

NUTZEN EINER NATIONALEN DATENBANK ZUR INNERARTLICHEN GENETISCHEN VIELFALT FÜR DIE NATURSCHUTZPRAXIS

CORINE BUSER, MERET MOSIMANN,
IONUT IOSIFESCU-ENESCU, SAMUEL
WOODCOCK, FELIX GUGERLI

Durch den fortschreitenden Lebensraumverlust verringert sich die genetische Vielfalt und somit die Anpassungsfähigkeit der Arten. Im Rahmen der Biodiversitätskonvention hat sich die Schweiz verpflichtet, diesen Verlust der genetischen Vielfalt zu bewerten, zu überwachen und letztendlich zu stoppen. Es gibt jedoch (noch) keine systematische Erfassung innerartlicher genetischer Daten, die diesen Prozess unterstützen könnte und auf die Bedürfnisse der Naturschutzpraxis zugeschnitten ist. Mit einer schweizweiten Datenbank zur innerartlichen genetischen Vielfalt soll sich dies nun ändern.

Biodiversität umfasst alle Ebenen der biologischen Vielfalt, vom Lebensraum

bis zu den Arten und Ökosystemleistungen, aber auch die Ebene der Gene. Die genetische Vielfalt innerhalb von Arten und Populationen ist die Grundlage, damit sich Arten an wechselnde Umweltbedingungen anpassen können und somit langfristig erhalten bleiben. Wie die Artenvielfalt hat auch die genetische Vielfalt im letzten Jahrhundert deutlich abgenommen (Leigh et al. 2019), ein weiterer Verlust muss verhindert werden.

Deshalb wurden bereits 2010 in Nagoya 20 Aichi-Ziele ausgehandelt, von denen sich eines auch mit der genetischen Vielfalt beschäftigt. Dieses Kernziel 13 besagt: «Bis 2020 ist die genetische Vielfalt der Nutzpflanzen und der landwirtschaftlichen Nutztiere und ihrer wilden Artverwandten, einschliesslich anderer sozio-ökonomisch sowie kulturell wertvoller Arten, gesichert und sind Strategien zur grösstmöglichen Begrenzung der genetischen

Verarmung und zur Bewahrung der genetischen Vielfalt entwickelt und umgesetzt worden.» Doch bislang fehlen systematische, gross angelegte und artübergreifende Programme, welche die genetische Vielfalt kartieren, bewerten und überwachen, wie es von allen Vertragspartnern der Biodiversitätskonvention (CBD 2020a, b) vereinbart wurde (Hoban et al. 2021b). Die Strategie Biodiversität Schweiz und ihr Aktionsplan (Schweizerische Eidgenossenschaft 2012, 2017) heben die genetische Vielfalt als integralen Bestandteil der Biodiversität hervor und erwähnen den Begriff in drei der zehn Hauptziele des Aktionsplans. Dennoch fehlt es auch in der Schweiz weitgehend an einer Integration der genetischen Vielfalt in Biodiversitätsmonitorings und Schutzstrategien. Dies, obwohl bereits eine Vielzahl von Studien zur genetischen Vielfalt zahlreicher Arten veröffentlicht wurden. Dementsprechend

UTILISATION D'UNE BANQUE DE DONNÉES NATIONALE SUR LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE INTRASPÉCIFIQUE POUR LA PRATIQUE DE LA CONSERVATION

CORINE BUSER, MERET MOSIMANN,
IONUT IOSIFESCU-ENESCU,
SAMUEL WOODCOCK, FELIX GUGERLI

La perte progressive d'habitats a un impact négatif sur la diversité génétique, qui est la clé de la capacité d'adaptation des espèces. En signant la Convention sur la diversité biologique, la Suisse s'est engagée à évaluer, surveiller et, à terme, enrayer cette érosion de la diversité des gènes. Or, il n'existe à ce jour aucun recueil systématique de données adapté aux besoins de la pratique de la conservation qui puisse faciliter ce processus. Un projet de banque de données nationale sur la diversité génétique intraspécifique se propose de combler ce vide.

La biodiversité comprend tous les niveaux de la diversité biologique, des écosystèmes aux services écosystémiques, en passant par les espèces et également les

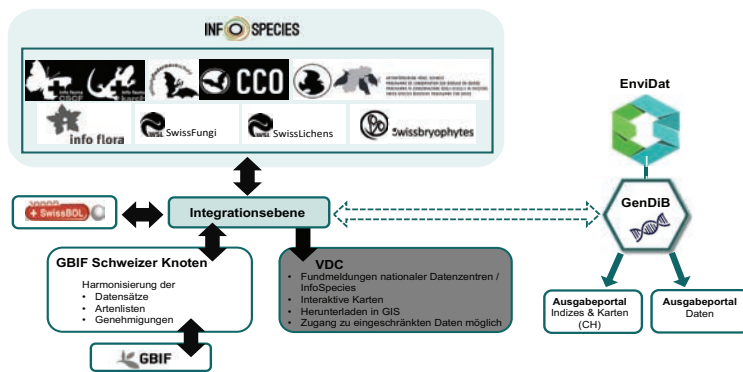
gènes. La diversité génétique au sein des espèces et des populations est fondamentale pour que les espèces puissent s'adapter aux changements environnementaux et survivre sur le long terme. Tout comme la diversité spécifique, la diversité génétique s'appauvrit à grande vitesse depuis un siècle (Leigh et al. 2019). Il est urgent d'inverser ce mouvement de déclin.

