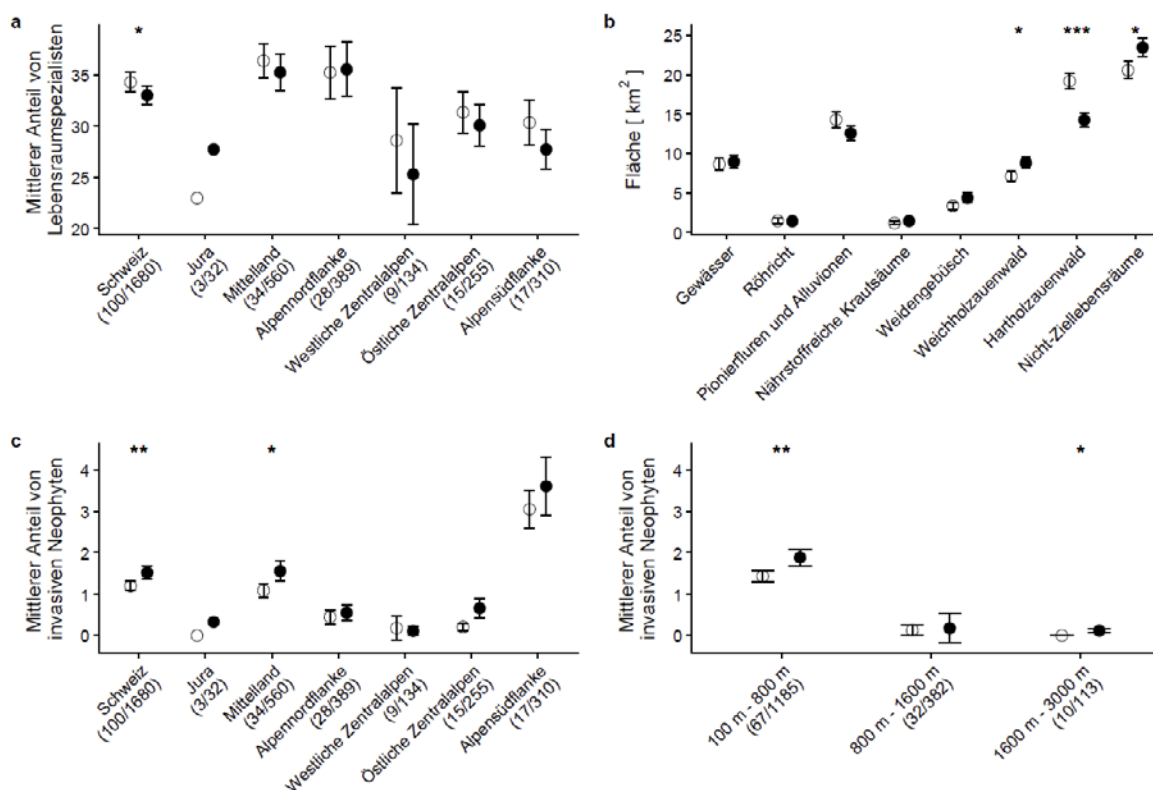


Abb. 48. Mittlere Anteile von Auen-Lebensraumspezialisten und von invasiven Neophyten ($\pm$ Standardfehler) bei der Erst- und Zweiterhebung (weisse bzw. schwarze Kreise) in der Schweiz und den biogeographischen Regionen (a, b) und drei Höhenstufen (c), sowie die Fläche der verschiedenen Auen-Ziellbensräume (Tab. 85; $\pm$ Standardfehler) der Flussauen und Deltas (d). Die Zahlen in Klammern geben bei den biogeographischen Regionen und Höhenstufen jeweils die Zahl der gepaarten Objekte und Plots an. Die Flächenangaben der Lebensräume beruhen auf Hochschätzungen, Angaben zu Objekten und Plots mit Vorkommen der entsprechenden Lebensräume und deren Veränderungen sind in Tabelle 105 zu finden. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und der Zweiterhebung (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

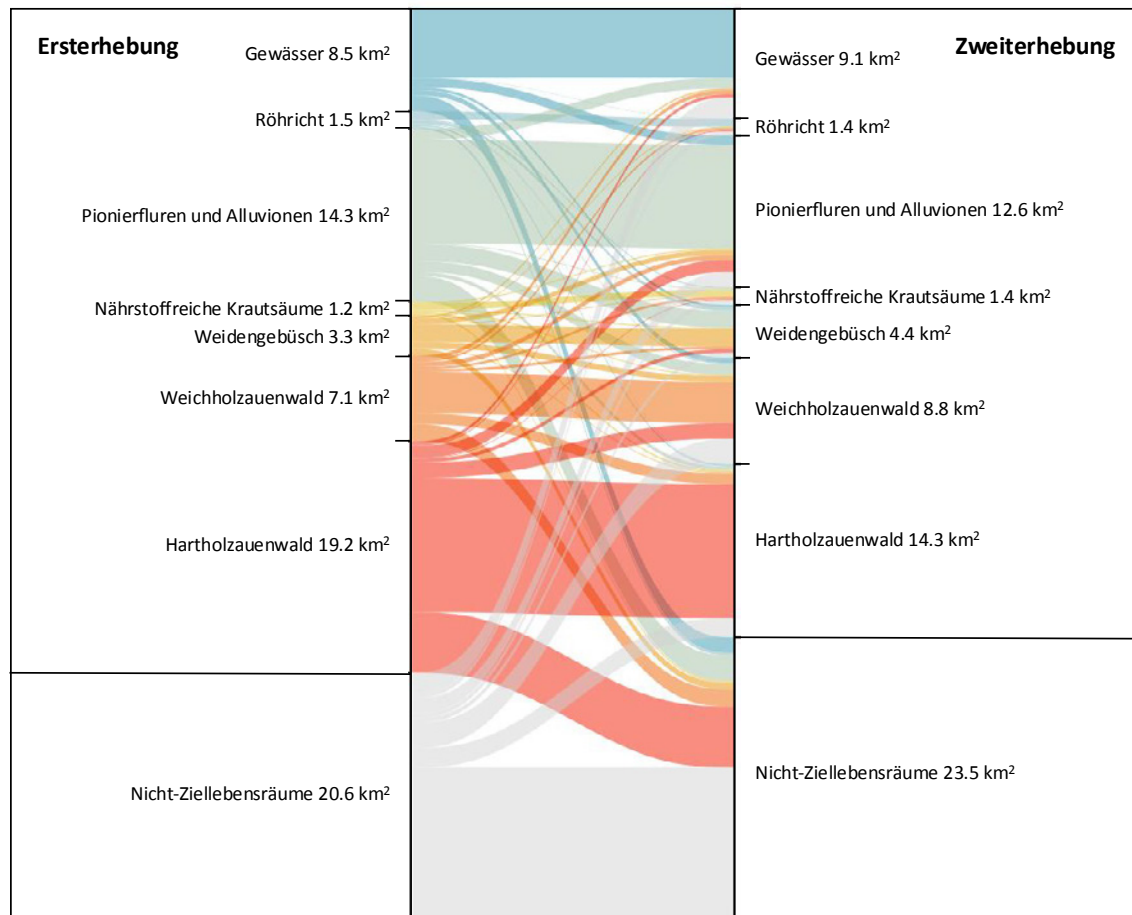


Abb. 49. Das auf den Daten der Vegetationserhebungen basierende Flussdiagramm verdeutlicht die Veränderungen der Auen-Ziellebensräume (Tab. 85) und Nicht-Ziellebensräume im nationalen Inventar der Flussauen und Deltas, also wie viel Fläche des jeweiligen Lebensraumes von der Ersterhebung (links) zur Zweiterhebung (rechts) gleichgeblieben ist, beziehungsweise zu einem anderen Lebensraum gewechselt hat.

code 5.x; Delarze *et al.* 2015, 27.5 %; 5.7 km²) und der Wälder (TypoCH code 6.x; Delarze *et al.* 2015, 25.2 %; 5.2 km²) zusammen. Bei der Zweiterhebung nahm die Fläche der Nicht-Ziellebensräume signifikant um 14.3 % (+2.9 km²) zu, wobei die Zunahme neben dem Wechsel des Hartholzaunenwalds auch durch Wechsel anderer Lebensräume wie Gewässern, Pionierfluren und Alluvionen sowie Weichholzaunenwäldern zu erklären war (Abb. 49).

Ergebnisse Fernerkundung

Zusätzliche Tabellen zu den Resultaten der Fernerkundung finden sich in Anhang 1.

Zustand und Veränderungen der Formationen

Die Gesamtfläche der Flussauen und Deltas in der Schweiz betrug zum Zeitpunkt der Zweiterhebung 12 943 ha. Der grösste Anteil davon waren Hartholzaunen mit einem Anteil von 30 % (Tab. 53, Tab. 54). Weichholzaunen fanden sich vor allem in den höher gelegenen Flussauen (13–22 %), während der Anteil in den Flussauen im Mittelland mit 5 % gering war. Ebenfalls sehr gering war der Anteil von Vegetationslosen Auen (Schotterflächen) im Mittelland mit 1 % der Gesamtfläche.

Um den Zustand der Flussauen besser beurteilen zu können, wurden für Auen durch Leslie Bonnard (InfoHabitat – naturaqua pbk) und Christian Roulier (Service conseil Zones alluviales) wünschenswerte Zustände definiert und die Erreichung dieser Zustände mittels Zielerreichungskurven quantifiziert (Box 6).

Tab. 53. Fläche in Hektaren der kartierten Formationen in den Auentypen der Schweiz und Höhenstufen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

Auentypen	Anzahl Objekte	Wasser	Vegetations- lose Aue	Gehölz-freie Aue	Weichholz- aue	Hartholz- aue	Nichtauen- gebiete	Wälder ausserhalb Krautgesell- schaften	Übrige Krautgesell- schaften	Fels, Geröll	Bauten und künstliche Vegetation	Total
Fluss kollin: Mittelland	60	959	61	364	241	1 942	365	515	96	5	81	4 629
Fluss kollin: Zentralalpen	8	192	104	20	231	124	19	160	70	8	27	955
Fluss kollin: Alpensüdseite	22	119	125	28	262	424	54	117	30	1	17	1 176
Fluss montan	85	531	546	149	859	772	258	543	92	27	47	3 823
Fluss subalpin	38	83	168	91	111	50	41	111	142	16	15	828
Singularität: Schwemmkegel kollin	3	5	22	1	24	28	1	28	0	1	2	112
Singularität: Fluss in Moorgebiet	5	9	0	92	54	74	19	32	1	0	1	284
Singularität: Fluss im Jura	4	27	1	2	7	6	23	8	0	0	1	76
Delta	18	174	43	242	139	339	66	18	21	0	19	1 060
Total	243	2 100	1 070	989	1 929	3 759	846	1 532	452	58	209	12 943

Tab. 54. Flächenanteile in Prozent der kartierten Formationen in den Auentypen und der Schweiz und Höhenstufen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

Auentypen	Anzahl Objekte	Wasser	Vegetations- lose Aue	Gehölzfreie Aue	Weichholz- aue	Hartholz- aue	Nichtauen- gebiete	Wälder ausserhalb Krautgesell- schaften	Übrige Krautgesell- schaften	Fels, Geröll	Bauten und künstliche Vegetation	Total
Fluss kollin: Mittelland	60	21%	1%	8%	5%	42%	8%	11%	2%	0%	2%	100%
Fluss kollin: Zentralalpen	8	20%	11%	2%	24%	13%	2%	17%	7%	1%	3%	100%
Fluss kollin: Alpensüdseite	22	10%	11%	2%	22%	36%	5%	10%	3%	0%	1%	100%
Fluss montan	85	14%	14%	4%	22%	20%	7%	14%	2%	1%	1%	100%
Fluss subalpin	38	10%	20%	11%	13%	6%	5%	13%	17%	2%	2%	100%
Singularität: Schwemmkegel kollin	3	4%	20%	1%	21%	25%	1%	25%	0%	1%	2%	100%
Singularität: Fluss in Moorgebiet	5	3%	0%	32%	19%	26%	7%	11%	0%	0%	0%	100%
Singularität: Fluss im Jura	4	36%	1%	3%	9%	8%	30%	11%	1%	0%	2%	100%
Delta	18	16%	4%	23%	13%	32%	6%	2%	2%	0%	2%	100%
Total	243	16%	8%	8%	15%	29%	7%	12%	3%	0%	2%	100%

In den Flussauen und Deltas nationaler Bedeutung blieben die Formationen zwischen der Erst- und Zweiterhebung auf 89.5 % der Auenfläche konstant (Summe der grauen Zellen in Tab. 55), während 10.5 % der Flächen Änderungen aufwiesen. Die grössten Änderungen gab es mit einer Abnahme von –0.7 % bei der Formation Hartholzauen (–73 ha) und einer Zunahme von 0.9 % bei den Weichholzauen (+100 ha). Der Flächenanteil von im Luftbild sichtbarer Infrastruktur (Bauten und künstliche Vegetation) blieb mit 1.6 % konstant. Detail zu den Veränderungen zu den einzelnen Auentypen sind in den Tabelle 79 bis Tabelle 84 zu finden.

Die jährlichen Formationsänderungen in den Flussauen und Deltas betrugen zwischen der Erst- und Zweiterhebung insgesamt 208 ha, was 1.5 % der Fläche der Flussauen und Deltas entspricht (Tab. 57). In Bezug zu Auentypen wurden die grössten Veränderungen in den Flussauen der Zentralalpen (3.0 %) und den montanen Flussauen (2.3 %) gefunden (Tab. 58). Interessant waren die jährlichen Veränderungen in den von Dynamik geprägten Formationen «Wasser/Vegetationslos», «Gehölzfreie Aue» und «Weichholzaue». Auch in diesen wurden die grössten Veränderungen in den Zentralalpen (1.1 %) und in den montanen Flussauen (1.4 %) festgestellt. Die geringsten Veränderungen fanden sich in den Flussauen des Mittellandes (0.4 %). In den meisten Flussauen war der Anteil der Formationsänderungen mit zunehmender Dynamik höher als mit abnehmender Dynamik. Nur bei den Flussauen an der Alpensüdflanke war es umgekehrt mit doppelt so grossem Anteil an Formationsänderungen mit abnehmender Dynamik. In den montanen Flussauen war es ausgeglichener (Tab. 58). Ein Beispiel einer Revitalisierung einer montanen Flussau mit dem Ziel wieder mehr Dynamik in die Aue zu bringen, findet sich in Box 7.

Tab. 55. Veränderungen der Flächenanteile der Formationen zwischen Ersterhebung und Zweiterhebung in den Flussauen und Deltas in der Schweiz. Die grauen Zellen sind die Flächenanteile der jeweiligen Formationen, welche nicht geändert haben. Die übrigen Zellen enthalten die jeweiligen Flächenanteile der Übergänge zu anderen Formationen. Die letzte Spalte enthält die Anteile der Formationen der Ersterhebung. Die letzte Zeile enthält die Anteile der Formationen der Zweiterhebung.

Ersterhebung	Zweiterhebung							Total Ersterhebung
	Wasser/Vegetationslose Aue	Gehölzfreie Aue	Weichholzaue	Hartholzaue	Wälder ausserhalb	Nichtauengebiet	Bauten, künstliche Vegetation	
Wasser/Vegetationslose Aue	21.1%	0.9%	0.9%	0.2%	0.1%	0.1%	0.0%	23.3 %
Gehölzfreie Aue	0.8%	5.5%	1.1%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	7.7 %
Weichholzaue	0.9%	0.4%	12.4%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%	14.1 %
Hartholzaue	0.5%	0.4%	0.2%	28.6%	0.5%	0.1%	0.0%	30.4 %
Wälder ausserhalb	0.3%	0.1%	0.3%	0.3%	9.1%	0.2%	0.1%	10.5 %
Nichtauengebiet	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.5%	11.5%	0.0%	12.5 %
Bauten, künstliche Vegetation	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	1.3%	1.6 %
Total Zweiterhebung	23.9 %	7.4 %	15.0 %	29.7 %	10.4 %	12.0 %	1.6 %	

Box 6

Bewertung des Zustandes von Flussauen, Seeauen und Deltas: Zielerreichungskurven

Wichtiges Merkmal der dynamischen Auenbiotope ist das Vegetationsmosaik. Von den zehn erhobenen Formationen können vier als typische Auenformationen bezeichnet werden: vegetationslose Aue, gehölzfreie Aue, Weichholzaue und Hartholzaue. Ein Teil dieses Mosaiks wird von der Gewässerdynamik oft umgestaltet. Das Verhältnis der unterschiedlichen Formationen untereinander bleibt jedoch in einer natürlichen Aue längerfristig weitgehend konstant.

Bezogen auf dieses Verhältnis wurden auf Basis der Fernerkundungs-Daten der als naturnah oder wenig beeinträchtigt geltenden Objekte sowie mit einer Experteneinschätzung pro Auentyp eine Zielerreichungskurve als theoretisches Leitbild definiert. Auf der Basis von den als ideal angenom-

menen Anteilen dieser Formationen am Mosaik kann der Zustand der Auen beurteilt werden. Je nach vorhandenem Anteil der Formation an der Gesamtfläche der Auenformationen resultiert ein Zielerreichungsgrad zwischen 0 und 1. Der Median dieser Werte pro Auengebiet ergibt die Gesamtbewertung.

Ergebnisse

Über alle Auentypen hinweg resultiert eine Zielerreichung von 0.67. Die Typen «Fluss kollin Mittelland» (0.65), «Fluss subalpin» (0.57) und die Singularität «Fluss im Moorgebiet» (0.65) wiesen die tiefsten mittleren Zielerreichungswerte auf (Tab. 56, Abb. 50).

Tab. 56. Median der Zielerreichung pro Auentyp und Formation bei der Zweiterhebung. VLA: Vegetationslose Aue; GFA: Gehölzfreie Aue; WHA: Weichholzaue; HHA: Hartholzaue.

Auentypen	Nummr Auentyp	Anzahl Objekte	Median VLA	Median GFA	Median WHA	Median HHA	Median Gesamtwert
Fluss alpin	30	38	0.75	0.67	0.49	0.33	0.57
Fluss montan	40	85	0.78	0.17	1.00	0.94	0.69
Fluss kollin: Mittelland	50	60	0.11	0.83	0.85	0.62	0.65
Fluss kollin: Alpensüdseite	60	22	0.63	0.55	0.94	0.79	0.69
Fluss kollin: Zentralalpen	70	8	0.97	0.38	0.78	0.74	0.79
Singularität: Schwemmkegel kollin	80	3	0.99	0.14	1.00	0.78	0.75
Singularität: Fluss in Moorgebiet	90	5	1.00	0.28	0.87	0.62	0.65
Singularität: Fluss im Jura	100	4	0.39	0.99	0.65	0.77	0.74
Delta	110	18	0.75	0.82	0.70	0.99	0.76
Seeauen	120	14	1.00	0.76	0.88	0.62	0.75
Total		257	0.62	0.53	0.84	0.73	0.67

Während der Auentyp «Fluss subalpin» vor allem bei den Weichholzaunen und Hartholzaunen tiefe Zielerfüllungsgrade erreichte (Abb. 51), war beim Typ «Fluss montan» der mediane Wert für Gehölzfreie Auen (0.17) sehr tief und beim Typ «Fluss kollin Mittelland» der mediane Wert für Vegetationslose Auen (0.11) ausserordentlich tief. Der tiefe Wert für die vegetationslosen Auenbereiche bei

den Auen des Mittellandes ist Ausdruck einer eingeschränkten Gewässerdynamik.

Fast alle Auentypen haben für mindestens eine Formation tiefe Werte, so dass gesamthaft nur zwei von zehn Auentypen Zielerreichungswerte von über 0.75 erreichten. Kein Auentyp erreichte einen Zielerreichungswert von über 0.8.

Betrachtet man die Situation aus Perspektive der einzelnen Formationen, ist die Zielerreichung für die gehölzfreien Auen mit 0.53 am tiefsten (Abb. 50) und für die Weichholzaue mit 0.84 am höchsten.

Auf die einzelnen Objekte bezogen hatten 65 Objekte, also rund ein Viertel aller Objekte, Zielerfüllungswerte von weniger als 0.5.

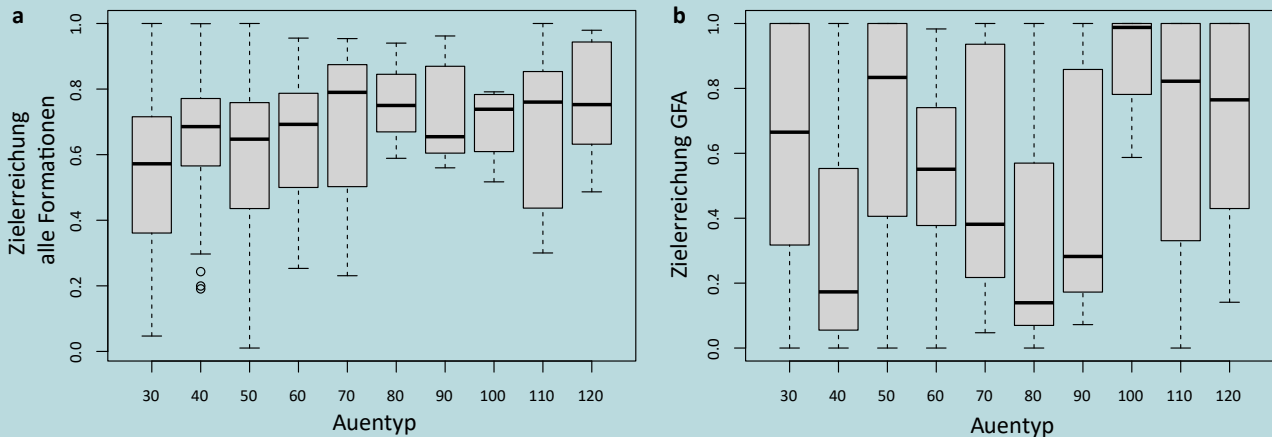


Abb. 50. Zielerreichung über alle vier Formationen (a) und für die gehölzfreien Auen (GFA; b) pro Auentyp. Nummern der Auentypen gemäss Tabelle 55.

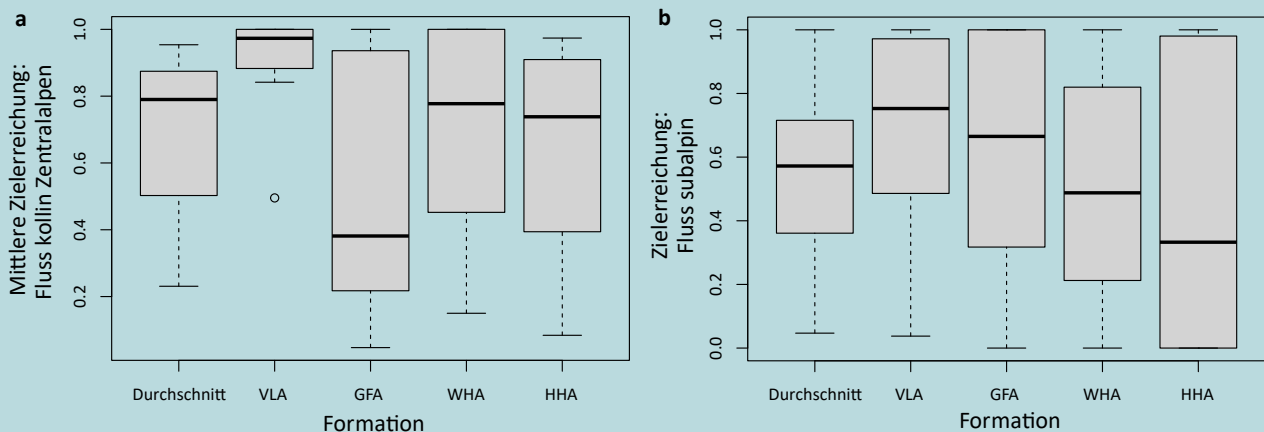


Abb. 51. Vergleich der Auentypen mit der höchsten (Fluss kollin Zentralalpen, a) und der tiefsten (Fluss subalpin, b) medianen mittleren Zielerreichung über die vier Formationen. VLA: Vegetationslose Aue; GFA: Gehölzfreie Aue; WHA: Weichholzaue; HHA: Hartholzaue.

Fazit

Der Zustand der Auen entspricht in den meisten Objekten nicht dem gewünschten Zustand. Dabei zeigen unterschiedliche Auentypen verschiedene Defizite. Besonders betroffen sind die gehölzfreien Auen. Dieser Bereich reagiert als kurzlebige Übergangsformation besonders schnell auf veränderte Abflussdynamik. Die Entwicklung von vegetationsloser Aue über gehölzfreie Aue zum

Gebüschstadium der Weichholzaue dauert ohne Störung rund fünf Jahre (Roulier *et al.* 2007). Demgegenüber stehen die Weichholz- und Hartholzaunen mit Zielerreichungen von 0.84 bzw. 0.73 besser da. Diese Werte sagen allerdings nichts über die Qualität der Formationen aus, nur über die Fläche in Bezug zu einem wünschenswerten Zustand. Für detaillierte qualitative Aussagen sind Vegetationserhebungen deshalb unerlässlich (Box 7).

Box 7**Aue «Panas-ch-Resgia» im Unterengadin: Durch Revitalisierung zu mehr Auendynamik?**

Die Aue von nationaler Bedeutung «Panas-ch-Resgia» bei Ramosch im Unterengadin gehört zum Smaragd-Gebiet Ramosch und damit zum europäischen Smaragd-Netzwerk. Aufgrund zu geringer Geschiebemengen hat sich der Inn bei der Aue immer mehr eingegraben. Grosse Teile der Aue wurden dadurch nicht mehr überflutet. Ein im Jahr 2019 umgesetztes Revitalisierungsprojekt sollte die Situation verbessern und die dynamische Fläche vergrössern, indem vom Fluss nicht mehr erreichbare Kiesinseln eingeebnet wurden.

Die Ersterhebung der WBS erfolgte mit Luftbildern von 2011, die Zweiterhebung mit Bildern von 2019, also während der Revitalisierung. Im Vergleich zu allen montanen Flussauen der Schweiz sind in Panas-ch-Resgia die Flächenanteile mit Formationsänderungen zwischen T1 und T2 in Richtung zunehmender Dynamik überdurchschnittlich hoch (Abb. 52). Grund dafür sind die Revitalisierungsarbeiten, die zu grossen, vegetationslosen Kiesflächen führten und in den Luftbildern von 2019 bereits sichtbar waren (Abb. 53).

Revitalisierungen gehören zu den wichtigsten Massnahmen zur Aufwertung von Auengebieten. Ob die Revitalisierung der Aue Panas-ch-Resgia dauerhaft für mehr dynamische Flächen mit ihren typischen Arten sorgt, wird die Zukunft zeigen.

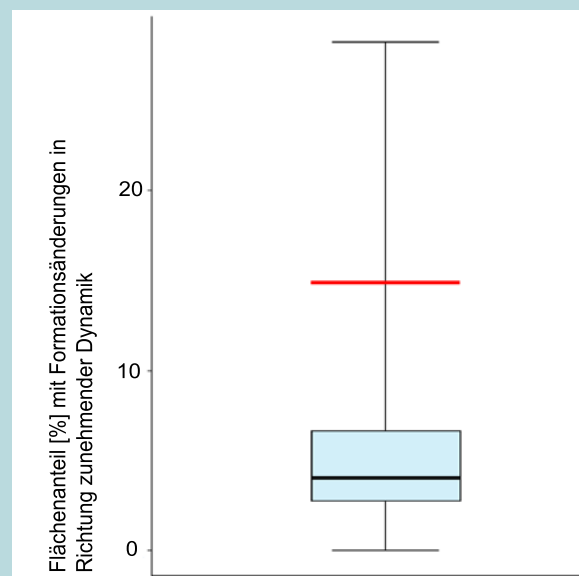


Abb. 52. Die Formationsänderungen in Richtung zunehmender Dynamik (Änderung der Formationen von «Nichtauengebiete» → «Hartholzau» → «Weichholzau» → «Gehölzfrei» → «Wasser/Vegetationslos» zwischen Erst- und Zweiterhebung) waren in Panas-ch-Resgia (rote Linie) deutlich ausgeprägter als in den restlichen 69 montanen Flussauen (Boxplot).

Die Resultate der Formationskartierungen der WBS werden beigezogen werden können, um den Erfolg der Revitalisierung der Aue Panas-ch-Resgia zu überprüfen.

Diskussion der Ergebnisse in Flussauen und Deltas

Die Flussauen und Deltas von nationaler Bedeutung sind äusserst vielfältige Biotope und enthalten ganz unterschiedliche Lebensräume: von verschiedenen Auenwäldern, über Röhrichte und Gross- und Kleinseggenriede, Trockenwiesen bis zu dynamischen Alluvionen an Flussufern mit Pionierfluren. Die hohe Anzahl der gefundenen Gefässpflanzenarten spiegelt diese Vielfalt an Lebensräumen wider. Die geringe mittlere Artenzahl von nur etwa 15 Arten pro Plot ist durch die zahlreichen Plots mit geringen Artenzahlen (z. B. Pionierfluren auf Kies- und Schotterbänken) oder vegetationsfreie Plots (z. B. Gewässer) zu erklären.

Auen beherbergen zahlreiche Neophyten. Neophyten sind häufig Pionierpflanzen, die viele Samen bilden, sich rasch über weite Strecken ausbreiten können und sich leicht in dynamischen Lebensräumen ansiedeln, wie sie in Auen zu finden sind. Von den invasiven Neophyten wurden insgesamt 24 (Kap. 3.4) und damit ein grosser Teil der Arten der Liste der invasiven Neophyten in den Auen-Plots gefunden; sogar in der höchsten Höhenstufe von 1600 bis 3000 m. Dieser Trend muss weiter beobachtet werden. Gemäss Aktionsplan Neophyten soll die weitere Ausbreitung dieser Arten verhindert werden (BAFU 2022a).

Vergleicht man die Flächen-Veränderungen der Auen-Ziellbensräume in den Flussauen und Deltas von der Erst- zur Zweiterhebung (Abb. 49) mit den Veränderungen in TWW (Abb. 16), Flachmooren (Abb. 28) und Hochmooren (Abb. 38), fällt auf, dass es in den Fluss-

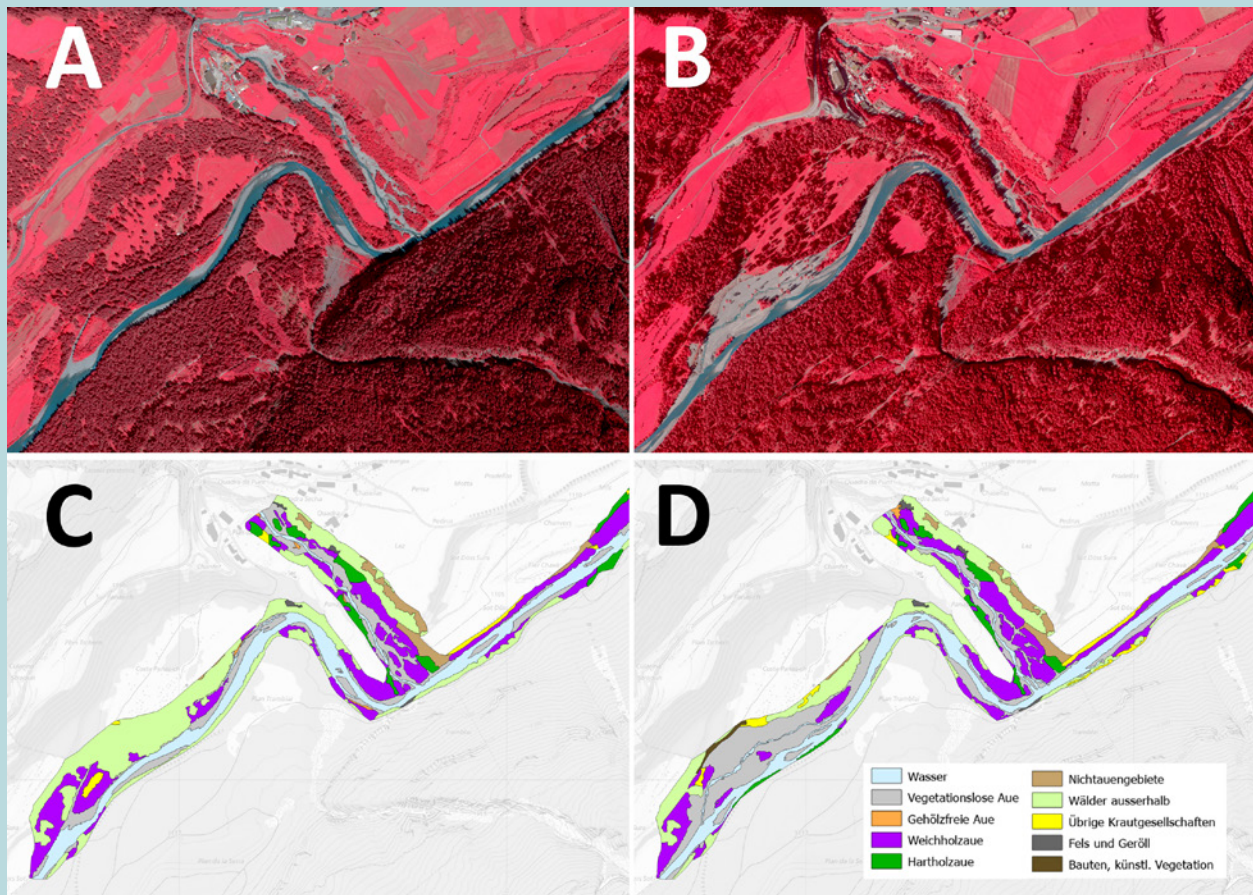


Abb. 53: Orthobilder 2011 (A) und 2019 (B) mit zugehörigen Formationskartierungen (C und D) des Auenobjekts «Panas-ch-Resgia» bei Ramosch. Im westlichen Bereich von C und D sind die Effekte der 2019 abgeschlossenen Renaturierung deutlich zu sehen: Die Formation «Vegetationslose Aue» nahm auf Kosten der Formation «Wälder ausserhalb» deutlich zu.

auen und Deltas deutlich mehr Übergänge zwischen Lebensräumen von der Erst- zur Zweiterhebung gibt. Dies spiegelt eine stärkere Vegetationsdynamik aufgrund der dynamischen Lebensraumbedingungen wider, die zu verschiedenen Sukzessionsstadien in den Flussauen und Deltas führt.

Die Pionierfluren und Alluvionen verloren schweizweit an Fläche, auch wenn die Veränderung nicht statistisch signifikant war. Besonders viel der Fläche wechselte dabei zu Lebensräumen mit geringerer Dynamik wie Weidengebüschen, Weichholzaunen oder sogar Nicht-Ziellebensräumen. Dies lässt sich als Sukzessionsfolge interpretieren, in welcher zum Beispiel Pionierhölzer wie Weidenarten (*Salix* spp.) aufgrund ihrer flugfähigen Samen gehölzfreie Flächen besiedeln (Härdtle *et al.* 2020). Inwiefern diese Abnahme einen negativen Trend aufgrund fehlender Dynamik in den Auen darstellt oder eher ein Abbild einer Periode mit nur wenigen markanten Hochwassern ist, wird die Zukunft zeigen. Grössere Hochwasser können rasch viele neue Pionierstandorte erschaffen, wie zum Beispiel die Hochwasser 2024 in der Südschweiz an der Maggia und der Moesa gezeigt haben.

Insbesondere bei den Vegetationserhebungen, in geringerem Ausmass auch bei der Fernerkundung, wurde eine deutliche Abnahme der Fläche des Hartholzaunenwalds verzeichnet. Bei den Vegetationserhebungen war der Verlust der Hartholzaue hauptsächlich mit einem Wechsel zu Nicht-Ziellebensräumen verbunden. Ein Teil der Fläche des Hartholz-

Tab. 57. Jährliche Änderungen der Formation in Hektaren in den verschiedenen Auentypen und Höhenstufen der Schweiz zwischen Erst- und Zweiterhebung.

Auentypen	Anzahl Objekte	Formations- veränderun- gen [ha]	Formationsveränderungen der Formationen Wasser/ Vegetationslos, Gehölzfrei, Weichholzaue [ha]	Formations- veränderungen mit zunehmender Dynamik [ha]	Formations- veränderungen mit abnehmender Dynamik [ha]	Objekt- flächen [ha]
Fluss kollin: Mittelland	53	50.6	15.4	29.3	18.2	4180.8
Fluss kollin: Zentralalpen	6	21.2	7.8	8.9	6.6	712.4
Fluss kollin: Alpensüdseite	21	17.2	9.7	5.6	10.6	1169.3
Fluss montan	70	75.1	45.2	33.1	37.1	3288.5
Fluss subalpin	26	10.5	4.6	5.4	3.7	603.7
Singularität: Schwemmkegel kollin	3	2.1	0.9	0.9	1.0	112.2
Singularität: Fluss in Moorgebiet	5	2.0	1.1	1.0	0.9	285.5
Singularität: Fluss im Jura	3	0.7	0.2	0.3	0.3	59.6
Delta	17	14.8	8.4	5.7	8.8	1029.4
Seeauen	13	13.9	6.9	6.4	7.1	2024.8
Total	217	208.0	100.3	96.6	94.4	13466.2

Tab. 58. Anteile der jährlichen Formationsänderungen an den Gesamtflächen in den verschiedenen Auentypen und verschiedenen Höhenstufe in der Schweiz zwischen Erst- und Zweiterhebung.

Auentypen	Anzahl Objekte	Anteil Formations- verände- rungen	Anteil Formationsverän- derungen der Formationen Wasser/Vegetationslos, Gehölzfrei, Weichholzaue	Anteil Formations- veränderungen mit zunehmender Dynamik	Anteil Formations- veränderungen mit abnehmender Dynamik
Fluss kollin: Mittelland	53	1.2%	0.4%	0.7%	0.4%
Fluss kollin: Zentralalpen	6	3.0%	1.1%	1.3%	0.9%
Fluss kollin: Alpensüdseite	21	1.5%	0.8%	0.5%	0.9%
Fluss montan	70	2.3%	1.4%	1.0%	1.1%
Fluss subalpin	26	1.7%	0.8%	0.9%	0.6%
Singularität: Schwemmkegel kollin	3	1.9%	0.8%	0.8%	0.9%
Singularität: Fluss in Moorgebiet	5	0.7%	0.4%	0.4%	0.3%
Singularität: Fluss im Jura	3	1.1%	0.3%	0.4%	0.5%
Delta	17	1.4%	0.8%	0.6%	0.9%
Seeauen	13	0.7%	0.3%	0.3%	0.4%
Total	217	1.5%	0.7%	0.7%	0.7%

Box 8**Das Eschentriebsterbens und seine Auswirkungen auf die Vegetation**

Der Anfang der 1990er Jahre aus Ostasien eingeführte Schlauchpilz *Hymenoscyphus fraxineus* löste in Europa das Eschentriebsterben aus (Wyl-der *et al.* 2018). Bei Befall setzt bei älteren Bäumen zunächst eine Kronenverlichtung ein (Abb. 54), später kommt es in den meisten Fällen zu einem völligen Absterben des Baumes (Ambrose-Oji *et al.* 2019). Das Eschentriebsterben wird deshalb als Gefährdung von Hartholz-Auenwäldern angesehen (Härdtle *et al.* 2020). Flächenrepräsentative Schätzungen anhand der Vegetationserhebungen der WBS zeigen, dass die Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*) in den Auen von nationaler Bedeutung von der Erst- zur Zweiterhebung 2.6 km² ihrer Deckung in der Baumschicht verloren hat (in Flussauen und Deltas –2.0 km², in Seeauen –0.6 km²).

Dieser Verlust der Gemeinen Esche geht einher mit Veränderungen der Artenzusammensetzung des Unterwuchses: Analysen der Auenplots der WBS (N=301), in denen die Deckung der Esche in

der Baumschicht zurückging, zeigen einen Rückgang der Deckung von Wechselfeuchte anzeigenden Gehölzarten wie der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*; N=14), des Faulbaums (*Frangula alnus*; N=18) und der Sal-Weide (*Salix caprea*; N=14). Ähnlich wie von Windwurfflächen bekannt, scheinen mesophile und nährstoffliebende oder wärmeliebende Gehölzarten wie der Haselstrauch (*Corylus avellana*; N=131), die Rot-Buche (*Fagus sylvatica*; N=38), Efeu (*Hedera helix*; N=193), die Gewöhnliche Traubenkirsche (*Prunus padus*; N=147), Lindenarten (*Tilia platyphyllos*; N=20; *Tilia cordata*; N=13), Brombeeren (*Rubus fruticosus* aggr.; N=66) und Berg-Ulme (*Ulmus glabra*; N=65) vom erhöhten Lichteinfall in die Bestände und zusätzlichen Nährstoffen, die bei der Zersetzung von organischem Material entstehen, aber nicht mehr von den Bäumen (in diesem Fall von der Gemeinen Esche) aufgebraucht werden, zu profitieren.



