

Erarbeitung einer Argumentations- grundlage zur Reaktivierung einer Sammlung

Am Beispiel des Herbariums des Botanischen Gartens
der Universität Bern

Masterthesis

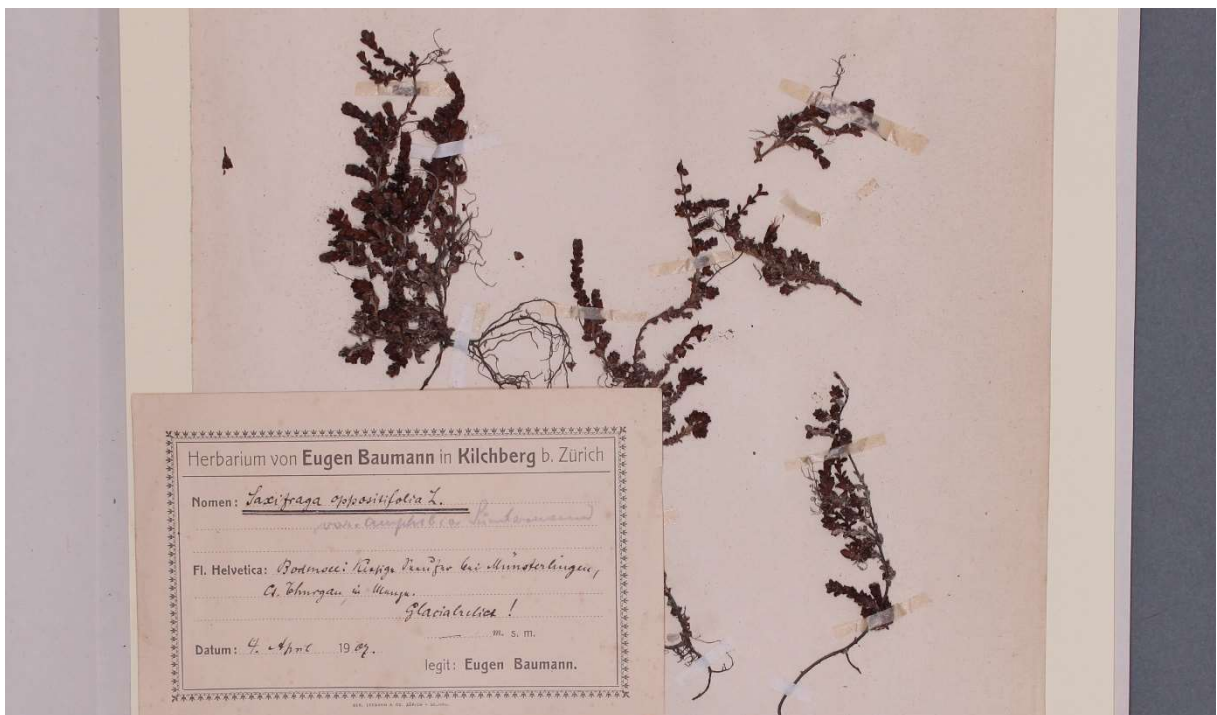


Abbildung 1 Titelbild; Herbarbelege von *Saxifraga oppositifolia* L. subsp. *amphibia* (Sünd.) Braun-Blanquet

Studiengang:	Master of Arts in Conservation - Restoration
Vertiefungsrichtung:	Grafik, Schriftgut und Fotografie
Autorin:	Annekäthi Schenk
Referentin:	Dipl. Kons.-Rest. Effner Carmen
Koreferentin:	Dr. Katja Rembold
Datum:	05.07.2021

Zusammenfassung

Seit dem Entstehen der ersten Kräuterbücher in der Renaissance bildeten Herbarien, wie das der Universität Bern, die Grundlage der Erforschung der Pflanzenwelt. Mit dem Aufkommen von neuen Technologien im 20. Jahrhundert etablierten sich neue Fachgebiete in der Biologie, welche mit der traditionellen Systematik konkurrierten. Finanzielle Ressourcen flossen zunehmend in erfolgsversprechende neue Techniken, wodurch Herbarien im Laufe der Zeit inaktiv oder sogar aufgelöst wurden. Besonders durch die zahlreichen Veränderungen in der Umwelt in den letzten Jahren, wurde der Wert der Herbarien langsam wiedererkannt. Auch neue technische Möglichkeiten, welche mit dem trockenen Pflanzenmaterial aus Herbarien arbeiten, lassen die Wertschätzung von Herbarien allmählich wieder steigen.