Parmi les 20 Objectifs d'Aichi négociés à Nagoya en 2010, l'objectif principal 13 est consacré à la diversité génétique: «D'ici à 2020, la diversité génétique des plantes cultivées, des animaux d'élevage et domestiques et des parents sauvages, y compris celle d'autres espèces qui ont une valeur socio-économique ou culturelle, est préservée, et des stratégies sont élaborées et mises en œuvre pour réduire au minimum l'érosion génétique et sauvegarder leur diversité génétique.» Mais des programmes inter-espèces systéma-

tiques de grande ampleur visant à cartographier, évaluer et surveiller la diversité génétique font encore défaut, alors qu'ils font partie de l'engagement (Hoban et al. 2021) des parties à la Convention sur la diversité biologique (CDB 2020a, 2020b). En Suisse, l'importance constitutive de la diversité génétique pour la biodiversité est reconnue par la Stratégie Biodiversité Suisse et la diversité génétique est citée dans trois des dix objectifs principaux du Plan d'action Biodiversité (Confédération suisse 2012, 2017). Dans les faits, cependant, la diversité génétique est encore trop peu intégrée à la surveillance de la biodiversité et aux stratégies de protection, ceci malgré une abondance d'études publiées sur la diversité génétique de nombreuses espèces. Il s'ensuit que les rapports soumis à ce jour par les États parties à la Convention sont lacunaires sur le sujet (O'Brien et al. 2022). On se félicitera donc que la Conférence des Nations Unies sur la diversité biologique

ist die Berichterstattung der Länder gegenüber der Biodiversitätskonvention bisher mangelhaft (O'Brien et al. 2022). Erfreulicherweise ist im Dezember 2022 an der UNO Biodiversitätskonferenz in Montreal (CBD 2022) dem genetischen Monitoring natürlicher Populationen noch einmal deutlich Gewicht verliehen worden.

Abb. 1: Darstellung des Datenbank-Netzwerks der Biodiversitätsdaten in der Schweiz, sowie mögliche Einordnung des Datenbank-Prototyps GenDiB [gestrichelter Pfeil]. Weisse Boxen zeigen öffentlich zugängliche Daten an, graue Boxen stehen für Daten mit exklusivem Zugang für bestimmte Nutzerkreise. Schwarze Pfeile: Bisheriger Datenfluss; blaugüne Pfeile: Datenfluss inkl. GenDiB. EnviDat: Umweltdatenportal der WSL (www.envidat.ch); VDC: virtuelles Datenzentrum.



Biodiversitätsdaten in der Schweiz

Derzeit gibt es in der Schweiz verschiedene Biodiversitäts-Datenzentren: (i) zum Vorkommen von Arten, die über die nationalen Daten- und Informationszentren (InfoSpecies) öffentlich und via dem Virtual Data Center (VDC) für bestimmte Nutzungsgruppen zugänglich sind (Abb. 1), und (ii) zu artspezifischen DNA-Sequenzen als Barcodes für Referenzzwecke, bereitgestellt von Swiss Barcode of Life (SwissBOL). Die SwissBOL DNA-Sequenzdaten werden z.B. verwendet, um die Artzusammensetzung von Lebensgemeinschaften durch Umwelt-DNA (eDNA) zu charakterisieren (Abb. 2). Die genetische Vielfalt innerhalb der Arten kann damit aber nicht erfasst werden.

qui s'est tenue à Montréal en décembre 2022 (CDB 2022) ait remis vigoureusement l'accent sur la surveillance génétique des populations naturelles.

Données sur la biodiversité en Suisse

Plusieurs centres de données sur la biodiversité existent aujourd'hui en Suisse. Les données sur la présence d'espèces sont accessibles au public par les centres de données et d'informations nationaux (InfoSpecies) et à des groupes restreints par le centre de données virtuel (VDC) (fig. 1). Les données de séquences d'ADN intraspécifiques stockées comme codes-barres à des fins de référence sont élaborées par Swiss Barcode of Life (SwissBOL). Les données SwissBOL servent par exemple à caractériser la composition spécifique de biocénoses avec l'ADN environnemental (eADN) (fig. 2). Mais elles ne permettent pas d'établir de relevés sur la diversité génétique à l'intérieur des espèces.

Les deux plateformes nationales sont reliées par le point nodal suisse du Global Biodiversity Information Facility (GBIF) au GBIF international, le plus grand système

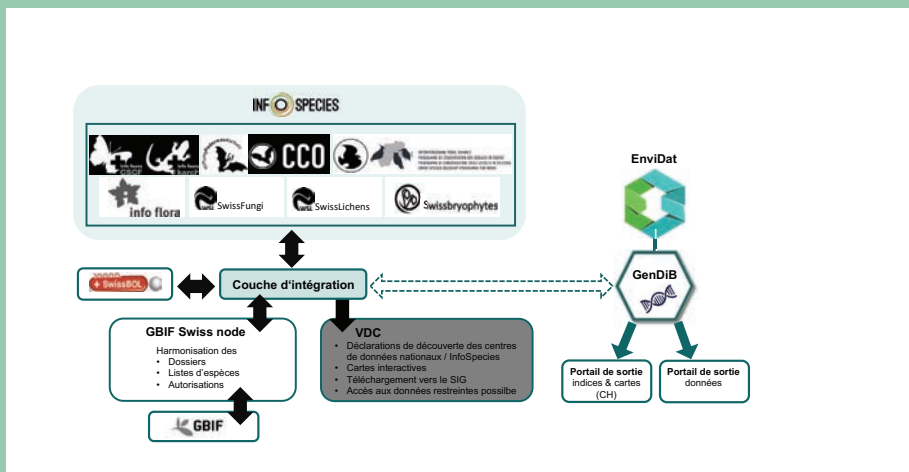


Fig. 1: Représentation schématique du réseau de banques de données sur la biodiversité en Suisse, et situation possible du prototype de banque de données GenDiB [flèche en pointillés]. Les cases blanches indiquent les données accessibles au public, les cases grises représentent les données dont l'accès est réservé à certains groupes d'utilisateurs. Flèches noires: flux de données actuel; flèches bleu-vert: flux de données, y compris GenDiB. EnviDat: portail de données environnementales du WSL (envidat.ch); VDC: centre de données virtuel.