Abb. 54. Bei den meisten älteren mit dem Schlauchpilz *Hymenoscyphus fraxineus* befallenen Gemeinen Eschen setzt zunächst eine Kronenverlichtung ein, später stirbt der Baum vollständig ab, wodurch die Kronendeckung der Gemeinen Esche in den Auen von nationaler Bedeutung drastisch abnahm (Foto: Andrin Gross).

auenwälders wechselte aber auch zu Weichholzaunen. Der Wechsel zu Nicht-Ziellandschaften ist durch eine Änderung der Artenzusammensetzung und besonders den Rückgang der Gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior*) zu erklären (Box 7): Hydrologisch intakte Auenwälder sind von regelmässigen Überflutungsereignissen geprägt, deren Überstauungen bis zu drei Monaten und länger dauern können. Dadurch entsteht ein Vegetationsmosaik von Weich- und Hartholz-Beständen entlang eines typischen, auenspezifischen Geländeprofiles, mit einem hohen Artenreichtum an spezialisierten Arten, die diese langen Überstauungen ertragen können (Härdtle *et al.* 2020). Sind Auenwälder abgeschnitten von Überflutungen oder Überstauungen, wie dies beim grössten Teil der Hartholzaunenwälder der Schweiz aufgrund von Flussregulierungen und Dämmen der Fall ist, findet ein Wechsel der Pflanzengemeinschaft statt. Feuchteliebende Arten nehmen ab und krautige Arten trockenerer Laubwälder nehmen zu (Härdtle *et al.* 1996). Der Verlust von typischen, feuchteliebenden Arten, also diagnostischen Arten der Hartholzaunenwälder in der Krautschicht ist ein seit langem bestehendes Problem, das auf gestörte hydrologische Verhältnisse zurückzuführen ist. Der massive Einbruch der Gemeinen Esche in der Baumschicht, kann zu weiteren Veränderungen der Artenzusammensetzung der Krautschicht führen (Vallé *et al.* 2025; Box 8). Der Verlust der Gemeinen Esche zusammen mit der ohnehin schon veränderten Krautschicht führt dazu, dass ein Bestand einem anderen Laubwaldlebensraum als der Hartholzaune zugeordnet wird, also einem Nicht-Ziellandschaft. Die feinen, auf Plotebene bei den Vegetationserhebungen festgestellten Veränderungen auf Artebene (wie der Rückgang der Esche) sind nicht unmittelbar in der Formationskartierung der Fernerkundung am Luftbild erkennbar, was den Unterschied des Ausmasses der Abnahme der Hartholzaunenwälder zwischen den Ergebnissen der Vegetationserhebungen und jenen der Fernerkundung erklärt (-4.9 km^2 und -0.73 km^2). Die Vegetationsaufnahmen sind deshalb wichtig, um qualitative Veränderungen zu erkennen, die mit der groben, dafür flächendeckenden Formationskartierung nicht erkannt werden.

Die Zielerreichungskurven zu den Zuständen der Formationen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung geben einen ersten Eindruck, in welchen Auen Handlungsbedarf besteht. So ist der Anteil der vegetationslosen Auenbereiche (Schotterflächen) in den Flussauen im Mittelland sehr gering und weit entfernt von den gewünschten Zielwerten. Laufende Revitalisierungen, wie an der Reuss, lassen erwarten, dass man sich in Zukunft diesen Zielwerten annähern wird.

In den Flussauen und Deltas konnten mit den Formationskartierungen der Erst- und Zweiterhebung Abschätzungen zur Dynamik gemacht werden. Bei den Flussauen im Mittelland und den subalpinen Flussauen waren die Formationen sehr stabil, das heisst, es zeigte sich eine sehr geringe Dynamik. Höhere Dynamik in den auentypischen Formationen gab es in den montanen Flussauen. Die Zeitspanne zwischen der Ersterhebung und der Zweiterhebung von im Durchschnitt 6.6 Jahren ist jedoch kurz. Damit es zur einer dynamischen Umgestaltung einer Aue kommt, muss in dieser Zeit ein grösseres Hochwasserereignis stattgefunden haben oder Revitalisierungen müssen durchgeführt worden sein. Längere Zeitreihen und der Beizug von Informationen über Hochwasserereignisse sowie umgesetzte Revitalisierungsprojekte sind notwendig, um künftig Veränderungen vertiefter interpretieren zu können, also zum Beispiel Veränderungen in revitalisierten und nicht-revitalisierten Auen miteinander vergleichen zu können.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit Flussauen und Deltas

In den Flussauen und Deltas überwiegen schweizweit die negativen Entwicklungen:

- Trockenere Verhältnisse
- Rückgang der Auendynamik
- Rückgang des Anteils der Auen-Lebensraumspezialisten
- Signifikante Zunahme des Anteils der invasiven Neophyten
- Verlust an Fläche der Hartholzaunenwälder, die fast 700 Fussballfeldern entspricht (-4.9 km^2)
- Flächenmässig starker Verlust der Gemeinen Esche durch das Eschentriebsterben
- Aktuelle Zustände der Flussauen und Delta weichen deutlich von Zielzuständen ab

Positiv ist folgender Aspekt:

- Die mittlere Nährstoffzahl gingen in den Auen der Alpennordflanke zurück, in den anderen biogeographischen Regionen wurde keine Zunahme nachgewiesen

Die Zunahme der Neophyten, auch in höhere gelegenen Auen, muss beobachtet und eingedämmt werden, um die weitere Ausbreitung dieser Arten zu verhindern (BAFU 2022a). Die schweizweite Abnahme der Auendynamik muss beobachtet werden: es ist unklar, ob dies einen negativen Trend aufgrund von bestehenden Beeinträchtigungen in Auen darstellt oder eher auf eine Periode mit nur wenigen markanten Hochwassern zurückzuführen ist.

Der Verlust der Fläche von Auen-Ziellebensräumen zugunsten der Nicht-Ziellebensräume, wie auch die generelle schweizweite Abnahme des mittleren Anteils der Auen-Lebensraumspezialisten, stellen eine qualitative Verschlechterung dar. Somit ergibt sich Handlungsbedarf. Bei Auenrevitalisierung ist neben der Wiederherstellung der natürlichen Dynamik, auch auf die Wiederherstellung der hydrologischen Verhältnisse in den (oft wenig beachteten) Hartholzauen zu achten. Hartholzauenwälder sind ein artenreicher Lebensraum mit vielen typischen Arten (Fink *et al.* 2017; Fragnière *et al.* 2024).

3.4.4 Seeauen

Seeauen sind mit 2077 ha ein eher kleiner Auentyp im Bundesinventar der Auen (Volkart *et al.* 2024).

Ergebnisse Vegetationserhebungen

Aufgrund der geringen Anzahl der Stichprobenobjekte und Plots gab es bei den Seeauen (Abb. 55) nur wenige signifikante Veränderungen. Der mittlere Deckungsanteil der invasiven Neophyten nahm zwar deutlich um 2.7 % ab (von 4.3 auf 1.6 %), was jedoch nicht statistisch signifikant war. Der Anteil der gefährdeten Arten nahm hingegen im Mittelland und im Hartholzauenwald zu. In dem Hartholzauenwäldern wurde zudem ein signifikanter Anstieg der mittleren Auendynamikzahl von 0.19 auf 0.37 festgestellt. Wie bei den Flussauen muss



Abb. 55. Die Seeauen an den grossen Seen der Westschweiz bestehen aus einem Mosaik aus Auwäldern, Weidengebüschen, Flachmooren und Röhrichten (Foto Steffen Boch).

Tab. 59. Übersichtstabelle zu den signifikanten Veränderungen der mittleren Zeigerwerte für Nährstoffe (N), Licht (L), Feuchte (F) und Temperatur (T), Auendynamik, der Anteile von Arten verschiedener Artengruppen an der Gesamtartenzahl, des Deckungsanteils der invasiven Neophyten an der Gesamtdeckung und der Fläche von Auen-Ziellebensräumen (Tab. 85) zwischen Erst- zur Zweiterhebung in Seeauen. Die farbige hinterlegte Pfeile zeigen signifikante Zu- oder Abnahmen des jeweiligen Indikators in der Schweiz, gewissen biogeographischen Regionen und Höhenstufen. Biogeografische Regionen oder Höhenstufen, in denen es keine oder weniger als fünf Seeauen-Objekte gibt, oder Lebensräume, die in weniger als fünf Objekten vertreten sind, werden nicht dargestellt. Blau zeigt eine positive und rot eine negative Bewertung der Entwicklung an, während die Bewertung der hellgrau markierten Entwicklungen kontextabhängig sind und deshalb nicht generell einer bestimmten Richtung zugeordnet werden konnten. Weisse Felder zeigen nicht-signifikante Entwicklungen. Nicht analysierte Kombinationen sind dunkelgrau markiert.

	Mittlere Zeigewerte				Auendynamik	Arten				Fläche
	N	L	F	T		Anteil Lebens- raumspezia- listen	Anteil Rote Liste	Anteil invasive Neophyten	Anteil Deckung invasive Neo- phyten	
Schweiz						↗				
Region										
Mittelland						↗	↗			
Alpennordflanke										
Höhenzone										
100 – 800 m						↗				
800 – 1600 m										
Lebensraum										↗
Gewässer										
Röhricht										
Pionierfluren und Alluvionen										
Nährstoffreiche Krautsäume										
Weidengebüsch										
Weichholzauenwald										
Hartholzauenwald						↗	↗			
Nicht-Ziellebensräume									↗	
									↖	

aber eine signifikante Abnahme des mittleren Anteils der Auen-Lebensraumspezialisten um 5.8 % hervorgehoben werden. Diese Entwicklung spiegelt sich in der Abnahme der Fläche der Röhrichte um 46.2 % (-0.2 km^2) und des Hartholzauenwalds um 25.9 % (-1.2 km^2) bei gleichzeitiger Zunahme der Nicht-Ziellebensräume um 81.2 % ($+0.9 \text{ km}^2$; Abb. 56, Abb. 57, Tab. 59).

Signifikante Veränderungen zwischen Erst- und Zweiterhebung für alle Indikatoren und Straten der Seeauen sind in Tabelle 59 zusammengefasst. Detaillierte Tabellen zu allen Analysen finden sich in Anhang 3.

Ergebnisse Fernerkundung

Aufgrund der geringen Anzahl der Seeauen konnte nur eine Analyse auf Stufe der ganzen Schweiz erfolgen. Die flächenmässig grössten Anteile in den Seeauen nahmen die Formationen «Gehölzfreie Aue» mit 34 % und «Hartholzauwald» mit 39 % der Gesamtfläche ein (Tab. 60). Formationsänderungen traten kaum auf. Die grösste Dynamik zeigte sich zwischen «Wasser/vegetationslose Aue», «Gehölzfreie Aue» und «Weichholzauwald» (Tab. 60).

Die Fläche der jährlichen Veränderungen der Formationen in den Seeauen zwischen der Erst- und der Zweiterhebung betrug 13.9 Hektaren (Tab. 61). Dies entspricht einem Anteil von 0.7 % der Gesamtfläche der Seeauen. Die Formationen der Seeauen waren also stabil (Tab. 62).

Diskussion der Ergebnisse in Seeauen

Die 14 Seeauen der Schweiz finden sich vor allem am Neuenburgersee (12 Objekte). Zwei weitere Seeauen liegen am Bielersee und am Murtensee. Die Ergebnisse widerspiegeln also vor allem Veränderungen am Neuenburgersee.

Die Flächenveränderung der Formationen von der Ersterhebung zur Zweiterhebung, wie sie mittels Luftbildinterpretation festgestellt wurden, waren in den Seeauen sehr gering. Da Seeauen eine viel geringere Dynamik aufweisen als Flussauen, wo Hochwasser in kurzer Zeit neue Pionierstandorte schaffen können, überraschen die geringen Formationsänderungen bei den Seeauen nicht. Aufgrund von Änderungen der Artenzusammensetzung wurde eine Abnahme der Fläche des Hartholzauenwaldes und eine gleichzeitige Zunahme der Nicht-Ziellebensräume gefunden (Kap. 3.4.3). Auch die Röhrichte und der Anteil der Auen-Lebensraumspezialisten gingen in den Seeauen zurück. Diese Entwicklungen stellen eine qualitative Verschlechterung dar.

Obwohl die Seeauen gesamthaft stabil erscheinen, wurde eine zahlenmässig deutliche, wenn auch nicht signifikante Abnahme des Deckungsanteils der invasiven Neophyten fest-

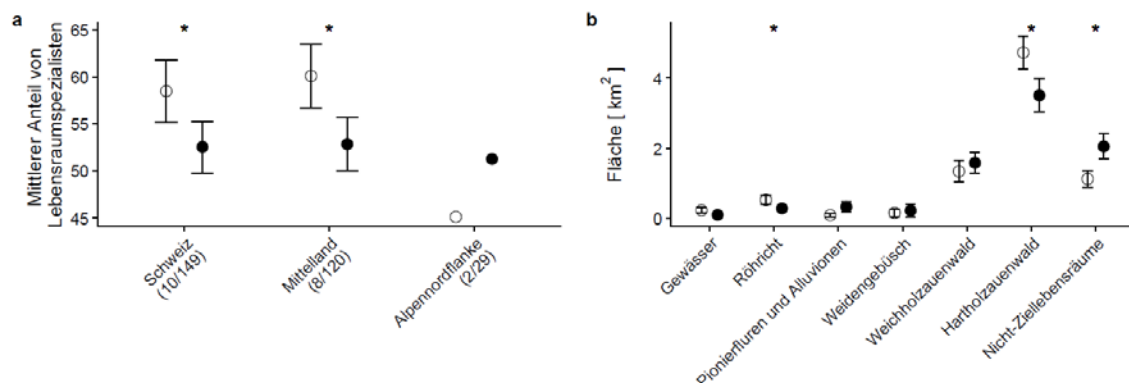


Abb. 56. Mittlerer Anteil von Auen-Lebensraumspezialisten ($\pm$ Standardfehler) bei der Erst- und Zweiterhebung (weisse bzw. schwarze Kreise) in der Schweiz und den biogeographischen Regionen (a) und Fläche der verschiedenen Auen-Ziellebensräume (Tab. 85; $\pm$ Standardfehler) in den Seeauen (b). Die Zahlen in Klammern geben bei den Höhenstufen jeweils die Zahl der gepaarten Objekte und Plots. Die Flächenangaben der Lebensräume beruhen auf Hochschätzungen, Angaben zu Objekten und Plots mit Vorkommen der entsprechenden Lebensräume und deren Veränderungen sind in Tabelle 105 zu finden. Die Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und der Zweiterhebung (*: $p < 0.05$).

gestellt. Dies ist eine positive Entwicklung und könnte am guten Management durch die Kantone und Naturschutzorganisationen liegen, welches oft die aktive Bekämpfung von Neophyten beinhaltet.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit Seeauen

Wie bei den Flussauen und Deltas stellen die Flächenabnahmen von Auen-Ziellebensräumen, die Zunahme der Fläche von Nicht-Ziellebensräumen und die schweizweite Abnahme des mittleren Anteils der Auen-Lebensraumspezialisten eine qualitative Verschlechterung dar. Auch in den Seeauen besteht somit Handlungsbedarf.

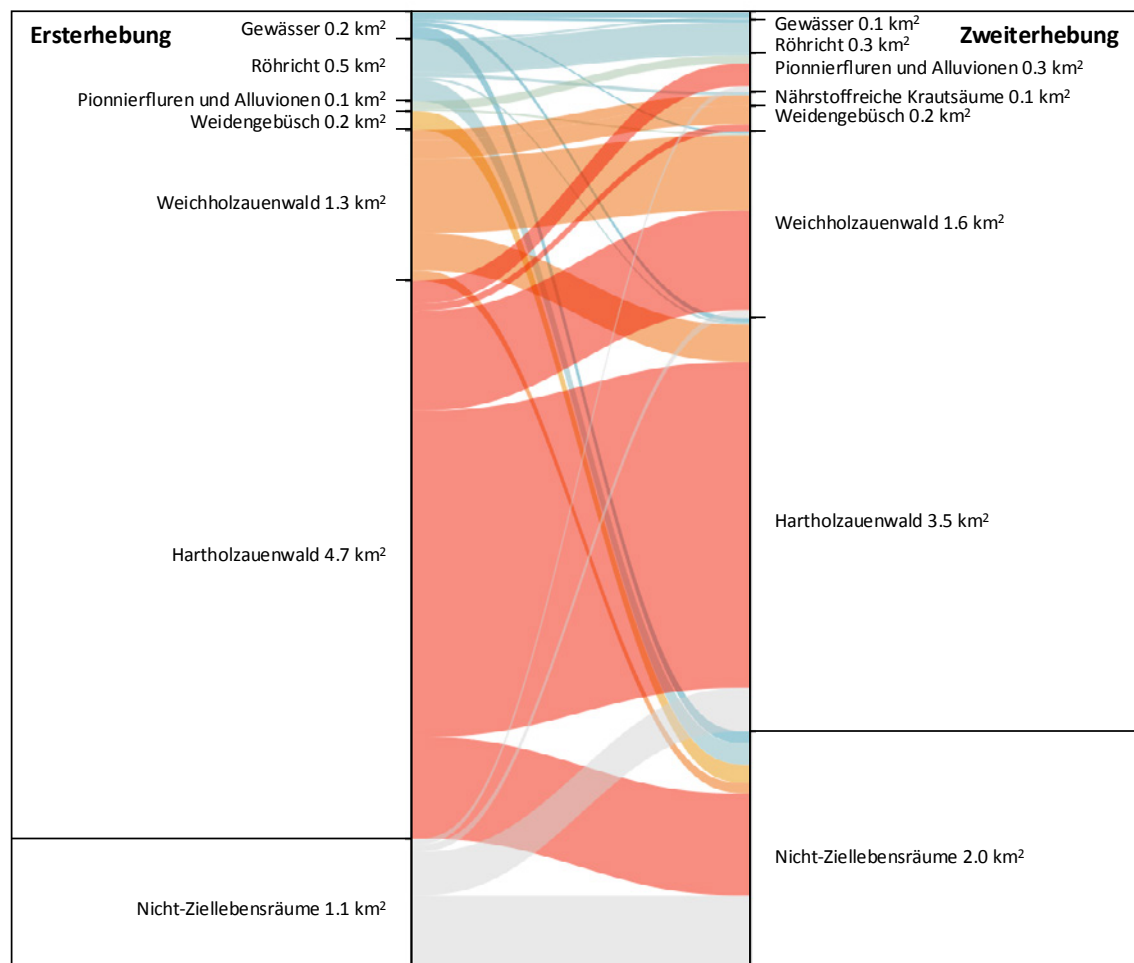


Abb. 57. Das auf den Daten der Vegetationserhebungen basierende Flussdiagramm verdeutlicht die Veränderungen der Auen-Ziellebensräume (Tab. 85) und Nicht-Ziellebensräume im nationalen Inventar der Seeauen, also wie viel Fläche des jeweiligen Lebensraumes von der Ersterhebung (links) zur Zweiterhebung (rechts) gleichgeblieben ist, beziehungsweise zu einem anderen Lebensraum gewechselt hat.

Tab. 60. Flächen in Hektaren und Flächenanteile der Formationen an der Gesamtfläche der Seeauen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

Auentyp	Anzahl Objekte	Wasser	Vegetationslose Aue	Gehölz-freie Aue	Weichholzaue	Hartholzaue	Nichtauen-gebiete	Wälder ausserhalb übrige	Krautgesellschafften	Fels, Geröll	Bauten und künstliche Vegetation	Total
Seeauen [ha]	14	121	4	712	156	820	55	146	10	0	52	2077
Seeauen [%]	14	6%	0%	34%	8%	39%	3%	7%	0%	0%	3%	100%

Tab. 61. Jährliche Formationsänderungen in Hektaren und Anteile der jährlichen Formationsänderungen an den Gesamtflächen in den Seeauen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

Auentyp	Anzahl Objekte	Formations-veränderungen [ha]	Formationsveränderungen der Formationen Wasser/Vegetationslos, Gehölzfrei, Weichholzaue [ha]	Formations-veränderungen mit zunehmender Dynamik [ha]	Formations-veränderungen mit abnehmender Dynamik [ha]	Objektflächen [ha]
Formationsänderungen Seeauen [ha]	13	13.9	6.9	6.4	7.1	2024.8
Anteil der Formationsänderungen Seeauen [%]	13	0.7%	0.3%	0.3%	0.4%	–

Tab. 62. Veränderungen der Formationen zwischen Ersterhebung und Zweiterhebung am Beispiel der Seeauen (n=13). Die grauen Zellen sind die Flächenanteile der jeweiligen Formationen, welche nicht geändert haben. Die übrigen Zellen enthalten die jeweiligen Flächenanteile der Übergänge zu anderen Formationen. Die letzte Spalte enthält die Anteile der Formationen der Ersterhebung. Die letzte Zeile enthält die Anteile der Formationen der Zweiterhebung.

		Zweiterhebung							Total Ersterhebung
Ersterhebung		Wasser/Vegetationslose Aue	Gehölzfreie Aue	Weichholzaue	Hartholzaue	Wälder ausserhalb	Nichtauengebiet	Bauten, künstliche Vegetation	
Wasser/Vegetationslose Aue	4.6%	0.4%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.1%
Gehölzfreie Aue	1.0%	33.5%	0.9%	1.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	36.5%
Weichholzaue	0.2%	0.4%	6.5%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	7.1%
Hartholzaue	0.1%	0.5%	0.2%	37.7%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	38.7%
Wälder ausserhalb	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	2.8%	0.0%	0.0%	0.0%	3.1%
Nichtauengebiet	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	6.9%	0.0%	0.0%	7.1%
Bauten, künstliche Vegetation	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.3%	2.4%
Total Zweiterhebung		5.8%	34.8%	7.7%	39.1%	3.1%	7.1%	2.4%	

3.5 Amphibienlaichgebiete

3.5.1 Ergebnisse Amphibienerhebungen

Veränderungen in der Schweiz und den biogeographischen Regionen

Signifikante Veränderungen zwischen den Angaben von Amphibienvorkommen in der Amphibienlaichgebietsverordnung (AlgV) und der WBS-Ersterhebung sowie zwischen der WBS-Erst- und Zweiterhebung sind in Tabelle 63 zusammengefasst.

Zwischen der Erst- und der Zweiterhebung nahmen die Vorkommen keiner der analysierten Amphibienarten signifikant ab, die Vorkommen der Wasserfrösche nahmen sogar signifikant zu (Abb. 59; Tab. 64). Bei der Interpretation der Trends beim Wasserfroschkomplex ist allerdings zu bedenken, dass die Zunahmen auch wegen den vorkommenden invasiven Arten des Wasserfroschkomplexes zustande kommen können. Die Gelbbauchunke und die Geburtshelferkröte zeigten hingegen noch immer leichte, allerdings statistisch nicht signifikante Rückgänge (Abb. 58). Sie sind aus einigen IANB-Objekten verschwunden, in welchen sie gemäss Objektblättern der AlgV vorkommen sollten. Erfreulich ist, dass die Anzahl Vorkommen der stark gefährdeten Kreuzkröte nahezu unverändert blieb. Zu beachten ist auch der leichte Rückgang der Anzahl Vorkommen des Grasfrosches. Diese Art ist nicht gefährdet, erfüllt als häufige Art aber viele Ökosystemfunktionen. Bei der Erdkröte, dem Bergmolch und dem Springfrosch werden die Verluste gegenüber der AlgV durch neu entdeckte Vorkommen kompensiert.

Im Vergleich zur Zahl der Vorkommen auf den Objektblättern der AlgV, sind die Vorkommen vieler Arten weiterhin auf tiefem Niveau. Besonders dramatisch waren die Rückgänge, wenn man den Sollzustand gemäss AlgV mit der Ersterhebung der WBS vergleicht, insbesondere bei der Kreuzkröte, der Geburtshelferkröte, dem Teichmolch, dem Nördlichen Kammolch, der Gelbbauchunke und dem Europäischen Laubfrosch, wobei die stärksten Rückgänge bereits vor 2005 stattfanden (Bergamini *et al.* 2019b).

Der Indikator «Anzahl Objekte in der Schweiz, in denen eine Amphibienart gemäss Amphibienlaichgebiete Verordnung vorkommt (AlgV)» wurde für drei Amphibienarten auch für verschiedene Höhenstufen berechnet (Abb. 60). Dafür eignen sich der Grasfrosch, die Erdkröte und der Bergmolch, die, im Gegensatz zu den anderen Amphibienarten der Schweiz, auch in höheren Lagen vorkommen. Zu beachten ist, dass die Grösse der Stichprobe oberhalb 800 m klein und die Aussagekraft deshalb begrenzt ist.

Bei der Erdkröte zeigte sich eine leichte Zunahme der Anzahl Vorkommen in den tiefen Lagen, während sich in den höheren Lagen wenig änderte. Beim Grasfrosch verringerte sich die Anzahl Vorkommen in den tiefen Lagen, in den höheren Lagen blieben sie hingegen stabil. Beim Bergmolch blieb die Zahl der Vorkommen in allen Höhenstufen weitgehend stabil.

Die räumliche Dynamik der Vorkommen wird in Abbildung 61 beispielhaft für die Wasserfrösche der Gattung *Pelophylax* und für die stark gefährdete Kreuzkröte dargestellt. Bei den Wasserfröschen ist zu beachten, dass hier einheimische und nicht einheimische Arten



Abb. 58. Die Geburtshelferkröte (links) und Gelbbauchunke (rechts) sind zwei gefährdete Amphibienarten, die viel zum Wert der IANB-Objekte beitragen (Fotos: Andreas Meyer).

zusammen dargestellt sind. Die Zunahme der Anzahl Vorkommen dürfte auf die invasiven Arten zurückzuführen sein. Bei der Kreuzkröte fällt auf, dass erloschene Vorkommen kaum mehr wieder besiedelt wurden.

Die Indikatoren «Anzahl Amphibienarten», «Anzahl gefährdete Amphibienarten» und «Anzahl Amphibien temporärer Gewässer» beschreiben die Artenzahlen in Objekten (Abb. 62; Tab. 65; als gefährdet gelten Arten, die nach der Roten Liste der Amphibienarten die Gefährdungskategorien EN oder VU aufweisen). Die Indikatoren blieben zwischen der Erst- und der Zweiterhebung der WBS praktisch konstant. Es waren deshalb weiterhin durchschnittlich 1.5 Arten weniger in den IANB-Objekten vorhanden als in der AlgV aufgeführt sind (und den Wert des Objekts begründen). Abbildung 62 zeigt auch, dass der Verlust hauptsächlich durch Rückgänge bei den gefährdeten Arten zustande kam und vor allem Arten der temporären Gewässer betrifft.

Abbildung 62 zeigt neben den Verlusten auch, dass sich heute im Durchschnitt etwas mehr als 0.5 Arten mehr in den Objekten finden, die auf den Objektblättern der AlgV nicht aufgeführt sind. Diese nicht aufgeführten Arten sind zu einem Teil invasive Wasserfrösche der Gattung *Pelophylax*, aber auch andere Arten, teils auch gefährdete Arten (Schmidt *et al.* 2023b).

Tab. 63. Übersichtstabelle zu den signifikanten Veränderungen bei der mittleren Zahl von Amphibienarten, von gefährdeten Arten und von Arten der temporären Gewässer sowie der Zahl der Vorkommen der einzelnen Amphibienarten zwischen den Angaben von Amphibienvorkommen in der Amphibienlaichgebietsverordnung (AlgV) und der WBS-Ersterhebung (WBS1) sowie zwischen der WBS-Erst- und der WBS-Zweiterhebung (WBS2). Die farbig hinterlegten Pfeile zeigen signifikante Zu- oder Abnahmen des jeweiligen Indikators in der Schweiz und drei biogeographischen Regionen. Rote und orange Felder zeigen eine negative Bewertung der Entwicklung, wobei rote Felder statistisch signifikante Veränderungen anzeigen ($p < 0.05$), orange nur marginal signifikante Veränderungen ($p < 0.1$). Das graue Feld bei dem Wasserfrosch-Komplex zeigt eine nicht klar positive oder negative Bewertung an, da sich im Komplex auch invasive Arten befinden. Weisse Felder zeigen nicht-signifikante Entwicklungen.

Indikator	AlgV vs. WBS1					AlgV vs. WBS2					WBS1 vs. WBS2				
	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpen	Südalpen	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpen	Südalpen	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpen	Südalpen
Veränderungen Artenzahlen															
Alle Amphibienarten	↘	↘	↘		↘	↘		↘							
Gefährdete Arten	↘	↘	↘		↘	↘		↘							
Arten temporärer Gewässer	↘	↘	↘	↘		↘	↘	↘	↘						
Veränderungen Arten															
Bergmolch															
Erdkröte															
Fadenmolch															
Geburtshelferkröte	↘		↘			↘		↘							
Gelbbauchunke	↘		↘			↘		↘							
Grasfrosch															
Italienischer Kammmolch															
Italienischer Laubfrosch															
Kammmolch	↘		↘			↘		↘							
Kreuzkröte	↘	↘	↘			↘	↘	↘							
Laubfrosch	↘		↘			↘		↘							
Springfrosch															
Teichmolch	↘					↘									
Wasserfrosch-Komplex											↗				

Tab. 64. Anzahl Vorkommen von Amphibienarten in den IANB-Objekten der WBS-Stichprobe. Dargestellt sind die Anzahl Vorkommen für die AlgV und die Erst- (WBS1) und Zweiterhebung (WBS2), jeweils für die ganze Schweiz (A) und die biogeographischen Regionen (B). Die Sterne geben an, ob die Anzahl Vorkommen in den Spalten WBS1 und WBS2 mit und ohne Neuentdeckungen statistisch signifikant verschieden sind von denjenigen in der AlgV (Poisson t-Test). WBS1: Ersterhebung 2011–2016; WBS2: Zweiterhebung 2017–2022. *: p < 0.05; **: p < 0.01; ***: p < 0.001.

Anzahl Vorkommen	Schweiz			
	AlgV	Ersterhebung		Zweiterhebung
		ohne	mit	ohne mit
Bergmolch	163	142	155	144 160
Erdkröte	165	142	173	156 177
Fadenmolch	94	75	85	72 84
Geburtshelferkröte	78	36***	39***	32 40
Gelbbauchunke	89	54**	56**	45 52
Grasfrosch	195	179	193	173 182
Italienischer Kammmolch	20	18	20	18 22
Italienischer Laubfrosch	29	22	27	23 26
Kammmolch	42	18**	24*	17 26
Kreuzkröte	58	23***	26***	22 24
Laubfrosch	57	27**	37*	30 34
Springfrosch	46	35	37	35 44
Teichmolch	44	18**	24*	18 27
Wasserfroschkomplex	140	101*	122	111 155*

Anzahl Vorkommen	Jura				Mittelland				Alpen				Südalpen			
	AlgV	Ersterhebung		Zweiterhebung	AlgV	Ersterhebung		Zweiterhebung	AlgV	Ersterhebung		Zweiterhebung	AlgV	Ersterhebung		Zweiterhebung
		ohne	mit	ohne mit		ohne	mit	ohne mit		ohne	mit	ohne mit		ohne	mit	ohne mit
Bergmolch	33	26	27	27 31	98	89	97	89 96	30	25	27	24 28	2	2	4	5
Erdkröte	32	32	35	35 35	81	68	89	76 87	26	22	25	24 28	26	20	24	27
Fadenmolch	23	20	23	21 25	63	47	54	44 52	8	8	8	7 7	0	0	0	0
Geburtshelferkröte	30	21	22	19 24	46	15***	16***	13 16	2	0	1	0 0	0	0	0	0
Gelbbauchunke	9	6	6	7 7	68	41*	43*	32 37	12	7	7	7 8	0	0	0	0
Grasfrosch	32	31	34	33 33	99	95	103	93 94	32	32	32	29 30	32	21	24	25
Italienischer Kammmolch	0	0	0	0 0	0	0	0	0 0	0	0	0	0 0	20	18	20	22
Italienischer Laubfrosch	0	0	0	0 0	0	0	0	0 0	0	0	0	0 0	29	22	27	26
Kammmolch	5	2	2	1 3	35	15**	21	15 21	2	1	1	1 2	0	0	0	0
Kreuzkröte	9	2	2	2 2	46	21**	24**	20 22	3	0	0	0 0	0	0	0	0
Laubfrosch	4	3	3	3 3	52	24**	34	27 31	1	0	0	0 0	0	0	0	0
Springfrosch	1	1	1	1 1	11	8	9	8 10	0	0	0	0 0	34	26	27	33
Teichmolch	5	1	2	2 2	31	15*	20	15 23	3	2	2	1 2	5	0	0	0
Wasserfroschkomplex	11	7	15	12 17	86	62*	71	66 92	8	6	9	9 12	35	26	27	34

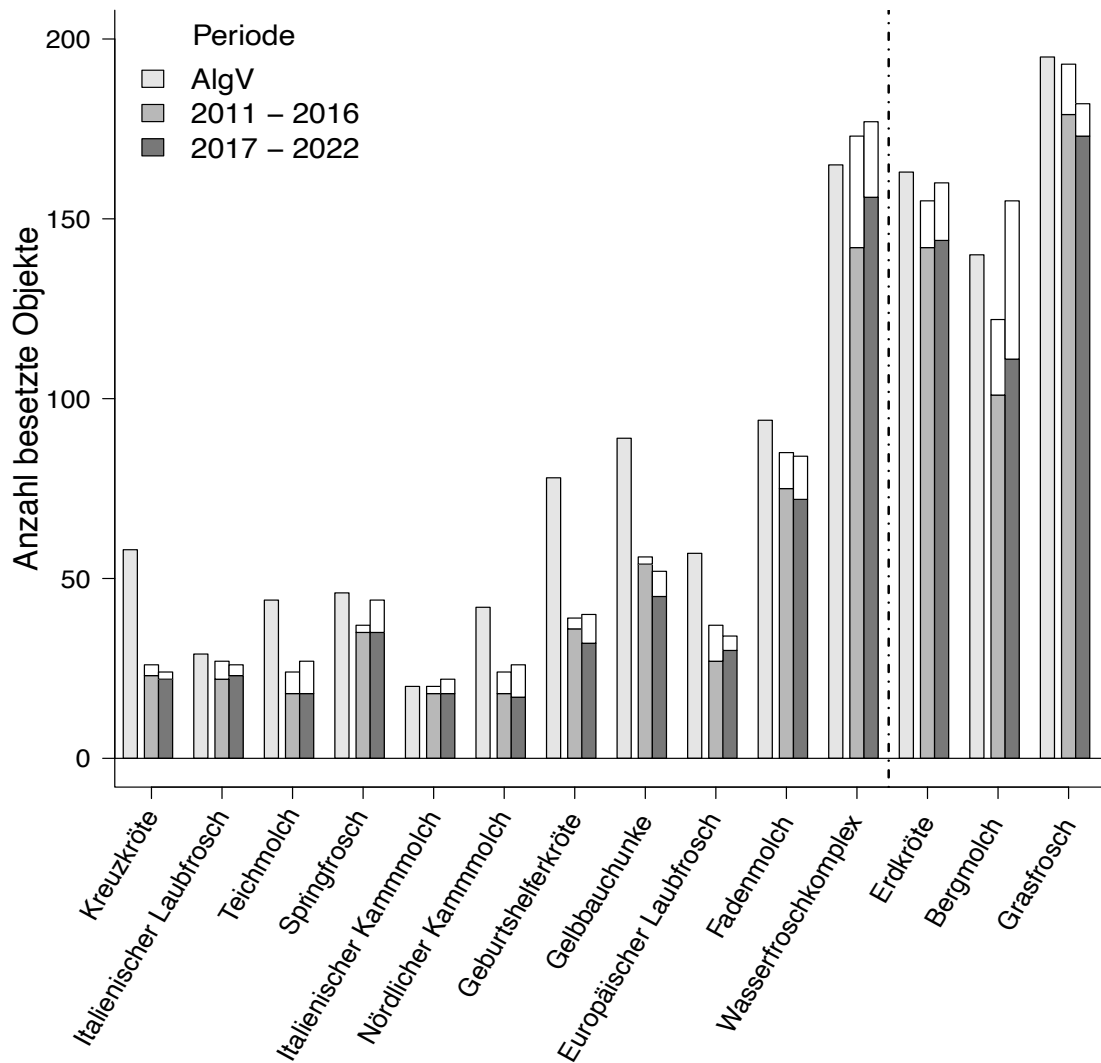


Abb. 59. Anzahl IANB-Objekte in der Schweiz, in denen eine Amphibienart gemäss Amphibienlaichgebiete Verordnung (AlgV: Schweizerischer Bundesrat 2001) und gemäss der Erst- und Zweiterhebung der WBS vorkommt. In der WBS-Ersterhebung wurden 240 Objekte untersucht, bei der Zweiterhebung waren es 258. Der linke Balken zeigt jeweils die Anzahl Vorkommen gemäss AlgV, der mittlere die Anzahl erfasste Vorkommen in der WBS-Ersterhebung, der rechte Balken diejenigen der WBS-Zweiterhebung. Die Balken, die WBS-Daten anzeigen, sind unterteilt: der grau eingefärbte Teil des Balkens zeigt die Anzahl Objekte ohne Neuentdeckungen, der obere weisse Teil zeigt die Anzahl Objekte mit Neuentdeckungen. Die Arten sind von links nach rechts nach abnehmendem Gefährdungsstatus gemäss Roter Liste der Amphibien von 2023 (Schmidt *et al.* 2023b) angeordnet. Links von der gestrichelten Linie sind die gefährdeten Arten aufgeführt, rechts davon die nicht gefährdeten.

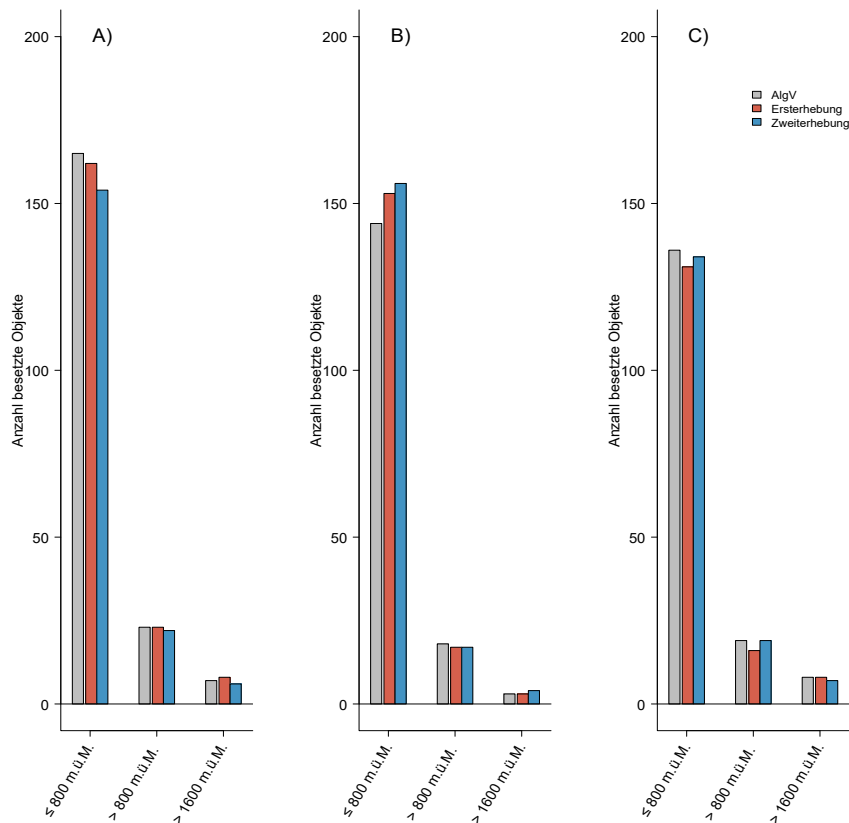


Abb. 60. Anzahl IANB-Objekte in der Schweiz, in denen die Erdkröte (*Bufo bufo*; A), der Grasfrosch (*Rana temporaria*; B) und der Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*; C) gemäss Amphibienlaichgebiete Verordnung (AlgV) und gemäss den Erhebungen der WBS (Erst- und Zweierhebung) vorkommt. Die Anzahl Vorkommen wird für drei Höhenstufen dargestellt. Die Anzahl IANB-Objekte in höheren Lagen (> 800 m ü. M.) ist deutlich kleiner als in den Tieflagen. Grau: Anzahl Vorkommen gemäss AlgV; rot: Anzahl erfasste Vorkommen in der Ersterhebung der WBS (WBS1); blau: Anzahl erfasste Vorkommen in der Zweierhebung der WBS (WBS2).

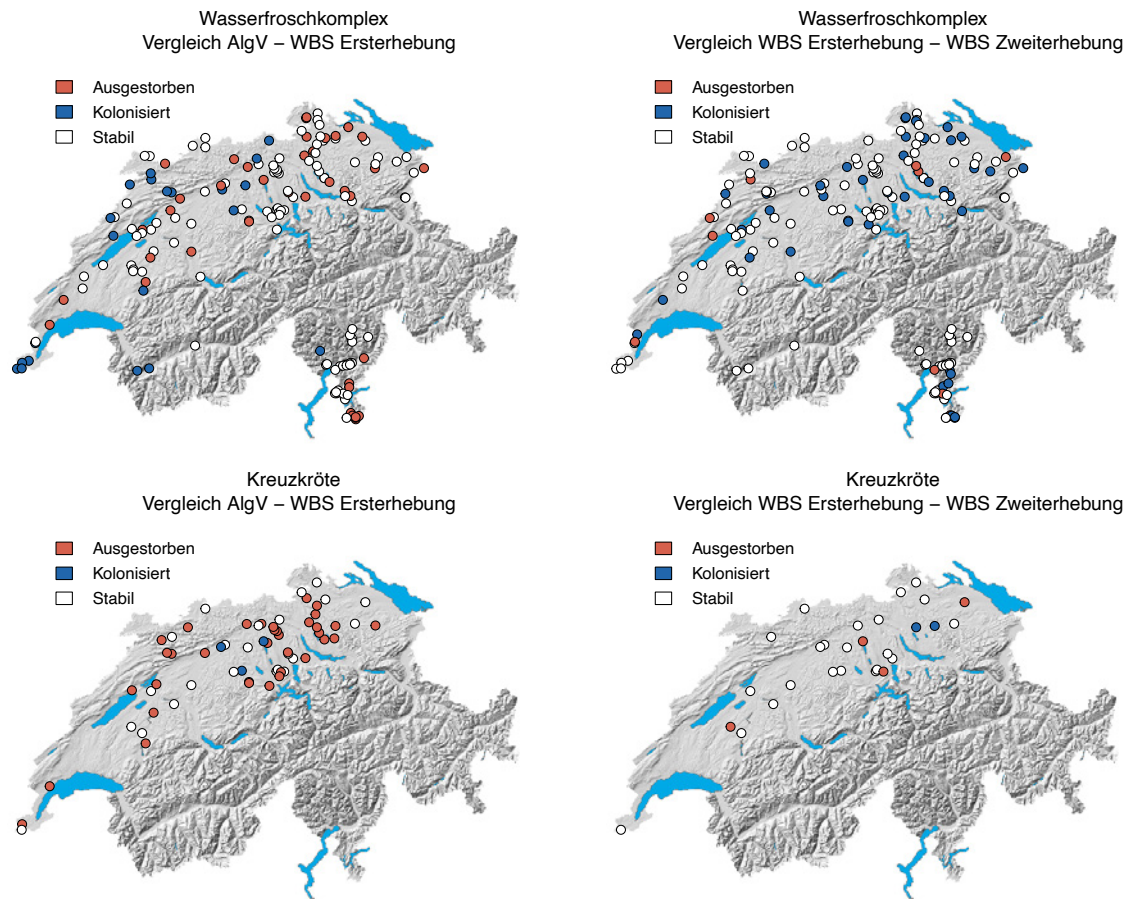


Abb. 61. Räumliche Dynamik der Vorkommen der Wasserfrösche der Gattung Pelophylax (obere Reihe) und der stark gefährdeten Kreuzkröte (untere Reihe) zwischen AlgV und Erstaufnahme WBS bzw. Erst- und Zweitaufnahme der WBS. Die Gattung Pelophylax umfasst einheimische und invasive Arten. Dargestellt sind nur Vorkommen in IANB-Objekten, welche in der WBS-Stichprobe enthalten sind.