Mit der steigenden Wertschätzung wird es nun Zeit, die in den letzten Jahren weniger beachteten Sammlungen wieder zu beleben. Deshalb befasst sich diese Masterarbeit mit der Reaktivierung und Belebung einer naturwissenschaftlichen Sammlung am Beispiel des Herbariums der Universität Bern.

Abstract

Herbariums have been the foundation of botanical research ever since herbals were first made in the renaissance. The 20th century gave rise to new areas of research in Biology which competed with the more traditional methodologies, leading to a dismissive view of the herbarium. However, the recent effects of climate change have once again highlighted the value of herbariums. Additionally, new methodologies have been developed which make use of the dried plant matter stored in herbariums.

With the increasing appreciation, it is now time to revive the collections that have received less attention in recent years. Therefore, this master thesis deals with the reactivation and revitalization of a natural science collection using the example of the herbarium of the University of Bern.

Danksagung

Ich danke allen Menschen, die durch ihr Denken und Handeln zum erfolgreichen Abschluss dieser Thesis beigetragen haben. Einen besonderen Dank möchte ich an meine beiden Referentinnen Dipl. Kons.-Rest. Carmen Effner (Hochschule der Künste Bern, Konservierung und Restaurierung von Grafik, Schriftgut und Fotografie) und Dr. Katja Rembold (Botanischer Garten der Universität Bern, Wissenschaftliche Mitarbeiterin/Kuratorin) richten. Durch ihre Hilfsbereitschaft, Überlegungen und durch die geführten Gespräche, konnte ich sehr viel lernen und mich weiterentwickeln. Mit ihrer Beratung und konstruktiven Kritik war es mir möglich, Inhalte und Form der Arbeit zu optimieren. Allen beteiligten Personen des Instituts für Pflanzenwissenschaften und Botanischer Garten der Universität Bern möchte ich für ihre Spontanität und Vertrauen danken. Ihr seid mir stets interessiert und wohlwollend begegnet, was mich sehr motiviert hat.

Katja Friese, Christina Hinterleitner, Ingo Mayer und Martin Troxler danke ich für die Beratung, Expertenmeinungen und die Unterstützung zum Thema Biozide. Lea Dauwalder danke ich für das Gespräch und die vorzügliche Masterarbeit mit dem Titel «Das Herbarium des Felix Platter. Die Erhaltung eines historischen Buch-Herbariums» die mir als Grundlage und Einstieg in das Thema diente. Jurriaan de Vos danke ich für die Führung im Herbarium der Universität Basel. Bei Holger Frick bedanke ich mich für das Gespräch bezüglich Planung von Grossprojekten und die zur Verfügung gestellte Literatur. Roland Albers und Tobias Plüss danke ich für die fachmännische Reparatur der Lampe und die Ablenkung. Bei den Korrekturleserinnen bedanke ich mich für die Arbeit und die emotionale Unterstützung. Meinem Freund, Familie und Freunden gilt ein besonderer Dank, da sie mich mit viel Liebe und Freundlichkeit in jeder Lebenssituation unterstützen.

Abkürzungsverzeichnis

BOGA	Botanischer Garten der Universität Bern
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan (Biozid)
Herbarium Bern	Herbarium des Botanischen Gartens der Universität Bern
IPM	Integriertes Schädlingsmanagement
IPS	Institut für Pflanzenwissenschaften der Universität Bern
Kap.	Kapitel
UV-Licht	Ultraviolette Licht

Verwendeten Fachbegriffe

Aufgrund des interdisziplinären Charakters der vorliegenden Masterthesis werden verwendete Fachbegriffe aus der Konservierung und Restaurierung sowie der Biologie in der nachfolgenden Tabelle geklärt. Falls nötig werden Mehrdeutigkeiten einzelner Begriffe erklärt und die Verwendung für diese Masterthesis festgelegt. Alle erläuterten Begriffe sind bei der Erstnennung im Text¹ **fett** markiert. Die Benennungen der Möbelemente sind der Abbildung 2 im Anschluss der Fachbegriffe zu entnehmen.