Beide nationalen Plattformen sind über den Schweizer Knoten von GBIF (Global Biodiversity Information Facility) mit GBIF International verbunden, dem weltweit grössten Datennetzwerk zur Biodiversität (Abb. 1). Jedoch verfügt auch GBIF nicht über Daten zur innerartlichen genetischen Vielfalt. Bislang gibt es weltweit noch keine Datenbank für diese Art von genetischer Vielfalt. Auch die Schweizer Daten zur genetischen Vielfalt sind nicht systematisch und aus einer einzigen Quelle abrufbar.

Vision Datenbank GenDiB

Die gegenwärtige Situation zeigt eine klare Lücke in der Bewertung und Überwachung der Biodiversitätsebene der genetischen Vielfalt. Aus dieser leitet sich die Vision ab: Die Schweiz verfügt als weltweit erstes Land über eine Biodiversitäts-Datenbank zur innerartlichen genetischen Vielfalt. Die darin enthaltenen Daten können verwendet werden, um den Zustand und, bei wiederholten Erhebungen über die Zeit, auch Trends der genetischen Vielfalt zu beschreiben und für die nationale und internationale Berichter-

stattung zu nutzen. Darüber hinaus sind die Daten für Forschung, Lehre und die Umsetzung in der Naturschutzpraxis öffentlich verfügbar und mit den bestehenden Portalen der nationalen Datenzentren verknüpft.

In der geplanten nationalen Datenbank GenDiB sollen bereits vorhandene, georeferenzierte Daten zur genetischen Vielfalt natürlicher Populationen in der Schweiz zentral gespeichert und öffentlich zugänglich gemacht werden. Einerseits werden veröffentlichte Studien

Abb. 2: Schematische Übersicht über verschiedene Erhebungstypen für genetischen Daten und deren langfristigen Datenverwaltung in den nationalen Datenbanken der Schweiz (inkl. der nationalen Datenbank GenDiB für die populationsgenetischen Daten, welche zur Zeit noch nicht zentral abgelegt sind) sowie mögliche Anwendungen. Abbildung verändert nach Jensen & Leigh (2022).

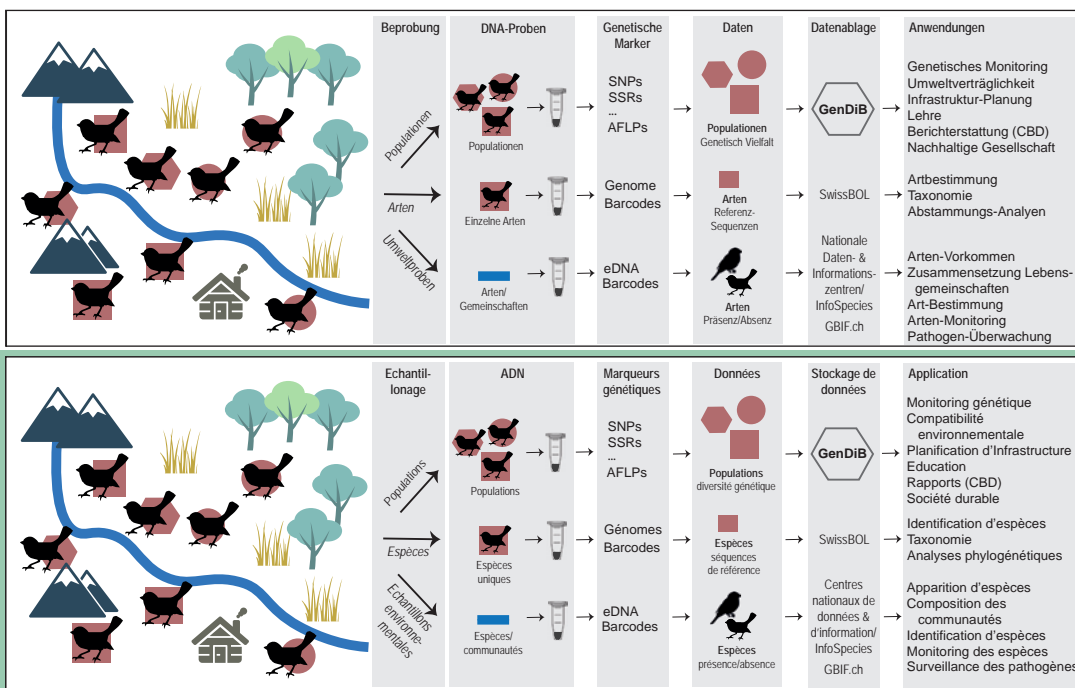


Fig. 2: Aperçu schématique des différents types de relevés de données génétiques et de leur gestion à long terme dans les banques de données nationales suisses (y compris la banque de données nationale GenDiB pour les données de génétique des populations, qui ne sont pas encore centralisées) ainsi que des applications possibles. Figure modifiée d'après Jensen & Leigh (2022).

mondial d'informations sur la biodiversité (fig. 1). L'inconvénient est que le GBIF ne dispose pas non plus de données sur la diversité génétique intraspécifique, et il n'y a pas, au niveau mondial, de banque de données consacrée à ce type de diversité génétique. En Suisse, les données existent mais elles ne sont pas consultables systématiquement à partir d'une seule source.

Vision de la banque de données GenDiB

La situation actuelle met en évidence un vide important dans l'évaluation et la surveillance de la diversité au niveau géné-

tique. Il en découle la vision suivante: la Suisse est le premier pays du monde à disposer d'une banque de données de biodiversité concernant la diversité génétique intraspécifique. Ces données peuvent être utilisées pour décrire l'état et, en cas de relevés répétés, les tendances de la biodiversité au niveau génétique, et servir à l'établissement de rapports nationaux et internationaux. Elles sont disponibles publiquement pour la recherche, l'enseignement et la pratique de la conservation, et sont reliées aux portails existants des centres de données nationaux.