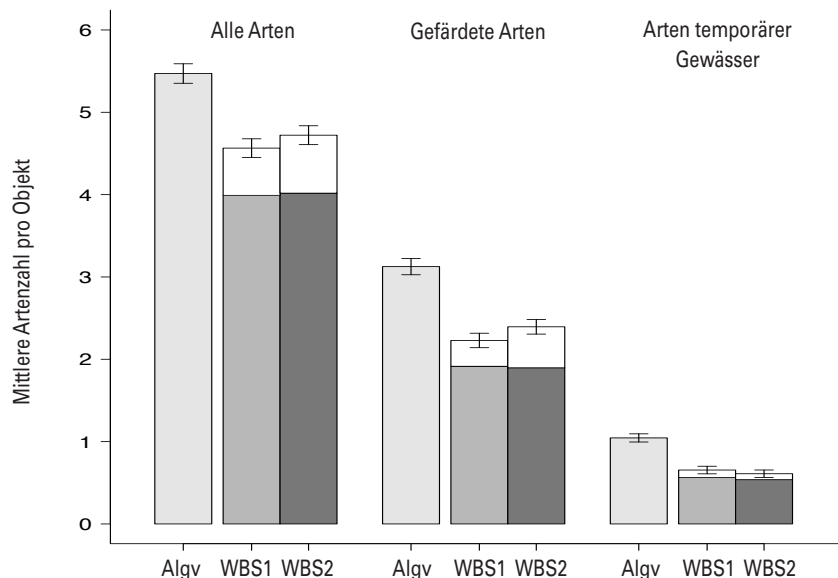


Abb. 62. Anzahl Amphibienarten (links), gefährdete Arten (EN; Mitte) und Anzahl Arten temporärer Gewässer pro Objekt (rechts). Dargestellt sind mittlere Artenzahlen ($\pm$ Standardfehler) gemäss Amphibienlaichverordnung und der Daten der WBS. Der linke Balken zeigt jeweils die Artenzahl gemäss AlgV, der mittlere Balken die Artenzahl, die bei der WBS-Ersterhebung (WBS1) festgestellt wurde, der rechte Balken, die Artenzahl bei der WBS-Zweiterhebung (WBS2). Der mittlere und rechte Balken sind unterteilt: die grau eingefärbten Teile der Balken zeigen die Artenzahl ohne Neuentdeckungen, die weissen Teile die Artenzahl mit Neuentdeckungen.

Tab. 65. Zahl der Amphibienarten in den IANB-Objekten der Stichprobe der WBS. Dargestellt sind die Artenzahlen, die Anzahl Rote Liste-Arten (EN) und die Anzahl Arten temporärer Gewässer, jeweils für die AlgV und die Erst- und Zweiterhebung der WBS, für die ganze Schweiz und für biogeographische Regionen. Die Sterne geben an, ob die Artenzahlen in den Spalten WBS1 und WBS2 mit und ohne Neuentdeckungen statistisch signifikant verschieden sind von denjenigen in der AlgV (Poisson t-Test). *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$.

Artenzahlen	Schweiz				
	AlgV	Ersterhebung WBS		Zweiterhebung WBS	
		Neuentdeckungen		Neuentdeckungen	
Artengruppe		ohne	mit	ohne	mit
Alle Arten	5.5 ± 0.14	$4 \pm 0.11^{***}$	$4.6 \pm 0.12^{***}$	4 ± 0.11	4.7 ± 0.11
Gefährdete Arten	3.1 ± 0.12	$1.9 \pm 0.09^{***}$	$2.2 \pm 0.1^{***}$	1.9 ± 0.09	2.4 ± 0.09
Arten temporärer Gewässer	1 ± 0.06	$0.6 \pm 0.05^{***}$	$0.7 \pm 0.05^{***}$	0.5 ± 0.05	0.6 ± 0.05
Jura					
Alle Arten	5.5 ± 0.29	$4.3 \pm 0.23^{**}$	4.9 ± 0.23	4.6 ± 0.22	5.2 ± 0.21
Gefährdete Arten	2.8 ± 0.22	$1.8 \pm 0.17^{***}$	$2.2 \pm 0.20^*$	1.9 ± 0.19	2.4 ± 0.18
Arten temporärer Gewässer	0.6 ± 0.12	$0.3 \pm 0.09^*$	$0.3 \pm 0.09^*$	0.3 ± 0.09	0.3 ± 0.09
Mittelland					
Alle Arten	6.6 ± 0.17	$4.6 \pm 0.16^{***}$	$5.4 \pm 0.16^{***}$	4.6 ± 0.16	5.4 ± 0.16
Gefährdete Arten	4.1 ± 0.15	$2.3 \pm 0.12^{***}$	$2.7 \pm 0.14^{***}$	2.2 ± 0.13	2.8 ± 0.13
Arten temporärer Gewässer	1.5 ± 0.09	$0.8 \pm 0.08^{***}$	$0.9 \pm 0.08^{***}$	0.7 ± 0.08	0.8 ± 0.08
Alpen					
Alle Arten	3.8 ± 0.29	3.1 ± 0.22	3.4 ± 0.21	3.1 ± 0.24	3.5 ± 0.27
Gefährdete Arten	1.2 ± 0.26	0.7 ± 0.16	0.8 ± 0.17	0.8 ± 0.16	0.9 ± 0.20
Arten temporärer Gewässer	0.5 ± 0.12	0.2 ± 0.07	0.2 ± 0.07	0.2 ± 0.07	0.2 ± 0.08
Südalpen					
Alle Arten	3.9 ± 0.23	$2.9 \pm 0.20^{**}$	$3.3 \pm 0.21^*$	2.9 ± 0.20	3.7 ± 0.20
Gefährdete Arten	2.6 ± 0.20	$2 \pm 0.19^*$	2.1 ± 0.19	1.9 ± 0.19	2.4 ± 0.19
Arten temporärer Gewässer	0.6 ± 0.07	0.5 ± 0.07	0.6 ± 0.07	0.5 ± 0.07	0.6 ± 0.07

Die Umwelt-DNA detektierte Wasserfrösche in 207 IANB-Objekten, also in deutlich mehr Objekten als in den Feldarbeiten festgestellt. Denkbar ist, dass die Umwelt-DNA sensibler ist oder dass es sich teilweise um falsche Positive handelt. Eine Spezialauswertung, um diese Frage zu klären, wurde nicht durchgeführt, da die Ergebnisse qualitativ robust sind. Ein Fehler wäre bei allen Arten gleich, so ein Vergleich der Vorkommen der Arten unbeeinflusst sein sollte.

Im Durchschnitt wurden 1.4 (von maximal 4 möglichen) Genotypen detektiert. Der Median war 1, was besagt, dass in den allermeisten Fällen nur ein Genotyp vorkam.

Der häufigste Genotyp war derjenige der invasiven Art *Pelophylax bergeri* (detektiert in 61.8 % aller IANB-Objekte mit mittels Umwelt-DNA nachgewiesenen Wasserfröschen). Deutlich seltener war der Genotyp der einheimischen *Pelophylax*-Arten (48.3 %). Weniger oft detektiert wurde der Genotyp *P. ridibundus* und *P. kurtmuelleri* (26.5 %) und *P. bedriagae* (4.3 %, Abb. 63). Die Summe der Prozente ist grösser als 100 %, weil in einem IANB-Objekt mehrere *Pelophylax*-Genotypen vorkommen können.

Der Genotyp der einheimischen *Pelophylax*-Arten wurde in 100 IANB-Objekten gefunden. Nur in 34 IANB-Objekten waren sie die einzigen *Pelophylax*-Arten. In 66 IANB-Objekten kam eine invasive *Pelophylax*-Art zusammen mit den einheimischen Arten vor.

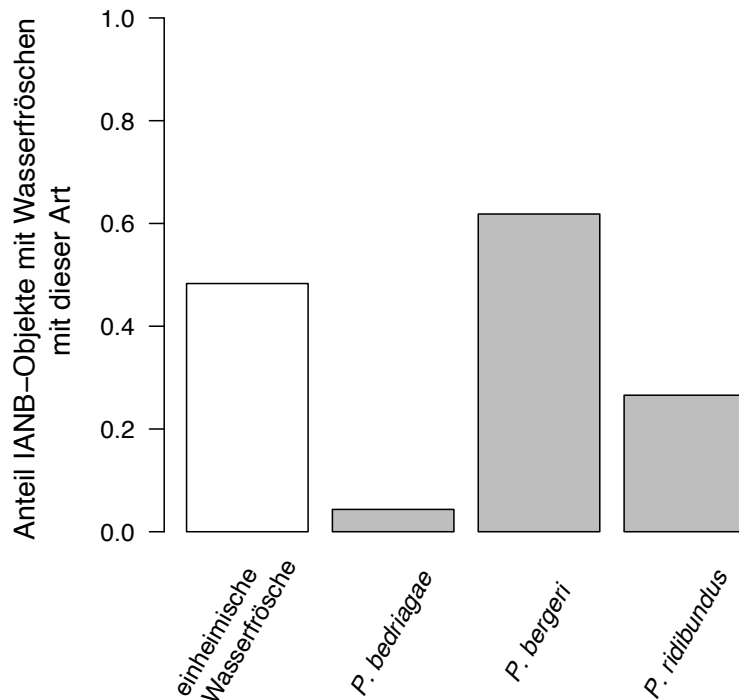


Abb. 63. Anteil Objekte mit Vorkommen der verschiedenen mittels Umwelt-DNA unterscheidbaren Gruppen in der Gattung *Pelophylax* (Wasserfrösche) an der Gesamtzahl an Objekten mit Vorkommen von *Pelophylax*. Der Anteil 1 stellt also alle IANB-Objekte dar, in denen mittels Umwelt-DNA mindestens eine *Pelophylax*-Art festgestellt wurde.

Populationsgrössenklassen

Die AlgV hält fest, dass die Erhaltung und Förderung der Amphibienpopulationen, die den Wert des Objekts begründen, zu den Schutzziele zählen. Dazu gehört auch, dass die Grösse der Amphibienpopulationen erhalten wird.

Die Daten zeigen, dass es trotz einer gewissen Stabilität bei der Anzahl Vorkommen zwischen Erst- und Zweiterhebung der WBS (Abb. 64) eine Dynamik in den Populationen gibt. Die Grössen der Populationen verändern sich, Populationen erlöschen und neue Vorkommen werden festgestellt. Die grössten Veränderungen zeigten sich zwischen den Amphibienpopulationen gemäss AlgV und der Ersterhebung der WBS. In diesem Zeitraum sind mehr Populationen erloschen als neue entstanden und es sind mehr Populationen kleiner als grösser geworden. Auch zwischen der Erst- und Zweiterhebung gab es trotz weniger Veränderungen bei der Zahl der Vorkommen viel Dynamik auf Ebene der Populationsgrössen (Abb. 65). Zahlreiche Populationen erloschen, wurden kleiner oder grösser oder neue Populationen wurden festgestellt. Bemerkenswert ist, dass vor allem kleine Populationen (Grössenklasse 1) erlöschen und dass neue Population mehrheitlich ebenfalls dieser Grössenklasse angehören, also klein sind.

Besonders stark sind die Zunahmen der Populationsgrössenklassen bei den Wasserfröschen der Gattung *Pelophylax* (Abb. 65) zwischen der Erst- und Zweiterhebung der WBS. Da die Wasserfrösche einheimische und invasive Arten umfassen, ist der Zuwachs vorsichtig zu interpretieren. Positiv zu werten sind die neuen grossen und grösser gewordenen Populationen bei zwei gefährdeten Arten, dem Laubfrosch und dem Kammmolch (Abb. 65).

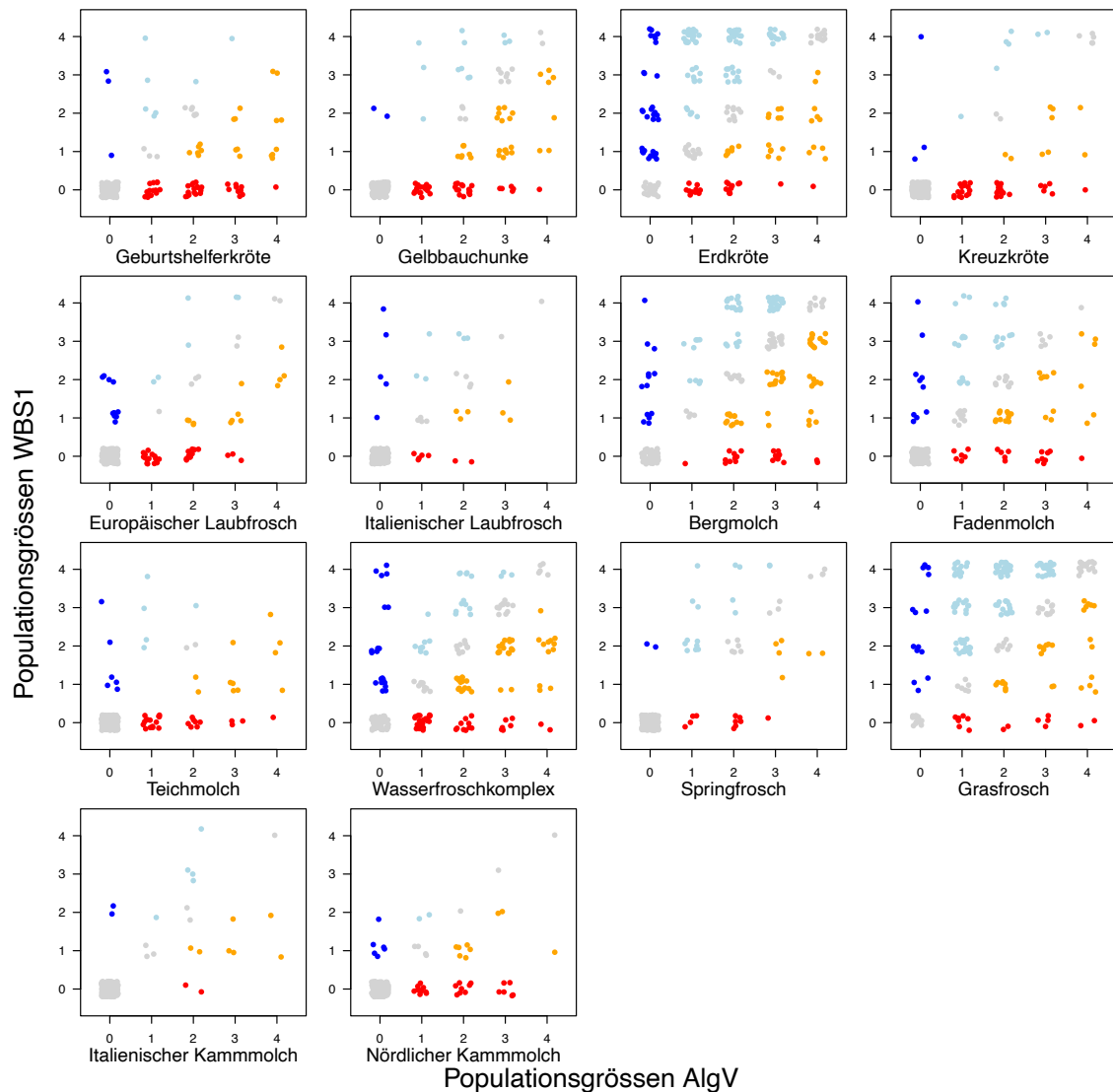


Abb. 64. Die Populationsgrößenklassen der Amphibienarten in den IANB-Objekten gemäss AlgV (Schweizerischer Bundesrat 2001) und der Ersterhebung der WBS (WBS1). Die x-Achse zeigt die Populationsgrößenklassen gemäss AlgV und die y-Achse zeigt die Populationsgrößenklassen gemäss Ersterhebung der WBS. «0» bedeutet «Art nicht vorhanden». Eins bis vier sind die Populationsgrößenklassen «klein», «mittel», «gross» und «sehr gross». Jeder Punkt stellt eine Population dar (zwecks besserer Lesbarkeit sind die Punkte leicht zufällig gestreut). Punkte auf der grau eingefärbten Diagonalen zeigen Populationen, deren Grösse sich nicht verändert hat. Punkte unterhalb der Diagonalen zeigen Populationen, die kleiner geworden (orange Punkte) oder erloschen sind (rote Punkte). Lesebeispiel: Bei der Geburtshelferkröte gab es eine Kolonisierung, die zu Grössenklasse 1 führte (Grössenklasse AlgV = 0 (Art kommt nicht vor), Grössenklasse WBS Ersterhebung = 1).

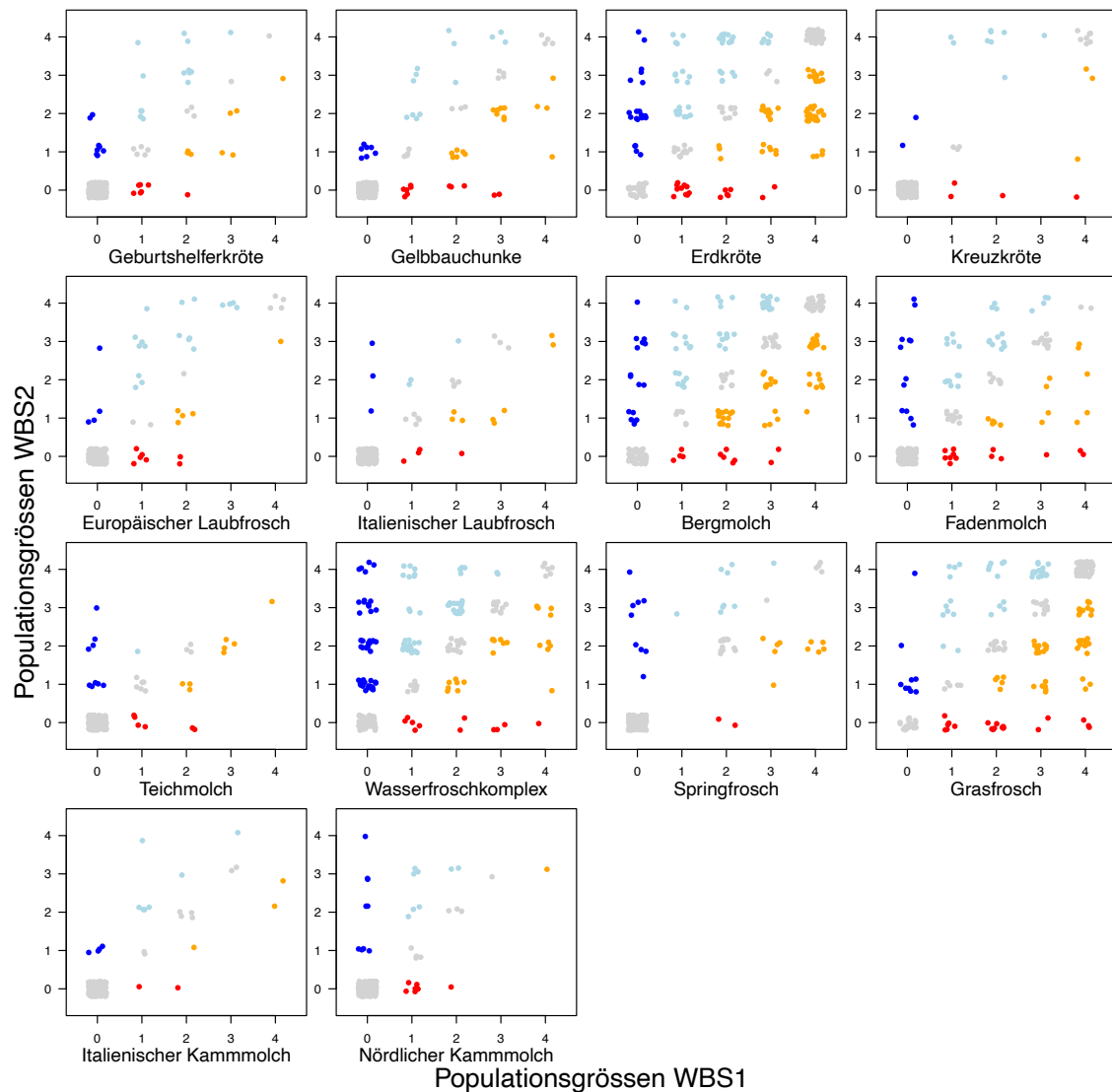


Abb. 65. Die Populationsgrößenklassen der Amphibienarten in den IANB-Objekten bei der Erst- und der Zweiterhebung der WBS (WBS1 bzw. WBS2). Die x- und die y-Achsen zeigen die Populationsgrößenklassen. «0» bedeutet «Art nicht vorhanden». Eins bis vier sind die Populationsgrößenklassen «klein», «mittel», «gross» und «sehr gross». Jeder Punkt stellt eine Population dar (zwecks besserer Lesbarkeit sind die Punkte leicht zufällig gestreut). Punkte auf der grau eingefärbten Diagonalen zeigen Populationen, deren Grösse sich nicht verändert hat. Punkte unterhalb der Diagonalen zeigen Populationen, die kleiner geworden (orange Punkte) oder erloschen sind (rote Punkte). Lesebeispiel: Bei der Geburtshelferkröte gab es in der ersten Runde der WBS eine Population mit Grösseklasse 2, die in der zweiten Runde der WBS nicht mehr festgestellt wurde (Grösseklasse 0).

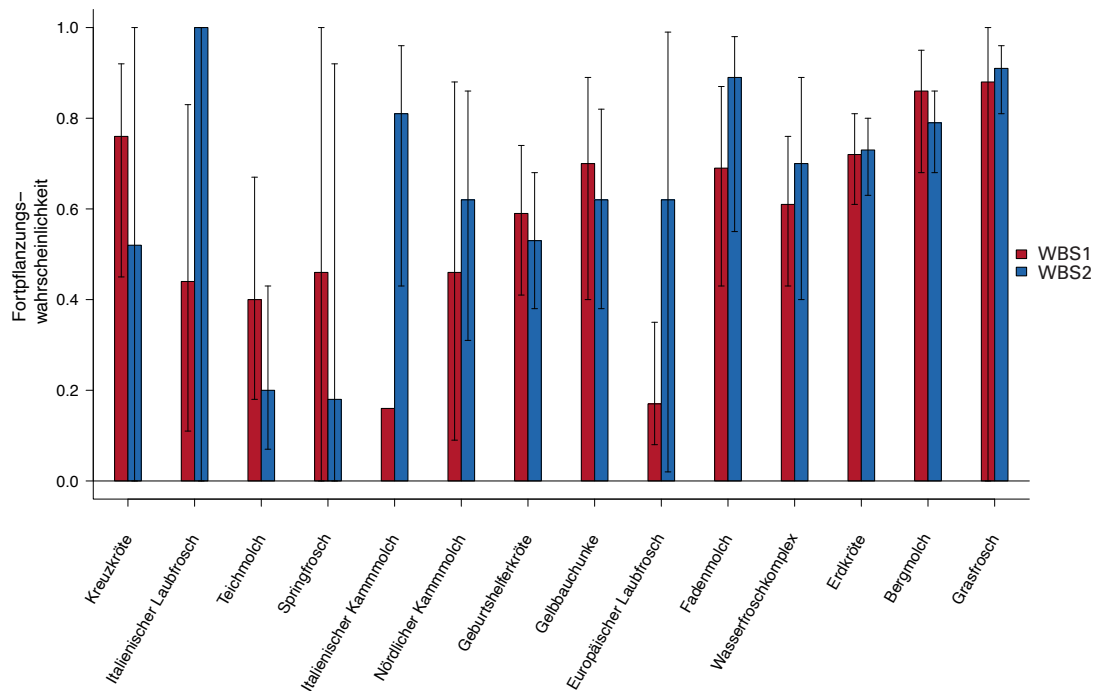


Abb. 66. Fortpflanzungswahrscheinlichkeiten der Amphibienarten bei der Ersterhebung (rote Balken: WBS1) und der Zweiterhebung (blaue Balken: WBS2) der WBS. Die statistisch geschätzte Fortpflanzungswahrscheinlichkeit entspricht der Anzahl IANB-Objekte mit Fortpflanzung geteilt durch die Anzahl Objekte, in denen eine Art festgestellt wurde. Die Fehlerbalken sind 95 % Konfidenzintervalle.

Fortpflanzungswahrscheinlichkeit

Die statistisch geschätzten Fortpflanzungswahrscheinlichkeiten in der Erst- und Zweiterhebung der WBS unterschieden sich je nach Art deutlich (Abb. 66). Der Grasfrosch, der Springfrosch und die Erdkröte, bei denen die Fortpflanzung meist über den Nachweis von Laich nachgewiesen wird, haben die höchsten Fortpflanzungswahrscheinlichkeiten. Die anderen Arten, bei denen eine Fortpflanzung in der Regel über Larven nachgewiesen wird, haben tiefere Fortpflanzungswahrscheinlichkeiten. Die Fortpflanzung ist aber häufig nicht sicher nachweisbar, weshalb sind die Konfidenzintervalle sehr gross.

Das wichtigste Resultat bei den Fortpflanzungswahrscheinlichkeiten ist, dass sie bei den meisten Arten und in beiden Erhebungen der WBS deutlich unter 1 lagen; Unterschiede zwischen der Erst- und Zweiterhebung sollte keine grosse Bedeutung zugemessen werden. Es gab also bei fast allen Arten einen grossen Anteil von Objekten, die von diesen Arten besetzt waren, aber keine nachweisbare Fortpflanzung aufwiesen.

3.5.2 Ergebnisse Fernerkundung

Zustand und Veränderungen Gehölzdeckung, offener Boden und offenes Wasser

Der Anteil von Gehölzdeckung lag zum Zeitpunkt der Zweiterhebung in den Amphibienlaichgebieten (Bereich A = Laichgewässer und angrenzende natürliche und naturnahe Flächen) bei 38.8 % der Gesamtfläche. Der Anteil von offenem Boden bei 3.85 % und von offenem Wasser bei 13.83 % (Tab. 66).

Tab. 66. Zustand der Gehölzdeckung, des offenen Bodens und des offenen Wassers in den Amphibienlaichgebieten von nationaler Bedeutung der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen in Hektaren und Anteilen an der Biotopfläche in Prozent zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte	835	94	499	123	11	39	69
Fläche [ha]	10 251	599	6 832	1 636	119	249	818
Rasterzellen	59 572	4 155	38 857	9 605	643	1 587	4 725
Gehölzdeckung [ha]	3 977	274	2 677	497	52	119	360
Offener Boden [ha]	394	33	232	96	1	16	16
Offenes Wasser [ha]	1 418	44	964	209	20	21	160
Gehölzdeckung [%]	38.80	45.69	39.19	30.36	43.67	47.71	43.98
Offener Boden [%]	3.85	5.52	3.40	5.86	1.21	6.45	1.92
Offenes Wasser [%]	13.83	7.34	14.11	12.78	16.47	8.59	19.60

In den Amphibienlaichgebieten wurde zwischen der Erst- und der Zweiterhebung jährlich eine Fläche von 37.57 ha neu von Gehölzen bedeckt (+0.37 % der Gesamtfläche des Bereichs A der Amphibienlaichgebiete). Gleichzeitig ging die Gehölzdeckung auf anderen Flächen um 43.01 ha zurück (−0.42 % der Gesamtfläche). Die jährliche Veränderung der Gehölzdeckung zwischen der Erst- und Zweiterhebung in den Amphibienlaichgebieten bei einer Gesamtfläche aller Amphibienlaichgebiete von 10 196 ha betrug demnach −5.43 ha oder −0.05 % der Gesamtfläche (Tab. 67).

Die Fläche des offenen Bodens ging ebenfalls zurück. In der gesamten Schweiz nahm die Fläche des offenen Bodens jährlich um 9.02 ha ab (−0.09 % der Gesamtfläche). Einzig in den biogeografischen Regionen Jura und der Alpensüdflanke gab es Zunahmen von jährlich 0.11 % bzw. 0.10 %.

Der Flächenanteil des offenen Wassers zeigte zwischen der Erst- und Zweiterhebung eine leichte jährliche Zunahme von 0.01 % (+1.01 ha).

Die Veränderungen der Gehölzdeckung auf Objektebene war in den meisten Fällen gering: 78.8 % aller Objekte zeigten jährliche Veränderungen zwischen −1 % und +1 % der Objektflächen (Tab. 68; Abb. 67). Vor allem im Mittelland, wo am meisten Objekte vorhanden sind, zeigte sich ein ähnliches Bild wie in der gesamten Schweiz. Im Jura gab es deutlich mehr Objekte mit Zunahmen > 1 % und an der Alpennordflanke und den östliche Zentralalpen wiesen etwas mehr Objekte nur geringe Veränderungen der Gehölzdeckung auf (−1 % bis +1 %).

Tab. 67. Jährliche absolute Veränderung der Gehölzdeckung, des offenen Bodens und des offenen Wassers in den Amphibienlaichgebieten von nationaler Bedeutung der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen in Hektaren und relative Veränderung zur Biotopfläche in Prozent zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte		826	93	493	121	11	39	69
Fläche [ha]		10 196	587	6 792	1 632	119	249	818
Rasterzellen		59 163	4 071	38 571	9 568	643	1 587	4 723
Veränderung Gehölzdeckung [ha]	Zunahme	37.57	3.29	23.46	6.54	0.06	1.00	3.22
	Abnahme	-43.01	-2.43	-27.77	-5.52	-0.42	-1.68	-5.19
	Bilanz	-5.43	0.86	-4.30	1.02	-0.35	-0.68	-1.97
Veränderung offener Boden [ha]	Zunahme	18.39	1.61	12.68	2.45	0.03	0.85	0.77
	Abnahme	-27.41	-0.94	-14.64	-5.85	-0.21	-0.59	-5.17
	Bilanz	-9.02	0.67	-1.96	-3.40	-0.18	0.25	-4.40
Veränderung offenes Wasser [ha]	Zunahme	28.02	0.86	16.63	4.10	0.15	0.59	5.68
	Abnahme	-27.00	-0.99	-21.23	-2.85	-0.37	-0.90	-0.67
	Bilanz	1.01	-0.13	-4.61	1.26	-0.22	-0.31	5.01
Veränderung Gehölzdeckung [%]	Zunahme	0.37	0.56	0.35	0.40	0.05	0.40	0.39
	Abnahme	-0.42	-0.41	-0.41	-0.34	-0.35	-0.68	-0.63
	Bilanz	-0.05	0.15	-0.06	0.06	-0.30	-0.27	-0.24
Veränderung offener Boden [%]	Zunahme	0.18	0.27	0.19	0.15	0.03	0.34	0.09
	Abnahme	-0.27	-0.16	-0.22	-0.36	-0.18	-0.24	-0.63
	Bilanz	-0.09	0.11	-0.03	-0.21	-0.15	0.10	-0.54
Veränderung offenes Wasser [%]	Zunahme	0.27	0.15	0.24	0.25	0.13	0.24	0.69
	Abnahme	-0.26	-0.17	-0.31	-0.17	-0.31	-0.36	-0.08
	Bilanz	0.01	-0.02	-0.07	0.08	-0.18	-0.12	0.61

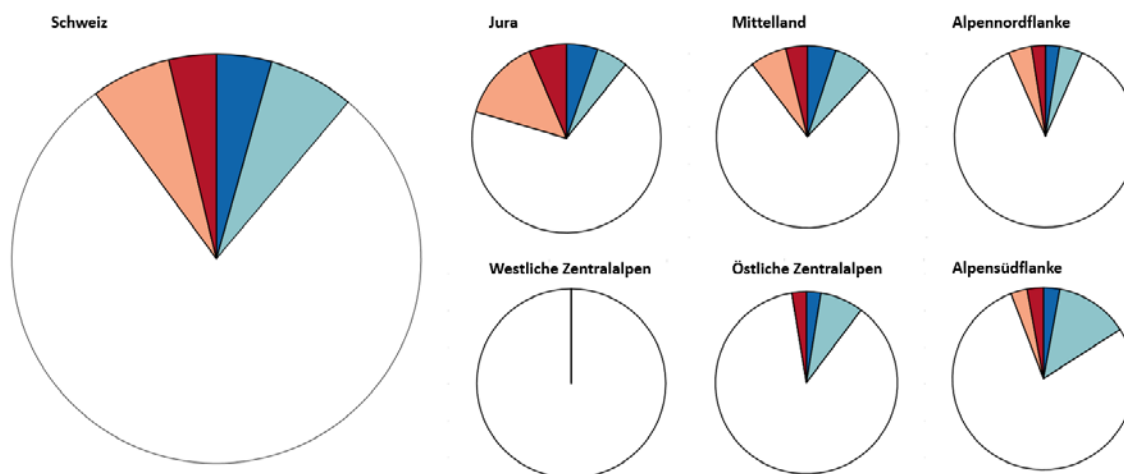


Abb. 67. Verteilung der Anzahl Amphibienlaichgebiete (Bereich A) mit und ohne Veränderung der Gehölzdeckung zwischen Erst- und Zweiterhebung der WBS in der Schweiz und den biogeographischen Regionen. Blau: Anteil jährliche Gehölzveränderung <-2 %; hellblau: Anteil jährliche Gehölzveränderung -1 % bis -2 %; weiss: Anteil jährliche Gehölzveränderung +1 % bis -1 %; orange: Anteil jährliche Gehölzveränderung +1 % bis +2 %; rot: Anteil jährliche Gehölzveränderung >+2 %.

Zustand und Veränderungen Infrastruktur

Der Anteil von Rasterzellen mit Strassen und Wegen in den Amphibienlaichgebieten zum Zeitpunkt der Zweiterhebung lag bei 17.79 %. Von Gebäuden waren 1.73 % der Rasterzellen betroffen (Tab. 69).

Die Veränderungen von Infrastrukturen waren in Amphibienlaichgebieten sehr gering (Tab. 70). Schweizweit kamen zwischen der Erst- und der Zweiterhebung jährlich 47 Rasterzellen mit Strassen und Wegen dazu, gleichzeitig wurden jährlich in 35 Rasterzellen keine Strassen und Wege mehr identifiziert. Das entspricht einer Gesamtzunahme von 12 Rasterzellen (0.02 % aller Rasterzellen) mit Strassen und Wegen pro Jahr.

Die Zahl der Rasterzellen mit Gebäuden hat sich zwischen Erst- und Zweiterhebung kaum verändert (–1.54 Rasterzellen mit Gebäuden pro Jahr).

Zwischen der Erst- und Zweiterhebung sind in 9 % der Amphibienlaichgebiete in der Schweiz neue Infrastrukturen (Strassen und Wege sowie Gebäude) entstanden (Tab. 71). Am stärksten betroffen waren Objekte im Jura (11 % aller Objekte) und den Östlichen Zentralalpen (8 % aller Objekte).

Tab. 68. Anzahl und Anteil der Amphibienlaichgebiete (Bereich A), deren Gehölzdeckung sich höchstens schwach (–1 % bis +1 %), stark positiv oder negativ (zwischen 1 und 2 %) oder sehr stark positiv oder negativ (grösser 2 %) zwischen Erst- und Zweiterhebung der WBS in der Schweiz und den biogeographischen Regionen veränderte. Die Veränderung der Gehölzdeckung wurde relativ zur jeweiligen Fläche des Objekts gerechnet.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpen-nord-flanke	Westliche Zentral-alpen	Östliche Zentral-alpen	Alpensüd-flanke
Anzahl Objekte mit jährlicher Gehölzveränderung							
< –2 %	36	5	25	3	0	1	2
–1 % bis –2 %	56	5	34	5	0	3	9
–1 % bis +1 %	651	64	383	105	11	34	54
+1 % bis +2 %	52	13	32	5	0	0	2
> +2 %	31	6	19	3	0	1	2
Anteil Objekte mit Jährlicher Gehölzveränderung							
< –2 %	4.4 %	5.4 %	5.1 %	2.5 %	0.0 %	2.6 %	2.9 %
–1 % bis –2 %	6.8 %	5.4 %	6.9 %	4.1 %	0.0 %	7.7 %	13.0 %
–1 % bis +1 %	78.8 %	68.8 %	77.7 %	86.8 %	100.0 %	87.2 %	78.3 %
+1 % bis +2 %	6.3 %	14.0 %	6.5 %	4.1 %	0.0 %	0.0 %	2.9 %
> +2 %	3.8 %	6.5 %	3.9 %	2.5 %	0.0 %	2.6 %	2.9 %

Tab. 69. Anzahl betroffener Rasterzellen von Strassen und Wegen sowie Gebäuden und deren Anteil in Prozent an der Gesamtzahl in den Amphibienlaichgebieten von nationaler Bedeutung der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpen-nord-flanke	Westliche Zentral-alpen	Östliche Zentral-alpen	Alpensüd-flanke
Objekte	835	94	499	123	11	39	69
Fläche [ha]	10 251	599	6 832	1 636	119	249	818
Rasterzellen	59 572	4 155	38 857	9 605	643	1 587	4 725
Strassen und Wege [Rasterzellen]	10 598	1 044	7 403	1 256	70	257	568
Gebäude [Rasterzellen]	1 030	89	675	147	7	16	96
Strassen und Wege [%]	17.79	25.13	19.05	13.08	10.89	16.19	12.02
Gebäude [%]	1.73	2.14	1.74	1.53	1.09	1.01	2.03

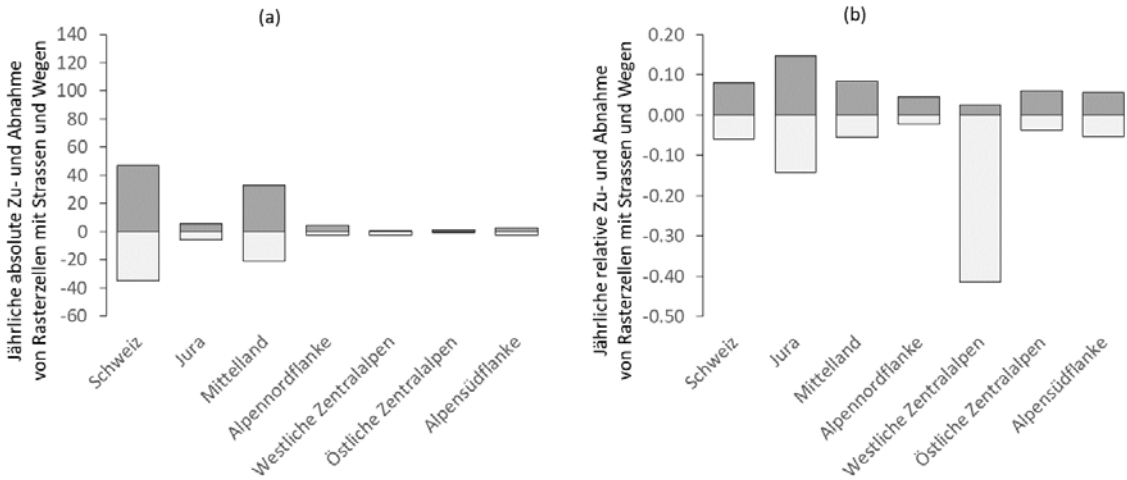


Abb. 68. Jährliche Zu- und Abnahmen der Anzahl (a) und Anteile (an der Gesamtzahl) der Rasterzellen (b) mit Infrastrukturtyp «Strassen und Wege» in Amphibienlaichgebieten (Bereich A) der Schweiz und der biogeographischen Regionen.

Tab. 70. Anzahl und Anteile der Rasterzellen (an der Gesamtzahl) der jährlichen Zunahmen (Anzahl neu besetzte Rasterzellen), Abnahmen (Anzahl neu nicht mehr besetzte Rasterzellen) und die von Rasterzellen mit Strassen und Wegen, sowie Gebäuden in den Amphibienlaichgebieten von nationaler Bedeutung der Schweiz und ihrer biogeographischen Regionen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Anzahl Objekte		826	6	493	121	11	39	69
Fläche [ha]		10 196	–6	6 792	1 632	119	249	818
Rasterzellen		59 163	0	38 571	9 568	643	1 587	4 723
Veränderung Strasse und Wege [Rasterzellen]	Zunahme	47.16	0.33	32.92	4.50	0.17	0.96	2.64
	Abnahme	–34.67	–0.67	–21.00	–2.17	–2.67	–0.58	–2.50
	Bilanz	12.49	–0.33	11.92	2.33	–2.50	0.38	0.14
Veränderung Gebäude [Raster- zellen]	Zunahme	4.15	–0.21	2.91	0.17	0.00	0.61	0.13
	Abnahme	–5.68	–0.18	–3.42	–1.48	0.00	–0.13	0.00
	Bilanz	–1.54	0.85	–0.50	–1.31	0.00	0.49	0.13
Veränderung Strassen und Wege [%]	Zunahme	0.08	0.15	0.09	0.05	0.03	0.06	0.06
	Abnahme	–0.06	–0.14	–0.05	–0.02	–0.41	–0.04	–0.05
	Bilanz	0.02	0.01	0.03	0.02	–0.39	0.02	0.00
Veränderung Gebäude [%]	Zunahme	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00
	Abnahme	–0.01	–0.02	–0.01	–0.02	0.00	–0.01	0.00
	Bilanz	0.00	–0.01	0.00	–0.01	0.00	0.03	0.00

Tab. 71. Anzahl und Anteile der Amphibienlaich-Objekte mit neuen Infrastrukturen (Strassen und Wege sowie Gebäude) zwischen Erst- und Zweiterhebung in der Schweiz und den biogeographischen Regionen.