Tabelle 1 Verwendete Fachbegriffe

Biodiversität	Die Gesamtheit des Lebens innerhalb einer bestimmten Region (Simpson, 2020, S. 716). Der Begriff beschreibt alle Aspekte der biologischen Vielfalt, insbesondere den Artenreichtum, die Komplexität der Ökosysteme und die genetische Vielfalt (Allaby, 2019, S. 63–64).
Biozid	Chemische Stoffe, welche Organismen abtötet (Weiss, 2002a, S. 269).
Botanik	Pflanzenkunde, Teilgebiet der Biologie, das sich mit der Erforschung der Organisation und der Lebensfunktionen der Pflanzen beschäftigt (Weiss, 2002b, S. 295).
Faszikel	Bündel oder Aktenbündel, welches nach und nach erstellt wird (Brockhaus, 1966, S. 89). Traditionell wurden Herbarien in Faszikel mappen / Zugbandmappen aufbewahrt, daher wurden auch einzelne Einheiten in Herbarien Faszikel genannt.
Fluoreszenz	Die Fähigkeit eines Materials zu leuchten, wenn es von Licht im sichtbaren, ultravioletten und infraroten Spektralbereich angestrahlt wird (Weiss, 2002c, S. 694–695, 2002d, S. 1239+1242).
Geobotanik	Pflanzengeografie, Lehre von der Verbreitung der Pflanzen auf der Erde in ihrer Abhängigkeit von den Lebensbedingungen (Weiss, 2002e, S. 1508).
Herbarbeleg / Beleg	Ein Herbarbeleg ist eine getrocknete und gepresste Pflanzenprobe, welche zusammen mit dokumentierten Informationen auf ein Papier geheftet oder geklebt ist (Simpson, 2020, S. 726). Somit ist mit dem Begriff Herbarbeleg eine lose Einheit aus der Sammlung also dem Herbarium gemeint. Zu den dokumentierten Informationen zählen der Name des Herbariums, wissenschaftlicher Name der Pflanze, Name der Pflanze im Volksmund, Name des Sammelnden, Sammeldatum, Sammelort und weitere Angaben wie die Farbe oder der Duft der Pflanze, welche beim trocknen verloren gehen (Bridson & Forman, 1999, S. 47).
Herbarium/ Herbar	Eine Sammlung von getrockneter und gepresster Pflanzen, welche für wissenschaftliche Zwecke, verwendet wird (Wagenitz & Wagenitz, 1996a, S. 173). Die Grösse der Sammlung wird dabei nicht beachtet. Somit kann sowohl ein Buch, welches eine abgeschlossene Sammlung an konservierten Pflanzen enthält, eine Teilsammlung oder gar eine gesamte

¹ Exkl. Überschriften und Kapiteln: Zusammenfassung, Abstract und Danksagung.