La future banque de données nationale GenDiB centralisera les données géoréférencées déjà existantes sur la diversité génétique des populations naturelles en Suisse et en garantira le libre accès. Le catalogue systématique des études publiées et des métadonnées connexes permettra d'obtenir rapidement une vision d'ensemble et de filtrer les données par mots-clés. Les données non encore publiées pourront être munies d'une référence unique permanente (Digital Object Identifier, DOI) puis archivées. Dans les deux cas, la stricte application des directives relatives aux données de recherche

und dazugehörige Metadaten in GenDiB systematisch dokumentiert. So kann man sich einfach einen Überblick verschaffen und die Daten nach spezifischen Schlagworten filtern. Andererseits soll für bisher unveröffentlichte Daten zusätzlich das Angebot bestehen, diese mit einer eindeutigen und dauerhaften Referenz (DOI - Digital Object Identifier) zu versehen und zu archivieren. In beiden Fällen werden die Richtlinien zu offenen Forschungsdaten (ORD - Open Research Data) konsequent umgesetzt, um den Lebenszyklus der Forschungsdaten über die genetische Vielfalt massiv zu verbessern und damit in Wert zu setzen.

Synergien mit bestehenden Daten-Netzwerken

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie und Bedarfsanalyse fand ein erster Workshop mit verschiedenen Interessenvertreter:innen statt. Dabei war eine zentrale Frage, wie GenDiB optimal in das bestehende Netzwerk der Schweizer Biodiversitäts-Datenbanken integriert werden kann, um Synergien bestmöglich zu nutzen. Ein effizientes Zusammenwirken mit den bereits vorhandenen Schwei-

zer Datenzentren und Datenbanken sowie die Kompatibilität zu Metadaten anderer Datenbanken stand dabei im Vordergrund. Ein erstes Ergebnis dieses Stakeholder-Workshops ist die in Abb. 1 aufgezeigte mögliche Positionierung von GenDiB in das bestehende Netzwerk. Wie genau eine solche Verknüpfung realisiert werden könnte, muss jedoch noch gemeinsam mit den bestehenden Datenzentren geklärt werden.

Für den Prototyp der GenDiB-Datenbank scheint die Angliederung an EnviDat, das Umweltdatenportal der WSL, eine naheliegende Lösung. EnviDat macht Umweltmonitoring- und Forschungsdaten der WSL leicht und einheitlich zugänglich und bietet ausserdem die Struktur, um Datensätze zu integrieren, zu speichern und zu veröffentlichen. Von der spezifischen Expertise des EnviDat-Teams und der bereits vorhandenen Struktur kann GenDiB stark profitieren. Eine Anbindung an die nationalen Datenzentren ist vorgesehen.

Datens(ch)ätze sichtbar machen

«Welche Organismen wurden in der Schweiz bereits untersucht, welche genetischen Daten sind bereits vorhanden,

und wo können diese abgerufen werden?» hat sich am erwähnten Workshop als eine sehr zentrale Frage herauskristallisiert. In einem ersten Schritt wurde eine Literatursuche durchgeführt, um veröffentlichte Datensätze aufzufinden. Darauf basierend wurde eine interaktive Übersichtskarte als Prototyp erstellt. Eine solche Karte kann künftig als wichtige Grundlage für die (inter-)nationale Berichterstattung dienen und zudem für Forschung, Monitoring und Lehre verwendet werden. Neben der aktuellen Literatursuche ist eine Umfrage bei der Schweizer Forschungsgemeinschaft im Bereich Populations- und Naturschutzgenetik geplant, um das Interesse an GenDiB und die Verfügbarkeit weiterer Datensätze (einschliesslich unveröffentlichter Daten) abzufragen.

Für die Literatursuche wurde hauptsächlich Web of Science verwendet. Aufgrund verschiedener Stichwörter und Filter wurden publizierte populationsgenetische Studien mit Daten aus der Schweiz vorsortiert. Die resultierenden 957 Publikationen wurden gesichtet und auf 282 relevante Artikel reduziert. Von diesen

ouvertes (Open Research Data, ORD) aura pour effet d'améliorer de façon décisive le cycle de vie des données et ainsi de les valoriser.

Synergies avec les réseaux de données existants

Dans le cadre d'une étude de faisabilité et d'une analyse des besoins, un premier atelier a réuni des personnes des milieux intéressés. Une question maîtresse était de savoir comment intégrer GenDiB dans le réseau des bases de données nationales sur la biodiversité de manière à générer un maximum de synergies, une attention particulière étant portée à l'efficacité de la coopération avec les centres de données suisses préexistants et à la compatibilité avec les métadonnées d'autres banques de données. Un premier élément de réponse fourni durant l'atelier a été le positionnement possible de GenDiB au sein du réseau existant (fig. 1). Les modalités de connexion concrètes doivent encore être clarifiées avec les centres de données existants.

Pour ce qui est du prototype de GenDiB, un rattachement à EnviDat, le portail de données environnementales de l'Institut

fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), apparaît comme une solution évidente. EnviDat assure un accès rapide et centralisé aux données de surveillance environnementale et de recherche du WSL et offre le cadre requis pour l'intégration, le stockage et la publication des jeux de données. GenDiB pourra tirer amplement profit de l'expertise de l'équipe d'EnviDat et de la structure existante. Une connexion aux centres de données nationaux est prévue.

Rendre exploitable le trésor des jeux de données

Lors de l'atelier, la question de savoir quels organismes ont déjà été étudiés en Suisse, quelles sont les données génétiques déjà disponibles et où elles peuvent être consultées est également ressortie comme fondamentale. Une analyse de la littérature a permis de retrouver des jeux de données publiés, lesquels ont servi à élaborer un prototype de carte d'ensemble interactive. Ce type de carte pourra constituer une base importante pour la production de rapports (inter)nationaux et être utilisé pour la re-

cherche, la surveillance et l'enseignement. Une enquête auprès de la communauté suisse de recherche sur la génétique des populations et de la conservation est prévue afin de sonder l'intérêt pour GenDiB et la mise à disposition d'autres jeux de données (y compris de données non publiées).