	Schweiz	Jura	Mittelland	Alpennord- flanke	Westliche Zentral- alpen	Östliche Zentral- alpen	Alpensüd- flanke
Objekte	826	93	493	121	11	39	69
Objekte mit neuen Infra- strukturen	71	10	11	1	0	3	1
Anteil der Objekte mit neuen Infrastrukturen	9 %	11 %	2 %	1 %	0 %	8 %	1 %

3.5.3 Diskussion der Ergebnisse in Amphibienlaichgebieten

Die Objektblätter der AlgV (Schweizerischer Bundesrat 2001) ermöglichen Vergleiche mit dem Sollzustand der IANB-Objekte. Auf den Objektblättern sind die vorkommenden Amphibienarten und deren Populationsgrössenklassen beschrieben. Die Erhaltung und Förderung der wertgebenden Arten in den Populationsgrössenklassen ist ein explizites Schutzziel der AlgV.

Die Ergebnisse aus dem Monitoring der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung ergeben ein gemischtes Bild. Wie schon früher festgestellt (Bergamini *et al.* 2019b), leben heute im Durchschnitt weniger Amphibienarten in den IANB-Objekten als in der AlgV verzeichnet sind. Dieser Verlust von Arten ist aber nicht neu, sondern geschah vor allem bis Anfangs der 2000er Jahre. Obwohl Bund, Kantone, Gemeinden, NGOs und Private viel in den Amphibienschutz investieren, konnten die damaligen Verluste noch nicht wett gemacht werden. Dies gilt insbesondere für jene Arten, die gefährdet sind. Gleichzeitig konnten die Massnahmen aber den Rückgang der Amphibien weitgehend stoppen (Abb. 69). Dies zeigt der Vergleich zwischen Erst- und Zweiterhebung der WBS, wo sich die Anzahl der Vorkommen kaum mehr verändert hat.

Die Auswertung der Veränderung der Populationsgrössenklassen erlaubt verschiedene Schlussfolgerungen. Im Vergleich zur AlgV sind viele Populationen erloschen oder kleiner geworden. Beim Vergleich der Entwicklung der Populationsgrössen zwischen der Erst- und Zweiterhebung der WBS zeigt sich aber eine gewisse Stabilität, denn die Zahl der grösser und kleiner gewordenen Populationen war etwa gleich gross. Die Stabilität bei den Vorkommen der Arten spiegelt sich also auch bei den Populationsgrössen wider.

Trotzdem gibt es viel Dynamik bei den Populationsgrössen. Viele Populationen sind seit der Ersterhebung erloschen, dafür wurden bei der Zweiterhebung der WBS aber auch viele Populationen neu entdeckt, die bei der Ersterhebung der WBS nicht vorhanden waren. Während neue Populationen, insbesondere bei gefährdeten Arten, positiv zu werten sind, ist das Verschwinden von Populationen negativ. Zwar gehört das Erlöschen von Populationen auch bei den Amphibien zur natürlichen Dynamik der Vorkommen, aber dennoch sollte die Naturschutzarbeit das Erlöschen von Populationen verhindern. Die Populationsgrössenklasse kann dabei als Warnhinweis verwendet werden, denn es sind vor allem kleine Populationen, die erloschen sind. Wichtig ist auch die Beobachtung, dass viele der neuen Populationen klein sind, beispielsweise bei den gefährdeten Arten Geburtshelferkröte, Gelbbauchunke und Kreuzkröte, was das Aussterberisiko der neuen Vorkommen erhöht. Die Ergebnisse der Pilotstudie zum Monitoring der genetischen Vielfalt zeigen zudem bei der Kreuzkröte (*Epidalea calamita*) einen hohen Grad an Inzucht innerhalb von Populationen und mangelhafte Konnektivität zwischen den Populationen (Fischer *et al.* 2023). Auch wenn die Häufigkeiten der Arten also konstant sind, können genetische Faktoren dennoch das Aussterberisiko erhöhen.

Ein weiterer Warnhinweis sind die Fortpflanzungswahrscheinlichkeiten, die bei fast allen Arten unter 1 lagen. Bei vielen Arten gab es in einem grösseren Teil der Populationen im Untersuchungsjahr keine Fortpflanzung, was das Risiko des Erlöschens von Populationen erhöht (Cruickshank *et al.* 2021). Eine Verbesserung der Fortpflanzungswahrscheinlichkeit ist also eine Möglichkeit, das Aussterberisiko von Populationen zu verringern (z. B. durch Entfernung standortfremder Fische oder Anlage von mehr und/oder temporären Gewässern in den IANB-Objekten).

Die Auswertung der Umwelt-DNA zeigt, dass ein grosser Teil der Wasserfrösche (Gattung *Pelophylax*) nicht einheimische Arten sind. Invasive Wasserfrösche breiten sich seit Jahrzehnten in der Schweiz aus (Dufresnes *et al.* 2018). Sie sind einerseits eine Bedrohung für die einheimischen Wasserfrosch-Arten, aber auch für andere Amphibien (Vorbürger und Reyer 2003). Roth *et al.* (2016) haben nachgewiesen, dass die Populationen in Amphibienlaichgebieten mit invasiven Wasserfröschen kleiner sind als in solchen ohne invasive Wasserfrösche. Ebenfalls nachgewiesen ist, dass die invasiven Arten die Artengemeinschaften in Weiherökosystemen beeinflussen (Pille *et al.* 2023).

Die jährlichen Veränderungen von Gehölzdeckung, offenem Boden und offenem Wasser sind mit -0.05% , -0.09% und $+0.01\%$ sehr gering. Allerdings gab es bei allen Indikatoren



Abb. 69. Die Neuanlage von Weihern und Kleinstrukturen ist eine wichtige Massnahme zur Förderung der Amphibien, besonders der seltenen Arten, in den IANB-Objekten (Foto: Beratungsstelle IANB).

eine Dynamik von Zunahmen und Abnahmen. Sehr geringe Veränderungen gab es bei den Infrastrukturen. Eine einfache Interpretation der Veränderungen ist nicht möglich, dafür sind die Lebensräume der Amphibienlaichgebiete zu unterschiedlich. Es konnte kein Zusammenhang zwischen den Populationsveränderungen und den Veränderungen aus Luftbildern gefunden werden (Cruickshank *et al.* 2020). Dafür ist die Rasterzellen-Interpretation zu grob und wichtige Lebensräume wie etwa kleine Wasserflächen unter Vegetation sind in Luftbildern nicht sichtbar. Daher wird in der Dritterhebung der WBS auf die Luftbildinterpretation der Amphibienlaichgebiete verzichtet und stattdessen eine terrestrische Kartierung der Amphibienlaichgebiete erfolgen.

3.5.4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit Amphibienlaichgebiete

Die Ergebnisse aus dem Monitoring der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung ergeben ein gemischtes Bild. Positiv sind:

- Kein weiterer Verlust an Vorkommen von Amphibienarten zwischen der Erst- und Zweiterhebung.
- Kein Rückgang der mittleren Zahl der Arten, der Zahl der typischen Arten der temporären Gewässer und Zahl gefährdeter Arten pro Objekt.

Es gab auch negative Aspekte:

- In Objekten mit Wasserfroschvorkommen war der Anteil von Objekten mit invasiven Wasserfröschen sehr hoch (61.8 %).
- Bei vielen Arten war der Anteil der besiedelten Objekte mit Fortpflanzung tief.
- Verluste vor allem bei gefährdeten Arten gegenüber den in der Amphibienlaichgebietsverordnung (Datenstand Ende 1980er Jahre) aufgeführten Vorkommen immer noch hoch.

Einerseits scheint der während Jahrzehnten festgestellte Rückgang der Amphibien also weitgehend gestoppt. Dies ist erfolgreichen Schutzmassnahmen zu verdanken. Andererseits ist gerade bei gefährdeten Arten die Zahl der Vorkommen immer noch tief. Für eine weitere Erholung der Amphibienvorkommen ist es wichtig, dass Massnahmen weitergeführt und verstärkt werden.

4 Allgemeine Schlussfolgerungen

Mit der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz WBS hat die Schweiz im Biodiversitätsmonitoring eine Vorreiterrolle inne, denn gezielte Monitoringprogramme, die die Wirksamkeit von Schutzgebieten im Hinblick auf ihren Erfolg untersuchen, sind weltweit selten (Li *et al.* 2024). Die Schweiz erfüllt somit ihre Verpflichtungen im Rahmen der nationaler Biodiversitätsstrategie und reiht sich international in Bestrebungen zur Etablierung von Monitorings in Naturschutzgebieten ein (Schweizerischer Bundesrat 2012; European Commission 2022).

Die WBS startete 2011, die Ersterhebung endete 2017, die Zweiterhebung 2023. Im vorliegenden Abschlussbericht können deshalb zum ersten Mal Entwicklungen von der Erst- zur Zweiterhebung in allen Biotopen von nationaler Bedeutung basierend auf standardisierten Erhebungen präsentiert werden.

Die Ergebnisse der WBS unterstreichen den hohen Biodiversitäts-Wert der nationalen Biotope, denn sie beherbergen einen hohen Anteil der in der Schweiz vorkommenden natürlichen oder naturnahen Lebensräume, viele davon gelten als gefährdet. Auch die hohe Anzahl an erfassten Gefässpflanzen- und Moosarten, darunter zahlreiche Lebensraum-typische und gefährdete Arten verdeutlicht, dass mit den nationalen Inventaren wertvolle Flächen geschützt werden.

Die Ergebnisse der WBS zeigen, dass es sowohl positive als auch negative Entwicklungen in den nationalen Biotopen gibt. Die positiven Entwicklungen betreffen vorwiegend die TWW und Amphibienlaichgebiete und widerspiegeln erfolgreiche Naturschutzmassnahmen der Kantone, NGOs und weiterer Akteure (z. B. Sicherstellung angepasster Bewirtschaftung, Neophytenbekämpfung). Schweizweit scheinen auch die reduzierten atmosphärischen Nährstoffeinträge Wirkung zu zeigen.

In den Amphibienlaichgebieten konnten die Rückgänge von vielen Amphibienarten gestoppt werden. Dies darf als grosser Erfolg gewertet werden nach den starken Rückgängen der Amphibien, die im Bericht zur Ersterhebung der WBS und in der Roten Liste der Amphibienarten (Schmidt und Zumbach 2005) dokumentiert wurden. Vor allem der verstärkte Bau von neuen Weihern in einigen Kantonen dürfte zu diesem Erfolg beigetragen haben. Wichtig ist nun, dass die Massnahmen zur Pflege, Unterhalt und Aufwertung sowie die Neuschaffung von Amphibienlaichgebieten weitergeführt werden, um eine dauerhafte Trendumkehr zu bewirken und den Ausgleich der hohen Verluste zu ermöglichen.

Die festgestellten negativen Entwicklungen in den Hoch- und Flachmooren sind mitunter seit Jahrzehnten bekannt, konnten aber bislang noch nicht behoben werden. Beispielsweise konnte die Austrocknung der Moore nicht gestoppt werden, was zu qualitativen und quantitativen Einbussen bei den Mooren führte. Angesichts der Klimaerwärmung sind weitere Renaturierungen zur Wiederherstellungen des natürlichen Wasserhaushalts zentral, um langfristig die Austrocknung der Moore zu stoppen. Weiterhin sollte in Mooren vermehrt auf das hydrologische Einzugsgebiet geachtet und dortige Beeinträchtigungen der Wasserversorgung von Mooren identifiziert und behoben werden.

In Auen wurden qualitative und quantitative Verschlechterungen bzw. unbefriedigende Zustände festgestellt. Bei Auenrevitalisierung sollte neben der Wiederherstellung der natürlichen Dynamik, vor allem auf die Wiederherstellung der hydrologischen Verhältnisse fokussiert werden.

In allen Biotopen gab es insgesamt nur geringe Zunahmen von Infrastrukturen wie Strassen und Wege oder Gebäude. Neue Infrastrukturen in den Biotopen von nationaler Bedeutung sind grundsätzlich nicht mit den Schutzziele vereinbar, so dass auch eine geringe Zunahme von Infrastrukturen problematisch sein kann. Auch ausserhalb der Biotope können neue Infrastrukturen die Schutzziele beeinträchtigen. Zum Beispiel können Strassen im hydrologischen Einzugsgebiet der Moore ihre Wasserversorgung beeinflussen.

Die negativen Entwicklungen verdeutlichen weiterhin dringenden Massnahmenbedarf, die positiven Entwicklungen zeigen, dass sich Massnahmen wie Weiherbau oder Renaturierungen von Lebensräumen lohnen. Um die Biotope von nationaler Bedeutung mit ihrem grossen Schatz an seltenen und gefährdeten Arten langfristig zu erhalten, müssen einer-

seits die bereits ergriffenen Massnahmen aufrechterhalten werden, andererseits sind zusätzliche Anstrengungen nötig, um die aufgezeigten negativen Trends zu brechen.

Die Ergebnisse dieses Berichts zeigen, wie wichtig es ist, repräsentative, gut replizierte und standardisierte Daten zu sammeln, um die Entwicklung in den Biotopen von nationaler Bedeutung objektiv zu beurteilen. Der Datensatz erlaubt es, bereits innerhalb eines relativ kurzen Zeitraums von rund sechs Jahren signifikante und naturschutzfachlich relevante Trends zu erkennen. Je länger die Daten der WBS erhoben werden, je länger also die Zeitreihe fortgeführt wird, umso klarer kann zwischen kurzfristigen Veränderungen und langfristigen Trends unterschieden werden. In diesem Zusammenhang sind auch die beiden Partnerprogramme «Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM» und das Monitoringprogramm «Arten und Lebensräume Landwirtschaft ALL-EMA» von grosser Bedeutung. Vergleichende Analysen der Entwicklung und des Zustands der Biodiversität und der Lebensraumqualität zwischen den drei Programmen werden an Bedeutung gewinnen, da sie ermöglichen die Wirkung von Massnahmen zu untersuchen. Beispielsweise werden unterschiedliche Grasland-Lebensräume durch Vegetationserhebungen der drei Programmen abgedeckt. Dies ermöglicht einerseits den Vergleich von geschützten und ungeschützten Flächen und andererseits den Vergleich zwischen verschiedenen Massnahmen in geschützten Flächen und der Normallandschaft, die der Förderung der Biodiversität dienen (z. B. Biodiversitätsförderflächen). Aktuell sind Aussagen zur Wirksamkeit von Massnahmen betreffend Schutz, Pflege/Unterhalt oder der Bewirtschaftung in den Biotopen von nationaler Bedeutung und deren Auswirkungen auf die Biodiversität allerdings nur beschränkt möglich, da schweizweit einheitliche und konsistent erhobene, georeferenzierte Informationen zur Bewirtschaftung und zu durchgeführten Massnahmen zum Schutz und zur Pflege von Biotopen fehlen. Diese wären jedoch essenziell, um Synergien zwischen den drei Programmen voll auszuschöpfen und so Politik, Kantone und Öffentlichkeit umfassend und objektiv über Biodiversitätstrends in der Schweiz informieren zu können.

5 Literatur

- Ambrose-Oji B., Stokes J., Jones G.D. (2019) When the bough breaks: How do local authorities in the UK assess risk and prepare a response to ash dieback? *Forests* 10:1–24.
- Axmanová I., Kalusová V., Danihelka J., Dengler J., Pergl J., Pysek P., ... (2021) Neophyte invasions in European grasslands. *Journal of Vegetation Science* 32:e12994.
- BAFU (2020) Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung – Stand und Handlungsbedarf. BAFU, Bern.
- BAFU (2022a) Gebietsfremde Arten in der Schweiz. Übersicht über die gebietsfremden Arten und ihre Auswirkungen. BAFU, Bern.
- BAFU (2022b) Stand der Umsetzung der Biotopinventare von nationaler Bedeutung. Kantonsumfrage 2021. BAFU, Bern.
- Bass A.A., Guillevic M., Leuenberger D., Müller B., Schenker S. (2024) Switzerland's Informative Inventory Report 2024 (IIR). BAFU, Bern.
- Bedolla A., Bergamini A., Boch S., Staub R. (2019) Zustand und Veränderung der Vegetation im Hochmoor Gamperfin (Grabs SG) nach den Regenerationsmassnahmen. *BZG Berichte* 41:217–246.
- Bellwald Z. (2022) Untersuchung der Vegetation im renaturierten Flachmoor Jufplaun (Biosfera Val Müstair). Masterarbeit, ZHAW, Wädenswil.
- Bergamini A., Ecker K. (2022) Vergleich der heutigen und zukünftigen klimatischen Bedingungen an den Moorstandorten des Kantons Zürich. WSL, Birmensdorf (unveröff.).
- Bergamini A., Ginzler C., Schmidt B., Küchler M., Holderegger, R. (2013) Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz: Veränderungen sichtbar machen. *Hotspot* 28:18–19.
- Bergamini A., Ginzler C., Schmidt B.R., Bedolla A., Boch S., Ecker K.T., ... (2019a) Resultate der Wirkungskontrolle Biotopschutz – Kurzfassung. Stand 2019. BAFU, Bern.
- Bergamini A., Ginzler C., Schmidt B.R., Bedolla A., Boch S., Ecker K.T., ... (2019b) Zustand und Entwicklung der Biotope von nationaler Bedeutung: Resultate 2011–2017 der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz. *WSL Berichte* 85:104 S.
- Bergamini A., Peintinger M. (2020) Kaum Veränderungen in Kalkflachmooren in der Ost- und Inner-schweiz. *N+L Inside* 3:20–23.
- Bergamini A., Peintinger, P. (2019) Veränderungen in Kalkflachmooren der Schweiz zwischen 2005/06 und 2015/16. WSL, Birmensdorf (unveröff.).
- Billeter R., Hooftman D.A.P., Diemer M. (2003) Differential and reversible responses of common fen meadow species to abandonment. *Applied Vegetation Science* 6: 3–12.
- Biurrun I., Burrascano S., Dembicz I., Guarino R., Kapfer J., Pielech R., ... (2019) GrassPlot v. 2.00 – first update on the database of multi-scale plant diversity in Palaearctic grasslands. *Palaearctic Grasslands* 44:26–47.
- Boch S., Bedolla A., Ecker K.T., Ginzler C., Graf U., Küchler H., ... (2020a) Grünlandqualität verschlechtert sich besonders in hohen Lagen – Ein Früherkennungssystem kann helfen. *ANLiegen Natur* 42:111–114.
- Boch S., Bedolla A., Ecker K.T., Ginzler C., Graf U., Küchler H., ... (2019a) Threatened and specialist species suffer from increased wood cover and productivity in Swiss steppes. *Flora* 258:151444.
- Boch S., Bedolla A., Ecker K.T., Graf U., Küchler H., Küchler M., ... (2019b) Mean indicator values suggest decreasing habitat quality in Swiss dry grasslands and are robust to relocation error. *Tuexenia* 39:315–334.
- Boch S., Biurrun I., Rodwell J. (2020b) Grasslands of Western Europe. In: Goldstein M.I., DellaSala D.A., DiPaolo D.A. (Eds.) *Encyclopedia of the world's biomes. Volume 3: Forests – trees of life. Grasslands and shrublands – sea of plants.* 678–688. Elsevier, Amsterdam.
- Boch S., Blaser S., Foehr C., Küchler M., Fischer M. (2025) Haymaking complemented by moderate disturbances can sustain and restore species-rich alpine to subalpine grasslands. *Alpine Botany*:121–134.
- Boch S., Küchler H., Küchler M., Bedolla A., Ecker K.T., Graf U.H., ... (2022) Observer-driven pseudoturnover in vegetation monitoring is context-dependent but does not affect ecological inference. *Applied Vegetation Science* 25:e12669.
- Boch S., Küchler H., Küchler M., Bedolla A., Ecker K.T., Graf U.H., ... (2023) Reduktion der Bearbeiter-effekte bei der Analyse von Vegetationserhebungen. *Natur und Landschaft* 4:188–194.
- Bongaarts J., IPBES (2019) Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *Population and Development Review* 45: 680–681.

- Bonnard L., Roulier C., Thielen R., Gsteiger P., Cosandey A., Hausammann A., Rast S. (2008) Handbuch Erfolgskontrolle Auen (Ordner, CD). Auenberatungstelle im Auftrag des BAFU, Bern und Yverdon-les-Bains.
- Borgula A., Fallot P., Ryser J., Cigler H. (1994) Inventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung: Schlussbericht. BUWAL, Bern.
- Bornand C., Gygax A., Juillerat P., Jutzi M., Möhl A., Rometsch S. (2016) Rote Liste Gefässpflanzen: gefährdete Arten der Schweiz. BAFU, Bern und Info Flora, Genf.
- Bosshard A., Andres F., Stromeyer S., Wohlgemuth T. (1988) Wirkung einer kurzfristigen Brache auf das Ökosystem eines anthropogenen Kleinseggenriedes. – Folgerungen für den Naturschutz. Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel 54: 181–220.
- Buse J., Boch S., Hilgers J., Griebeler E.M. (2015) Conservation of threatened habitat types under future climate change—Lessons from plant-distribution models and current extinction trends in southern Germany. *Journal for Nature Conservation* 27: 18–25.
- BUWAL (1992/2002) Handbuch Moorschutz in der Schweiz. BUWAL, Bern.
- BUWAL (2002) Moore und Moorschutz in der Schweiz. BUWAL, Bern und WSL, Birmensdorf.
- Calanca P., Wüst-Galley C., Giuliani S., Erdin D. (2022) Auswirkungen der Trockenheit auf die Produktivität des Schweizer Grünlands. *Agrarforschung Schweiz* 13: 135–144.
- Croci-Maspoli M., Schär C., Fischer A., Strassmann K., Scherrer S., Schwierz C., ... (2018) CH2018-Climate scenarios for Switzerland. Technical Report. National Centre for Climate Services, Zurich.
- Cruickshank S.S., Bergamini A., Schmidt B.R. (2021) Estimation of breeding probability can make monitoring data more revealing: a case study of amphibians. *Ecological Applications* 31: e02357.
- Cruickshank S.S., Ozgul A., Zumbach S., Schmidt B.R. (2016) Quantifying population declines based on presence-only records for red-list assessments. *Conservation Biology* 30: 1112–1121.
- Cruickshank S.S., Schmidt B.R., Ginzler C., Bergamini A. (2020) Local habitat measures derived from aerial pictures are not strong predictors of amphibian occurrence or abundance. *Basic and Applied Ecology* 45: 51–61.
- Delarze R., Eggenberg S., Steiger P., Bergamini A., Fivaz F., Gonseth Y., ... (2016) Rote Liste der Lebensräume der Schweiz. InfoFlora, Bern.
- Delarze R., Gonseth Y., Eggenberg S., Vust M. (2015) Lebensräume der Schweiz. Ott, Bern.
- Dengler J., Biurrun I., Boch S., Dembicz I., Török P. (2020) Grasslands of the Palaearctic biogeographic realm: introduction and synthesis. *Encyclopedia of the world's biomes* 3: 617–637.
- Dengler J., Wagner V., Dembicz I., García-Mijangos I., Naqinezhad A., Boch S., ... (2018) GrassPlot – a database of multi-scale plant diversity in Palaearctic grasslands. *Phytocoenologia* 48: 331–347.
- Diacon J., Bürgi M., Dalang T. (2011) Systematisches Review zu Bewirtschaftungseinflüssen auf Trockenwiesen und -weiden (SR-TWW). Schlussbericht. WSL, Birmensdorf (unveröff.).
- Diekmann M. (2003) Species indicator values as an important tool in applied plant ecology – a review. *Basic and Applied Ecology* 4: 493–506.
- Diekmann M., Jandt U., Alard D., Bleeker A., Corcket E., Gowing D.J., ... (2014) Long-term changes in calcareous grassland vegetation in North-western Germany – No decline in species richness, but a shift in species composition. *Biological Conservation* 172: 170–179.
- Diemer M., Oetiker K., Billeter R. (2001) Abandonment alters community composition and canopy structure of Swiss calcareous fens. *Applied Vegetation Science* 4: 237–246.
- Dietschi S., Holderegger R., Schmidt S.G., Linder P. (2007) Agri-environment incentive payments and plant species richness under different management intensities in mountain meadows of Switzerland. *Acta Oecologica* 31: 216–222.
- Dipner M., Volkart G., Eggenberg S., Hedinger C., Martin M., Walter T., ... (2010) Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung. Vollzugshilfe zur Trockenwiesenverordnung. BAFU, Bern.
- Dodd Jr. C.K. (2009) Amphibian ecology and conservation: A handbook of techniques. Oxford University Press, Oxford.
- Dufresnes C., Leuenberger J., Amrhein V., Bühler C., Thiébaud J., Bohnenstengel T., Dubey S. (2018) Invasion genetics of marsh frogs (*Pelophylax ridibundus* sensu lato) in Switzerland. *Biological Journal of the Linnean Society* 123: 402–410.
- Ecker K.T., Bedolla A., Bergamini A. (2023) Auswirkungen von Gräben in Flachmooren auf deren ökologische Qualität und Pflege: ein Literaturreview. WSL, Birmensdorf (unveröff.).
- Eggenberg S., Bornand C. (2023) TypoCH-Lebensraumanalyse mit Artenlisten. *Documenta InfoFlora* 1:1–40.
- Eggenberg S., Dalang T., Dipner M., Mayer C. (2001) Kartierung und Bewertung der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung. BUWAL, Bern.
- Ellenberg H., Weber H., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D. (2001) Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18: 216.
- European Commission (2022) Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on nature restoration (22 June 2022). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0304>.
- Ewald K.C., Klaus G. (2009) Die ausgewechselte Landschaft: Vom Umgang der Schweiz mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource. Haupt, Bern.
- Fink S., Döring M., Franca M., Sanz E.M., Nadyeina O., Robinson C., ... (2017) Dynamik und Biodiversi-

- tät in Auen. In: Geschiebe- und Habitatsdynamik. Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Merkblatt 5. BAFU, Bern.
- Fischer M.C., Ryffel A., Ruprecht K., Gugerli F., Holderegger R., Widmer A. (2023) Pilotstudie für ein Monitoring der genetischen Vielfalt in der Schweiz. Schlussbericht. ETH, Zürich.
- Fraginière Y., Dermelj L., Küffer N., Sciboz J., Müller-Kroehling S., Parisod C., ... (2024) Relict of riparian floodplain forests: Natural distribution and ecology of *Ulmus laevis* in Switzerland. *Journal for Nature Conservation* 78: 126574.
- Futschik A., Winkler M., Steinbauer K., Lamprecht A., Rumpf S.B., Barančok P., ... (2020) Disentangling observer error and climate change effects in long-term monitoring of alpine plant species composition and cover. *Journal of Vegetation Science* 31: 14–25.
- Gabriel A., Ramseier D. (2003) Renaturierung von Flachmooren: Ergebnisse von Feldversuchen im Seebachtal 1996–2002. ETH, Zürich & Stiftung Seebachtal.
- Gerner T. (2018) Fang, Markierung und Beprobung von freilebenden Wildtieren: Vollzugshilfe für die Überwachung der Bestände und bei Erfolgskontrollen. BAFU, Bern.
- Gonseth Y., Sartori L. (2022) Die biogeografischen Regionen der Schweiz. 1. aktualisierte Auflage 2022. Erstausgabe 2001. BAFU, Bern.
- Grime J.P. (1974) Vegetation classification by reference to strategies. *Nature* 250: 26–31.
- Grossenbacher K. (1988) Verbreitungsatlas der Amphibien der Schweiz. *Documenta faunistica helvetica* 7: 1–207.
- Grosvernier P., Montavon C., Käser D., Brunner P., Hunkeler D.P.S. (2018) Hydrologische Auswirkungen von hangmoorgerechten Strassen. *N+L Inside* 1, 18: 10–14.
- Grünig A. (1994) Mires and Man: Mire conservation in a densely populated country—the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th Field Symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. WSL, Birmensdorf.
- Guntern J., Klaus G. (2022) Die Schweizer Monitoring-Landschaft zur Biodiversität. *Hotspot* 46: 8–9.
- Güsewell S., Le Nédic C. (2004) Effects of winter mowing on vegetation succession in a lakeshore fen. *Applied Vegetation Science* 7: 41–48.
- Härdtle W., Bergmeier E., Fichtner A., Heinken T., Hölzel N., Remy D., ... (2020) Pflanzengesellschaft des Jahres 2021: Hartholz-Auenwald (*Ficario-Ulmetum*). *Tuexenia* 40: 373–399.
- Härdtle W., Bracht H., Hobohm C. (1996) Vegetation und Erhaltungszustand von Hartholzauen (*Querco-Ulmetum* Issl. 1924) im Mittelbegebiet zwischen Lauenburg und Havelberg. *Tuexenia* 16: 25–38.
- Holderegger R., Stapfer A., Schmidt B.R., Grünig C., Meier R., Csencsics D., ... (2019) Werkzeugkasten Naturschutzgenetik: eDNA Amphibien und Verbund. *WSL-Berichte* 81: 1–56.
- Ismail S., Geschke J., Kohli M., Spehn E., Inderwildi O., Santos M., ... (2021) Klimawandel und Biodiversitätsverlust gemeinsam angehen. *Swiss Academies. Factsheet* 16: 1–8.
- Jamin A., Peintinger M., Gimmi U., Holderegger R., Bergamini A. (2020) Evidence for a possible extinction debt in Swiss wetland specialist plants. *Ecology and Evolution* 10: 1264–1277.
- Juillerat P., Bäumler B., Bornand C., Gygax A., Jutzi M., Möhl A., ... (2017) *Flora Helvetica Checklist 2017 der Gefäßpflanzen der Schweiz*. Haupt, Bern.
- Kammer P.M., Rihm, B., Schöb C. (2022) Decreasing nitrogen deposition rates: Good news for oligotrophic grassland species? *Basic and Applied Ecology* 63: 125–138.
- Kapfer A. (2010) Beitrag zur Geschichte des Grünlands Mitteleuropas. Darstellung im Kontext der landwirtschaftlichen Bodennutzungssysteme im Hinblick auf den Arten- und Biotopschutz. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42: 133–140.
- Kaule G., Peringer A. (2015) Die Entwicklung der Übergangs- und Hochmoore im südbayerischen Vorarlpengebiet im Zeitraum 1969 bis 2013 unter Berücksichtigung von Nutzungs- und Klimagradienten. *Bayrisches Landesamt für Umwelt, Augsburg*.
- Kellner K.F., Smith A.D., Royle J.A., Kéry M., Belant J.L., Chandler R.B. (2023) The unmarked R package: Twelve years of advances in occurrence and abundance modelling in ecology. *Methods in Ecology and Evolution* 14: 1408–1415.
- Kempel A., Chrobok T., Fischer M., Rohr R.P., van Kleunen M. (2013) Determinants of plant establishment success in a multispecies introduction experiment with native and alien species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 12727–12732.
- Kiebacher T., Meier M., Steffen J., Bergamini A., Schnyder N., Hofmann H. (2023) Rote Liste Moose. Gefährdete Arten der Schweiz. BAFU, Bern und Swissbryophytes, Zürich.
- Kipfer T., Zangger A., Plattner M., Sattler T., Schmid H., Wechsler S., ... (2020) Monitoring und Wirkungskontrolle Biodiversität. Übersicht zu nationalen Programmen und Anknüpfungspunkte. BAFU, Bern.
- Klinkovská K., Sperandii M.G., Knollová I., Danihelka J., Hájek M., Hájková P., (2025) Half a century of temperate non-forest vegetation changes: No net loss in species richness, but considerable shifts in taxonomic and functional composition. *Global Change Biology* 31: e70030.
- Kraft B., Schirmer M., Aeberhard W.H., Zappa M., Seneviratne S.I., Gudmundsson L. (2025) CH-RUN: a deep-learning-based spatially contiguous runoff reconstruction for Switzerland. *Hydrology and Earth System Sciences* 29: 1061–1082.
- Küchler H., Küchler M., Schnyder N., Bergamini A. (2018a) Hochmoorregeneration im Forenmoos-Rot-

- wasser in Hermetschwil-Staffeln: Wirkungskontrolle Vegetation 2017 und Bilanz der Entwicklung seit 1996. WSL, Birmensdorf und FUB, Rapperswil (unveröff.).
- Küchler M., Küchler H., Bergamini A., Bedolla A., Ecker K., Feldmeyer-Christe E., ... (2018b) Moore der Schweiz: Zustand, Entwicklung, Regeneration. Haupt, Bern.
- Kühl H.S., Bowler D.E., Bösch L., Bruehlheide H., Dauber J., Eichenberg D., ... (2020) Effective biodiversity monitoring needs a culture of integration. *One Earth* 3: 462–474.
- Kurtogullari, Y., Rieder N.S., Arlettaz R., Humbert J.Y. (2020) Conservation and restoration of *Nardus* grasslands in the Swiss northern Alps. *Applied Vegetation Science* 23: 26–38.
- Kuussaari M., Bommarco R., Heikkinen R.K., Helm A., Krauss J., Lindborg R., ... (2009) Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 24: 564–571.
- Lachat T., Pauli D., Gonseth Y., Klaus G., Scheidegger C., Vittoz P., ... (2010) Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1990: Ist die Talsohle erreicht? Haupt, Bern.
- Landolt E., Bäumler B., Erhardt A., Hegg O., Klötzli F., Lämmli W., ... (2010) Flora Indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt, Bern.
- Lauber K., Wagner G., Gyga A. (2024) *Flora Helvetica*. 7. Auflage. Haupt, Bern.
- Li G., Fang C., Watson J.E., Sun S., Qi W., Wang Z., Liu J. (2024) Mixed effectiveness of global protected areas in resisting habitat loss. *Nature Communications* 15:8389.
- Mannerfelt E.S., Dehecq A., Hugonnet R., Hodel E., Huss M., Bauder A., ... (2022) Halving of Swiss glacier volume since 1931 observed from terrestrial image photogrammetry. *The Cryosphere* 16: 3249–3268.
- Martin M., Joeh R., Volkart G. (2008) Artenarme Trockenwiesen und -weiden: Wert und Aufwertung. Biotopinventarprogramm BAFU, Trockenwiesen und -weiden. BAFU, Bern.
- Massey F.P., Ennos A.R., Hartley S.E. (2007) Grasses and the resource availability hypothesis: The importance of silica-based defences. *Journal of Ecology* 95: 414–424.
- Meier E., Lüscher G., Buholzer S., Herzog F., Indermaur A., Riedel S., ... (2021) Zustand der Biodiversität in der Schweizer Agrarlandschaft. *Agroscope Science* 111:1–88.
- Meier E., Lüscher G., Herzog C., Herzog F., Indermaur A., Winizki J., Knop E. (2025) Veränderung der Biodiversität in der Schweizer Agrarlandschaft. Von der ALL-EMA-Ersterhebung (2015–2019) zur Zweiterhebung (2020–2024). *Agroscope Science* 209: 1–84.
- Morrison L.W. (2016) Observer error in vegetation surveys: a review. *Journal of Plant Ecology* 9: 367–379.
- Müller-Wenk R., Huber F., Kuhn N., Peter A. (2003) Landnutzung in potentiellen Fließgewässer-Auen: Artengefährdung und Ökobilanzen. BUWAL, Bern.
- Navarro L.M., Fernandez N., Guerra C., Guralnick R., Kissling W.D., Londoño M.C., ... (2017) Monitoring biodiversity change through effective global coordination. *Current opinion in environmental sustainability* 29:158–169.
- Parolo G., Abeli T., Gusmeroli F., Rossi, G. (2011) Large-scale heterogeneous cattle grazing affects plant diversity and forage value of Alpine species-rich *Nardus* pastures. *Grass and Forage Science* 66: 541–550.
- Pearson S., Schiess-Bühler C., Hedinger C., Martin M., Volkart G. (2006) Bewirtschaftung von Trockenwiesen und -weiden. BAFU, Bern.
- Peintinger M., Bergamini A. (2006) Community structure and diversity of bryophytes and vascular plants in abandoned fen meadows. *Plant Ecology* 185:1–17.
- Pellet J., Borgula A., Ryser J., Zumbach S. (2012) Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung-Bewertung der Laichgebiete und Definition der Schwellenwerte. BAFU, Bern.
- Pille F., Pinto L., Denoel M. (2023) Functional and temporal facets of predation by marsh frogs across the aquatic-terrestrial ecotone of ponds and implications in the context of biological invasions. *Freshwater Biology* 68: 2184–2196.
- Ploner M., Lüthy M., Landolt J. (2019) Später Emdschnitt fördert Kräuter und Blütenangebot in Magerwiesen. *Umwelt Aargau* 81: 65–68.
- Pyšek P., Chytrý M. (2014) Habitat invasion research: where vegetation science and invasion ecology meet. *Journal of Vegetation Science* 25:1181–1187.
- R Core Team (2024) R: A language and environment for statistical computing. Version 4.4.1. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Rihm B., Künzle T. (2023) Nitrogen deposition and exceedances of critical loads for nitrogen in Switzerland 1990–2020. Meteotest AG, Bern.
- Roth T., Bühler C., Amrhein V. (2016) Estimating effects of species interactions on populations of endangered species. *American Naturalist* 187: 457–467.
- Roulier C. (1998) Typologie et dynamique de la végétation des zones alluviales de Suisse. Volume I: texte, tableaux, figures. Volume II: annexes (tableaux de végétation). *Matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse* 72: 1–138.
- Roulier C., Rast S., Hausamann A. (2007) Plan d'aménagement du Rhône PA-R3 – Outil prédictif du développement des milieux riverains. Service conseil Zones alluviales, Yverdon-les-Bains.
- Schmidt B.R., Cruickshank S.S., Bühler C., Bergamini A. (2023a) Observers are a key source of detection heterogeneity and biased occupancy estimates in species monitoring. *Biological Conserva-*

- tion 283: 110102.
- Schmidt B.R., Mermod M., Zumbach S., Rey E., Dosch O. (2023b) Rote Liste der Amphibien. Gefährdete Arten der Schweiz. BAFU, Bern und Info fauna karch, Neuenburg.
- Schmidt B.R., Zumbach S. (2005) Rote Liste der gefährdeten Amphibien der Schweiz. BUWAL, Bern.
- Schweizerischer Bundesrat (2001) Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebiete-Verordnung AlgV) vom 15. Juni 2001. Schweizerische Eidgenossenschaft Bern.
- Schweizerischer Bundesrat (2012) Strategie Biodiversität Schweiz. Schweizerische Eidgenossenschaft, Bern.
- SCNAT. (2023) Zwei Extremjahre vernichten 10 Prozent des Schweizer Gletschervolumens. Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT). Medienmitteilung vom 28.09.2023: https://scnat.ch/de/uuid/i/b8d5798e-a75e-5a7d-a858-f7a6613524ed-Zwei_Extremjahre_vernichten_10_Prozent_des_Schweizer_Gletschervolumens, Bern.
- Shipley J.R., Frei E.R., Bergamini A., Boch S., Schulz T., Ginzler C., ... (2024) Agricultural practices and biodiversity: Conservation policies for semi-natural grasslands in Europe. *Current Biology* 34: R753–R761.
- Socher S.A., Prati D., Boch S., Müller J., Baumbach H., Gockel S., Hemp A., Schöning I., Wells K., Buscot F. (2013) Interacting effects of fertilization, mowing and grazing on plant species diversity of 1500 grasslands in Germany differ between regions. *Basic and Applied Ecology* 14: 126–136.
- Sperle T., Bruehlheide H. (2021) Climate change aggravates bog species extinctions in the Black Forest (Germany). *Diversity and Distributions* 27: 282–295.
- Staubli P. (2023) Gut gelungen: Hochmoorregeneration Chlusboden OW. *N+L Inside* 2: 13–15.
- Steinbauer M.J., Grytnes J.A., Jurasinski G., Kulonen A., Lenoir J., Pauli H., ... (2018) Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. *Nature* 556: 231–234.
- Stuber, M. und Bürgi, M. (2018) Vom eroberten Land zum Renaturierungsprojekt. Geschichte der Feuchtgebiete in der Schweiz seit 1700. Haupt, Bern.
- Tanadini L.G., Schmidt B.R. (2011) Population size influences amphibian detection probability: implications for biodiversity monitoring programs. *PLoS ONE* 6:e28244.
- Tillé Y., Ecker K. (2014) Complex national sampling design for long-term monitoring of protected dry grasslands in Switzerland. *Environmental and ecological statistics* 21: 453–476.
- Valkó O., Venn S., Žmihorski M., Biurrun I., Labadessa R., Loos J. (2018) The challenge of abandonment for the sustainable management of Palaearctic natural and semi-natural grasslands. *Hacquetia* 17: 5–16.
- Vallé C., Le Viol I., Nabias J., Princé K., Gosselin F. (2025) Tree species identity shapes the relationship between canopy cover and herb-layer species in temperate forests. *Journal of Ecology* 113: 582–597.
- Vittoz P., Cherix D., Gonseth Y., Lubini V., Maggini R., Zbinden N., ... (2013) Climate change impacts on biodiversity in Switzerland: A review. *Journal for Nature Conservation* 21: 154–162.
- Vittoz P., Guisan, A. (2007) How reliable is the monitoring of permanent vegetation plots? A test with multiple observers. *Journal of Vegetation Science* 18: 413–422.
- Volkart G., Hedinger C., Bonnard L., Bauer L., Jöhl R., Urech M., ... (2024) Biotope von nationaler Bedeutung. Die fünf Biotopinventare Hoch- und Flachmoore, Auen, Amphibienlaichgebiete und Trockenwiesen/-weiden im Überblick. BAFU, Bern.
- Vorburger C., Reyer H.U. (2003) A genetic mechanism of species replacement in European water-frogs? *Conservation Genetics* 4: 141–155.
- Waldner R., Martin M. (2020) Erfolgsrezepte für die Bewirtschaftung artenreicher Flachmoor-Weiden. *N+L Inside* 20: 17–19.
- Wickham H., Averick M., Bryan J., Chang W., McGowan L.D.A., François R., ... (2012) Plant species richness: the world records. *Journal of Vegetation Science* 23: 796–802.
- Wylder B., Biddle M., King K., Baden R., Webber J. (2018) Evidence from mortality dating of *Fraxinus excelsior* indicates ash dieback (*Hymenoscyphus fraxineus*) was active in England in 2004–2005. *Forestry* 91: 434–443.
- Zoller H., Bischof N. (1980) Stufen der Kulturintensität und ihr Einfluss, Artenzahl und Artengefüge der Vegetation. *Phytocoenologia* 7: 35–51.

Verdankungen

Zu den beiden Erhebungen der WBS haben viele Personen beigetragen, denen wir hiermit herzlich danken möchten.

BAFU: Jérôme Frei, Jean-Michel Gardaz, Glenn Litsios, Hans Romang, Claudio de Sassi, Gabriella Silvestri, Sarah Pearson, Nicola Indermühle, Bruno Lauper, Stephan Lussi, Ramona Maggini, Louis Roulet, Daniel Walther, Béatrice Werffeli, Nathalie Widmer, Olaf Zieschang.

Begleit- und Fachgruppen: Florian Altermatt, Leslie Bonnard, Stefan Eggenberg, Markus Fischer, Yves Gonseth, Jodok Guntern, Gabriela Hofer, Jean-Yves Humbert, Regina Jöhl, Urs Känzig, Tobias Kellenberger, Eliane Meier, Célien Montavon, Daniela Pauli, Matthais Plattner, Loic Pelissier, Tobias Roth, Christian Roulier, Thomas Sattler, Martin Urech, Pascal Vittoz, Gaby Volkart, Thomas Walter †, Lukas Wotruba, Adrian Zangger

Mitarbeitende Fernerkundung 2012–2023: Birgit Eben, Lucinda Laranjeiro, Anita Nussbaumer, Achilleas Psomas, Barbara Schneider, Larissa Rossbacher, Daniel Uebersax, Lars Waser

Feldmitarbeitende Vegetationserhebungen und Bryologen/Bryologinnen 2011–2023: Maud de Baudraz, Andreas Gygax, Rolf Hangartner, Daniel Hepenstrick, Alain Jotterand, Laurent Juillerat, Christoph Käsermann, Thomas Kiebacher, Daniel Knecht, Heribert Köckinger, Mary Leibundgut, Michael Lüth, Esther Meduna, Markus Meier, Niklaus Müller, Markus Reimann, Nadine Sandau, Norbert Schnyder, Julie Steffen, Senta Stix

Feldmitarbeitende Amphibienerhebungen 2011–2023: Adrian Aebischer, Robin Arnoux, Sarah Althaus, Martin Attenberger, Jonas Barandun, Christophe Berney, Adrian Borgula, François Claude, Bernhard Egli, Antoine Gander, Martin Gassner, Corina Geiger, Kurt Grosenbacher, Marie-Louise Kieffer, Manuel Lingg, Mario Lippuner, Beatrice Lüscher, Tiziano Maddalena, Paul Marchesi, Gaetan Mazza, Audrey Megali, Claude Meier, Murielle Mermod, Andreas Meyer, Ivo Moser, Jérôme Pellet, Niklaus Peyer, Petra Ramseier, Maria Rasmussen, Thomas Reich, Timo Reissner, Joggi Rieder, Hans Schmocker, Esther Schweizer, Manfred Steffen, Michael Stettler, Jacques Thiébaud, Ursina Tobler, Andreas Tschopp, Beat von Wyl, Remo Wenger, Andy Wyss, Flavio Zanini, Silvia Zumbach

Programmierung der WBS-APP: Claudio Felber

Nationale Datenzentren: *Swissbryophytes*: Heike Hofmann, Ann-Michelle Hartwig; *InfoFlora*: Christophe Bornand, Michael Jutzi, Adi Möhl; *DNL*: Lukas Wotruba

Ehemalige WBS-Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen an der WSL: Elizabeth Feldmeyer-Christe, Ulrich Graf, Helen Kuchler, Meinrad Kuchler

Wir danken weiter den Kantonen für die Betretbewilligungen zu den Biotopen von nationaler Bedeutung und allen Landbesitzern und Bewirtschaftern, die uns Erhebungen auf ihrem Land durchführen liessen.

Anhang 1

Zusätzliche Tabellen und Abbildungen Luftbildinterpretation

Tab. 72. Anzahl und Anteile der Rasterzellen (an der Gesamtzahl) der jährlichen Zunahmen (Anzahl neu besetzte Rasterzellen), Abnahmen (Anzahl nicht mehr besetzte Rasterzellen) und die Bilanz von Rasterzellen mit Strassen und Wegen bzw. mit Gebäuden in den TWW-Objekten in den Höhenstufen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		< 800 m	800–1600 m	> 1600 m
Anzahl Objekte		909	1343	680
Fläche [ha]		3 030	10 620	9 484
Rasterzellen		27 063	81 067	64 395
Veränderung Strasse und Wege [Rasterzellen]	Zunahme	27	53.2	44.6
	Abnahme	–14.5	–10	–13
	Bilanz	12.5	43.2	31.6
Veränderung Gebäude [Rasterzellen]	Zunahme	5	3.7	1
	Abnahme	–2.5	–3.3	–1.4
	Bilanz	2.4	0.4	–0.4
Veränderung Strassen und Wege [%]	Zunahme	0.1	0.07	0.07
	Abnahme	–0.05	–0.01	–0.02
	Bilanz	0.05	0.05	0.05
Veränderung Gebäude [%]	Zunahme	0.02	0	0
	Abnahme	–0.01	0	0
	Bilanz	0.01	0	0

Tab. 73. Zustand der Gehölzdeckung, des offenen Bodens und des offenen Wassers in Hektaren und Anteilen an der Biotopfläche in Prozent in den Flachmooren und den Höhenstufen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	< 800 m	800–1600 m	> 1600 m
Anzahl Objekte	379	586	370
Fläche [ha]	4 470	12 542	4 982
Rasterzellen	29 754	89 858	39 397
Gehölzdeckung [ha]	549	1 475	213
Offener Boden [ha]	28	206	157
Offenes Wasser [ha]	332	152	149
Gehölzdeckung [%]	12.27	11.76	4.28
Offener Boden [%]	0.62	1.64	3.15
Offenes Wasser [%]	7.43	1.22	2.99

Tab. 74. Anzahl betroffener Rasterzellen von Strassen und Wegen sowie Gebäuden und deren Anteil in Prozent an der Gesamtzahl in Flachmooren und den Höhenstufen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	< 800 m	800–1600 m	> 1600 m
Anzahl Objekte	379	586	370
Fläche [ha]	4 470	12 542	4 982
Rasterzellen	29 754	89 858	39 397
Strassen und Wege [Rasterzellen]	2 494	6 154	1 248
Gebäude [Rasterzellen]	212	937	143
Strassen und Wege [%]	8.38	6.85	3.17
Gebäude [%]	0.71	1.04	0.36

Tab. 75. Anzahl und Anteile der Rasterzellen (an der Gesamtzahl) der jährlichen Zunahmen (Anzahl neu besetzte Rasterzellen), Abnahmen (Anzahl nicht mehr besetzte Rasterzellen) und die Bilanz von Rasterzellen mit Strassen und Wegen bzw. mit Gebäuden in den Flachmooren in den Höhenstufen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		< 800 m	800–1600 m	> 1600 m
Anzahl Objekte		363	530	278
Fläche [ha]		4 385	12 089	4 264
Rasterzellen		29 108	86 108	33 601
Veränderung Strasse und Wege [Rasterzellen]	Zunahme	17.1	42.5	9.6
	Abnahme	–4.1	–8.1	–1.3
	Bilanz	13.0	34.4	8.3
Veränderung Gebäude [Rasterzellen]	Zunahme	0.0	0.2	0.0
	Abnahme	0.0	0.0	0.0
	Bilanz	0.0	0.2	0.0
Veränderung Strassen und Wege [%]	Zunahme	0.06 %	0.05 %	0.03 %
	Abnahme	–0.01 %	–0.01 %	0.00 %
	Bilanz	0.04 %	0.04 %	0.02 %
Veränderung Gebäude [%]	Zunahme	0.00 %	0.00 %	0.00 %
	Abnahme	0.00 %	0.00 %	0.00 %
	Bilanz	0.00 %	0.00 %	0.00 %

Tab. 76. Anzahl betroffener Rasterzellen von Strassen und Wegen sowie Gebäuden und deren Anteil in Prozent an der Gesamtzahl in Hochmooren (Primär- und Sekundärflächen) und den Höhenstufen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	< 800 m	800–1600 m	> 1600 m
Anzahl Objekte	61	385	104
Fläche [ha]	81	1 312	172
Rasterzellen	834	11 050	2 020
Strassen und Wege [Rasterzellen]	23	325	50
Gebäude [Rasterzellen]	1	75	2
Strassen und Wege [%]	2.76	2.94	2.48
Gebäude [%]	0.12	0.68	0.10

Tab. 77. Anzahl und Anteile der Rasterzellen (an der Gesamtzahl) der jährlichen Zunahmen (Anzahl neu besetzte Rasterzellen), Abnahmen (Anzahl nicht mehr besetzte Rasterzellen) und die Bilanz von Rasterzellen mit Strassen und Wegen bzw. mit Gebäuden in den Hochmooren (Primär- und Sekundärflächen) in den Höhenstufen zwischen Erst- und Zweiterhebung.

		< 800 m	800–1600 m	> 1600 m
Anzahl Objekte		61	379	103
Fläche [ha]		81	1 308	171
Rasterzellen		834	10 982	2 010
Veränderung Strasse und Wege [Rasterzellen]	Zunahme	0.3	1.6	0.2
	Abnahme	–0.2	–1.7	0.0
	Bilanz	0.2	–0.1	0.2
Veränderung Gebäude [Rasterzellen]	Zunahme	0.0	0.0	0.0
	Abnahme	0.0	0.0	0.0
	Bilanz	0.0	0.0	0.0
Veränderung Strassen und Wege [%]	Zunahme	0.04 %	0.01 %	0.01 %
	Abnahme	–0.02 %	–0.02 %	0.00 %
	Bilanz	0.02 %	0.00 %	0.01 %
Veränderung Gebäude [%]	Zunahme	0.00 %	0.00 %	0.00 %
	Abnahme	0.00 %	0.00 %	0.00 %
	Bilanz	0.00 %	0.00 %	0.00 %

Tab. 78. Zustand der Gehölzdeckung, des offenen Bodens und des offenen Wassers in Hektaren und Anteile an der Biotopfläche in Prozent in den Hochmooren (Primär- und Sekundärflächen) und den Höhenstufen zum Zeitpunkt der Zweiterhebung.

	< 800 m	800–1600 m	> 1600 m
Anzahl Objekte	61	385	104
Fläche [ha]	81	1 312	172
Rasterzellen	834	11 050	2 020
Gehölzdeckung [ha]	22	510	41
Offener Boden [ha]	0	9	2
Offenes Wasser [ha]	2	17	5
Gehölzdeckung [%]	27.48	38.88	24.09
Offener Boden [%]	0.58	0.70	1.11
Offenes Wasser [%]	2.91	1.30	2.97

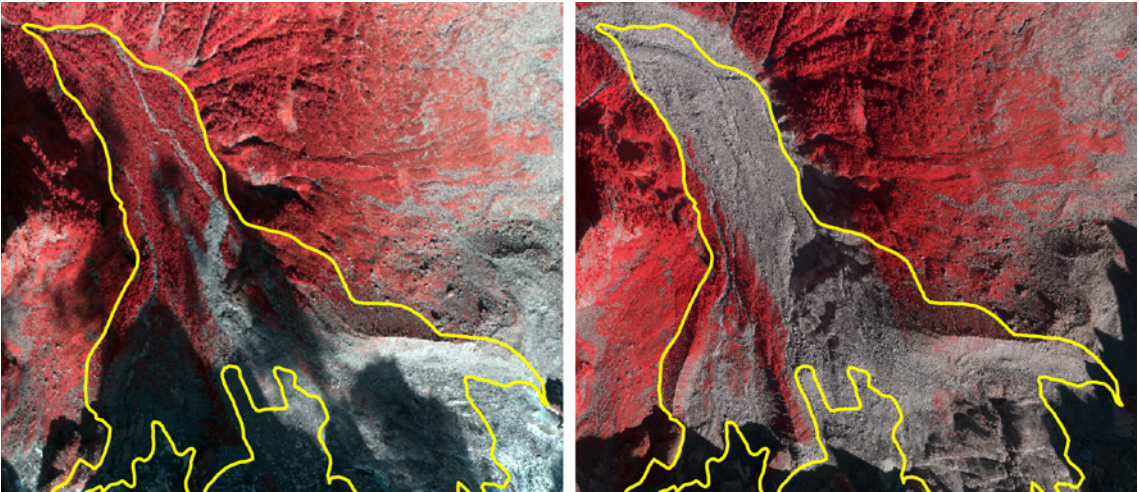


Abb. 70. Orthobilder des Gletschervorfelds Vadrec da la Bondasca (Objekt 1044) zum Zeitpunkt der Ersterhebung 2011 und nach dem Bergsturz am Pizzo Cengalo am 23.8.2017 zum Zeitpunkt der Zweiterhebung 2019.

Tab. 79. Prozentuale Veränderungen der Formationen zwischen Ersterhebung und Zweiterhebung der Flussauen im Mittelland (n=53). Die grauen Zellen sind die Flächenanteile der jeweiligen Formationen, welche nicht geändert haben. Die übrigen Zellen enthalten die jeweiligen Flächenanteile der Übergänge zu anderen Formationen. Die letzte Spalte enthält die Anteile der Formationen der Ersterhebung. Die letzte Zeile enthält die Anteile der Formationen der Zweiterhebung.

		Zweiterhebung							Total Ersterhebung
		Wasser/Vegetationslose Aue	Gehölzfreie Aue	Weichholzaue	Hartholzaue	Wälder ausserhalb	Nichtauengebiet	Bauten, künstliche Vegetation	
Ersterhebung	Wasser/Vegetationslose Aue	20.3%	0.6%	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	21.4%
	Gehölzfreie Aue	0.6%	6.1%	0.3%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	7.3%
	Weichholzaue	0.2%	0.5%	4.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	5.0%
	Hartholzaue	0.9%	0.7%	0.2%	39.7%	0.7%	0.1%	0.1%	42.2%
	Wälder ausserhalb	0.3%	0.2%	0.2%	0.4%	8.9%	0.1%	0.1%	10.2%
	Nichtauengebiet	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%	11.8%	0.0%	12.4%
	Bauten, künstliche Vegetation	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	1.5%	1.6%
	Total Zweiterhebung	22.4%	8.1%	5.0%	40.9%	10.0%	12.0%	1.6%	

Tab. 80. Prozentuale Veränderungen der Formationen zwischen Ersterhebung und Zweiterhebung der Flussaue in den Zentralalpen (n=6). Die grauen Zellen sind die Flächenanteile der jeweiligen Formationen, welche nicht geändert haben. Die übrigen Zellen enthalten die jeweiligen Flächenanteile der Übergänge zu anderen Formationen. Die letzte Spalte enthält die Anteile der Formationen der Ersterhebung. Die letzte Zeile enthält die Anteile der Formationen der Zweiterhebung.

Ersterhebung	Zweiterhebung							Total Ersterhebung
	Wasser/Vegetationslose Aue	Gehölzfreie Aue	Weichholzaue	Hartholzaue	Wälder ausserhalb	Nichtauengebiet	Bauten, künstliche Vegetation	
Wasser/Vegetationslose Aue	23.3 %	0.6 %	1.2 %	0.0 %	0.1 %	0.1 %	0.2 %	25.5 %
Gehölzfreie Aue	1.0 %	0.6 %	1.8 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.2 %	3.7 %
Weichholzaue	1.4 %	0.6 %	21.3 %	0.1 %	0.6 %	0.2 %	0.2 %	24.5 %
Hartholzaue	0.4 %	0.2 %	0.2 %	10.0 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	10.9 %
Wälder ausserhalb	0.4 %	0.2 %	1.0 %	0.2 %	6.5 %	0.5 %	0.1 %	8.9 %
Nichtauengebiet	0.5 %	0.0 %	0.2 %	0.2 %	3.8 %	18.2 %	0.2 %	23.0 %
Bauten, künstliche Vegetation	0.9 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	2.3 %	3.5 %
Total Zweiterhebung	28.0 %	2.2 %	25.8 %	10.5 %	11.3 %	19.0 %	3.3 %	

Tab. 81. Prozentuale Veränderungen der Formationen zwischen Ersterhebung und Zweiterhebung der Flussaue der Alpensüdseite (n=21). Die grauen Zellen sind die Flächenanteile der jeweiligen Formationen, welche nicht geändert haben. Die übrigen Zellen enthalten die jeweiligen Flächenanteile der Übergänge zu anderen Formationen. Die letzte Spalte enthält die Anteile der Formationen der Ersterhebung. Die letzte Zeile enthält die Anteile der Formationen der Zweiterhebung.

Ersterhebung	Zweiterhebung							Total Ersterhebung
	Wasser/Vegetationslose Aue	Gehölzfreie Aue	Weichholzaue	Hartholzaue	Wälder ausserhalb	Nichtauengebiet	Bauten, künstliche Vegetation	
Wasser/Vegetationslose Aue	0.6 %	2.0 %	0.2 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.4 %	3.3 %
Gehölzfreie Aue	0.4 %	1.6 %	2.3 %	0.4 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	4.8 %
Weichholzaue	1.0 %	0.3 %	22.6 %	0.1 %	0.5 %	0.0 %	0.0 %	24.5 %
Hartholzaue	0.5 %	0.2 %	0.2 %	43.1 %	0.6 %	0.1 %	0.0 %	44.8 %
Wälder ausserhalb	0.1 %	0.1 %	0.3 %	0.5 %	7.4 %	0.2 %	0.1 %	8.7 %
Nichtauengebiet	0.1 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.2 %	11.7 %	0.0 %	12.1 %
Bauten, künstliche Vegetation	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	1.5 %	1.6 %
Total Zweiterhebung	2.8 %	4.2 %	25.7 %	44.2 %	8.9 %	12.2 %	2.1 %	

Tab. 82. Prozentuale Veränderungen der Formationen zwischen Ersterhebung und Zweiterhebung der montanen Flusssauen (n=70). Die grauen Zellen sind die Flächenanteile der jeweiligen Formationen, welche nicht geändert haben. Die übrigen Zellen enthalten die jeweiligen Flächenanteile der Übergänge zu anderen Formationen. Die letzte Spalte enthält die Anteile der Formationen der Ersterhebung. Die letzte Zeile enthält die Anteile der Formationen der Zweiterhebung.

Ersterhebung	Zweiterhebung							Total Ersterhebung
	Wasser/Vegetationslose Aue	Gehölzfreie Aue	Weichholzaue	Hartholzaue	Wälder ausserhalb	Nichtauengebiet	Bauten, künstliche Vegetation	
Wasser/Vegetationslose Aue	22.9 %	1.5 %	1.8 %	0.3 %	0.1 %	0.2 %	0.0 %	26.8 %
Gehölzfreie Aue	1.0 %	1.9 %	1.3 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	4.4 %
Weichholzaue	1.8 %	0.4 %	19.1 %	0.2 %	0.2 %	0.1 %	0.0 %	21.8 %
Hartholzaue	0.4 %	0.1 %	0.2 %	20.0 %	0.4 %	0.0 %	0.0 %	21.3 %
Wälder ausserhalb	0.2 %	0.1 %	0.4 %	0.3 %	9.1 %	0.3 %	0.1 %	10.5 %
Nichtauengebiet	0.4 %	0.1 %	0.2 %	0.0 %	0.3 %	13.2 %	0.0 %	14.2 %
Bauten, künstliche Vegetation	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.9 %	1.1 %
Total Zweiterhebung	26.7 %	4.1 %	22.9 %	20.9 %	10.2 %	13.9 %	1.1 %	

Tab. 83. Prozentuale Veränderungen der Formationen zwischen Ersterhebung und Zweiterhebung der subalpinen Flusssauen (n=26). Die grauen Zellen sind die Flächenanteile der jeweiligen Formationen, welche nicht geändert haben. Die übrigen Zellen enthalten die jeweiligen Flächenanteile der Übergänge zu anderen Formationen. Die letzte Spalte enthält die Anteile der Formationen der Ersterhebung. Die letzte Zeile enthält die Anteile der Formationen der Zweiterhebung.

Ersterhebung	Zweiterhebung							Total Ersterhebung
	Wasser/Vegetationslose Aue	Gehölzfreie Aue	Weichholzaue	Hartholzaue	Wälder ausserhalb	Nichtauengebiet	Bauten, künstliche Vegetation	
Wasser/Vegetationslose Aue	23.9 %	0.9 %	0.5 %	0.0 %	0.4 %	0.1 %	0.1 %	25.9 %
Gehölzfreie Aue	1.4 %	7.7 %	1.0 %	0.1 %	0.1 %	0.2 %	0.1 %	10.6 %
Weichholzaue	1.2 %	0.3 %	14.2 %	0.0 %	0.4 %	0.1 %	0.1 %	16.3 %
Hartholzaue	0.3 %	0.0 %	0.1 %	5.3 %	0.2 %	0.0 %	0.0 %	5.9 %
Wälder ausserhalb	1.1 %	0.3 %	0.4 %	0.2 %	21.9 %	0.4 %	0.4 %	24.7 %
Nichtauengebiet	0.4 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.7 %	13.9 %	0.0 %	15.1 %
Bauten, künstliche Vegetation	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	1.4 %	1.6 %
Total Zweiterhebung	28.2 %	9.4 %	16.3 %	5.7 %	23.7 %	14.7 %	2.1 %	

Tab. 84. Prozentuale Veränderungen der Formationen zwischen Ersterhebung und Zweiterhebung der Deltas (n=17). Die grauen Zellen sind die Flächenanteile der jeweiligen Formationen, welche nicht geändert haben. Die übrigen Zellen enthalten die jeweiligen Flächenanteile der Übergänge zu anderen Formationen. Die letzte Spalte enthält die Anteile der Formationen der Ersterhebung. Die letzte Zeile enthält die Anteile der Formationen der Zweiterhebung.

Ersterhebung	Zweiterhebung							Total Ersterhebung
	Wasser/Vegetationslose Aue	Gehölzfreie Aue	Weichholzaue	Hartholzaue	Wälder ausserhalb	Nichtauengebiet	Bauten, künstliche Vegetation	
Wasser/Vegetationslose Aue	18.2 %	0.9 %	0.3 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	19.5 %
Gehölzfreie Aue	0.8 %	21.2 %	2.4 %	1.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	25.6 %
Weichholzaue	0.4 %	0.3 %	10.3 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	11.0 %
Hartholzaue	0.2 %	0.9 %	0.2 %	30.6 %	0.3 %	0.0 %	0.0 %	32.1 %
Wälder ausserhalb	0.0 %	0.1 %	0.1 %	0.3 %	7.8 %	0.0 %	0.0 %	8.4 %
Nichtauengebiet	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.5 %	0.0 %	1.5 %
Bauten, künstliche Vegetation	0.1 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	1.6 %	1.8 %
Total Zweiterhebung	19.7 %	23.4 %	13.3 %	32.1 %	8.3 %	1.6 %	1.6 %	

Anhang 2

WBS-Ziellebensräume

Tab. 85. Definition der WBS-Ziellebensräume. Codes und Namen der Lebensräume gemäss Delarze *et al.* (2015), ausser Arrhenatheretum salviotosum (4.5.1.3. gemäss TypoCH, www.infoflora.ch).

Bio-toptyp	Code	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Lebensraum WBS
Hochmoore	2.1.1.	Sphagno-Utricularion	Moortümpelgesellschaft	Hochmoor
	2.2.4.	Caricion lasiocarpae	Übergangsmoor	Hochmoor
	2.4.1.	Sphagnion magellanicum	Offene Hochmoore	Hochmoor
	6.5.1.	Betulion pubescentis	Hochmoor-Birkenwald	Hochmoor
	6.5.2.	Ledo-Pinion	Hochmoor-Bergföhrenwald	Hochmoor
	6.5.3.	Sphagno-Piceetum	Hochmoor-Fichtenwald	Hochmoor
Flachmoore	1.3.2.	Cratoneurion	Kalkreiche Quellflur	Flachmoor/Basisches Kleinseggenried
	1.3.3.	Cardamino-Montion	Kalkarme Quellflur	Flachmoor/Saures Kleinseggenried
	2.1.2.1	Phragmition	Stillwasser-Röhricht	Flachmoor/Röhricht
	2.1.2.2	Phalaridion	Flussufer- und Landröhricht	Flachmoor/Röhricht
	2.2.1.1	Magnocaricion	Grosseggenried	Flachmoor/Grosseggenbestände
	2.2.1.2	Cladietum	Schneidbinsenried	Flachmoor/Grosseggenbestände
	2.2.2.	Caricion fuscae	Kalkarmes Kleinseggenried	Flachmoor/Saures Kleinseggenried
	2.2.3.	Caricion davallianae	Kalkreiches Kleinseggenried	Flachmoor/Basisches Kleinseggenried
	2.2.5.	Caricion bicolori-atrofuscae	Schwemmufervegetation alpiner Wildbäche	Flachmoor/Basisches Kleinseggenried
	2.3.1.	Molinion	Pfeifengraswiese	Flachmoor/Feucht- und Nasswiesen
	2.3.2.	Calthion	Nährstoffreiche Feuchtwiese	Flachmoor/Feucht- und Nasswiesen
	2.3.3.	Filipendulion	Feuchte Hochstaudenflur	Flachmoor/Feucht- und Nasswiesen
TWW	4.1.1.	Alyso-Sedion	Wärmeliebende Kalkfels-Pionierflur	TWW/Steppenrasen
	4.1.2.	Drabo-Seslerion	Kalkfels-Pionierflur des Gebirges	TWW/Kalkreiche Gebirgsmagerrasen
	4.1.3.	Sedo-Veronicion	Wärmeliebende Silikatfels-Pionierflur	TWW/Steppenrasen
	4.1.4.	Sedo-Scleranthion	Silikatfels-Pionierflur des Gebirges	TWW/Steppenrasen
	4.2.1.1	Stipo-Poion	Inneralpine Felsensteppe	TWW/Steppenrasen
	4.2.1.2	Cirsio-Brachypodion	Kontinentaler Halbtrockenrasen	TWW/Steppenrasen
	4.2.2.	Xerobromion	Mitteuropäischer Trockenrasen	TWW/Trockenrasen
	4.2.3.	Diplachnion	Insubrischer Trockenrasen	TWW/Trockenrasen
	4.2.4.	Mesobromion	Mitteuropäischer Halbtrockenrasen	TWW/Trockenrasen
	4.3.1.	Seslerion	Blaugrashalde	TWW/Kalkreiche Gebirgsmagerrasen

Fortsetzung Tab. 85.

Bio- toptyp	Code	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Lebensraum WBS
TWW	4.3.2.	Caricion firmae	Polsterseggenrasen	TWW/Kalkreiche Gebirgsmagerrasen
	4.3.3.	Caricion ferrugineae	Rostseggenhalde	TWW/Kalkreiche Gebirgsmagerrasen
	4.3.4.	Elynion	Windkantenrasen	TWW/Kalkarme Gebirgsmagerrasen
	4.3.5.	Nardion	Borstgrasrasen	TWW/Kalkarme Gebirgsmagerrasen
	4.3.6.	Festucion variae	Buntschwingelhalde	TWW/Kalkarme Gebirgsmagerrasen
	4.3.7.	Caricion curvulae	Krummseggenrasen	TWW/Kalkarme Gebirgsmagerrasen
	4.5.1.3	Arrhenatheretum salvie- tosum	Talfettwiese trockener Böden	TWW/Trockenrasen
	4.6.1.	Convolvulo-Agropyron	Queckenbrache	TWW/Steppenrasen
	5.1.1.	Geranion sanguinei	Trockenwarmer Krautsaum	TWW/Krautsäume
	5.1.2.	Trifolion medii	Mesophiler Krautsaum	TWW/Krautsäume
Auen	1.1.1.	Charion	Armleuchteralgengesellschaft	Aue/Gewässer
	1.1.2.	Potamion	Laichkrautgesellschaft	Aue/Gewässer
	1.1.3.	Lemnion	Wasserlinsengesellschaft	Aue/Gewässer
	1.1.4.	Nymphaeion	Schwimmbblattgesellschaft	Aue/Gewässer
	1.2.1.	Ranunculion fluitantis	Brachmen- und Barbenregion	Aue/Gewässer
	1.2.2.	Fontinalidion antipyreticae	Äschenregion	Aue/Gewässer
	2.1.2.1.	Phragmition	Stillwasser-Röhricht	Aue/Röhricht
	2.1.2.2.	Phalaridion	Flussufer- und Landröhricht	Aue/Röhricht
	2.1.3.	Littorellion	Strandlingsgesellschaft	Aue/Pinonierfluren und Alluvionen
	2.1.4.	Glycerio-Sparganion	Bachröhricht	Aue/Röhricht
	2.2.5.	Caricion bicolori-atrofuscae	Schwemmufervegetation alpiner Wildbäche	Aue/Alpine Schwemmufer
	2.5.1.	Nanocyperion	Einjährige Schlammflur	Aue/Pinonierfluren und Alluvionen
	2.5.2.	Bidention	Mehrjährige Schlammflur	Aue/Pinonierfluren und Alluvionen
	3.2.1.1.	Epilobion fleischeri	Alluvion mit krautiger Pioniervegetation	Aue/Pinonierfluren und Alluvionen
	3.3.1.4.	Petasition paradoxi	Feinerdenreiche Kalkschuttflur	Aue/Pinonierfluren und Alluvionen
	5.1.3.	Convolvulion	Feuchtwarmer Krautsaum	Aue/Nährstoffreiche Krautsäume
	5.1.4.	Petasition officinalis	Feuchter Krautsaum	Aue/Nährstoffreiche Krautsäume
	5.1.5.	Aegopodion + Alliarion	Nährstoffreicher Krautsaum	Aue/Nährstoffreiche Krautsäume
	5.2.4.	Adenostylion	Hochstaudenflur des Gebirges	Aue/Nährstoffreiche Krautsäume
	5.3.6.	Salicion elaeagni	Auen-Weidengebüsch	Aue/Weidengebüsch
	5.3.7.	Salicion cinereae	Moor-Weidengebüsch	Aue/Weidengebüsch
	5.3.8.	Salicion waldsteinianae	Gebirgs-Weidengebüsch	Aue/Weidengebüsch
	6.1.1.	Alnion glutinosae	Erlenbruchwald	Aue/Weichholzauenwald
	6.1.2.	Salicion albae	Weichholz-Auenwald	Aue/Weichholzauenwald
	6.1.3.	Alnion incanae	Grauerlen-Auenwald	Aue/Weichholzauenwald
	6.1.4.	Fraxinion	Hartholz-Auenwald	Aue/Hartholzauenwald

Anhang 3

Tabellen zu den aus den Vegetationserhebungen abgeleiteten Indikatoren.

Tab. 86. Mittlere Nährstoffzahl in Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. $\bar{X}_1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}_2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $X_2 - X_1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $X_2 - X_1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					SE	p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots	$X_2 - X_1$	
Schweiz	Auen	124	1576	3.20	0.06	124	1627	3.19	0.06	124	1498	-0.023	0.015
	Alpine Schwemmfuren	14	155	2.51	0.28	14	164	2.51	0.23	14	144	0.004	0.917
	Flussauen/Deltas	100	1280	3.22	0.07	100	1320	3.21	0.07	100	1215	-0.024	0.01
	Seeauen	10	141	3.33	0.15	10	143	3.30	0.14	10	139	-0.029	0.023
	Flachmoore	86	652	2.74	0.04	86	656	2.74	0.04	86	637	0.001	0.883
	Hochmoore	59	425	1.99	0.08	59	435	1.99	0.08	59	425	-0.002	0.875
	TWW	441	2123	2.51	0.03	441	2162	2.48	0.03	441	2120	-0.024	0.01
Jura	Auen	3	23	3.38	0.31	3	24	3.49	0.31	3	23	0.100	-
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-
	Flussauen/Deltas	3	23	3.38	0.31	3	24	3.49	0.31	3	23	0.100	-
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-
	Flachmoore	7	61	3.10	0.06	7	61	3.12	0.06	7	60	0.009	0.645
	Hochmoore	14	118	2.07	0.19	14	120	2.10	0.19	14	118	0.019	0.262
	TWW	81	389	2.65	0.08	81	391	2.60	0.07	81	388	-0.049	0.002
Mittelland	Auen	41	526	3.28	0.12	41	541	3.28	0.11	41	506	-0.012	0.482
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-
	Flussauen/Deltas	33	411	3.27	0.14	33	424	3.29	0.13	33	392	-0.007	0.735
	Seeauen	8	115	3.29	0.16	8	117	3.26	0.15	8	114	-0.033	0.273
	Flachmoore	19	147	3.10	0.15	19	145	3.05	0.15	19	138	-0.047	0.183
	Hochmoore	8	65	2.32	0.14	8	66	2.38	0.15	8	65	0.062	0.257
	TWW	54	257	2.65	0.15	54	257	2.65	0.15	54	257	-0.010	0.519

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2-X1	SE
Alpenordflanke	Auen	34	377	3.15	0.19	34	393	3.11	0.19	34	355	-0.041	0.02	0.026
	Alpine Schwemmfuren	4	57	2.43	0.63	4	61	2.45	0.54	4	53	0.039	-	-
	Flussauen/Deltas	28	294	3.19	0.21	28	306	3.14	0.21	28	277	-0.050	0.02	0.013
	Seeauen	2	26	3.75	0.13	2	26	3.75	0.12	2	25	0.011	-	-
	Flachmoore	36	266	2.70	0.05	36	273	2.72	0.05	36	265	0.009	0.01	0.340
	Hochmoore	25	170	1.92	0.10	25	170	1.90	0.09	25	170	-0.019	0.01	0.119
TWW	95	448	2.58	0.06	95	451	2.54	0.06	95	447	-0.033	0.01	0.000	
Westliche Zentral-alpen	Auen	9	94	3.01	0.83	9	106	2.97	0.60	9	88	-0.044	0.13	0.736
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	9	94	3.01	0.83	9	106	2.97	0.60	9	88	-0.044	0.13	0.736
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	5	35	2.51	0.24	5	32	2.37	0.70	5	32	-0.005	0.08	0.954
	Hochmoore	1	4	1.81	-	1	7	1.71	-	1	4	-0.004	-	-
TWW	64	316	2.30	0.10	64	325	2.30	0.10	64	316	0.005	0.01	0.614	
Östliche Zentralalpen	Auen	25	303	3.00	0.14	25	309	2.98	0.14	25	285	-0.016	0.02	0.511
	Alpine Schwemmfuren	10	98	2.55	0.27	10	103	2.54	0.22	10	91	-0.016	0.04	0.702
	Flussauen/Deltas	15	205	3.17	0.16	15	206	3.16	0.17	15	194	-0.016	0.03	0.592
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	15	117	2.33	0.08	15	116	2.36	0.08	15	116	0.033	0.02	0.084
	Hochmoore	8	47	1.88	0.09	8	50	1.89	0.11	8	47	0.013	0.02	0.516
TWW	108	494	2.42	0.06	108	512	2.41	0.06	108	494	-0.010	0.01	0.287	
Alpensüdflanke	Auen	17	253	3.21	0.19	17	254	3.23	0.21	17	241	-0.017	0.02	0.442
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	17	253	3.21	0.19	17	254	3.23	0.21	17	241	-0.017	0.02	0.442
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	4	26	2.42	0.26	4	29	2.38	0.22	4	26	0.074	-	-
	Hochmoore	3	21	1.86	0.65	3	22	1.76	0.44	3	21	-0.097	-	-
TWW	42	219	2.53	0.20	42	226	2.50	0.19	42	218	-0.024	0.02	0.342	

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2-X1	SE
Höhenzone 100–800 m	Auen	77	1047	3.24	0.08	77	1063	3.24	0.08	77	999	-0.022	0.01	0.049
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	67	909	3.23	0.09	67	923	3.23	0.09	67	863	-0.022	0.01	0.079
	Seeauen	10	138	3.33	0.15	10	140	3.30	0.14	10	136	-0.027	0.03	0.338
	Flachmoore	27	197	3.09	0.14	27	194	3.04	0.14	27	184	-0.033	0.03	0.315
	Hochmoore	8	69	2.32	0.14	8	70	2.37	0.14	8	69	0.041	0.04	0.374
Höhenzone 800–1600 m	TWW	116	487	2.58	0.13	116	492	2.53	0.11	116	486	-0.037	0.02	0.050
	Auen	32	292	3.21	0.32	32	307	3.18	0.29	32	277	-0.026	0.03	0.404
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	32	292	3.21	0.32	32	307	3.18	0.29	32	277	-0.026	0.03	0.404
	Seeauen	1	3	3.57	-	1	3	3.50	-	1	3	-0.071	-	-
	Flachmoore	41	287	2.74	0.10	41	294	2.75	0.09	41	285	0.004	0.01	0.699
Höhenzone 1600–3000 m	Hochmoore	38	272	1.99	0.10	38	274	1.99	0.09	38	272	-0.004	0.01	0.775
	TWW	221	847	2.56	0.08	224	866	2.53	0.08	221	846	-0.026	0.01	0.012
	Auen	24	234	2.63	0.22	24	254	2.63	0.19	24	219	-0.011	0.03	0.668
	Alpine Schwemmfleuren	14	155	2.51	0.28	14	164	2.51	0.23	14	144	0.004	0.04	0.917
	Flussauen/Deltas	10	79	2.83	0.36	10	90	2.84	0.33	10	75	-0.035	0.03	0.324
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
Höhenzone 1600–3000 m	Flachmoore	25	168	2.25	0.24	25	168	2.29	0.23	25	168	0.032	0.03	0.222
	Hochmoore	14	84	1.82	0.19	14	91	1.80	0.21	14	84	-0.015	0.02	0.557
	TWW	186	789	2.44	0.08	186	804	2.43	0.08	186	788	-0.017	0.01	0.028

Tab. 87. Mittlere Lichtzahl in Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. $\bar{X}1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $\bar{X}2-\bar{X}1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $\bar{X}2-\bar{X}1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					$\bar{X}2-\bar{X}1$	SE	p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}2$	SE	N Objekte	N Plots			
Schweiz	Auen	124	1576	2.98	0.07	124	1627	2.98	0.06	124	1498	-0.019	0.01	0.062
	Alpine Schwemmfleuren	14	155	4.09	0.45	14	164	4.10	0.38	14	144	0.000	0.02	0.994
	Flussauen/Deltas	100	1280	2.91	0.07	100	1320	2.91	0.07	100	1215	-0.020	0.01	0.083
	Seeauen	10	141	3.01	0.13	10	143	3.00	0.13	10	139	-0.017	0.02	0.351
	Flachmoore	86	652	3.56	0.05	86	656	3.55	0.05	86	637	-0.015	0.01	0.063
	Hochmoore	59	425	3.35	0.13	59	435	3.31	0.13	59	425	-0.037	0.01	0.013
	TWW	441	2123	3.76	0.05	441	2162	3.75	0.05	441	2120	-0.012	0.00	0.013
Jura	Auen	3	23	3.05	0.26	3	24	2.98	0.24	3	23	-0.091	-	-
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	3	23	3.05	0.26	3	24	2.98	0.24	3	23	-0.091	-	-
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	7	61	3.51	0.07	7	61	3.43	0.07	7	60	-0.075	0.02	0.005
	Hochmoore	14	118	3.21	0.30	14	120	3.19	0.29	14	118	-0.016	0.02	0.492
	TWW	81	389	3.74	0.11	81	391	3.75	0.11	81	388	0.007	0.01	0.608
Mittelland	Auen	41	526	2.85	0.11	41	541	2.85	0.11	41	506	-0.021	0.01	0.174
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	33	411	2.82	0.14	33	424	2.82	0.13	33	392	-0.022	0.02	0.236
	Seeauen	8	115	2.98	0.13	8	117	2.97	0.13	8	114	-0.016	0.02	0.395
	Flachmoore	19	147	3.55	0.18	19	145	3.56	0.21	19	138	0.001	0.02	0.971
	Hochmoore	8	65	3.64	0.19	8	66	3.61	0.18	8	65	-0.027	0.04	0.517
	TWW	54	257	3.84	0.23	54	257	3.81	0.23	54	257	-0.021	0.01	0.026

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2–X1	SE
Alpenordflanke	Auen	34	377	2.94	0.20	34	393	2.94	0.18	34	355	−0.036	0.03	0.180
	Alpine Schwemmfuren	4	57	4.06	0.99	4	61	4.12	0.82	4	53	0.028	-	-
	Flussauen/Deltas	28	294	2.83	0.20	28	306	2.82	0.19	28	277	−0.041	0.03	0.168
	Seeauen	2	26	3.34	0.18	2	26	3.33	0.17	2	25	−0.042	-	-
	Flachmoore	36	266	3.53	0.06	36	273	3.52	0.06	36	265	−0.020	0.01	0.038
	Hochmoore	25	170	3.38	0.16	25	170	3.33	0.15	25	170	−0.051	0.02	0.004
	TWW	95	448	3.66	0.08	95	451	3.65	0.08	95	447	−0.012	0.01	0.131
Westliche Zentral-alpen	Auen	9	94	3.49	1.02	9	106	3.52	0.82	9	88	0.002	0.08	0.978
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	9	94	3.49	1.02	9	106	3.52	0.82	9	88	0.002	0.08	0.978
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	5	35	3.74	0.55	5	32	3.80	0.95	5	32	−0.001	0.02	0.976
	Hochmoore	1	4	3.56	-	1	7	3.76	-	1	4	−0.034	-	-
	TWW	64	316	3.96	0.15	64	325	3.94	0.15	64	316	−0.025	0.01	0.020
Östliche Zentralalpen	Auen	25	303	3.40	0.17	25	309	3.39	0.18	25	285	−0.022	0.02	0.177
	Alpine Schwemmfuren	10	98	4.10	0.42	10	103	4.08	0.39	10	91	−0.016	0.03	0.556
	Flussauen/Deltas	15	205	3.15	0.17	15	206	3.12	0.19	15	194	−0.025	0.02	0.232
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	15	117	3.80	0.13	15	116	3.80	0.13	15	116	−0.009	0.01	0.433
	Hochmoore	8	47	3.55	0.14	8	50	3.56	0.16	8	47	−0.010	0.02	0.691
	TWW	108	494	3.79	0.10	108	512	3.77	0.08	108	494	−0.016	0.01	0.046
Alpensüdflanke	Auen	17	253	2.94	0.19	17	254	2.91	0.19	17	241	−0.017	0.02	0.455
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	17	253	2.94	0.19	17	254	2.91	0.19	17	241	−0.017	0.02	0.455
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	4	26	3.60	0.42	4	29	3.61	0.47	4	26	−0.001	-	-
	Hochmoore	3	21	3.52	2.33	3	22	3.49	2.24	3	21	−0.047	-	-
	TWW	42	219	3.73	0.30	42	226	3.70	0.32	42	218	−0.032	0.02	0.129