L'analyse de la littérature s'est principalement appuyée sur le Web of Science. Un tri préalable a été effectué à l'aide de mots-clés et de filtres parmi les études de génétique des populations publiées contenant des données suisses. Les 957 publications obtenues ont été parcourues et réduites à 282 articles. Dans chacun d'eux, les noms du premier et du dernier auteur ont été extraits à des fins de prise de contact et complétés par des adresses provenant du réseau de recherche personnel. Au total, 158 personnes ont été invitées à saisir de manière uniforme les métadonnées relatives à leurs jeux de données publiés et, le cas échéant, à rendre accessibles les (méta)données non publiées. Pour ces 282 publications, il s'agit maintenant d'enregistrer en continu les informations

Abb. 3: Beispiele des interaktiven Kartenprototypes von GenDiB. (A) Übersichtskarte aller bislang aufbereiteten Datenpunkte zur innerartlichen genetischen Vielfalt in der Schweiz; Auswahl der Datenpunkte mit gewählten Filtern: (B) «Pilze»; (C) «unpublizierte Daten»; (D) «Wirbeltiere» und «publizierte Daten».

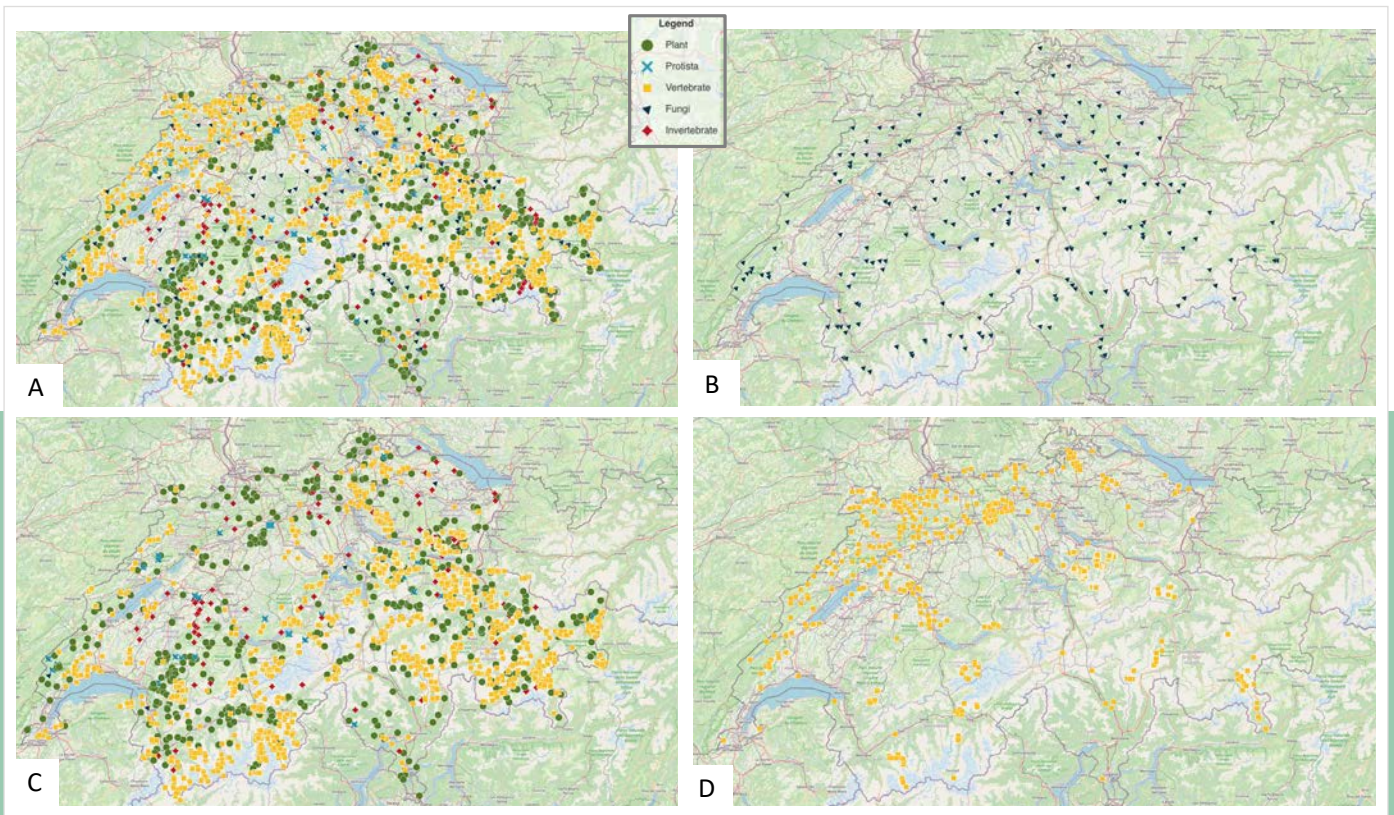


Fig. 3: Exemples du prototype de carte interactive de GenDiB. (A) Carte d'ensemble de tous les points de données préparés jusqu'à présent concernant la diversité génétique intraspécifique en Suisse; sélection des points de données avec des filtres choisis: (B) champignons; (C) données non publiées; (D) vertébrés et données publiées.

wurden jeweils Erst- und Letztautor:innen als Kontakte herausgezogen und mit Adressen aus dem persönlichen Forschungsnetzwerk ergänzt. Insgesamt konnten 158 Personen angeschrieben und gebeten werden, Metadaten zu ihren publizierten Datensätzen einheitlich zu dokumentieren und gegebenenfalls bislang unveröffentlichte (Meta-) Daten zugänglich zu machen. Von diesen 282 Publikationen werden nun fortlaufend die vorhandenen Informationen als Metadaten abgespeichert, respektive die Autoren erneut angeschrieben und um fehlende Metadaten gebeten.

Metadaten sind Mangelware

Die Datenaufbereitung hat gezeigt, dass nur etwa bei der Hälfte der ausgewählten Artikel zur genetischen Vielfalt alle relevanten Metadaten in öffentlich zugänglicher Form dokumentiert wurden. Dies betrifft zum Beispiel die Koordinaten der untersuchten Proben, die Stichprobengrößen und den Zeitraum der Probenahme. Zudem sind die Metadaten oft im Text versteckt und/oder die Koordinaten nicht maschinenlesbar. Ohne diese Infor-

mationen ist es für Forschende und Naturschutzpraktiker:innen schwierig, das bereits existierende Wissen richtig einzuordnen. Ausserdem geht damit die Möglichkeit verloren, die räumliche Verteilung und Veränderungen der genetischen Vielfalt über die Zeit sichtbar zu machen; letztere würden mit einer erneuten Beprobung und genetischen Untersuchung relativ einfach aufgedeckt. Somit wird deutlich, wie wichtig es ist, vorhandene (Meta-) Daten konsistent und zentral aufzubewahren und öffentlich zugänglich zu machen. Erfreulich ist, dass seit der 2017 an Schweizer Instituten eingeführten Strategie und Aktionsplan für Open Access die Metadaten deutlich besser verfügbar und genauer wurden.

Kartenprototyp verdeutlicht Potenzial

Die bisher aufbereiteten Daten umfassen ca. 100 Studien mit über 9000 Datenpunkten (genotypisierte Stichproben von lokalen oder regionalen Vorkommen in der Schweiz) und dienen als Grundlage für eine interaktive Übersichtskarte. Diese basiert bislang nur auf einem Teil der bereits für die Schweiz vorhandenen Daten.

Eine erste Prototypversion der Karte (Abb. 3 & 4) ist auf unserer Projektseite öffentlich zugänglich (<https://gendib.wsl.ch>). Zu jedem Datenpunkt sollen in Zukunft noch weitere Informationen aus den Metadaten angezeigt werden: Wissenschaftlicher Artnamen, Stichprobengrösse, Art und Anzahl genetischer Marker, DOI der Publikation und/oder des Datensatzes, Links zu den Metadaten, dem Datensatz, sowie zu Kontaktpersonen. Die Karte wird mit Hilfe der technischen Expertise des EnviDat Teams weiterentwickelt und verfügt über verschiedene Filterfunktionen. Der Entwicklungsprozess des Prototyps ist «agil», was heisst, dass er fortlaufend den Bedürfnissen der Nutzer:innen angepasst und ergänzt werden kann. Diese erste, vereinfachte Version der Karte verdeutlicht bereits das Potenzial an Informationen zur genetischen Vielfalt, die bisher verstreut oder gar nicht zugänglich schlummerte und dank GenDiB einfach abruf- und nutzbar gemacht werden kann. In einem nächsten Schritt soll GenDiB als Datenbank-Prototyp entwickelt werden, so dass auch neu erstellte Datensätze

disponibles sous forme de métadonnées ou de relancer les auteurs afin d'obtenir les métadonnées manquantes.

Métadonnées insuffisantes

Le traitement des données a révélé que les métadonnées pertinentes n'ont été intégralement enregistrées sous une forme accessible librement que pour la moitié des articles sélectionnés. Il s'agit par exemple des coordonnées et de la taille des échantillons, ou de la période d'échantillonnage. De plus, les métadonnées sont souvent cachées dans le texte ou les coordonnées ne peuvent pas être lues par un ordinateur. Sans ces éléments, il est beaucoup plus difficile pour la recherche et la pratique de la conservation d'organiser correctement le savoir existant. Il n'est également plus possible de mettre en évidence la répartition territoriale et les modifications de la diversité génétique au cours du temps; ces dernières seraient relativement faciles à détecter avec un nouveau prélèvement et un examen génétique. Ces exemples illustrent bien l'importance qu'il y a à conserver les (méta)données existantes de manière cohérente et centralisée et

d'en garantir le libre accès. Une bonne nouvelle est que l'introduction de la stratégie et du plan d'accès pour l'Open Access dans les instituts de formation suisses, en 2017, a sensiblement amélioré la disponibilité et l'exactitude des métadonnées.

Potentiel révélé dès la phase prototypale

Les données traitées jusqu'ici comprennent une centaine d'études englobant plus de 9000 points de données (échantillons géotypés d'espèces locales ou régionales en Suisse) et servent de base à une carte d'ensemble interactive. Celle-ci n'inclut à ce jour qu'une partie des données disponibles pour la Suisse. Un premier prototype de la carte (fig. 3 et 4) est accessible au public sur le site du projet (gendib.wsl.ch). L'affichage de chaque point de données sera à l'avenir enrichi d'informations supplémentaires issues des métadonnées: nom d'espèce scientifique, taille de l'échantillon, type et nombre de marqueurs génétiques, DOI de la publication et/ou du jeu de données, liens vers les métadonnées, le jeu de données et les personnes à

contacter. La carte est développée avec l'expertise technique de l'équipe EnviDat et munie de différents filtres. Le prototype suit un processus de développement agile, c'est-à-dire qu'il est en continu complété et ajusté aux besoins finaux. Cette première version simplifiée de la carte met déjà en lumière le potentiel des informations sur la diversité génétique jusqu'ici dispersées ou dormantes et qui, grâce à GenDiB, pourront être lues et exploitées facilement. La prochaine étape consistera à développer un prototype de banque de données GenDiB, qui permettra de téléverser directement, de référencer et d'archiver les nouveaux jeux de données.