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots	$X_2 - X_1$	
Höhenzone 100–800 m	Auen	77	1047	2.89	0.08	77	2.89	0.08	77	999	-0.017	0.178
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	–	–	0	0	–	–
	Flussauen/Deltas	67	909	2.87	0.09	67	2.87	0.09	67	863	-0.016	0.242
	Seeauen	10	138	3.01	0.13	10	3.00	0.13	10	136	-0.020	0.292
	Flachmoore	27	197	3.54	0.16	27	3.55	0.19	27	184	-0.004	0.853
	Hochmoore	8	69	3.58	0.19	8	3.56	0.18	8	69	-0.016	0.657
Höhenzone 800–1600 m	TWW	116	487	3.81	0.19	116	3.80	0.18	116	486	-0.007	0.471
	Auen	32	292	2.95	0.31	32	2.95	0.28	32	277	-0.046	0.209
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	–	–	0	0	–	–
	Flussauen/Deltas	32	292	2.95	0.31	32	2.95	0.28	32	277	-0.046	0.209
	Seeauen	1	3	3.02	–	1	3.14	–	1	3	0.120	–
	Flachmoore	41	287	3.52	0.10	41	3.50	0.10	41	285	-0.021	0.017
Höhenzone 1600–3000 m	Hochmoore	38	272	3.30	0.15	38	3.27	0.15	38	272	-0.031	0.087
	TWW	221	847	3.71	0.13	224	3.71	0.13	221	846	-0.008	0.412
	Auen	24	234	3.96	0.34	24	3.97	0.29	24	219	-0.015	0.516
	Alpine Schwemmfuren	14	155	4.09	0.45	14	4.10	0.38	14	144	0.000	0.994
	Flussauen/Deltas	10	79	3.75	0.53	10	3.74	0.43	10	75	-0.038	0.378
	Seeauen	0	0	–	–	0	–	–	0	0	–	–
Höhenzone 1600–3000 m	Flachmoore	25	168	3.78	0.23	25	3.78	0.23	25	168	-0.002	0.922
	Hochmoore	14	84	3.51	0.34	14	3.52	0.38	14	84	-0.025	0.134
	TWW	186	789	3.80	0.12	186	3.78	0.12	186	788	-0.011	0.143

Tab. 88. Mittlere Feuchtezahl in Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. $\bar{X}_1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}_2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $X_2 - X_1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $X_2 - X_1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots	$X_2 - X_1$	SE	p
		N Objekte	N Plots	SE	N Objekte	N Plots	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE											
Schweiz	Auen	124	1576	0.07	124	1627	0.07	124	1498	3.33	0.07	0.01	124	1498	3.33	0.07	0.01	124	1498	-0.024	0.01	0.011
	Alpine Schwemmfleuren	14	155	0.36	14	164	0.36	14	144	3.23	0.28	0.03	14	144	3.23	0.28	0.03	14	144	-0.043	0.03	0.112
	Flussauen/Deltas	100	1280	0.07	100	1320	0.07	100	1215	3.31	0.07	0.01	100	1215	3.31	0.07	0.01	100	1215	-0.022	0.01	0.041
	Seeauen	10	141	0.15	10	143	0.15	10	139	3.47	0.15	0.03	10	139	3.47	0.15	0.03	10	139	-0.039	0.03	0.220
	Flachmoore	86	652	0.05	86	656	0.05	86	637	3.68	0.06	0.01	86	637	3.68	0.06	0.01	86	637	-0.066	0.01	0.000
	Hochmoore	59	425	0.14	59	435	0.14	59	425	3.55	0.13	0.01	59	425	3.55	0.13	0.01	59	425	-0.045	0.01	0.000
	TWW	441	2123	0.04	441	2162	0.04	441	2120	2.46	0.03	0.01	441	2120	2.46	0.03	0.01	441	2120	-0.038	0.01	0.000
Jura	Auen	3	23	0.30	3	24	0.30	3	23	3.64	0.31	-	3	23	3.64	0.31	-	3	23	0.019	-	-
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	-	0	0	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	3	23	0.30	3	24	0.30	3	23	3.64	0.31	-	3	23	3.64	0.31	-	3	23	0.019	-	-
	Seeauen	0	0	-	0	0	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	7	61	0.09	7	61	0.09	7	60	3.75	0.09	0.02	7	60	3.75	0.09	0.02	7	60	-0.031	0.02	0.129
	Hochmoore	14	118	0.31	14	120	0.31	14	118	3.35	0.29	0.01	14	118	3.35	0.29	0.01	14	118	-0.054	0.01	0.002
	TWW	81	389	0.07	81	391	0.07	81	388	2.43	0.07	0.01	81	388	2.43	0.07	0.01	81	388	-0.101	0.01	0.000
Mittelland	Auen	41	526	0.12	41	541	0.12	41	506	3.40	0.12	0.01	41	506	3.40	0.12	0.01	41	506	-0.013	0.01	0.370
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	-	0	0	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	33	411	0.15	33	424	0.15	33	392	3.38	0.14	0.02	33	392	3.38	0.14	0.02	33	392	-0.007	0.02	0.670
	Seeauen	8	115	0.16	8	117	0.16	8	114	3.44	0.15	0.03	8	114	3.44	0.15	0.03	8	114	-0.039	0.03	0.255
	Flachmoore	19	147	0.21	19	145	0.21	19	138	4.02	0.23	0.02	19	138	4.02	0.23	0.02	19	138	-0.053	0.02	0.017
	Hochmoore	8	65	0.20	8	66	0.20	8	65	3.97	0.24	0.10	8	65	3.97	0.24	0.10	8	65	0.052	0.10	0.607
	TWW	54	257	0.14	54	257	0.14	54	257	2.29	0.13	0.02	54	257	2.29	0.13	0.02	54	257	-0.087	0.02	0.000

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots	
Alpen	Auen	34	377	3.39	0.20	34	393	3.39	0.22	34	355	0.453
	Alpine Schwemmfuren	4	57	3.08	0.82	4	61	3.11	0.63	4	53	-
	Flussauen/Deltas	28	294	3.41	0.21	28	306	3.39	0.24	28	277	0.486
	Seeauen	2	26	3.78	0.17	2	26	3.77	0.17	2	25	-
	Flachmoore	36	266	3.68	0.06	36	273	3.61	0.06	36	265	0.000
	Hochmoore	25	170	3.64	0.17	25	170	3.59	0.17	25	170	0.001
Westliche Zentralalpen	TWW	95	448	2.67	0.06	95	451	2.63	0.06	95	447	0.000
	Auen	9	94	3.04	0.84	9	106	3.00	0.60	9	88	0.896
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-
	Flussauen/Deltas	9	94	3.04	0.84	9	106	3.00	0.60	9	88	0.896
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-
	Flachmoore	5	35	3.58	0.35	5	32	3.50	0.91	5	32	0.990
Östliche Zentralalpen	Hochmoore	1	4	3.86	-	1	7	3.95	-	1	4	-
	TWW	64	316	2.05	0.08	64	325	2.06	0.08	64	316	0.786
	Auen	25	303	3.26	0.14	25	309	3.22	0.14	25	285	0.024
	Alpine Schwemmfuren	10	98	3.36	0.32	10	103	3.29	0.27	10	91	0.106
	Flussauen/Deltas	15	205	3.22	0.16	15	206	3.19	0.17	15	194	0.095
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-
Alpensüdflanke	Flachmoore	15	117	3.60	0.11	15	116	3.60	0.11	15	116	0.949
	Hochmoore	8	47	3.81	0.15	8	50	3.76	0.17	8	47	0.004
	TWW	108	494	2.50	0.07	108	512	2.49	0.06	108	494	0.214
	Auen	17	253	3.24	0.20	17	254	3.23	0.21	17	241	0.128
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-
	Flussauen/Deltas	17	253	3.24	0.20	17	254	3.23	0.21	17	241	0.128
Alpensüdflanke	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-
	Flachmoore	4	26	3.91	0.27	4	29	3.84	0.37	4	26	-
	Hochmoore	3	21	3.76	2.28	3	22	3.79	2.19	3	21	-
	TWW	42	219	2.58	0.23	42	226	2.56	0.22	42	218	0.282
	Auen	17	253	3.24	0.20	17	254	3.23	0.21	17	241	0.128
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					SE	p	
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots			X2-X1
Höhenzone 100–800 m	Auen	77	1047	3.35	0.09	77	1063	3.34	0.09	77	999	-0.019	0.01	0.091
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	67	909	3.33	0.10	67	923	3.32	0.10	67	863	-0.016	0.01	0.177
	Seeauen	10	138	3.51	0.15	10	140	3.48	0.15	10	136	-0.038	0.03	0.237
	Flachmoore	27	197	4.08	0.18	27	194	4.02	0.21	27	184	-0.054	0.02	0.018
	Hochmoore	8	69	3.88	0.20	8	70	3.89	0.20	8	69	0.006	0.05	0.898
Höhenzone 800–1600 m	TWW	116	487	2.30	0.11	116	492	2.23	0.10	116	486	-0.065	0.02	0.002
	Auen	32	292	3.35	0.33	32	307	3.33	0.33	32	277	-0.018	0.04	0.648
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	32	292	3.35	0.33	32	307	3.33	0.33	32	277	-0.018	0.04	0.648
	Seeauen	1	3	3.55	-	1	3	3.47	-	1	3	-0.078	-	-
	Flachmoore	41	287	3.66	0.11	41	294	3.59	0.10	41	285	-0.074	0.01	0.000
Höhenzone 1600–3000 m	Hochmoore	38	272	3.55	0.16	38	274	3.49	0.15	38	272	-0.058	0.01	0.000
	TWW	221	847	2.46	0.08	224	866	2.42	0.08	221	846	-0.038	0.01	0.001
	Auen	24	234	3.20	0.27	24	254	3.19	0.22	24	219	-0.061	0.03	0.056
	Alpine Schwemmfuren	14	155	3.26	0.36	14	164	3.23	0.28	14	144	-0.043	0.03	0.112
	Flussauen/Deltas	10	79	3.11	0.40	10	90	3.13	0.36	10	75	-0.089	0.07	0.218
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
Höhenzone 1600–3000 m	Flachmoore	25	168	3.63	0.24	25	168	3.62	0.25	25	168	-0.006	0.03	0.841
	Hochmoore	14	84	3.73	0.37	14	91	3.74	0.43	14	84	-0.020	0.02	0.317
	TWW	186	789	2.60	0.08	186	804	2.57	0.08	186	788	-0.028	0.01	0.000

Tab. 89. Mittlere Temperaturzahl in Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. $\bar{X}1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $\bar{X}2-\bar{X}1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $\bar{X}2-\bar{X}1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					SE	p	
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots			X2–X1
Schweiz	Auen	124	1576	3.30	0.07	124	1627	3.32	0.07	124	1498	0.019	0.01	0.002
	Alpine Schwemmfleuren	14	155	2.01	0.20	14	164	2.02	0.17	14	144	0.014	0.03	0.607
	Flussauen/Deltas	100	1280	3.35	0.08	100	1320	3.37	0.08	100	1215	0.021	0.01	0.004
	Seeauen	10	141	3.53	0.15	10	143	3.54	0.15	10	139	0.012	0.01	0.401
	Flachmoore	86	652	2.75	0.04	86	656	2.74	0.04	86	637	–0.004	0.01	0.685
	Hochmoore	59	425	2.51	0.10	59	435	2.50	0.09	59	425	–0.003	0.01	0.790
	TWW	441	2123	2.86	0.04	441	2162	2.89	0.04	441	2120	0.026	0.01	0.000
Jura	Auen	3	23	3.15	0.30	3	24	3.14	0.29	3	23	–0.009	–	–
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	3	23	3.15	0.30	3	24	3.14	0.29	3	23	–0.009	–	–
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flachmoore	7	61	2.86	0.05	7	61	2.86	0.05	7	60	–0.003	0.02	0.868
	Hochmoore	14	118	2.49	0.22	14	120	2.44	0.21	14	118	–0.044	0.01	0.007
	TWW	81	389	3.05	0.09	81	391	3.12	0.09	81	388	0.066	0.01	0.000
Mittelland	Auen	41	526	3.48	0.12	41	541	3.50	0.12	41	506	0.011	0.01	0.190
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	33	411	3.47	0.15	33	424	3.49	0.14	33	392	0.010	0.01	0.300
	Seeauen	8	115	3.52	0.16	8	117	3.54	0.15	8	114	0.014	0.01	0.334
	Flachmoore	19	147	3.23	0.16	19	145	3.18	0.16	19	138	–0.024	0.04	0.521
	Hochmoore	8	65	2.78	0.13	8	66	2.85	0.15	8	65	0.065	0.06	0.296
	TWW	54	257	3.48	0.22	54	257	3.54	0.23	54	257	0.060	0.02	0.000

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2–X1	SE
Alpenordflanke	Auen	34	377	3.11	0.19	34	393	3.13	0.20	34	355	0.017	0.02	0.273
	Alpine Schwemmfuren	4	57	1.99	0.46	4	61	1.99	0.41	4	53	0.023	-	-
	Flussauen/Deltas	28	294	3.19	0.21	28	306	3.21	0.22	28	277	0.018	0.02	0.283
	Seeauen	2	26	3.61	0.14	2	26	3.59	0.14	2	25	-0.015	-	-
	Flachmoore	36	266	2.69	0.04	36	273	2.70	0.04	36	265	0.009	0.01	0.406
	Hochmoore	25	170	2.49	0.11	25	170	2.50	0.11	25	170	0.011	0.01	0.382
Westliche Zentralalpen	TWW	95	448	2.73	0.06	95	451	2.75	0.06	95	447	0.009	0.01	0.418
	Auen	9	94	3.05	0.98	9	106	3.05	0.83	9	88	-0.003	0.06	0.960
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	9	94	3.05	0.98	9	106	3.05	0.83	9	88	-0.003	0.06	0.960
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	5	35	2.47	0.27	5	32	2.28	0.72	5	32	-0.052	0.05	0.318
Östliche Zentralalpen	Hochmoore	1	4	2.40	-	1	7	2.33	-	1	4	-0.042	-	-
	TWW	64	316	3.08	0.13	64	325	3.09	0.13	64	316	0.020	0.01	0.157
	Auen	25	303	2.85	0.12	25	309	2.86	0.14	25	285	0.038	0.02	0.036
	Alpine Schwemmfuren	10	98	2.03	0.18	10	103	2.03	0.16	10	91	0.010	0.02	0.678
	Flussauen/Deltas	15	205	3.14	0.15	15	206	3.18	0.18	15	194	0.048	0.02	0.044
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
Alpensüdflanke	Flachmoore	15	117	2.37	0.06	15	116	2.35	0.07	15	116	-0.021	0.02	0.245
	Hochmoore	8	47	2.46	0.09	8	50	2.45	0.11	8	47	-0.004	0.02	0.841
	TWW	108	494	2.75	0.08	108	512	2.78	0.07	108	494	0.020	0.01	0.065
	Auen	17	253	3.43	0.22	17	254	3.46	0.23	17	241	0.038	0.02	0.034
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	17	253	3.43	0.22	17	254	3.46	0.23	17	241	0.038	0.02	0.034
Alpensüdflanke	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	4	26	2.67	0.22	4	29	2.61	0.22	4	26	-0.027	-	-
	Hochmoore	3	21	2.56	1.49	3	22	2.60	1.40	3	21	0.030	-	-
	TWW	42	219	2.81	0.23	42	226	2.79	0.23	42	218	-0.007	0.01	0.618

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2-X1	SE
Höhenzone 100–800 m	Auen	77	1047	3.47	0.09	77	1063	3.49	0.09	77	999	0.019	0.01	0.008
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	67	909	3.46	0.10	67	923	3.48	0.10	67	863	0.020	0.01	0.012
	Seeauen	10	138	3.53	0.15	10	140	3.54	0.15	10	136	0.013	0.01	0.348
	Flachmoore	27	197	3.22	0.14	27	194	3.17	0.15	27	184	–0.012	0.03	0.703
	Hochmoore	8	69	2.78	0.14	8	70	2.81	0.14	8	69	0.029	0.02	0.260
Höhenzone 800–1600 m	TWW	116	487	3.48	0.16	116	492	3.51	0.16	116	486	0.037	0.01	0.011
	Auen	32	292	2.99	0.31	32	307	3.02	0.29	32	277	0.030	0.03	0.317
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	32	292	2.99	0.31	32	307	3.02	0.29	32	277	0.030	0.03	0.317
	Seeauen	1	3	3.36	–	1	3	3.34	–	1	3	–0.017	–	–
	Flachmoore	41	287	2.70	0.09	41	294	2.71	0.08	41	285	–0.003	0.01	0.762
Höhenzone 1600–3000 m	Hochmoore	38	272	2.50	0.11	38	274	2.49	0.11	38	272	–0.009	0.01	0.397
	TWW	221	847	3.05	0.10	224	866	3.08	0.10	221	846	0.032	0.01	0.000
	Auen	24	234	2.22	0.17	24	254	2.21	0.16	24	219	0.001	0.02	0.981
	Alpine Schwemmfuren	14	155	2.01	0.20	14	164	2.02	0.17	14	144	0.014	0.03	0.607
	Flussauen/Deltas	10	79	2.55	0.32	10	90	2.53	0.30	10	75	–0.022	0.03	0.530
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
Höhenzone 1600–3000 m	Flachmoore	25	168	2.36	0.20	25	168	2.35	0.19	25	168	–0.010	0.03	0.761
	Hochmoore	14	84	2.45	0.25	14	91	2.46	0.29	14	84	0.013	0.02	0.458
	TWW	186	789	2.52	0.09	186	804	2.54	0.09	186	788	0.015	0.01	0.175

Tab. 90. Mittlerer Anteil an biotopspezifischen Lebensraumspezialisten in Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. X1: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; X2: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; X2–X1: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass X2–X1 verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichproben- designs). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023							
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots	X2–X1	SE	p
Schweiz	Auen	124	2042	35.82	0.88	124	2053	34.14	0.85	124	2042	–1.579	0.50	0.002
	Alpine Schwemmfleuren	14	213	20.00	1.55	14	213	19.27	1.59	14	213	–1.586	1.63	0.348
	Flussauen/Deltas	100	1680	34.30	0.95	100	1688	33.02	0.94	100	1680	–1.124	0.52	0.033
	Seeauen	10	149	58.47	3.26	10	152	52.54	2.75	10	149	–5.792	2.20	0.027
	Flachmoore	86	665	45.02	1.09	86	674	43.75	1.05	86	665	–1.348	0.44	0.003
	Hochmoore	59	428	55.82	2.70	59	435	56.61	2.83	59	428	0.715	0.99	0.471
	TWW	441	2149	50.49	0.79	441	2166	51.21	0.80	441	2149	0.831	0.31	0.008
Jura	Auen	3	32	22.98	4.68	3	32	27.74	5.05	3	32	4.760	-	-
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	3	32	22.98	4.68	3	32	27.74	5.05	3	32	4.760	-	-
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	7	62	45.95	2.31	7	62	45.80	2.62	7	62	–0.952	1.26	0.480
	Hochmoore	14	119	59.73	5.63	14	120	58.33	5.54	14	119	–1.018	1.06	0.353
	TWW	81	391	45.81	1.42	81	392	46.54	1.48	81	391	0.800	0.51	0.124
Mittelland	Auen	42	680	40.85	1.51	42	685	38.59	1.54	42	680	–2.203	1.09	0.050
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	34	560	36.39	1.68	34	562	35.27	1.77	34	560	–1.015	1.23	0.416
	Seeauen	8	120	60.08	3.37	8	123	52.84	2.84	8	120	–7.333	2.29	0.015
	Flachmoore	19	153	58.02	2.78	19	157	58.07	3.19	19	153	–0.128	1.35	0.926
	Hochmoore	8	65	42.60	3.22	8	66	40.44	3.48	8	65	–2.894	1.14	0.039
	TWW	54	257	49.34	2.86	54	257	50.68	2.85	54	257	1.798	0.75	0.020

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots	
Alpennordflanke	Auen	34	498	34.21	2.30	34	502	34.65	2.38	34	498	0.393
	Alpine Schwemmfuren	4	80	16.34	2.48	4	80	16.12	2.53	4	80	–
	Flussauen/Deltas	28	389	35.26	2.56	28	393	35.55	2.66	28	389	0.543
	Seeauen	2	29	45.10	4.26	2	29	51.27	4.03	2	29	–
	Flachmoore	36	271	42.68	1.25	36	274	41.29	1.16	36	271	0.002
	Hochmoore	25	170	54.92	3.44	25	170	57.79	3.67	25	170	0.096
	TWW	95	450	46.30	1.28	95	452	46.67	1.36	95	450	0.436
Westliche Zentral-alpen	Auen	9	134	28.60	5.18	9	134	25.30	4.94	9	134	0.416
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
	Flussauen/Deltas	9	134	28.60	5.18	9	134	25.30	4.94	9	134	0.416
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
	Flachmoore	5	35	35.87	4.83	5	35	36.00	4.73	5	35	0.915
	Hochmoore	1	4	48.06	–	1	7	62.05	–	1	4	–
	TWW	64	320	61.71	2.55	64	326	64.49	2.65	64	320	0.000
Östliche Zentralalpen	Auen	25	388	28.85	1.58	25	389	27.48	1.55	25	388	0.333
	Alpine Schwemmfuren	10	133	22.38	2.01	10	133	20.80	2.05	10	133	0.720
	Flussauen/Deltas	15	255	31.37	2.04	15	256	30.08	2.00	15	255	0.360
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
	Flachmoore	15	117	40.97	1.96	15	117	38.97	1.83	15	117	0.020
	Hochmoore	8	48	57.62	2.78	8	50	53.46	2.68	8	48	0.003
	TWW	108	508	53.94	1.40	108	512	53.89	1.41	108	508	0.914
Alpensüdflanke	Auen	17	310	30.35	2.21	17	311	27.73	1.92	17	310	0.074
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
	Flussauen/Deltas	17	310	30.35	2.21	17	311	27.73	1.92	17	310	0.074
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
	Flachmoore	4	27	46.80	5.40	4	29	41.35	5.98	4	27	–
	Hochmoore	3	22	57.89	29.79	3	22	57.93	35.79	3	22	–
	TWW	42	223	47.53	3.63	42	227	48.93	4.21	42	223	0.349

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2-X1	SE
Höhenzone 100–800 m	Auen	77	1331	38.07	1.07	77	1340	36.44	1.04	77	1331	-1.614	0.61	0.010
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	67	1185	35.44	1.13	67	1191	34.35	1.12	67	1185	-1.078	0.63	0.090
	Seeauen	10	146	58.20	3.28	10	149	52.36	2.75	10	146	-5.715	2.21	0.030
	Flachmoore	27	204	58.57	2.80	27	210	58.28	2.92	27	204	-0.694	1.35	0.612
	Hochmoore	8	69	42.76	3.40	8	70	41.59	3.35	8	69	-1.884	1.11	0.132
TWW	116	491	50.99	2.45	116	494	52.83	2.64	116	491	1.578	0.84	0.064	
Höhenzone 800–1600 m	Auen	32	382	29.52	5.03	32	384	28.62	5.47	32	382	-0.478	2.30	0.837
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	32	382	29.52	5.03	32	384	28.62	5.47	32	382	-0.478	2.30	0.837
	Seeauen	1	3	54.39	-	1	3	63.24	-	1	3	8.845	-	-
	Flachmoore	41	293	41.87	1.61	41	296	40.63	1.47	41	293	-1.602	0.52	0.004
	Hochmoore	38	273	56.60	3.10	38	274	57.28	3.17	38	273	0.638	1.15	0.584
TWW	222	859	47.82	1.80	224	867	48.18	1.81	222	859	0.278	0.58	0.635	
Höhenzone 1600–3000 m	Auen	24	326	21.81	1.69	24	326	19.39	1.53	24	326	-3.318	1.75	0.070
	Alpine Schwemmfuren	14	213	20.00	1.55	14	213	19.27	1.59	14	213	-1.586	1.63	0.348
	Flussauen/Deltas	10	113	24.98	3.79	10	113	19.59	3.15	10	113	-6.350	3.86	0.135
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	25	168	38.65	3.20	25	168	38.18	3.95	25	168	-0.464	1.56	0.769
	Hochmoore	14	86	57.02	6.51	14	91	57.76	7.69	14	86	0.949	1.34	0.490
TWW	186	799	53.78	1.90	186	805	54.74	1.93	186	799	0.718	0.61	0.241	

Tab. 91. Mittlerer Anteil an gefährdeten Arten in Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. X1: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; X2: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; X2–X1: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass X2–X1 verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023							
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots	X2–X1	SE	p
Schweiz	Auen	124	2042	1.27	0.13	124	2053	1.25	0.12	124	2042	–0.029	0.12	0.811
	Alpine Schwemmfuren	14	213	1.51	0.32	14	213	1.22	0.22	14	213	–0.340	0.33	0.323
	Flussauen/Deltas	100	1680	1.29	0.15	100	1688	1.19	0.14	100	1680	–0.103	0.13	0.442
	Seeauen	10	149	0.97	0.30	10	152	1.79	0.39	10	149	0.831	0.38	0.058
	Flachmoore	86	665	6.14	0.45	86	674	6.26	0.49	86	665	0.164	0.33	0.616
	Hochmoore	59	428	22.97	1.48	59	435	23.26	1.59	59	428	0.287	0.62	0.647
	TWW	441	2149	2.16	0.13	441	2166	2.42	0.12	441	2149	0.172	0.09	0.051
Jura	Auen	3	32	2.37	0.65	3	32	2.81	0.59	3	32	0.441	–	–
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	3	32	2.37	0.65	3	32	2.81	0.59	3	32	0.441	–	–
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flachmoore	7	62	4.31	0.56	7	62	5.35	0.76	7	62	0.894	0.60	0.188
	Hochmoore	14	119	23.13	3.10	14	120	21.84	3.20	14	119	–1.111	0.96	0.268
	TWW	81	391	1.32	0.14	81	392	1.53	0.14	81	391	0.165	0.15	0.266
Mittelland	Auen	42	680	1.19	0.14	42	685	1.34	0.20	42	680	0.211	0.20	0.308
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	34	560	1.30	0.15	34	562	1.21	0.23	34	560	0.014	0.24	0.953
	Seeauen	8	120	0.73	0.30	8	123	1.86	0.40	8	120	1.060	0.38	0.028
	Flachmoore	19	153	14.39	2.07	19	157	14.45	2.06	19	153	–0.127	0.86	0.885
	Hochmoore	8	65	20.25	1.94	8	66	22.30	3.60	8	65	1.693	4.03	0.687
	TWW	54	257	1.65	0.35	54	257	2.27	0.47	54	257	0.525	0.17	0.003

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2-X1	SE
Alpenordflanke	Auen	34	498	0.90	0.31	34	502	0.95	0.33	34	498	0.085	0.19	0.660
	Alpine Schwemmfuren	4	80	0.78	0.34	4	80	0.59	0.40	4	80	-0.184	-	-
	Flussauen/Deltas	28	389	0.85	0.34	28	393	0.99	0.37	28	389	0.217	0.21	0.303
	Seeauen	2	29	2.52	1.03	2	29	0.49	0.34	2	29	-2.725	-	-
	Flachmoore	36	271	4.50	0.44	36	274	4.47	0.53	36	271	0.040	0.33	0.905
	Hochmoore	25	170	23.14	1.85	25	170	24.27	2.10	25	170	1.133	0.84	0.190
Westliche Zentralalpen	TWW	95	450	0.83	0.11	95	452	0.85	0.10	95	450	0.054	0.14	0.693
	Auen	9	134	2.01	1.09	9	134	2.90	1.67	9	134	0.597	0.62	0.361
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	9	134	2.01	1.09	9	134	2.90	1.67	9	134	0.597	0.62	0.361
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	5	35	2.67	0.98	5	35	2.97	0.96	5	35	0.307	0.58	0.625
Östliche Zentralalpen	Hochmoore	1	4	23.91	-	1	7	33.57	-	1	4	2.172	-	-
	TWW	64	320	7.31	0.61	64	326	7.64	0.59	64	320	0.354	0.37	0.340
	Auen	25	388	1.46	0.20	25	389	1.11	0.13	25	388	-0.312	0.20	0.139
	Alpine Schwemmfuren	10	133	1.93	0.45	10	133	1.45	0.24	10	133	-0.286	0.48	0.569
	Flussauen/Deltas	15	255	1.28	0.21	15	256	0.98	0.15	15	255	-0.322	0.21	0.150
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
Alpensüdflanke	Flachmoore	15	117	4.80	0.36	15	117	5.87	0.53	15	117	1.149	0.37	0.007
	Hochmoore	8	48	27.15	1.56	8	50	26.57	1.45	8	48	-0.787	0.73	0.319
	TWW	108	508	1.96	0.15	108	512	2.28	0.16	108	508	0.380	0.16	0.021
	Auen	17	310	1.31	0.49	17	311	0.62	0.17	17	310	-0.645	0.51	0.226
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	17	310	1.31	0.49	17	311	0.62	0.17	17	310	-0.645	0.51	0.226
Alpensüdflanke	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	4	27	6.66	3.16	4	29	9.88	2.76	4	27	2.788	-	-
	Hochmoore	3	22	26.44	22.89	3	22	25.31	19.57	3	22	-1.135	-	-
	TWW	42	223	3.11	0.62	42	227	3.46	0.82	42	223	0.406	0.38	0.294

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2-X1	SE
Höhenzone 100–800 m	Auen	77	1331	1.36	0.16	77	1340	1.32	0.15	77	1331	−0.011	0.15	0.943
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	67	1185	1.41	0.18	67	1191	1.26	0.17	67	1185	−0.121	0.17	0.468
	Seeauen	10	146	0.98	0.31	10	149	1.79	0.39	10	146	0.831	0.38	0.059
	Flachmoore	27	204	14.01	1.87	27	210	14.41	1.80	27	204	0.400	1.11	0.720
	Hochmoore	8	69	20.17	1.93	8	70	20.43	1.74	8	69	−0.099	1.32	0.942
Höhenzone 800–1600 m	TWW	116	491	2.89	0.32	116	494	3.40	0.53	116	491	0.403	0.76	0.599
	Auen	32	382	0.57	0.13	32	384	0.72	0.26	32	382	0.221	0.25	0.385
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	32	382	0.57	0.13	32	384	0.72	0.26	32	382	0.221	0.25	0.385
	Seeauen	1	3	0.00	–	1	3	0.00	–	1	3	0.000	–	–
	Flachmoore	41	293	4.18	0.45	41	296	3.90	0.49	41	293	−0.168	0.30	0.576
Höhenzone 1600–3000 m	Hochmoore	38	273	22.98	1.73	38	274	22.96	1.81	38	273	0.004	0.71	0.996
	TWW	222	859	2.53	0.37	224	867	2.74	0.37	222	859	0.275	0.15	0.062
	Auen	24	326	1.38	0.23	24	326	1.40	0.24	24	326	0.008	0.25	0.975
	Alpine Schwemmfuren	14	213	1.51	0.32	14	213	1.22	0.22	14	213	−0.340	0.33	0.323
	Flussauen/Deltas	10	113	1.15	0.33	10	113	1.73	0.53	10	113	0.616	0.40	0.154
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
Höhenzone 1600–3000 m	Flachmoore	25	168	5.51	2.00	25	168	6.58	1.98	25	168	1.070	1.40	0.451
	Hochmoore	14	86	25.63	2.73	14	91	27.13	3.48	14	86	1.114	0.94	0.258
	TWW	186	799	1.63	0.16	186	805	1.99	0.17	186	799	0.250	0.14	0.085

Tab. 92. Mittlerer Anteil an invasiven Neophyten in Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. X1: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; X2: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; X2–X1: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass X2–X1 verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023							
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots	X2–X1	SE	p
Schweiz	Auen	124	2042	1.14	0.10	124	2053	1.43	0.15	124	2042	0.301	0.11	0.009
	Alpine Schwemmfleuren	14	213	0.00	0.00	14	213	0.00	0.00	14	213	0.000	0.00	–
	Flussauen/Deltas	100	1680	1.20	0.11	100	1688	1.52	0.16	100	1680	0.348	0.13	0.008
	Seeauen	10	149	1.22	0.41	10	152	1.35	0.39	10	149	0.026	0.28	0.928
	Flachmoore	86	665	0.13	0.04	86	674	0.11	0.03	86	665	–0.021	0.03	0.408
	Hochmoore	59	428	0.13	0.10	59	435	0.00	0.00	59	428	–0.128	0.10	0.200
	TWW	441	2149	0.01	0.00	441	2166	0.03	0.01	441	2149	0.017	0.01	0.063
Jura	Auen	3	32	0.00	0.00	3	32	0.33	0.27	3	32	0.329	–	–
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	3	32	0.00	0.00	3	32	0.33	0.27	3	32	0.329	–	–
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flachmoore	7	62	0.00	0.00	7	62	0.00	0.00	7	62	0.000	0.00	–
	Hochmoore	14	119	0.09	0.09	14	120	0.00	0.00	14	119	–0.092	0.09	0.320
	TWW	81	391	0.02	0.01	81	392	0.06	0.04	81	391	0.038	0.04	0.318
Mittelland	Auen	42	680	1.09	0.16	42	685	1.48	0.21	42	680	0.379	0.19	0.050
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	34	560	1.09	0.17	34	562	1.56	0.25	34	560	0.483	0.22	0.036
	Seeauen	8	120	1.10	0.41	8	123	1.15	0.40	8	120	–0.067	0.29	0.823
	Flachmoore	19	153	0.71	0.34	19	157	0.56	0.21	19	153	–0.202	0.17	0.247
	Hochmoore	8	65	0.02	0.02	8	66	0.02	0.02	8	65	0.000	0.00	–
	TWW	54	257	0.27	0.04	54	257	0.44	0.05	54	257	0.129	0.07	0.053

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots	
Alpenordflanke	Auen	34	498	0.50	0.15	34	502	0.61	0.17	34	498	0.661
	Alpine Schwemmfuren	4	80	0.00	0.00	4	80	0.00	0.00	4	80	–
	Flussauen/Deltas	28	389	0.45	0.17	28	393	0.55	0.18	28	389	0.768
	Seeauen	2	29	2.98	0.90	2	29	3.55	1.00	2	29	–
	Flachmoore	36	271	0.01	0.01	36	274	0.03	0.01	36	271	0.180
	Hochmoore	25	170	0.17	0.17	25	170	0.00	0.00	25	170	0.302
Westliche Zentralalpen	TWW	95	450	0.00	0.00	95	452	0.00	0.00	95	450	–
	Auen	9	134	0.18	0.30	9	134	0.11	0.12	9	134	0.756
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
	Flussauen/Deltas	9	134	0.18	0.30	9	134	0.11	0.12	9	134	0.756
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
	Flachmoore	5	35	0.17	0.21	5	35	0.21	0.26	5	35	0.460
Östliche Zentralalpen	Hochmoore	1	4	0.00	–	1	7	0.00	–	1	4	–
	TWW	64	320	0.00	0.00	64	326	0.00	0.00	64	320	0.429
	Auen	25	388	0.15	0.07	25	389	0.47	0.17	25	388	0.063
	Alpine Schwemmfuren	10	133	0.00	0.00	10	133	0.00	0.00	10	133	–
	Flussauen/Deltas	15	255	0.21	0.09	15	256	0.66	0.24	15	255	0.072
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
Alpensüdflanke	Flachmoore	15	117	0.00	0.00	15	117	0.00	0.00	15	117	–
	Hochmoore	8	48	0.00	0.00	8	50	0.00	0.00	8	48	–
	TWW	108	508	0.01	0.00	108	512	0.02	0.01	108	508	0.212
	Auen	17	310	3.05	0.46	17	311	3.61	0.71	17	310	0.312
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
	Flussauen/Deltas	17	310	3.05	0.46	17	311	3.61	0.71	17	310	0.312
Alpensüdflanke	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
	Flachmoore	4	27	1.04	1.01	4	29	0.67	0.75	4	27	–
	Hochmoore	3	22	0.00	0.00	3	22	0.00	0.00	3	22	–
	TWW	42	223	0.00	0.00	42	227	0.05	0.02	42	223	0.056

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots	
Höhenzone 100–800 m	Auen	77	1331	1.41	0.13	77	1340	1.82	0.19	77	1331	0.009
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
	Flussauen/Deltas	67	1185	1.43	0.13	67	1191	1.88	0.20	67	1185	0.008
	Seeauen	10	146	1.24	0.41	10	149	1.36	0.39	10	146	0.943
	Flachmoore	27	204	0.69	0.28	27	210	0.62	0.19	27	204	0.421
	Hochmoore	8	69	0.02	0.02	8	70	0.02	0.02	8	69	–
Höhenzone 800–1600 m	TWW	116	491	0.11	0.03	116	494	0.22	0.07	116	491	0.157
	Auen	32	382	0.13	0.12	32	384	0.18	0.36	32	382	0.949
	Alpine Schwemmfleuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
	Flussauen/Deltas	32	382	0.13	0.12	32	384	0.18	0.36	32	382	0.949
	Seeauen	1	3	0.00	–	1	3	0.00	–	1	3	–
	Flachmoore	41	293	0.00	0.00	41	296	0.00	0.00	41	293	–
Höhenzone 1600–3000 m	Hochmoore	38	273	0.15	0.12	38	274	0.00	0.00	38	273	0.200
	TWW	222	859	0.00	0.00	224	867	0.01	0.01	222	859	0.092
	Auen	24	326	0.00	0.00	24	326	0.04	0.02	24	326	0.016
	Alpine Schwemmfleuren	14	213	0.00	0.00	14	213	0.00	0.00	14	213	–
	Flussauen/Deltas	10	113	0.00	0.00	10	113	0.12	0.05	10	113	0.029
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–
Höhenzone 1600–3000 m	Flachmoore	25	168	0.02	0.02	25	168	0.02	0.02	25	168	0.268
	Hochmoore	14	86	0.00	0.00	14	91	0.00	0.00	14	86	–
	TWW	186	799	0.00	0.00	186	805	0.00	0.00	186	799	–

Tab. 93. Mittlerer Anteil der Deckung von invasiven Neophyten in Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. X1: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; X2: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; X2–X1: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass X2–X1 verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichproben-
designs). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					X2–X1	SE	p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots			
Schweiz	Auen	124	2042	2.06	0.33	124	2053	2.10	0.28	124	2042	0.150	0.33	0.650
	Alpine Schwemmfuren	14	213	0.00	0.00	14	213	0.00	0.00	14	213	0.000	0.00	–
	Flussauen/Deltas	100	1680	1.94	0.29	100	1688	2.28	0.32	100	1680	0.468	0.31	0.135
	Seeauen	10	149	4.27	2.36	10	152	1.56	0.81	10	149	–2.715	2.12	0.232
	Flachmoore	86	665	0.15	0.06	86	674	0.13	0.05	86	665	–0.003	0.05	0.954
	Hochmoore	59	428	0.01	0.00	59	435	0.00	0.00	59	428	–0.005	0.00	0.320
	TWW	441	2149	0.00	0.00	441	2166	0.01	0.00	441	2149	0.005	0.00	0.035
Jura	Auen	3	32	0.00	0.00	3	32	0.00	0.00	3	32	0.001	–	–
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	3	32	0.00	0.00	3	32	0.00	0.00	3	32	0.001	–	–
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flachmoore	7	62	0.00	0.00	7	62	0.00	0.00	7	62	0.000	0.00	–
	Hochmoore	14	119	0.00	0.00	14	120	0.00	0.00	14	119	0.000	0.00	1.000
	TWW	81	391	0.00	0.00	81	392	0.01	0.01	81	391	0.004	0.01	0.523
Mittelland	Auen	42	680	2.46	0.61	42	685	2.26	0.46	42	680	–0.177	0.58	0.763
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	34	560	1.97	0.49	34	562	2.55	0.54	34	560	0.597	0.51	0.248
	Seeauen	8	120	4.55	2.46	8	123	1.04	0.81	8	120	–3.520	2.19	0.153
	Flachmoore	19	153	0.41	0.27	19	157	0.49	0.30	19	153	0.109	0.24	0.655
	Hochmoore	8	65	0.00	0.00	8	66	0.00	0.00	8	65	–0.001	0.00	0.289
	TWW	54	257	0.17	0.07	54	257	0.36	0.07	54	257	0.182	0.05	0.001