GenDiB doit contribuer à sauvegarder, rendre exploitable et archiver de manière centralisée le trésor que sont les données existantes sur la diversité génétique des populations de Suisse, afin qu'elles soient accessibles facilement, durablement et librement pour la recherche, l'enseignement et la pratique de la conservation, en particulier parce que les relevés dont elles sont issues ont été pour l'essentiel financés par des fonds publics. Cette

Abb. 4: Darstellung des interaktiven Kartenprototyps GenDiB am Beispiel der Arve (*Pinus cembra*): (A) Übersichtskarte aller bislang aufbereiteten Datenpunkte zur innerartlichen genetischen Vielfalt von *P. cembra* in der Schweiz; (B) Article Doi: Link – leitet weiter zum Ort der Veröffentlichung; (C) Data Doi: Link – verweist auf Ort der Daten-Veröffentlichung; (D) *Pinus cembra* im Aletschwald (Foto: F. Gugerli). GenDiB enthält (noch) keine Links zu Fotos der Arten und zu Daten, die noch über keine DOI verfügen.

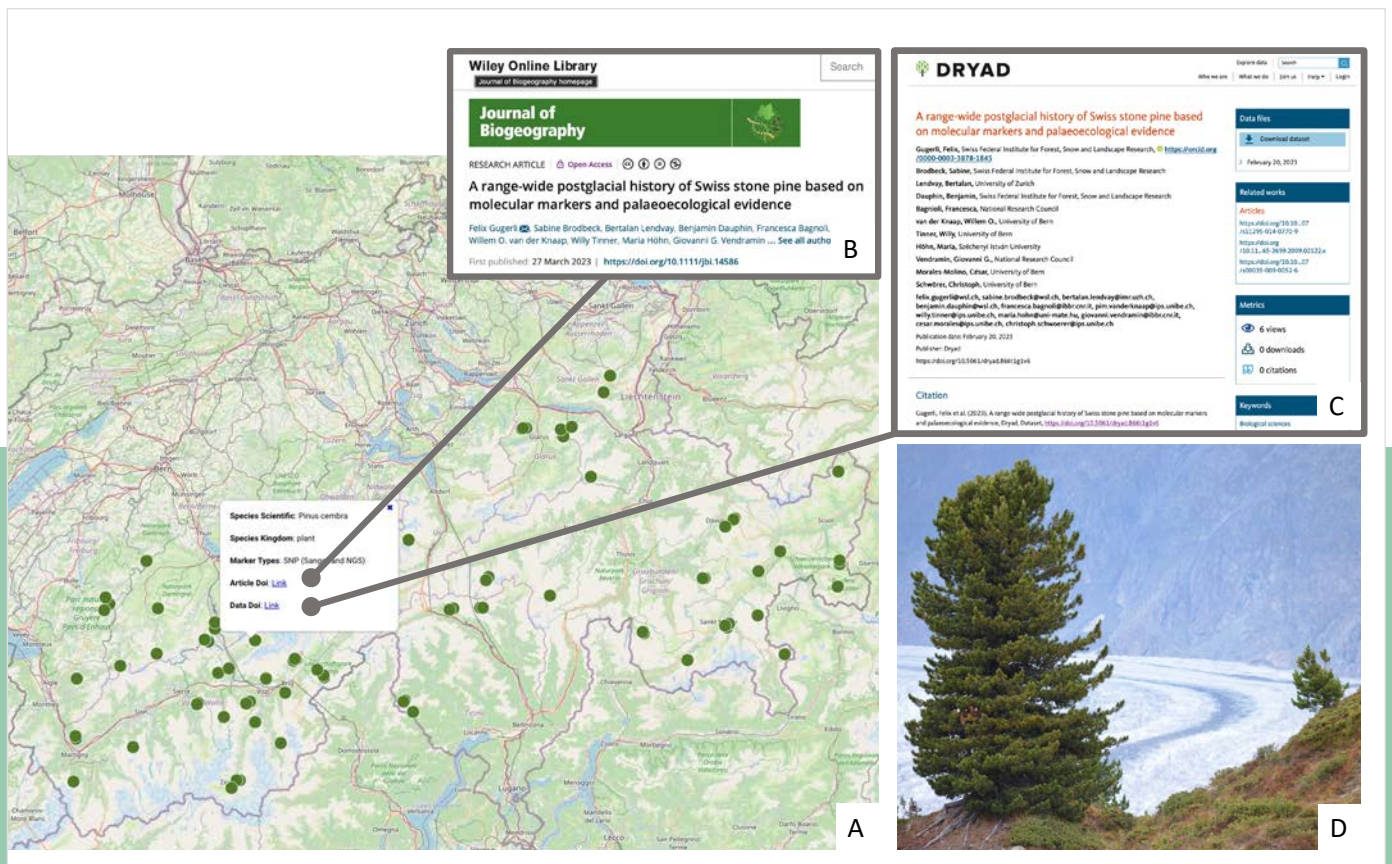


Fig. 4: Représentation du prototype de carte interactive GenDiB appliqué à l'exemple de l'arolle (*Pinus cembra*): (A) carte d'ensemble de tous les points de données préparés jusqu'à présent concernant la diversité génétique intraspécifique de *P. cembra* en Suisse; (B) DOI article: le lien redirige vers le lieu de publication; (C) DOI données: le lien renvoie au lieu de publication des données; (D) *P. cembra* dans la forêt d'Aletsch (photo: F. Gugerli). GenDiB ne contient pas (encore) de liens vers les photos des espèces et vers les données qui ne disposent pas encore de DOI.

direkt hochgeladen und referenzierbar archiviert werden können.

GenDiB soll dazu beitragen, den bereits vorhandenen Datenschatz zur genetischen Vielfalt von Schweizer Populationen zu bergen, aufzubereiten und zentral zu archivieren, damit diese Daten für Forschung, Lehre und die Umsetzung in der Naturschutzpraxis einfach, langfristig und öffentlich zugänglich sind; nicht zuletzt deshalb, weil solche Datenerhebungen grösstenteils durch Steuergelder finanziert wurden. Diese Datenbank zur innerartlichen genetischen Vielfalt wird ein nützliches Werkzeug sein, nicht nur um einen Überblick über die Daten zur genetischen Vielfalt in der Schweiz zu erlangen, sondern auch um den «Verlust der genetischen Vielfalt zu bewerten, zu überwachen und letztendlich zu stoppen», wie dies in der Strategie Biodiversität Schweiz verankert ist.