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2-X1	SE
Alpenordflanke	Auen	34	498	0.79	0.76	34	502	1.50	0.63	34	498	0.641	0.89	0.476
	Alpine Schwemmfuren	4	80	0.00	0.00	4	80	0.00	0.00	4	80	0.000	-	-
	Flussauen/Deltas	28	389	0.79	0.85	28	393	1.40	0.70	28	389	0.542	0.99	0.590
	Seeauen	2	29	2.58	0.87	2	29	7.00	2.68	2	29	4.525	-	-
	Flachmoore	36	271	0.00	0.00	36	274	0.04	0.03	36	271	0.040	0.03	0.199
	Hochmoore	25	170	0.01	0.01	25	170	0.00	0.00	25	170	-0.009	0.01	0.310
Westliche Zentralalpen	TWW	95	450	0.00	0.00	95	452	0.00	0.00	95	450	0.000	0.00	-
	Auen	9	134	0.07	0.08	9	134	0.01	0.01	9	134	-0.065	0.08	0.462
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	9	134	0.07	0.08	9	134	0.01	0.01	9	134	-0.065	0.08	0.462
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	5	35	2.42	3.00	5	35	1.08	1.34	5	35	-1.340	1.66	0.464
Östliche Zentralalpen	Hochmoore	1	4	0.00	-	1	7	0.00	-	1	4	0.000	-	-
	TWW	64	320	0.00	0.00	64	326	0.00	0.00	64	320	0.000	0.00	1.000
	Auen	25	388	0.23	0.20	25	389	0.44	0.24	25	388	0.210	0.31	0.503
	Alpine Schwemmfuren	10	133	0.00	0.00	10	133	0.00	0.00	10	133	0.000	0.00	-
	Flussauen/Deltas	15	255	0.32	0.27	15	256	0.62	0.33	15	255	0.292	0.43	0.507
	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
Alpensüdflanke	Flachmoore	15	117	0.00	0.00	15	117	0.00	0.00	15	117	0.000	0.00	-
	Hochmoore	8	48	0.00	0.00	8	50	0.00	0.00	8	48	0.000	0.00	-
	TWW	108	508	0.00	0.00	108	512	0.00	0.00	108	508	0.001	0.00	0.401
	Auen	17	310	4.18	0.86	17	311	4.63	0.82	17	310	0.421	0.90	0.646
	Alpine Schwemmfuren	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flussauen/Deltas	17	310	4.18	0.86	17	311	4.63	0.82	17	310	0.421	0.90	0.646
Alpensüdflanke	Seeauen	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Flachmoore	4	27	6.31	5.97	4	29	1.35	1.93	4	27	-3.964	-	-
	Hochmoore	3	22	0.00	0.00	3	22	0.00	0.00	3	22	0.000	-	-
	TWW	42	223	0.00	0.00	42	227	0.01	0.00	42	223	0.008	0.00	0.026

Region	Biotoptyp	2012–2017					2018–2023					p			
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE					
Höhenzone 100–800 m	Auen	77	1331	2.42	0.39		77	1340	2.70	0.36	77	1331	0.205	0.41	0.620
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–		0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	67	1185	2.19	0.32		67	1191	2.84	0.39	67	1185	0.580	0.37	0.125
	Seeauen	10	146	4.25	2.38		10	149	1.58	0.82	10	146	–2.674	2.13	0.241
	Flachmoore	27	204	0.67	0.33		27	210	0.66	0.28	27	204	0.062	0.29	0.833
	Hochmoore	8	69	0.00	0.00		8	70	0.00	0.00	8	69	–0.001	0.00	0.304
Höhenzone 800–1600 m	TWW	116	491	0.03	0.02		116	494	0.08	0.03	116	491	0.045	0.02	0.047
	Auen	32	382	0.14	0.05		32	384	0.07	0.05	32	382	–0.225	0.13	0.090
	Alpine Schwemmfuren	0	0	–	–		0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Flussauen/Deltas	32	382	0.14	0.05		32	384	0.07	0.05	32	382	–0.225	0.13	0.090
	Seeauen	1	3	0.00	–		1	3	0.00	–	1	3	0.000	–	–
	Flachmoore	41	293	0.00	0.00		41	296	0.00	0.00	41	293	0.000	0.00	–
Höhenzone 1600–3000 m	Hochmoore	38	273	0.01	0.01		38	274	0.00	0.00	38	273	–0.006	0.01	0.317
	TWW	222	859	0.00	0.00		224	867	0.00	0.00	222	859	0.001	0.00	0.006
	Auen	24	326	0.00	0.00		24	326	0.03	0.01	24	326	0.027	0.01	0.034
	Alpine Schwemmfuren	14	213	0.00	0.00		14	213	0.00	0.00	14	213	0.000	0.00	–
	Flussauen/Deltas	10	113	0.00	0.00		10	113	0.07	0.03	10	113	0.074	0.03	0.052
	Seeauen	0	0	–	–		0	0	–	–	0	0	–	–	–
Höhenzone 1600–3000 m	Flachmoore	25	168	0.23	0.22		25	168	0.10	0.10	25	168	–0.124	0.12	0.309
	Hochmoore	14	86	0.00	0.00		14	91	0.00	0.00	14	86	0.000	0.00	–
	TWW	186	799	0.00	0.00		186	805	0.00	0.00	186	799	0.000	0.00	–

Tab. 94. Mittlerer Anteil der Deckung von Torfmoosen an der Gesamtdeckung von Moosen in den Hochmooren von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. X1: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; X2: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; X2–X1: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass X2–X1 verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Region	Biotoptyp	2012–2017				2018–2023				X2–X1	SE	p
		N Objekte	N Plots	X̄1	SE	N Objekte	N Plots	X̄2	SE			
Schweiz	Hochmoor	59	428	52.79	3.31	59	435	51.61	3.53	–1.199	1.71	0.486
Jura	Hochmoor	14	119	40.60	5.47	14	120	36.55	5.56	–3.911	2.27	0.109
Mittelland	Hochmoor	8	65	56.27	6.70	8	66	56.12	7.43	–0.953	6.95	0.895
Alpennordflanke	Hochmoor	25	170	57.99	4.95	25	170	59.72	5.05	1.723	2.50	0.498
Westliche Zentralalpen	Hochmoor	1	4	83.35	–	1	7	93.58	–	5.698	–	–
Östliche Zentralalpen	Hochmoor	8	48	73.58	5.15	8	50	63.06	4.85	–10.100	3.12	0.014
Alpensüdflanke	Hochmoor	3	22	50.29	14.59	3	22	49.68	10.33	–0.604	–	–
Höhenzone 100–800 m	Hochmoor	8	69	54.19	6.81	8	70	57.69	6.77	2.678	2.44	0.310
Höhenzone 800–1600 m	Hochmoor	38	273	52.13	3.62	38	274	50.13	3.81	–2.043	1.99	0.310
Höhenzone 1600–3000 m	Hochmoor	14	86	60.19	8.75	14	91	59.33	9.82	–1.256	2.29	0.593

Tab. 95. Mittlere Auendynamik in den Flussauen und Deltas sowie Seeauen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. X1: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; X2: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; X2–X1: Mittlerer Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass X2–X1 verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichproben-
designs). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Region	Biototyp	2012–2017					2018–2023					SE	p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}2$	SE	N Objekte	N Plots	X2–X1	
Schweiz	Flussauen/Deltas	100	1470	0.86	0.04	100	1466	0.83	0.04	100	1408	–0.043	0.032
	Seeauen	10	138	0.25	0.04	10	142	0.31	0.03	10	134	0.066	0.169
Jura	Flussauen/Deltas	3	23	0.44	0.06	3	24	0.67	0.14	3	23	0.151	–
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
Mittelland	Flussauen/Deltas	33	442	0.64	0.09	33	442	0.66	0.10	33	420	–0.025	0.334
	Seeauen	8	112	0.21	0.04	8	116	0.30	0.04	8	109	0.084	0.112
Alpennordflanke	Flussauen/Deltas	28	365	1.06	0.10	28	368	1.00	0.12	28	355	–0.072	0.136
	Seeauen	2	26	0.66	0.09	2	26	0.48	0.06	2	25	–0.126	–
Westliche Zentralalpen	Flussauen/Deltas	9	124	1.49	0.33	9	121	1.24	0.20	9	117	–0.238	0.348
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
Östliche Zentralalpen	Flussauen/Deltas	15	227	0.94	0.08	15	228	0.87	0.08	15	214	–0.076	0.024
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
Alpensüdflanke	Flussauen/Deltas	17	289	1.09	0.12	17	283	1.02	0.12	17	279	0.010	0.864
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
Höhenzone 100–800 m	Flussauen/Deltas	67	1003	0.77	0.04	67	998	0.76	0.04	67	958	–0.035	0.126
	Seeauen	10	135	0.25	0.04	10	139	0.32	0.03	10	131	0.065	0.177
Höhenzone 800–1600 m	Flussauen/Deltas	32	363	1.30	0.13	32	361	1.16	0.12	32	349	–0.089	0.074
	Seeauen	1	3	0.49	–	1	3	0.33	–	1	3	–0.153	–
Höhenzone 1600–3000 m	Flussauen/Deltas	10	104	1.55	0.21	10	107	1.35	0.17	10	101	–0.147	0.406
	Seeauen	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–

Tab. 96. Mittlere Nährstoffzahl in den Lebensräumen der Biotope von nationaler Bedeutung. $\bar{X}1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $X2-X1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $X2-X1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					SE	p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}2$	SE	N Objekte	N Plots	$X2-X1$	
Auen	Röhricht	19	35	3.77	1.41	19	36	3.75	1.59	19	33	-0.063	0.251
	Pionierfluren und Alluvionen	82	294	3.09	0.32	83	336	3.04	0.33	78	259	-0.011	0.810
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	3.70	0.83	23	40	3.75	0.82	23	40	0.049	0.119
	Weidengebüsch	34	77	3.18	0.63	34	71	3.20	0.67	33	68	0.010	0.794
	Weichholzaunenwald	67	196	3.51	0.32	66	198	3.43	0.34	66	188	-0.093	0.040
	Hartholzaunenwald	80	472	3.26	0.19	80	469	3.22	0.18	79	465	-0.040	0.065
Alpine Schwemmufluren	Nicht-Ziellebensräume	112	451	3.11	0.22	112	450	3.11	0.23	112	436	-0.008	0.751
	Röhricht	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Pionierfluren und Alluvionen	14	77	2.43	0.28	14	90	2.40	0.19	14	71	-0.044	0.301
	Alpine Schwemmufer	1	2	2.27	–	1	2	2.31	–	1	2	0.049	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Weidengebüsch	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
Flussauen/Deltas	Hartholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Nicht-Ziellebensräume	14	75	2.53	0.92	14	70	2.59	0.93	14	70	0.056	0.296
	Röhricht	13	18	3.77	1.56	13	19	3.76	1.77	13	17	-0.065	0.288
	Pionierfluren und Alluvionen	66	215	3.14	0.35	66	243	3.10	0.38	62	186	-0.012	0.821
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	3.70	0.83	23	40	3.75	0.82	23	40	0.049	0.119
	Weidengebüsch	34	77	3.18	0.63	34	71	3.20	0.67	33	68	0.010	0.794
Flussauen/Deltas	Weichholzaunenwald	58	166	3.51	0.36	57	168	3.43	0.38	57	158	-0.098	0.058
	Hartholzaunenwald	70	411	3.25	0.22	71	409	3.22	0.21	70	405	-0.036	0.152
	Nicht-Ziellebensräume	90	348	3.14	0.23	90	351	3.13	0.24	90	338	-0.014	0.605

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2-X1	SE
Seeaunen	Röhricht	6	17	3.72	0.81	6	17	3.68	0.84	6	16	-0.047	0.06	0.483
	Pionierfluren und Alluvionen	2	2	3.35	0.92	3	3	3.45	1.05	2	2	0.103	-	-
	Alpine Schwemmufur	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Weidengebüsch	1	1	3.18	-	1	1	3.12	-	1	1	-0.066	-	-
	Weichholzaunenwald	9	30	3.50	0.71	9	30	3.44	0.67	9	30	-0.065	0.06	0.322
	Hartholzaunenwald	10	61	3.30	0.17	9	60	3.24	0.16	9	60	-0.060	0.03	0.056
	Nicht-Ziellebensräume	8	28	3.21	0.84	8	29	3.28	0.81	8	28	0.043	0.15	0.788
Flachmoore	Hochmoor	16	30	1.90	0.46	16	30	1.96	0.49	16	30	0.065	0.08	0.434
	Röhricht	19	49	3.73	0.53	19	43	3.68	0.73	18	38	-0.084	0.07	0.270
	Grosseggenbestände	20	57	3.15	0.57	20	58	3.11	0.59	20	55	-0.049	0.14	0.738
	Basisches Kleinseggenried	59	153	2.46	0.20	59	154	2.50	0.20	59	153	0.033	0.03	0.256
	Saures Kleinseggenried	19	36	2.22	0.35	19	36	2.21	0.35	19	36	-0.008	0.02	0.738
	Feucht- und Nasswiesen	58	176	2.94	0.18	58	183	2.93	0.17	58	176	-0.019	0.02	0.289
	Nicht-Ziellebensräume	63	151	2.85	0.39	63	152	2.84	0.37	62	149	-0.013	0.03	0.631
	Hochmoor	59	344	1.87	0.09	59	351	1.88	0.09	59	344	0.011	0.01	0.390
Hochmoore	Röhricht	2	3	3.12	5.28	2	3	2.87	4.80	2	3	-0.251	-	-
	Grosseggenbestände	2	6	2.66	0.75	2	6	2.64	0.74	2	6	-0.020	-	-
	Basisches Kleinseggenried	7	13	2.21	2.65	7	13	2.05	2.50	7	13	-0.158	0.18	0.417
	Saures Kleinseggenried	8	9	2.32	3.30	8	10	2.31	3.12	8	9	0.009	0.15	0.956
	Feucht- und Nasswiesen	11	17	3.05	1.66	12	18	2.97	1.49	11	17	-0.086	0.11	0.434
	Nicht-Ziellebensräume	22	33	2.47	1.81	22	33	2.46	1.86	22	33	-0.016	0.08	0.842
	Steppenrasen	53	137	2.25	0.27	54	143	2.25	0.29	53	137	-0.002	0.02	0.929
	Trockenrasen	239	638	2.46	0.14	239	649	2.45	0.14	239	638	-0.012	0.01	0.435
TWW	Kalkreiche Gebirgsmagerasen	164	454	2.44	0.11	164	456	2.43	0.11	164	453	-0.004	0.01	0.711
	Kalkarme Gebirgsmagerasen	133	366	2.37	0.16	134	374	2.36	0.16	133	366	-0.015	0.02	0.318
	Krautsäume	53	65	2.50	0.29	53	65	2.48	0.29	53	65	-0.019	0.02	0.454
	Nicht-Ziellebensräume	238	459	2.83	0.19	240	467	2.75	0.18	238	457	-0.064	0.02	0.000

Tab. 97 Mittlere Lichtzahl in den Lebensräumen der Biotope von nationaler Bedeutung. $\bar{X}1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $X2-X1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $X2-X1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					SE	p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}2$	SE	N Objekte	N Plots	$X2-X1$	
Auen	Röhricht	19	35	3.26	1.37	19	36	3.21	1.46	19	33	-0.046	0.515
	Pionierfluren und Alluvionen	82	294	3.35	0.36	83	336	3.36	0.37	78	259	-0.039	0.612
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	2.84	0.64	23	40	2.79	0.62	23	40	-0.041	0.262
	Weidengebüsch	34	77	3.23	0.65	34	71	3.10	0.67	33	68	-0.097	0.065
	Weichholzaunenwald	67	196	2.87	0.25	66	198	2.83	0.27	66	188	-0.050	0.118
	Hartholzaunenwald	80	472	2.62	0.17	80	469	2.63	0.16	79	465	0.012	0.655
Alpine Schwemmufluren	Nicht-Ziellebensräume	112	451	3.02	0.24	112	450	2.99	0.25	112	436	0.000	0.983
	Röhricht	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Pionierfluren und Alluvionen	14	77	4.23	0.52	14	90	4.22	0.38	14	71	0.000	0.995
	Alpine Schwemmufer	1	2	4.17	–	1	2	4.14	–	1	2	-0.023	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Weidengebüsch	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
Flussauen/Deltas	Hartholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Nicht-Ziellebensräume	14	75	3.95	1.51	14	70	3.95	1.61	14	70	0.001	0.991
	Röhricht	13	18	3.26	1.52	13	19	3.20	1.62	13	17	-0.052	0.505
	Pionierfluren und Alluvionen	66	215	3.28	0.40	66	243	3.27	0.42	62	186	-0.041	0.641
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	2.84	0.64	23	40	2.79	0.62	23	40	-0.041	0.262
	Weidengebüsch	34	77	3.23	0.65	34	71	3.10	0.67	33	68	-0.097	0.065
Flussauen/Deltas	Weichholzaunenwald	58	166	2.83	0.28	57	168	2.80	0.31	57	158	-0.041	0.235
	Hartholzaunenwald	70	411	2.57	0.20	71	409	2.59	0.19	70	405	0.013	0.681
	Nicht-Ziellebensräume	90	348	2.96	0.25	90	351	2.93	0.26	90	338	0.002	0.933

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017				2018–2023				p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	
Seesaunen	Röhricht	6	17	3.30	0.85	6	17	3.33	0.89	0.851
	Pionierfluren und Alluvionen	2	2	3.10	0.84	3	3	3.01	0.86	–
	Alpine Schwemmufur	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Weidengebüsch	1	1	3.67	–	1	1	3.30	–	–
	Weichholzaunenwald	9	30	3.13	0.56	9	30	3.03	0.55	0.176
	Hartholzaunenwald	10	61	2.87	0.15	9	60	2.88	0.15	0.742
	Nicht-Ziellebensräume	8	28	3.15	0.75	8	29	3.09	0.73	0.565
Flachmoore	Hochmoor	16	30	3.53	0.94	16	30	3.50	0.93	0.585
	Röhricht	19	49	3.26	0.49	19	43	3.32	0.70	0.249
	Grosseggenbestände	20	57	3.63	0.66	20	58	3.65	0.82	0.811
	Basisches Kleinseggenried	59	153	3.76	0.29	59	154	3.71	0.29	0.005
	Saures Kleinseggenried	19	36	3.71	0.67	19	36	3.67	0.66	0.136
	Feucht- und Nasswiesen	58	176	3.47	0.21	58	183	3.48	0.20	0.452
	Nicht-Ziellebensräume	63	151	3.44	0.47	63	152	3.46	0.45	0.906
	Hochmoor	59	344	3.37	0.17	59	351	3.32	0.17	0.032
Hochmoore	Röhricht	2	3	3.67	5.99	2	3	3.83	6.30	–
	Grosseggenbestände	2	6	3.88	1.12	2	6	3.76	1.05	–
	Basisches Kleinseggenried	7	13	3.83	3.74	7	13	3.71	3.61	0.467
	Saures Kleinseggenried	8	9	3.45	5.55	8	10	3.45	5.55	0.929
	Feucht- und Nasswiesen	11	17	3.22	1.57	12	18	3.22	1.52	0.170
	Nicht-Ziellebensräume	22	33	3.09	2.75	22	33	3.08	2.65	0.962
	Steppenrasen	53	137	3.97	0.46	54	143	3.95	0.51	0.375
	Trockenrasen	239	638	3.82	0.22	239	649	3.82	0.22	0.493
TW	Kalkreiche Gebirgsmagerasen	164	454	3.75	0.18	164	456	3.74	0.18	0.777
	Kalkarme Gebirgsmagerasen	133	366	3.78	0.24	134	374	3.77	0.23	0.280
	Krautsäume	53	65	3.59	0.38	53	65	3.62	0.39	0.493
	Nicht-Ziellebensräume	238	459	3.65	0.25	240	467	3.64	0.25	0.346

Tab. 98. Mittlere Feuchtezahl in den Lebensräumen der Biotope von nationaler Bedeutung. $\bar{X}1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $X2-X1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $X2-X1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					SE	p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}2$	SE	N Objekte	N Plots	$X2-X1$	
Auen	Röhricht	19	35	3.94	1.29	19	36	3.97	1.56	19	33	-0.035	0.796
	Pionierfluren und Alluvionen	82	294	3.26	0.34	83	336	3.15	0.35	78	259	-0.090	0.125
	Alpine Schwemmufer	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	3.51	0.79	23	40	3.50	0.78	23	40	-0.014	0.611
	Weidengebüsch	34	77	3.41	0.72	34	71	3.38	0.77	33	68	-0.034	0.377
	Weichholzaunenwald	67	196	3.54	0.33	66	198	3.51	0.35	66	188	-0.024	0.594
	Hartholzaunenwald	80	472	3.33	0.19	80	469	3.31	0.18	79	465	-0.023	0.142
Alpine Schwemmufluren	Nicht-Ziellebensräume	112	451	3.25	0.23	112	450	3.26	0.24	112	436	0.006	0.786
	Röhricht	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-
	Pionierfluren und Alluvionen	14	77	3.19	0.36	14	90	3.16	0.25	14	71	-0.064	0.092
	Alpine Schwemmufer	1	2	3.90	-	1	2	3.69	-	1	2	-0.209	-
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-
	Weidengebüsch	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-
	Weichholzaunenwald	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-
Flussauen/Deltas	Hartholzaunenwald	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-
	Nicht-Ziellebensräume	14	75	3.29	1.28	14	70	3.28	1.32	14	70	-0.029	0.380
	Röhricht	13	18	3.93	1.43	13	19	3.96	1.74	13	17	-0.037	0.805
	Pionierfluren und Alluvionen	66	215	3.27	0.38	66	243	3.14	0.40	62	186	-0.099	0.139
	Alpine Schwemmufer	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	3.51	0.79	23	40	3.50	0.78	23	40	-0.014	0.611
	Weidengebüsch	34	77	3.41	0.72	34	71	3.38	0.77	33	68	-0.034	0.377
Flussauen/Deltas	Weichholzaunenwald	58	166	3.53	0.37	57	168	3.50	0.39	57	158	-0.021	0.684
	Hartholzaunenwald	70	411	3.31	0.22	71	409	3.30	0.21	70	405	-0.012	0.503
	Nicht-Ziellebensräume	90	348	3.24	0.24	90	351	3.24	0.25	90	338	0.005	0.835

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2–X1	SE
Seeauen	Röhricht	6	17	4.09	1.05	6	17	4.07	1.07	6	16	-0.016	0.05	0.765
	Pionierfluren und Alluvionen	2	2	3.08	0.92	3	3	3.18	1.02	2	2	0.077	-	-
	Alpine Schwemmufer	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Weidengebüsch	1	1	3.84	-	1	1	3.77	-	1	1	-0.063	-	-
	Weichholzauenwald	9	30	3.63	0.72	9	30	3.58	0.67	9	30	-0.043	0.06	0.502
	Hartholzauenwald	10	61	3.42	0.18	9	60	3.34	0.17	9	60	-0.081	0.02	0.010
	Nicht-Ziellebensräume	8	28	3.48	0.90	8	29	3.58	0.95	8	28	0.078	0.23	0.741
Flachmoore	Hochmoor	16	30	3.64	0.99	16	30	3.62	0.98	16	30	-0.022	0.03	0.524
	Röhricht	19	49	4.37	0.65	19	43	4.32	0.89	18	38	-0.017	0.06	0.785
	Grosseggenbestände	20	57	4.34	0.80	20	58	4.28	0.91	20	55	-0.069	0.07	0.302
	Basisches Kleinseggenried	59	153	3.86	0.30	59	154	3.77	0.30	59	153	-0.093	0.02	0.000
	Saures Kleinseggenried	19	36	3.86	0.66	19	36	3.82	0.64	19	36	-0.035	0.04	0.418
	Feucht- und Nasswiesen	58	176	3.76	0.23	58	183	3.69	0.22	58	176	-0.067	0.02	0.003
	Nicht-Ziellebensräume	63	151	3.36	0.43	63	152	3.33	0.42	62	149	-0.023	0.03	0.443
	Hochmoor	59	344	3.62	0.18	59	351	3.57	0.18	59	344	-0.046	0.01	0.000
Hochmoore	Röhricht	2	3	3.86	6.35	2	3	3.67	6.01	2	3	-0.183	-	-
	Grosseggenbestände	2	6	4.35	1.28	2	6	4.28	1.24	2	6	-0.066	-	-
	Basisches Kleinseggenried	7	13	3.98	3.98	7	13	3.93	4.01	7	13	-0.053	0.13	0.709
	Saures Kleinseggenried	8	9	3.82	6.35	8	10	3.82	6.38	8	9	-0.019	0.12	0.879
	Feucht- und Nasswiesen	11	17	3.67	1.69	12	18	3.56	1.52	11	17	-0.103	0.10	0.325
	Nicht-Ziellebensräume	22	33	3.28	2.40	22	33	3.24	2.42	22	33	-0.038	0.05	0.444
	Steppenrasen	53	137	1.73	0.22	54	143	1.74	0.24	53	137	0.007	0.02	0.735
	Trockenrasen	239	638	2.29	0.13	239	649	2.25	0.13	239	638	-0.041	0.01	0.002
TWW	Kalkreiche Gebirgsmagerasen	164	454	2.55	0.12	164	456	2.52	0.12	164	453	-0.020	0.01	0.080
	Kalkarme Gebirgsmagerrasen	133	366	2.65	0.18	134	374	2.63	0.17	133	366	-0.038	0.01	0.002
	Krautsäume	53	65	2.31	0.26	53	65	2.30	0.27	53	65	-0.008	0.02	0.720
	Nicht-Ziellebensräume	238	459	2.74	0.18	240	467	2.67	0.18	238	457	-0.065	0.02	0.000

Tab. 99. Mittlere Temperaturzahl in den Lebensräumen der Biotope von nationaler Bedeutung. $\bar{X}1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $X2-X1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $X2-X1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					$X2-X1$	SE	p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}2$	SE	N Objekte	N Plots			
Auen	Röhricht	19	35	3.59	1.29	19	36	3.64	1.46	19	33	0.023	0.04	0.591
	Pionierfluren und Alluvionen	82	294	3.15	0.35	83	336	3.19	0.38	78	259	0.062	0.05	0.186
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	3.35	0.80	23	40	3.30	0.80	23	40	–0.050	0.04	0.169
	Weidengebüsch	34	77	3.46	0.70	34	71	3.45	0.76	33	68	0.009	0.02	0.716
	Weichholzaunenwald	67	196	3.40	0.31	66	198	3.40	0.33	66	188	0.001	0.02	0.963
	Hartholzaunenwald	80	472	3.46	0.20	80	469	3.46	0.20	79	465	0.003	0.02	0.855
Alpine Schwemmufluren	Nicht-Ziellebensräume	112	451	3.26	0.25	112	450	3.30	0.27	112	436	0.046	0.02	0.013
	Röhricht	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Pionierfluren und Alluvionen	14	77	1.92	0.20	14	90	1.94	0.15	14	71	0.015	0.03	0.636
	Alpine Schwemmufer	1	2	2.10	–	1	2	2.17	–	1	2	0.074	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Weidengebüsch	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
Flussauen/Deltas	Hartholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nicht-Ziellebensräume	14	75	2.08	0.60	14	70	2.12	0.63	14	70	0.021	0.04	0.591
	Röhricht	13	18	3.58	1.43	13	19	3.64	1.62	13	17	0.027	0.05	0.574
	Pionierfluren und Alluvionen	66	215	3.25	0.39	66	243	3.32	0.44	62	186	0.067	0.05	0.203
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	3.35	0.80	23	40	3.30	0.80	23	40	–0.050	0.04	0.169
	Weidengebüsch	34	77	3.46	0.70	34	71	3.45	0.76	33	68	0.009	0.02	0.716
Flussauen/Deltas	Weichholzaunenwald	58	166	3.39	0.34	57	168	3.38	0.37	57	158	–0.002	0.02	0.939
	Hartholzaunenwald	70	411	3.44	0.24	71	409	3.44	0.24	70	405	0.007	0.02	0.700
	Nicht-Ziellebensräume	90	348	3.32	0.27	90	351	3.36	0.29	90	338	0.049	0.02	0.017

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2–X1	SE
Seeauen	Röhricht	6	17	3.65	0.85	6	17	3.65	0.89	6	16	–0.010	0.07	0.891
	Pionierfluren und Alluvionen	2	2	3.58	1.03	3	3	3.61	1.09	2	2	0.034	–	–
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Weidengebüsch	1	1	3.29	–	1	1	3.75	–	1	1	0.458	–	–
	Weichholzaunenwald	9	30	3.50	0.65	9	30	3.52	0.63	9	30	0.019	0.04	0.626
	Hartholzaunenwald	10	61	3.56	0.18	9	60	3.54	0.17	9	60	–0.018	0.01	0.153
	Nicht-Ziellebensräume	8	28	3.41	0.92	8	29	3.45	0.98	8	28	0.029	0.04	0.483
Flachmoore	Hochmoor	16	30	2.58	0.69	16	30	2.55	0.67	16	30	–0.028	0.05	0.600
	Röhricht	19	49	3.78	0.55	19	43	3.67	0.75	18	38	–0.085	0.05	0.119
	Groseggenbestände	20	57	3.21	0.59	20	58	3.19	0.61	20	55	–0.014	0.16	0.928
	Basisches Kleinseggenried	59	153	2.67	0.21	59	154	2.70	0.21	59	153	0.025	0.02	0.298
	Saures Kleinseggenried	19	36	2.50	0.43	19	36	2.51	0.43	19	36	0.012	0.04	0.781
	Feucht- und Nasswiesen	58	176	2.75	0.17	58	183	2.74	0.16	58	176	–0.009	0.02	0.583
	Nicht-Ziellebensräume	63	151	2.77	0.37	63	152	2.74	0.36	62	149	–0.016	0.02	0.418
	Hochmoor	59	344	2.47	0.12	59	351	2.48	0.12	59	344	0.005	0.01	0.629
Hochmoore	Röhricht	2	3	2.96	4.88	2	3	2.65	4.30	2	3	–0.310	–	–
	Groseggenbestände	2	6	3.11	0.94	2	6	3.22	1.00	2	6	0.106	–	–
	Basisches Kleinseggenried	7	13	2.58	2.64	7	13	2.71	2.69	7	13	0.131	0.12	0.311
	Saures Kleinseggenried	8	9	2.57	4.26	8	10	2.50	4.14	8	9	–0.067	0.07	0.337
	Feucht- und Nasswiesen	11	17	2.71	1.35	12	18	2.67	1.19	11	17	–0.035	0.13	0.796
	Nicht-Ziellebensräume	22	33	2.62	1.99	22	33	2.56	2.01	22	33	–0.063	0.03	0.066
	Steppenrasen	53	137	3.61	0.40	54	143	3.62	0.45	53	137	0.010	0.02	0.674
	Trockenrasen	239	638	3.26	0.19	239	649	3.29	0.18	239	638	0.030	0.01	0.022
TWW	Kalkreiche Gebirgsmager- rasen	164	454	2.54	0.12	164	456	2.61	0.12	164	453	0.066	0.02	0.000
	Kalkarme Gebirgsmagerrasen	133	366	2.48	0.17	134	374	2.48	0.17	133	366	–0.004	0.01	0.746
	Krautsäume	53	65	3.33	0.35	53	65	3.34	0.36	53	65	0.012	0.03	0.663
	Nicht-Ziellebensräume	238	459	2.94	0.19	240	467	2.97	0.20	238	457	0.030	0.01	0.022

Tab. 100. Mittlerer Anteil an biotopspezifischen Lebensraumspezialisten in den Lebensräumen der Biotope von nationaler Bedeutung. $\bar{X}1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $\bar{X}2-\bar{X}1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $\bar{X}2-\bar{X}1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Biototyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023							
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}2$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}2-\bar{X}1$	SE	p
Auen	Röhricht	19	40	64.41	21.18	19	40	68.79	29.20	19	40	4.666	9.19	0.618
	Pionierfluren und Alluvionen	89	508	29.04	5.13	89	509	29.44	3.59	89	508	0.471	4.83	0.922
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	53.72	13.39	23	40	47.40	11.66	23	40	-6.322	2.23	0.010
	Weidengebüsch	40	91	38.69	7.95	40	91	39.92	9.55	40	91	1.143	5.16	0.826
	Weichholzaunenwald	69	214	48.52	5.42	69	215	47.64	5.12	69	214	-0.865	2.35	0.714
	Hartholzaunenwald	81	487	51.81	3.19	81	487	47.11	3.10	81	487	-4.769	1.44	0.001
Alpine Schwemmmfluren	Nicht-Ziellebensräume	113	501	31.04	2.95	113	504	30.60	3.00	113	501	-0.349	1.50	0.817
	Röhricht	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	26.14	2.27	14	128	26.19	2.26	14	128	1.307	2.20	0.563
	Alpine Schwemmufer	1	2	43.54	–	1	2	39.92	–	1	2	-3.619	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Weidengebüsch	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
Flussauen/Deltas	Hartholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nicht-Ziellebensräume	14	76	13.27	3.91	14	76	10.71	3.87	14	76	-3.061	2.39	0.223
	Röhricht	13	21	64.38	23.82	13	21	70.42	32.89	13	21	6.040	10.33	0.570
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	29.29	5.93	72	378	29.51	4.12	72	377	0.150	5.58	0.979
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	53.72	13.39	23	40	47.40	11.66	23	40	-6.322	2.23	0.010
	Weidengebüsch	40	91	38.69	7.95	40	91	39.92	9.55	40	91	1.143	5.16	0.826
Flussauen/Deltas	Weichholzaunenwald	60	184	47.30	5.89	60	185	46.11	5.58	60	184	-1.221	2.66	0.648
	Hartholzaunenwald	71	426	49.62	3.74	71	426	46.22	3.66	71	426	-3.378	1.68	0.048
	Nicht-Ziellebensräume	91	396	31.45	3.15	91	399	31.09	3.20	91	396	-0.243	1.52	0.874

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2-X1	SE
Seeauen	Röhricht	6	19	64.62	14.85	6	19	56.02	13.06	6	19	-6.072	6.25	0.376
	Pionierfluren und Alluvionen	3	3	32.76	12.56	3	3	39.90	14.77	3	3	7.139	-	-
	Alpine Schwemmufur	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Weidengebüsch	1	1	70.00	-	1	1	75.00	-	1	1	5.000	-	-
	Weichholzaunenwald	9	30	56.38	13.76	9	30	57.41	12.75	9	30	1.438	3.41	0.684
	Hartholzaunenwald	10	61	62.97	3.92	10	61	51.63	2.95	10	61	-11.837	2.13	0.000
	Nicht-Ziellebensräume	8	29	44.29	17.99	8	29	45.07	17.68	8	29	0.764	13.59	0.957
Flachmoore	Hochmoor	16	30	26.38	8.46	16	30	26.44	8.30	16	30	0.129	1.32	0.923
	Röhricht	20	55	70.82	11.42	20	57	64.11	12.87	20	55	-5.035	6.50	0.448
	Grosseggenbestände	20	58	71.01	12.70	20	60	70.81	14.04	20	58	-0.011	2.86	0.997
	Basisches Kleinseggenried	59	153	55.29	4.91	59	154	53.02	4.52	59	153	-2.216	1.32	0.098
	Saures Kleinseggenried	19	36	50.30	8.21	19	36	47.76	8.43	19	36	-2.544	3.66	0.496
	Feucht- und Nasswiesen	58	180	45.49	3.10	58	183	45.12	2.96	58	180	-1.236	1.02	0.228
	Nicht-Ziellebensräume	64	153	23.00	3.60	64	154	23.81	3.57	64	153	0.368	1.35	0.786
	Hochmoor	59	347	62.55	3.47	59	351	63.50	3.64	59	347	0.931	1.10	0.399
Hochmoore	Röhricht	2	3	42.33	78.24	2	3	26.86	42.76	2	3	-15.478	-	-
	Grosseggenbestände	2	6	25.58	10.47	2	6	28.01	10.63	2	6	2.424	-	-
	Basisches Kleinseggenried	7	13	30.99	27.66	7	13	33.19	28.14	7	13	2.199	3.56	0.560
	Saures Kleinseggenried	8	9	33.04	35.02	8	10	32.01	37.66	8	9	-1.799	3.61	0.634
	Feucht- und Nasswiesen	11	17	13.01	4.94	12	18	10.60	3.03	11	17	-2.787	1.28	0.055
	Nicht-Ziellebensräume	22	33	27.92	49.03	22	33	27.92	40.24	22	33	0.174	10.14	0.986
	Steppenrasen	54	139	66.44	9.22	54	143	70.77	8.76	54	139	5.248	1.55	0.001
	Trockenrasen	239	646	52.24	2.95	239	649	52.81	3.37	239	646	1.013	0.97	0.296
TWW	Kalkreiche Gebirgsmagerasen	164	455	53.49	2.80	164	457	53.70	2.85	164	455	0.296	0.73	0.688
	Kalkarme Gebirgsmagerasen	133	370	53.54	3.18	134	374	53.21	3.15	133	370	-0.169	0.71	0.811
	Krautsäume	53	65	50.72	5.83	53	65	50.65	6.38	53	65	0.831	1.09	0.450
	Nicht-Ziellebensräume	239	467	40.46	3.03	240	469	41.08	3.12	239	467	1.813	0.77	0.020

Tab. 101. Mittlerer Anteil an gefährdeten Arten in den Lebensräumen der Biotope von nationaler Bedeutung. $\bar{X}1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $X2-X1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $X2-X1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Biotyp	Lebensraumtyp	2012–2017				2018–2023				$X2-X1$				p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}2$	SE	N Objekte	N Plots	$X2-X1$	SE	
Auen	Röhricht	19	40	2.59	0.95	19	40	5.12	1.33	19	40	2.192	1.03	0.047
	Pionierfluren und Alluvionen	89	508	0.86	0.29	89	509	1.01	0.23	89	508	0.197	0.20	0.323
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	1.45	0.84	23	40	0.78	0.51	23	40	-0.665	0.68	0.337
	Weidengebüsch	40	91	1.39	2.85	40	91	1.04	1.31	40	91	-0.200	3.14	0.950
	Weichholzaunenwald	69	214	1.44	0.68	69	215	1.22	0.49	69	214	-0.206	0.34	0.542
	Hartholzaunenwald	81	487	0.60	0.13	81	487	0.48	0.13	81	487	-0.128	0.20	0.517
Alpine Schwemmmfluren	Nicht-Ziellebensräume	113	501	2.02	0.57	113	504	2.11	0.62	113	501	0.179	0.38	0.635
	Röhricht	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	1.33	0.34	14	128	1.34	0.27	14	128	0.019	0.36	0.959
	Alpine Schwemmufer	1	2	13.47	–	1	2	8.36	–	1	2	-5.111	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Weidengebüsch	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
Flussauen/Deltas	Hartholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nicht-Ziellebensräume	14	76	1.47	0.68	14	76	1.02	0.30	14	76	-0.571	0.70	0.428
	Röhricht	13	21	2.56	1.05	13	21	5.25	1.48	13	21	2.691	1.13	0.034
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	0.82	0.34	72	378	0.94	0.27	72	377	0.173	0.23	0.445
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	1.45	0.84	23	40	0.78	0.51	23	40	-0.665	0.68	0.337
	Weidengebüsch	40	91	1.39	2.85	40	91	1.04	1.31	40	91	-0.200	3.14	0.950
Flussauen/Deltas	Weichholzaunenwald	60	184	0.78	0.21	60	185	0.66	0.23	60	184	-0.103	0.28	0.718
	Hartholzaunenwald	71	426	0.70	0.16	71	426	0.42	0.15	71	426	-0.284	0.23	0.217
	Nicht-Ziellebensräume	91	396	2.08	0.62	91	399	2.06	0.67	91	396	0.116	0.39	0.769

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2-X1	SE
Seenaen	Röhricht	6	19	2.80	1.64	6	19	4.09	1.87	6	19	-1.716	2.15	0.460
	Pionierfluren und Alluvionen	3	3	0.00	0.00	3	3	1.64	0.10	3	3	1.644	-	-
	Alpine Schwemmufer	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-
	Weidengebüsch	1	1	0.00	-	1	1	0.00	-	1	1	0.000	-	-
	Weichholzaunenwald	9	30	5.65	4.90	9	30	4.84	3.30	9	30	-0.871	1.71	0.624
	Hartholzaunenwald	10	61	0.10	0.10	10	61	0.77	0.27	10	61	0.665	0.29	0.046
	Nicht-Ziellebensräume	8	29	1.53	1.89	8	29	4.54	3.56	8	29	2.442	2.66	0.389
Flachmoore	Hochmoor	16	30	21.35	10.32	16	30	18.01	7.32	16	30	-3.290	3.48	0.360
	Röhricht	20	55	6.25	3.29	20	57	13.52	5.22	20	55	7.499	3.55	0.048
	Groseggenbestände	20	58	18.85	3.95	20	60	21.05	4.51	20	58	1.845	2.43	0.457
	Basisches Kleinseggenried	59	153	8.35	1.09	59	154	7.93	1.10	59	153	-0.376	0.65	0.564
	Saures Kleinseggenried	19	36	10.27	5.15	19	36	13.51	4.01	19	36	3.241	2.06	0.133
	Feucht- und Nasswiesen	58	180	3.44	0.44	58	183	2.91	0.46	58	180	-0.510	0.39	0.201
	Nicht-Ziellebensräume	64	153	3.05	0.90	64	154	2.74	0.62	64	153	-0.319	0.55	0.564
	Hochmoor	59	347	26.48	1.99	59	351	26.94	2.10	59	347	0.473	0.68	0.492
Hochmoore	Röhricht	2	3	17.33	38.62	2	3	21.91	39.23	2	3	4.574	-	-
	Groseggenbestände	2	6	25.43	15.62	2	6	32.13	14.76	2	6	6.702	-	-
	Basisches Kleinseggenried	7	13	19.74	13.64	7	13	17.26	11.99	7	13	-2.473	3.12	0.458
	Saures Kleinseggenried	8	9	16.58	27.60	8	10	15.14	28.11	8	9	-1.907	1.48	0.237
	Feucht- und Nasswiesen	11	17	5.14	4.20	12	18	3.54	2.73	11	17	-1.356	1.29	0.320
	Nicht-Ziellebensräume	22	33	4.11	1.77	22	33	2.97	1.72	22	33	-0.982	1.61	0.548
	Steppenrasen	54	139	11.62	1.96	54	143	12.11	1.69	54	139	0.986	0.94	0.297
	Trockenrasen	239	646	2.40	0.33	239	649	2.67	0.33	239	646	0.223	0.23	0.339
TWW	Kalkreiche Gebirgsmagerasen	164	455	1.23	0.17	164	457	1.53	0.21	164	455	0.246	0.18	0.168
	Kalkarme Gebirgsmagerrasen	133	370	1.51	0.21	134	374	1.94	0.21	133	370	0.442	0.23	0.053
	Krautsäume	53	65	5.22	1.38	53	65	4.89	0.82	53	65	-0.195	0.95	0.838
	Nicht-Ziellebensräume	239	467	1.36	0.25	240	469	1.38	0.29	239	467	0.094	0.24	0.693