Danksagung

Wir danken Andrin Gross, Benjamin Dauphin, Christian Rellstab, Deborah Leigh, Gian-Kasper Plattner, Lukas Wotruba, Rolf Holderegger, Rolf Meile und Silvia

Stofer für die Zusammenarbeit im Team GenDiB, und den Teilnehmer:innen des Workshops für die anregenden Diskussionen und wertvollen Inputs.

Kontakt

Corine Buser
Biodiversität & Naturschutzbiologie
Meret Mosimann
Biodiversität & Naturschutzbiologie
Ionu Iosifescu-Enescu
EnviDat / Waldressourcen & Waldmanagement
Samuel Woodcock
EnviDat / Waldressourcen & Waldmanagement
Felix Gugerli
Biodiversität & Naturschutzbiologie

Eidgenössische Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf
E-Mail: gendib@wsl.ch

Referenzen

CBD 2020a. Zero draft of the post-2020 global biodiversity framework. www.cbd.int/doc/c/efb0/1f84/a892b98d2982a829962b6371/wg2020-02-03-en.pdf

CBD 2020b. Zero draft of the post-2020 global biodiversity framework, Appendix 1. www.cbd.int/doc/c/2c69/df5a/01ee87752c3612d3ba7ec341/

banque de données sur la diversité génétique intraspécifique sera un outil utile pour obtenir une vision d'ensemble des données sur la diversité génétique en Suisse, mais aussi pour évaluer, surveiller et, à terme, enrayer la perte de diversité génétique, conformément à l'objectif inscrit dans la Stratégie Biodiversité Suisse.

Remerciements

Nous remercions Andrin Gross, Benjamin Dauphin, Christian Rellstab, Deborah Leigh, Gian-Kasper Plattner, Lukas Wotruba, Rolf Holderegger, Rolf Meile et Silvia Stofer pour leur collaboration au sein de l'équipe GenDiB, ainsi que les personnes ayant participé à l'atelier, pour les discussions stimulantes et leurs remarques pertinentes.

Renseignements

Corine Buser
Biodiversité et écologie de la conservation
Meret Mosimann
Biodiversité et écologie de la conservation
Ionu Iosifescu-Enescu
EnviDat / Ressources et gestion forestières

Samuel Woodcock
EnviDat / Ressources et gestion forestières
Felix Gugerli
Biodiversité et écologie de la conservation

Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL)
Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf
courriel: gendib@wsl.ch

Bibliographie

CDB 2020a. Avant-projet de cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020. <https://www.cbd.int/doc/c/b0ad/2153/c2798e2ff41785f71e41cf1b/wg2020-02-03-fr.pdf>

CDB 2020b. Avant-projet de cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020, appendice 1. <https://www.cbd.int/doc/c/7169/c01a/6d9cf7858984186c7c14cb88/wg2020-02-03-add1-fr.pdf>

CDB 2022. Cadre Mondial de la biodiversité de Kunming à Montréal. Projet de décision proposé par le président. <https://www.cbd.int/doc/c/0bde/b7c0/00c058bbfd77574515f170bd/cop-15-l-25-fr.pdf>

Confédération suisse 2012. Stratégie Biodiversité Suisse. Office fédéral de l'environnement OFEV (éd.), Berne, 89 p.

[wg2020-02-03-add1-en.pdf](https://www.cbd.int/doc/c/efb0/1f84/a892b98d2982a829962b6371/wg2020-02-03-add1-en.pdf)

CBD 2022. Kunming-Montreal Global biodiversity framework Draft decision submitted by the President. <https://www.cbd.int/doc/c/efb0/1f84/a892b98d2982a829962b6371/wg2020-02-03-add1-en.pdf>

Hoban S et al. 2021. Global commitments to conserving and monitoring genetic diversity are now necessary and feasible. *BioScience* 71: 964–976.

Jensen E, Leigh DM 2022. Using temporal samples to understand contemporary climate change responses in wildlife. *Ecology and Evolution* 12: e9340.

Leigh DM, Hendry AP, Vázquez-Domínguez E, Friesen VL 2019. Estimated six per cent loss of genetic variation in wild populations since the industrial revolution. *Evolutionary Applications* 12: 1505–1512.

O'Brien D et al. 2022 Bringing together approaches to reporting on within species genetic diversity. *Journal of Applied Ecology* 59: 2227–2233.

Schweizerische Eidgenossenschaft 2012. Stratégie Biodiversité Schweiz. Bundesamt für Umwelt (BAFU, Ed.), Bern, 89 pg.

Schweizerische Eidgenossenschaft 2017. Aktionsplan Stratégie Biodiversité Schweiz. Bundesamt für Umwelt (BAFU, Ed.), Bern, 50 pg.

Confédération suisse 2017. Plan d'action Stratégie Biodiversité Suisse. Office fédéral de l'environnement OFEV (éd.), Berne, 53 p

Hoban S et al. 2021. Global commitments to conserving and monitoring genetic diversity are now necessary and feasible. *BioScience* 71: 964–976.

Jensen E, Leigh DM 2022. Using temporal samples to understand contemporary climate change responses in wildlife. *Ecology and Evolution* 12: e9340.

Leigh DM, Hendry AP, Vázquez-Domínguez E, Friesen VL 2019. Estimated six per cent loss of genetic variation in wild populations since the industrial revolution. *Evolutionary Applications* 12: 1505–1512.

O'Brien D et al. 2022 Bringing together approaches to reporting on within species genetic diversity. *Journal of Applied Ecology* 59: 2227–2233.