Tab. 102. Mittlerer Anteil an invasiven Neophyten in den Lebensräumen der Biotope von nationaler Bedeutung. $\bar{X}1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $X2-X1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Plots; N Plots: Anzahl Objekte; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $X2-X1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023				
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	
Äuen	Röhricht	19	40	1.47	0.52		19	40	3.42	2.35	
	Pionierfluren und Alluvionen	89	508	1.25	0.35		89	509	1.93	1.06	
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	8.15	3.29		23	40	9.54	2.85	
	Weidengebüsch	40	91	2.32	0.72		40	91	2.94	1.12	
	Weichholzaunenwald	69	214	2.25	0.77		69	215	2.26	1.12	
	Hartholzaunenwald	81	487	0.89	0.38		81	487	1.05	0.20	
Alpine Schwemmufluren	Nicht-Ziellebensräume	113	501	1.15	0.43		113	504	1.50	0.55	
	Röhricht	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	0.00	0.00		14	128	0.00	0.00	
	Alpine Schwemmufer	1	2	0.00	–		1	2	0.00	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weidengebüsch	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
Flussauen/Deltas	Hartholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nicht-Ziellebensräume	14	76	0.00	0.00		14	76	0.00	0.00	
	Röhricht	13	21	1.56	0.58		13	21	3.76	2.65	
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	1.41	0.41		72	378	2.13	1.23	
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	8.15	3.29		23	40	9.54	2.85	
	Weidengebüsch	40	91	2.32	0.72		40	91	2.94	1.12	
Flussauen/Deltas	Weichholzaunenwald	60	184	1.92	0.68		60	185	1.90	1.16	
	Hartholzaunenwald	71	426	0.85	0.44		71	426	1.09	0.23	
	Nicht-Ziellebensräume	91	396	1.24	0.48		91	399	1.66	0.60	
	Röhricht	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	0.00	0.00		14	128	0.00	0.00	
	Alpine Schwemmufer	1	2	0.00	–		1	2	0.00	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–		0	0	–	–	
Flussauen/Deltas	Weidengebüsch	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Hartholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nicht-Ziellebensräume	14	76	0.00	0.00		14	76	0.00	0.00	
	Röhricht	13	21	1.56	0.58		13	21	3.76	2.65	
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	1.41	0.41		72	378	2.13	1.23	
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–		0	0	–	–	
Flussauen/Deltas	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	8.15	3.29		23	40	9.54	2.85	
	Weidengebüsch	40	91	2.32	0.72		40	91	2.94	1.12	
	Weichholzaunenwald	60	184	1.92	0.68		60	185	1.90	1.16	
	Hartholzaunenwald	71	426	0.85	0.44		71	426	1.09	0.23	
	Nicht-Ziellebensräume	91	396	1.24	0.48		91	399	1.66	0.60	
	Röhricht	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	0.00	0.00		14	128	0.00	0.00	
Alpine Schwemmufluren	Alpine Schwemmufer	1	2	0.00	–		1	2	0.00	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weidengebüsch	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Hartholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nicht-Ziellebensräume	14	76	0.00	0.00		14	76	0.00	0.00	
	Röhricht	13	21	1.56	0.58		13	21	3.76	2.65	
Flussauen/Deltas	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	1.41	0.41		72	378	2.13	1.23	
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	8.15	3.29		23	40	9.54	2.85	
	Weidengebüsch	40	91	2.32	0.72		40	91	2.94	1.12	
	Weichholzaunenwald	60	184	1.92	0.68		60	185	1.90	1.16	
	Hartholzaunenwald	71	426	0.85	0.44		71	426	1.09	0.23	
	Nicht-Ziellebensräume	91	396	1.24	0.48		91	399	1.66	0.60	
Alpine Schwemmufluren	Röhricht	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	0.00	0.00		14	128	0.00	0.00	
	Alpine Schwemmufer	1	2	0.00	–		1	2	0.00	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weidengebüsch	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Hartholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
Flussauen/Deltas	Nicht-Ziellebensräume	14	76	0.00	0.00		14	76	0.00	0.00	
	Röhricht	13	21	1.56	0.58		13	21	3.76	2.65	
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	1.41	0.41		72	378	2.13	1.23	
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	8.15	3.29		23	40	9.54	2.85	
	Weidengebüsch	40	91	2.32	0.72		40	91	2.94	1.12	
	Weichholzaunenwald	60	184	1.92	0.68		60	185	1.90	1.16	
Flussauen/Deltas	Hartholzaunenwald	71	426	0.85	0.44		71	426	1.09	0.23	
	Nicht-Ziellebensräume	91	396	1.24	0.48		91	399	1.66	0.60	
	Röhricht	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	0.00	0.00		14	128	0.00	0.00	
	Alpine Schwemmufer	1	2	0.00	–		1	2	0.00	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weidengebüsch	0	0	–	–		0	0	–	–	
Alpine Schwemmufluren	Weichholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Hartholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nicht-Ziellebensräume	14	76	0.00	0.00		14	76	0.00	0.00	
	Röhricht	13	21	1.56	0.58		13	21	3.76	2.65	
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	1.41	0.41		72	378	2.13	1.23	
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	8.15	3.29		23	40	9.54	2.85	
Flussauen/Deltas	Weidengebüsch	40	91	2.32	0.72		40	91	2.94	1.12	
	Weichholzaunenwald	60	184	1.92	0.68		60	185	1.90	1.16	
	Hartholzaunenwald	71	426	0.85	0.44		71	426	1.09	0.23	
	Nicht-Ziellebensräume	91	396	1.24	0.48		91	399	1.66	0.60	
	Röhricht	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	0.00	0.00		14	128	0.00	0.00	
	Alpine Schwemmufer	1	2	0.00	–		1	2	0.00	–	
Alpine Schwemmufluren	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weidengebüsch	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Hartholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nicht-Ziellebensräume	14	76	0.00	0.00		14	76	0.00	0.00	
	Röhricht	13	21	1.56	0.58		13	21	3.76	2.65	
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	1.41	0.41		72	378	2.13	1.23	
Flussauen/Deltas	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	8.15	3.29		23	40	9.54	2.85	
	Weidengebüsch	40	91	2.32	0.72		40	91	2.94	1.12	
	Weichholzaunenwald	60	184	1.92	0.68		60	185	1.90	1.16	
	Hartholzaunenwald	71	426	0.85	0.44		71	426	1.09	0.23	
	Nicht-Ziellebensräume	91	396	1.24	0.48		91	399	1.66	0.60	
	Röhricht	0	0	–	–		0	0	–	–	
Alpine Schwemmufluren	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	0.00	0.00		14	128	0.00	0.00	
	Alpine Schwemmufer	1	2	0.00	–		1	2	0.00	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weidengebüsch	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Hartholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nicht-Ziellebensräume	14	76	0.00	0.00		14	76	0.00	0.00	
Flussauen/Deltas	Röhricht	13	21	1.56	0.58		13	21	3.76	2.65	
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	1.41	0.41		72	378	2.13	1.23	
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	8.15	3.29		23	40	9.54	2.85	
	Weidengebüsch	40	91	2.32	0.72		40	91	2.94	1.12	
	Weichholzaunenwald	60	184	1.92	0.68		60	185	1.90	1.16	
	Hartholzaunenwald	71	426	0.85	0.44		71	426	1.09	0.23	
Flussauen/Deltas	Nicht-Ziellebensräume	91	396	1.24	0.48		91	399	1.66	0.60	
	Röhricht	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	0.00	0.00		14	128	0.00	0.00	
	Alpine Schwemmufer	1	2	0.00	–		1	2	0.00	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weidengebüsch	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
Alpine Schwemmufluren	Hartholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nicht-Ziellebensräume	14	76	0.00	0.00		14	76	0.00	0.00	
	Röhricht	13	21	1.56	0.58		13	21	3.76	2.65	
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	1.41	0.41		72	378	2.13	1.23	
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	8.15	3.29		23	40	9.54	2.85	
	Weidengebüsch	40	91	2.32	0.72		40	91	2.94	1.12	
Flussauen/Deltas	Weichholzaunenwald	60	184	1.92	0.68		60	185	1.90	1.16	
	Hartholzaunenwald	71	426	0.85	0.44		71	426	1.09	0.23	
	Nicht-Ziellebensräume	91	396	1.24	0.48		91	399	1.66	0.60	
	Röhricht	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	0.00	0.00		14	128	0.00	0.00	
	Alpine Schwemmufer	1	2	0.00	–		1	2	0.00	–	
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–		0	0	–	–	
Alpine Schwemmufluren	Weidengebüsch	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Hartholzaunenwald	0	0	–	–		0	0	–	–	
	Nicht-Ziellebensräume	14	76	0.00	0.00		14	76	0.00	0.00	
	Röhricht	13	21	1.56	0.58		13	21	3.76	2.65	
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	1.41	0.41		72	378	2.13	1.23	
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–		0	0	–	–	
Flussauen/Deltas	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	8.15	3.29		23	40	9.54	2.85	
	Weidengebüsch	40	91	2.32	0.72		40				

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					p		
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots		X2-X1	SE
Seeauen	Röhricht	6	19	0.71	0.53	6	19	0.79	0.61	6	19	0.078	0.19	0.691
	Pionierfluren und Alluvionen	3	3	1.22	0.08	3	3	3.29	0.21	3	3	2.067	–	–
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Weidengebüsch	1	1	0.00	–	1	1	0.00	–	1	1	0.000	–	–
	Weichholzaunenwald	9	30	4.40	3.64	9	30	4.54	3.62	9	30	0.267	0.12	0.060
	Hartholzaunenwald	10	61	1.09	0.42	10	61	0.81	0.35	10	61	–0.281	0.35	0.442
	Nicht-Ziellebensräume	8	29	0.58	0.72	8	29	0.19	0.24	8	29	–0.385	0.68	0.590
Flachmoore	Hochmoor	16	30	0.00	0.00	16	30	0.01	0.02	16	30	0.014	0.02	0.509
	Röhricht	20	55	2.19	1.57	20	57	1.34	0.62	20	55	–0.372	0.35	0.298
	Grosseggenbestände	20	58	0.18	0.18	20	60	0.73	0.57	20	58	0.494	0.56	0.390
	Basisches Kleinseggenried	59	153	0.01	0.01	59	154	0.02	0.02	59	153	0.014	0.02	0.507
	Saures Kleinseggenried	19	36	0.00	0.00	19	36	0.27	0.08	19	36	0.268	0.08	0.004
	Feucht- und Nasswiesen	58	180	0.04	0.02	58	183	0.01	0.01	58	180	–0.038	0.02	0.090
	Nicht-Ziellebensräume	64	153	0.29	0.15	64	154	0.19	0.10	64	153	–0.119	0.12	0.325
	Hochmoor	59	347	0.11	0.11	59	351	0.00	0.00	59	347	–0.105	0.11	0.364
Hochmoore	Röhricht	2	3	0.00	0.00	2	3	0.00	0.00	2	3	0.000	–	–
	Grosseggenbestände	2	6	0.00	0.00	2	6	0.00	0.00	2	6	0.000	–	–
	Basisches Kleinseggenried	7	13	0.04	0.15	7	13	0.04	0.15	7	13	0.000	0.00	–
	Saures Kleinseggenried	8	9	1.37	7.92	8	10	0.00	0.00	8	9	–1.367	7.92	0.868
	Feucht- und Nasswiesen	11	17	0.00	0.00	12	18	0.00	0.00	11	17	0.000	0.00	–
	Nicht-Ziellebensräume	22	33	0.00	0.00	22	33	0.00	0.00	22	33	0.000	0.00	–
	Steppenrasen	54	139	0.02	0.02	54	143	0.00	0.00	54	139	–0.016	0.02	0.313
	Trockenrasen	239	646	0.03	0.01	239	649	0.06	0.02	239	646	0.024	0.02	0.328
TWW	Kalkreiche Gebirgsmager- rasen	164	455	0.00	0.00	164	457	0.00	0.00	164	455	0.000	0.00	–
	Kalkarme Gebirgsmagerrasen	133	370	0.00	0.00	134	374	0.00	0.00	133	370	0.000	0.00	–
	Krautsäume	53	65	0.01	0.01	53	65	0.00	0.00	53	65	–0.005	0.01	0.446
	Nicht-Ziellebensräume	239	467	0.01	0.00	240	469	0.04	0.06	239	467	0.033	0.06	0.583

Tab. 103. Mittlerer Anteil der Deckung von invasiven Neophyten in den Lebensräumen der Biotope von nationaler Bedeutung. $\bar{X}1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $X2-X1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $X2-X1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Biotyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					SE	p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}2$	SE	N Objekte	N Plots	$X2-X1$	
Auen	Röhricht	19	40	0.20	0.18	19	40	11.49	7.54	19	40	11.290	0.149
	Pionierfluren und Alluvionen	89	508	1.87	1.00	89	509	4.18	0.99	89	508	2.503	0.020
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	15.61	6.70	23	40	8.24	3.59	23	40	-7.371	0.056
	Weidenbüsch	40	91	4.26	2.09	40	91	4.65	4.01	40	91	-0.061	0.977
	Weichholzaunenwald	69	214	5.73	2.92	69	215	4.27	1.88	69	214	-1.443	0.419
	Hartholzaunenwald	81	487	1.82	0.81	81	487	1.09	0.67	81	487	-0.729	0.111
Alpine Schwemmufluren	Nicht-Ziellebensräume	113	501	1.57	1.07	113	504	2.16	1.47	113	501	0.496	0.452
	Röhricht	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	0.00	0.00	14	128	0.00	0.00	14	128	0.000	–
	Alpine Schwemmufer	1	2	0.00	–	1	2	0.00	–	1	2	0.000	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Weidenbüsch	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Weichholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
Flussauen/Deltas	Hartholzaunenwald	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Nicht-Ziellebensräume	14	76	0.00	0.00	14	76	0.00	0.00	14	76	0.000	–
	Röhricht	13	21	0.19	0.20	13	21	12.89	8.50	13	21	12.699	0.158
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	2.00	1.16	72	378	4.63	1.15	72	377	2.854	0.022
	Alpine Schwemmufer	0	0	–	–	0	0	–	–	0	0	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	15.61	6.70	23	40	8.24	3.59	23	40	-7.371	0.056
	Weidenbüsch	40	91	4.26	2.09	40	91	4.65	4.01	40	91	-0.061	0.977
Flussauen/Deltas	Weichholzaunenwald	60	184	3.45	1.92	60	185	3.64	1.27	60	184	0.195	0.902
	Hartholzaunenwald	71	426	1.47	0.92	71	426	1.21	0.79	71	426	-0.265	0.543
	Nicht-Ziellebensräume	91	396	1.74	1.18	91	399	2.38	1.63	91	396	0.536	0.462

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017				2018–2023				p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	
Seeaunen	Röhricht	6	19	0.21	0.18	6	19	0.48	0.44	0.337
	Pionierfluren und Alluvionen	3	3	5.08	0.32	3	3	6.52	0.41	–
	Alpine Schwemmufur	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0	–	–	0	0	–	–	–
	Weidengebüsch	1	1	0.00	–	1	1	0.00	–	–
	Weichholzaunenwald	9	30	20.41	17.91	9	30	8.27	11.24	0.194
	Hartholzaunenwald	10	61	3.56	1.64	10	61	0.47	0.39	0.094
	Nicht-Ziellebensräume	8	29	0.03	0.06	8	29	0.30	0.81	0.732
Flachmoore	Hochmoor	16	30	0.00	0.00	16	30	0.00	0.00	1.000
	Röhricht	20	55	0.62	0.86	20	55	0.18	0.13	0.607
	Grosseggenbestände	20	58	0.83	1.22	20	60	1.65	2.78	0.735
	Basisches Kleinseggenried	59	153	0.00	0.00	59	154	0.02	0.02	0.346
	Saures Kleinseggenried	19	36	0.00	0.00	19	36	0.01	0.00	0.003
	Feucht- und Nasswiesen	58	180	0.00	0.00	58	183	0.03	0.03	1.000
	Nicht-Ziellebensräume	64	153	0.93	0.50	64	154	0.35	0.23	0.960
	Hochmoor	59	347	0.00	0.01	59	351	0.00	0.00	0.488
Hochmoore	Röhricht	2	3	0.00	0.00	2	3	0.00	0.00	–
	Grosseggenbestände	2	6	0.00	0.00	2	6	0.00	0.00	–
	Basisches Kleinseggenried	7	13	0.00	0.02	7	13	0.00	0.01	0.757
	Saures Kleinseggenried	8	9	0.07	0.42	8	10	0.00	0.00	0.869
	Feucht- und Nasswiesen	11	17	0.00	0.00	12	18	0.00	0.00	–
	Nicht-Ziellebensräume	22	33	0.00	0.00	22	33	0.00	0.00	–
	Steppenrasen	54	139	0.00	0.00	54	143	0.00	0.00	0.217
	Trockenrasen	239	646	0.01	0.01	239	649	0.02	0.01	0.048
TWV	Kalkreiche Gebirgsmagerasen	164	455	0.00	0.00	164	457	0.00	0.00	–
	Kalkarme Gebirgsmagerasen	133	370	0.00	0.00	134	374	0.00	0.00	–
	Krautsäume	53	65	0.00	0.00	53	65	0.00	0.00	0.268
	Nicht-Ziellebensräume	239	467	0.00	0.01	240	469	0.01	0.01	0.421

Tab. 104. Mittlerer Anteil der Deckung von Torfmoosen an der Gesamtdeckung von Moosen in den Lebensräumen der Hochmoore von nationaler Bedeutung. $\bar{X}1$: Mittelwert Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Mittelwert Zweiterhebung 2018–23; $X2-X1$: Mittlere Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $X2-X1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). SE und p-Werte wurden nur berechnet, wenn mehr als fünf Objekte vorhanden waren.

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017				2018–2023				$X2-X1$	SE	p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}2$	SE			
Hochmoore	Hochmoor	59	347	60.13	4.15	59	351	57.78	4.42	-2.274	2.14	0.293
	Röhricht	2	3	84.17	156.26	2	3	84.33	156.61	0.158	–	–
	Grosseggenbestände	2	6	7.12	10.58	2	6	14.29	20.27	7.171	–	–
	Basisches Kleinseggenried	7	13	49.34	41.19	7	13	63.75	70.71	14.413	37.15	0.711
	Saures Kleinseggenried	8	9	45.46	150.71	8	10	51.95	148.67	6.113	1.50	0.005
	Feucht- und Nasswiesen	11	17	9.69	5.00	12	18	7.74	3.16	-1.475	2.98	0.631
	Nicht-Ziellebensräume	22	33	17.53	12.82	22	33	10.21	10.18	-6.147	9.58	0.528

Tab. 105. Fläche der Lebensraumtypen in Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz in Quadratkilometern. $\bar{X}1$: Fläche Ersterhebung 2012–17; $\bar{X}2$: Fläche Zweiterhebung 2018–23; $X2-X1$: Flächen-Differenz der gepaarten Plots; N Objekte: Anzahl Objekte mit Vorkommen des Lebensraums; N Plots: Anzahl Plots mit Vorkommen des Lebensraums; Δ N Objekte: Differenz Anzahl Objekte mit Vorkommen des Lebensraums; Δ N Plots: Differenz Anzahl Plots mit Vorkommen des Lebensraums; SE: Standardfehler; p: Wahrscheinlichkeit, dass $X2-X1$ verschieden von Null ist (gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns).

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017					2018–2023					SE	X2-X1	SE	p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	N Objekte	N Plots				
Auen	Gewässer	63	158	8.96	0.79	69	164	9.27	0.80	6	3	0.405	0.76	0.595	
	Röhricht	19	40	1.99	0.38	21	36	1.70	0.32	2	-4	-0.280	0.40	0.484	
	Pionierfluren und Alluvionen	89	508	17.09	1.00	93	468	15.26	0.95	4	-42	-1.786	0.91	0.053	
	Alpine Schwemmufer	1	2	0.05	0.02	1	2	0.05	0.02	0	0	0.004	0.02	0.852	
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	1.19	0.24	24	49	1.55	0.31	1	9	0.376	0.29	0.204	
	Weidengebüsch	42	93	3.53	0.48	40	114	4.63	0.66	-2	20	1.075	0.70	0.128	
	Weichholzaeuwald	69	218	8.44	0.73	72	257	10.40	0.79	3	38	1.952	0.84	0.022	
	Hartholzaeuwald	81	488	23.92	1.09	80	382	17.78	1.02	-1	-107	-6.096	1.04	0.000	
Nicht-Ziellebensräume	113	502	23.45	1.20	119	580	27.48	1.25	6	75	4.042	1.32	0.003		
Alpine Schwemmufluren	Gewässer	3	7	0.08	0.03	7	13	0.21	0.05	4	6	0.132	0.06	0.037	
	Röhricht	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128	2.70	0.21	14	116	2.35	0.19	0	-12	-0.355	0.17	0.052	
	Alpine Schwemmufer	1	2	0.05	0.02	1	2	0.05	0.02	0	0	0.004	0.02	0.855	
	Nährstoffreiche Krautsäume	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Weidengebüsch	-	-	-	-	1	1	0.02	0.01	1	1	0.021	0.01	0.133	
	Weichholzaeuwald	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Hartholzaeuwald	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Nicht-Ziellebensräume	14	76	1.75	0.30	14	81	1.95	0.32	0	5	0.198	0.16	0.227		
Flussauen/Deltas	Gewässer	55	145	8.65	0.79	60	146	8.96	0.80	5	0	0.435	0.75	0.565	
	Röhricht	13	21	1.46	0.35	16	25	1.42	0.31	3	4	-0.037	0.38	0.924	
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377	14.30	0.98	74	344	12.59	0.91	2	-35	-1.674	0.89	0.062	
	Alpine Schwemmufer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40	1.19	0.24	22	47	1.44	0.29	-1	7	0.260	0.28	0.354	
	Weidengebüsch	41	92	3.38	0.46	37	111	4.39	0.64	-4	18	0.992	0.67	0.140	
	Weichholzaeuwald	60	185	7.11	0.66	63	220	8.82	0.73	3	34	1.712	0.76	0.027	
	Hartholzaeuwald	71	427	19.19	0.98	72	334	14.27	0.91	1	-94	-4.874	0.92	0.000	
Nicht-Ziellebensräume	91	397	20.58	1.13	96	460	23.48	1.15	5	61	2.935	1.26	0.022		

Biotoptyp	Lebensraumtyp	2012–2017				2018–2023				p
		N Objekte	N Plots	$\bar{X}_1$	SE	N Objekte	N Plots	$\bar{X}_2$	SE	
Seeauen	Gewässer	5	6	0.23	0.08	2	5	0.10	0.04	0.051
	Röhricht	6	19	0.53	0.13	5	11	0.28	0.08	0.047
	Pionierfluren und Alluvionen	3	3	0.09	0.05	5	8	0.32	0.14	0.111
	Alpine Schwemmufer	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Nährstoffreiche Krautsäume	–	–	–	–	2	2	0.12	0.09	0.250
	Weidengebüsch	1	1	0.16	0.12	2	2	0.22	0.17	0.783
	Weichholzaunenwald	9	33	1.34	0.30	9	37	1.58	0.29	0.509
	Hartholzaunenwald	10	61	4.73	0.47	8	48	3.51	0.47	0.031
Flachmoore	Nicht-Ziellebensräume	8	29	1.12	0.24	9	39	2.05	0.36	0.040
	Hochmoor	16	30	8.63	2.27	15	25	8.84	2.29	0.855
	Röhricht	20	57	6.23	1.06	15	47	4.62	0.83	0.161
	Groseggenbestände	20	59	8.14	1.38	22	59	7.03	1.01	0.320
	Basisches Kleinseggenried	59	154	46.04	4.31	58	142	40.81	4.12	0.103
	Saures Kleinseggenried	19	36	8.91	2.79	21	41	8.89	3.87	0.996
	Feucht- und Nasswiesen	58	181	62.77	4.42	57	194	65.57	4.76	0.400
	Nicht-Ziellebensräume	64	157	34.85	3.93	67	166	37.40	4.12	0.343
Hochmoor	Hochmoor	59	347	11.04	0.55	58	333	10.20	0.52	0.010
	Röhricht	2	3	0.04	0.03	2	3	0.04	0.03	0.969
	Groseggenbestände	2	6	0.05	0.02	3	5	0.07	0.04	0.793
	Basisches Kleinseggenried	7	13	0.33	0.14	7	11	0.16	0.07	0.160
	Saures Kleinseggenried	8	9	0.23	0.13	12	15	0.46	0.18	0.066
	Feucht- und Nasswiesen	12	18	0.59	0.19	17	24	0.90	0.26	0.104
	Nicht-Ziellebensräume	23	37	1.12	0.29	30	43	1.36	0.30	0.351
	Steppenrasen	54	141	10.36	1.03	55	155	11.72	1.11	0.180
TWW	Trockenrasen	239	646	54.43	2.91	246	718	61.34	3.19	0.008
	Kalkreiche Gebirgsmagerrasen	165	456	60.26	3.55	166	439	58.79	3.55	0.599
	Kalkarme Gebirgsmagerrasen	134	371	36.71	2.71	141	400	39.81	2.52	0.117
	Krautsäume	53	65	5.08	0.84	56	75	5.63	1.02	0.606
	Nicht-Ziellebensräume	241	470	51.36	3.22	214	379	40.07	2.86	0.000

Tab. 106. Übersicht über das Ausmass der Veränderung der Anteile an biotopspezifischen Lebensraumspezialisten, gefährdeten Arten, und invasiven Neophyten an der Gesamtartenzahl sowie der Anteil der Deckung von invasiven Neophyten an der Gesamtdeckung der Gefässpflanzen und der Deckung von Torfmoosen an der Gesamtdeckung von Moosen in den Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und Zweiterhebung (.: $p < 0.1$; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$; gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). Die mittleren Differenzen und Signifikanzniveaus sind nur bei mehr als fünf Objekten dargestellt.

Region	Biotoptyp	N Objekte	N Plots	Mittlerer Anteil Lebensraumspezialisten	Signifikanz	Mittlerer Anteil gefährdeter Arten	Signifikanz	Mittlerer Anteil invasiver Neophyten	Signifikanz	Mittlerer Anteil Deckung invasiver Neophyten	Signifikanz	Mittlerer Anteil Deckung Torfmoose an Gesamtdeckung der Moose	Signifikanz
Schweiz	Auen	124	2042		**				**				
	Alpine Schwemmfluren	14	213		*				**				
	Flussauen/Deltas	100	1680		*								
	Seeauen	10	149		**								
	Flachmoore	86	665										
	Hochmoore	59	428										
	TWW	441	2149		**						*		
Jura	Auen	3	32										
	Alpine Schwemmfluren	0	0										
	Flussauen/Deltas	3	32										
	Seeauen	0	0										
	Flachmoore	7	62										
	Hochmoore	14	119										
	TWW	81	391										
Mittelland	Auen	42	680		*								
	Alpine Schwemmfluren	0	0										
	Flussauen/Deltas	34	560		*		*		*				
	Seeauen	8	120										
	Flachmoore	19	153		*								
	Hochmoore	8	65		*		**				**		
	TWW	54	257		*								
Alpennordflanke	Auen	34	498										
	Alpine Schwemmfluren	4	80										
	Flussauen/Deltas	28	389										
	Seeauen	2	29										
	Flachmoore	36	271		**								
	Hochmoore	25	170										
	TWW	95	450										
Westliche Zentralalpen	Auen	9	134										
	Alpine Schwemmfluren	0	0										
	Flussauen/Deltas	9	134										
	Seeauen	0	0										
	Flachmoore	5	35										
	Hochmoore	1	4										
	TWW	64	320		***								
Östliche Zentralalpen	Auen	25	388										
	Alpine Schwemmfluren	10	133										
	Flussauen/Deltas	15	255										
	Seeauen	0	0										
	Flachmoore	15	117		*		**						
	Hochmoore	8	48		**								*
	TWW	108	508				*						
Alpensüdflanke	Auen	17	310										
	Alpine Schwemmfluren	0	0										
	Flussauen/Deltas	17	310										
	Seeauen	0	0										
	Flachmoore	4	27										
	Hochmoore	3	22										
	TWW	42	223								*		
Höhenzone 100 m - 800 m	Auen	77	1331		**				**				
	Alpine Schwemmfluren	0	0										
	Flussauen/Deltas	67	1185		*				**				
	Seeauen	10	146										
	Flachmoore	27	204										
	Hochmoore	8	69										
	TWW	116	491								*		
Höhenzone 800 m - 1600 m	Auen	32	382										
	Alpine Schwemmfluren	0	0										
	Flussauen/Deltas	32	382										
	Seeauen	1	3										
	Flachmoore	41	293		**								
	Hochmoore	38	273										
	TWW	222	859						*		**		
Höhenzone 1600 m - 3000 m	Auen	24	326						*		*		
	Alpine Schwemmfluren	14	213										
	Flussauen/Deltas	10	113						*				
	Seeauen	0	0										
	Flachmoore	25	168										
	Hochmoore	14	86										
	TWW	186	799										
Skala [%]				-5	5	-5	5	-5	5	-5	5	-5	5

Tab. 107. Übersicht über das Ausmass der Veränderung der mittleren Zeigerwerte (Nährstoffzahl, Lichtzahl, Feuchtezahl, Temperaturzahl) und der Auendynamik in den Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz, in den biogeographischen Regionen und in drei Höhenstufen. N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und Zweiterhebung (.: $p < 0.1$; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$; gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). Die mittleren Differenzen und Signifikanzniveaus sind nur bei mehr als fünf Objekte dargestellt.

Region	Biotoptyp	N Objekte	N Plots	Mittlere Nährstoffzahl	Signifikanz	Mittlere Lichtzahl	Signifikanz	Mittlere Feuchtezahl	Signifikanz	Mittlere Temperaturzahl	Signifikanz	Mittlere Auendynamik	Signifikanz
Schweiz	Auen	124	1498		*				*		**		
	Alpine Schwemmfuren	14	144										
	Flussauen/Deltas	100	1215		*				*		**		
	Seeauen	10	139										*
	Flachmoore	86	637										
	Hochmoore	59	425				*		***				
	TWW	441	2120		***		*		***		***		
Jura	Auen	3	23										
	Alpine Schwemmfuren	0	0										
	Flussauen/Deltas	3	23										
	Seeauen	0	0										
	Flachmoore	7	60				**						
	Hochmoore	14	118						**		**		
	TWW	81	388		**				***		***		
Mittelland	Auen	41	506										
	Alpine Schwemmfuren	0	0										
	Flussauen/Deltas	33	392										
	Seeauen	8	114						*				
	Flachmoore	19	138										
	Hochmoore	8	65										
	TWW	54	257				*		***		***		
Alpennordflanke	Auen	34	355		*								
	Alpine Schwemmfuren	4	53										
	Flussauen/Deltas	28	277		*								
	Seeauen	2	25										
	Flachmoore	36	265				*		***				
	Hochmoore	25	170				**		***				
	TWW	95	447		***				***				
Westliche Zentralalpen	Auen	9	88										
	Alpine Schwemmfuren	0	0										
	Flussauen/Deltas	9	88										
	Seeauen	0	0										
	Flachmoore	5	32										
	Hochmoore	1	4										
	TWW	64	316				*						
Östliche Zentralalpen	Auen	25	285						*		*		
	Alpine Schwemmfuren	10	91										
	Flussauen/Deltas	15	194								*		*
	Seeauen	0	0										
	Flachmoore	15	116										
	Hochmoore	8	47						**				
	TWW	108	494				*						
Alpensüdflanke	Auen	17	241								*		
	Alpine Schwemmfuren	0	0										
	Flussauen/Deltas	17	241								*		
	Seeauen	0	0										
	Flachmoore	4	26										
	Hochmoore	3	21										
	TWW	42	218										
Höhenzone 100 m - 800 m	Auen	77	999		*						**		
	Alpine Schwemmfuren	0	0										
	Flussauen/Deltas	67	863								*		
	Seeauen	10	136						*				
	Flachmoore	27	184										
	Hochmoore	8	69								*		
	TWW	116	486						**				
Höhenzone 800 m - 1600 m	Auen	32	277										
	Alpine Schwemmfuren	0	0										
	Flussauen/Deltas	32	277										
	Seeauen	1	3										
	Flachmoore	41	285				*		***				
	Hochmoore	38	272						***				
	TWW	221	846		*				**		***		
Höhenzone 1600 m - 3000 m	Auen	24	219										
	Alpine Schwemmfuren	14	144										
	Flussauen/Deltas	10	75										
	Seeauen	0	0										
	Flachmoore	25	168										
	Hochmoore	14	84		*				***				
	TWW	186	788										
Skala				0.1		0.1		0.1		0.1		0.1	

Tab. 108. Übersicht über das Ausmass der Veränderung der Art-basierten Indikatoren (Anteil an biotopspezifischen Lebensraumspezialisten, gefährdeten Arten, an invasiven Neophyten, Anteil der Deckung von invasiven Neophyten und der Deckung von Torfmoosen an der Gesamtdeckung von Moosen) in den Lebensräumen der Biotope von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz. N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und Zweiterhebung (.: $p < 0.1$; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$; gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). Die mittleren Differenzen und Signifikanzniveaus sind nur bei mehr als fünf Objekte dargestellt.

Biotoptyp	Lebensraumtyp	N Objekte	N Plots	Mittlerer Anteil Lebensraum-spezialisten	Signifikanz	Mittlerer Anteil Rote Liste-Arten	Signifikanz	Mittlerer Anteil invasiver Neophyten	Signifikanz	Mittlerer Anteil Deckung invasiver Neophyten	Signifikanz	Mittlerer Anteil Deckung Torfmoose an Gesamtdeckung der Moose	Signifikanz
Auen	Röhricht	19	40										
	Pionierfluren und Alluvionen	89	508				*						
	Alpine Schwemmufer	0	0										
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40		**								
	Weidengebüsch	40	91										
	Weichholzaunenwald	69	214										
	Hartholzaunenwald	81	487		**								
	Nicht-Ziellebensräume	113	501										
Alpine Schwemmluren	Röhricht	0	0										
	Pionierfluren und Alluvionen	14	128										
	Alpine Schwemmufer	1	2										
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0										
	Weidengebüsch	0	0										
	Weichholzaunenwald	0	0										
	Hartholzaunenwald	0	0										
	Nicht-Ziellebensräume	14	76										
Flussauen/Deltas	Röhricht	13	21										
	Pionierfluren und Alluvionen	72	377										
	Alpine Schwemmufer	0	0										
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40		**								
	Weidengebüsch	40	91										
	Weichholzaunenwald	60	184										
	Hartholzaunenwald	71	426		*								
	Nicht-Ziellebensräume	91	396										
Seeauen	Röhricht	6	19										
	Pionierfluren und Alluvionen	3	3										
	Alpine Schwemmufer	0	0										
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0										
	Weidengebüsch	1	1										
	Weichholzaunenwald	9	30										
	Hartholzaunenwald	10	61		***								
	Nicht-Ziellebensräume	8	29										
Flachmoore	Hochmoor	16	30										
	Röhricht	20	55										
	Grosseggenbestände	20	58										
	Basisches Kleinseggenried	59	153										
	Saures Kleinseggenried	19	36										
	Feucht- und Nasswiesen	58	180										
	Nicht-Ziellebensräume	64	153										
Hochmoore	Hochmoor	59	347										
	Röhricht	2	3										
	Grosseggenbestände	2	6										
	Basisches Kleinseggenried	7	13										
	Saures Kleinseggenried	8	9										
	Feucht- und Nasswiesen	11	17										
	Nicht-Ziellebensräume	22	33										
TWW	Steppenrasen	54	139		**								
	Trockenrasen	239	646										
	Kalkreiche Gebirgsmagerrasen	164	455										
	Kalkarme Gebirgsmagerrasen	133	370										
	Krautsäume	53	65		*								
	Nicht-Ziellebensräume	239	467										
	Skala [%]												

Tab. 109. Übersicht über das Ausmass der Veränderung der mittleren Zeigerwerte (Nährstoffzahl, Lichtzahl, Feuchtezahl, Temperaturzahl) und der Auendynamik in den Lebensräumen der Biotope von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz. N Objekte: Anzahl Objekte; N Plots: Anzahl Plots. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und Zweiterhebung (.: $p < 0.1$; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$; gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns). Die mittleren Differenzen und Signifikanzniveaus sind nur bei mehr als fünf Objekte dargestellt.

Biotoptyp	Lebensraumtyp	N Objekte	N Plots	Mittlere Nährstoffzahl	Signifikanz	Mittlere Lichtzahl	Signifikanz	Mittlere Feuchtezahl	Signifikanz	Mittlere Temperaturzahl	Signifikanz	Auendynamik	Signifikanz
Auen	Röhrlicht	19	33										
	Pionierfluren und Alluvionen	78	259										
	Alpine Schwemmufer	0	0										
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40										
	Weidengebüsch	33	68										
	Weichholzaunenwald	66	188		*								
	Hartholzaunenwald	79	465		*								
Alpine Schwemmufer	Nicht-Ziellbensräume	112	436								*		
	Röhrlicht	0	0										
	Pionierfluren und Alluvionen	14	71										
	Alpine Schwemmufer	1	2										
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0										
	Weidengebüsch	0	0										
	Weichholzaunenwald	0	0										
Flussauen/Deltas	Hartholzaunenwald	0	0										
	Nicht-Ziellbensräume	14	70										
	Röhrlicht	13	17										
	Pionierfluren und Alluvionen	62	186										***
	Alpine Schwemmufer	0	0										
	Nährstoffreiche Krautsäume	23	40										
	Weidengebüsch	33	68										
Seeauen	Weichholzaunenwald	57	158										
	Hartholzaunenwald	70	405										
	Nicht-Ziellbensräume	90	338								*		
	Röhrlicht	6	16										
	Pionierfluren und Alluvionen	2	2										
	Alpine Schwemmufer	0	0										
	Nährstoffreiche Krautsäume	0	0										
Flachmoore	Weidengebüsch	1	1										
	Weichholzaunenwald	9	30										
	Hartholzaunenwald	9	60						*				**
	Nicht-Ziellbensräume	8	28										
	Hochmoor	16	30										
	Röhrlicht	18	38										
	Grosseggenbestände	20	55										
Hochmoore	Basisches Kleinseggenried	59	153						***				
	Saures Kleinseggenried	19	36										
	Feucht- und Nasswiesen	58	176						**				
	Nicht-Ziellbensräume	62	149										
	Hochmoor	59	344						***				
	Röhrlicht	2	3										
	Grosseggenbestände	2	6										
TWW	Basisches Kleinseggenried	7	13										
	Saures Kleinseggenried	8	9										
	Feucht- und Nasswiesen	11	17										
	Nicht-Ziellbensräume	22	33										
	Steppenrasen	53	137										
	Trockenrasen	239	638						**				
	Kalkreiche Gebirgsmagerrasen	164	453						.			***	
Skala	Kalkarme Gebirgsmagerrasen	133	366						**				
	Krautsäume	53	65										
	Nicht-Ziellbensräume	238	457		***				***		*		
				-0.1		-0.1		-0.1		-0.1		-0.1	

Tab. 110. Ausmass der Flächenveränderung der Lebensraumtypen in Biotopen von nationaler Bedeutung für die ganze Schweiz in Quadratkilometern. Δ N Objekte: Differenz Anzahl Objekte mit Vorkommen des Lebensraums; Δ N Plots: Differenz Anzahl Plots mit Vorkommen des Lebensraums. Sternchen bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Erst- und Zweiterhebung (.: $p < 0.1$; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$; gepaarter t-Test unter Berücksichtigung des Stichprobendesigns).

Biotoptyp	Lebensraumtyp	Δ N Objekte	Δ N Plots	Fläche	Signifikanz
Auen	Gewässer	6	3		
	Röhricht	2	-4		
	Pionierfluren und Alluvionen	4	-42		.
	Alpine Schwemmufer	0	0		
	Nährstoffreiche Krautsäume	1	9		
	Weidengebüsch	-2	20		
	Weichholzaunwald	3	38		*
	Hartholzaunwald	-1	-107		***
Alpine Schwemmufer	Nicht-Ziellebensräume	6	75		**
	Gewässer	4	6		*
	Röhricht	-	-		
	Pionierfluren und Alluvionen	0	-12		.
	Alpine Schwemmufer	0	0		
	Nährstoffreiche Krautsäume	-	-		
	Weidengebüsch	1	1		
	Weichholzaunwald	-	-		
Flussauen/Deltas	Hartholzaunwald	-	-		
	Nicht-Ziellebensräume	0	5		
	Gewässer	5	0		
	Röhricht	3	4		
	Pionierfluren und Alluvionen	2	-35		.
	Alpine Schwemmufer	-	-		
	Nährstoffreiche Krautsäume	-1	7		
	Weidengebüsch	-4	18		
Seeauen	Weichholzaunwald	3	34		*
	Hartholzaunwald	1	-94		***
	Nicht-Ziellebensräume	5	61		*
	Gewässer	-3	-3		.
	Röhricht	-1	-8		*
	Pionierfluren und Alluvionen	2	5		
	Alpine Schwemmufer	-	-		
	Nährstoffreiche Krautsäume	2	2		
Flachmoore	Weidengebüsch	1	1		
	Weichholzaunwald	0	4		
	Hartholzaunwald	-2	-13		*
	Nicht-Ziellebensräume	1	9		*
	Hochmoor	-1	-5		
	Röhricht	-5	-12		
	Grosseggenbestände	2	-1		
	Basisches Kleinseggenried	-2	-14		
Hochmoore	Saures Kleinseggenried	2	5		
	Feucht- und Nasswiesen	-1	11		
	Nicht-Ziellebensräume	3	7		
	Hochmoor	-1	-19		**
	Röhricht	0	0		
	Grosseggenbestände	1	-1		
	Basisches Kleinseggenried	0	-2		
	Saures Kleinseggenried	4	6		.
TWW	Feucht- und Nasswiesen	5	6		
	Nicht-Ziellebensräume	6	5		
	Steppenrasen	0	11		
	Trockenrasen	7	67		**
	Kalkreiche Gebirgsmagerrasen	1	-19		
	Kalkarme Gebirgsmagerrasen	7	25		
Skala	Krautsäume	3	9		
	Nicht-Ziellebensräume	-28	-93		***
	Skala			-5	