	Institution als Herbarium oder Herbar bezeichnet werden (Dauwalder, 2012, S. 13-14).
Konservierte Sammlung	Eine Teilsammlung der naturwissenschaftlichen Sammlung des Botanischen Gartens der Universität Bern, welche alle nicht lebenden Pflanzenbelege enthält, deren Haltbarkeiten durch beliebige Techniken verlängert wurden. Der Begriff wird in Abgrenzung zur Lebendsammlung verwendet. Es handelt sich um einen intern im Botanischen Garten der Universität Bern verwendeten Begriff, welcher für die vorliegende Masterthesis übernommen wurde.
Lebendsammlung	Teilsammlungen der naturwissenschaftlichen Sammlung des Botanischen Gartens der Universität Bern mit lebenden Pflanzenbelegen. Der Begriff wird in Abgrenzung zur konservierten Sammlung verwendet. Es handelt sich um einen intern im Botanischen Garten der Universität Bern verwendeten Begriff, welcher für die vorliegende Masterthesis übernommen wurde.
Nomenklatur	Bezeichnet die Benennung von Organismen (Wagenitz & Wagenitz, 1996b, S. 259).
Phänologie	Die Lehre von jahreszeitlichen Abläufen wichtiger Lebensereignisse z.B. dem Blühen von Pflanzen oder dem Blattaustrieb (Brockhaus, 2021).
Systematik	Simpson beschreibt die Systematik als eine biologische Wissenschaft, die die traditionelle Beschreibung (Taxonomie), Identifizierung, Benennung (Nomenklatur) und Klassifizierung von Organismen, umfasst und als vorrangiges Ziel die Rekonstruktion der Evolutionsgeschichte, des Lebens hat (Simpson, 2020, S. 7).
Taxonomie / Pflanzentaxonomie	Der Begriff wurde ursprünglich für das Teilgebiet der Systematik verwendet, welche sich mit der Beschreibung der Pflanzen befasst (Wagenitz & Wagenitz, 1996c, S. 373; Weiss, 2002f, S. 1952-1953). Heute werden die Begriffe Taxonomie und Systematik synonym verwendet.
Typusbeleg	Ein Herbarbeleg oder eine Illustration, welche als Erstnachweis einer Pflanze gilt und auf welchem der Name der Pflanze basiert (Simpson, 2020, S. 732).
Ultraviolettstrahlung (UV-Licht)	Strahlung mit einer Wellenlänge von etwa 400nm bis 10nm. Ultraviolettstrahlung wird auch als ultraviolettes Licht (UV-Licht) bezeichnet, da die Strahlung grösstenteils die gleichen Eigenschaften wie das sichtbare Licht hat. UV-Licht unterscheidet sich von den sichtbaren Licht durch eine höhere Frequenz, wodurch UV-Licht energiereicher ist als sichtbares Licht (Weiss, 2002g, S. 2050-2051).
UV-Fluoreszenz fotografie	Fotografische Darstellung der Fluoreszenz (siehe Fluoreszenz) eines Materials bei Anregung durch UV-Licht (siehe Ultraviolettstrahlung), bei welcher nur der sichtbare Bereich des Lichts erfasst wird.

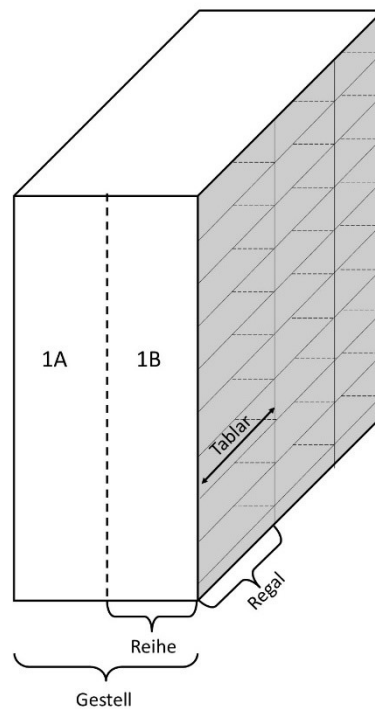


Abbildung 2 Benennung der Möbelemente

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Abstract	1
Danksagung	2
Abkürzungsverzeichnis	3
Verwendeten Fachbegriffe	3
Einleitung	8
Teil I. Herbarium des Botanischen Gartens der Universität Bern	9
1 Räumliche Situation	10
2 Beschreibung des Berner Herbariums	11
3 Personelle Situation	12
4 Nutzungsbedingungen	12
5 Problemstellung	13
6 Herbarium Bern im Vergleich mit anderen Herbarien	13
6.1 Herbarium Bern im Vergleich mit anderen Herbarien der Schweiz	14
6.2 Schweizer Herbarien im weltweiten Vergleich	14
Teil II. Geschichte des Berner Herbariums	16
7 Vorgeschichte und Gründung des Berner Herbariums	17
8 Geschichte und Rückgang der Wertschätzung für das Herbarium Bern	18
9 Engagement für die Erhöhung der Wertschätzung für Herbarien	19
Teil III. Aktuelle Situation	20
10 Detaillierte Beschreibung der aktuellen räumlichen Situation	20
10.1 Aktuelle räumliche Situation des Hauptherbariums	21
10.2 Aktuelle räumliche Situation des Moosherbariums	22
11 Gliederung des Berner Herbariums und Bearbeitungsstandards	23
12 Zustandserfassung	23
12.1 Überlegungen zur Auswahl und Umfang der Stichprobe	24
12.2 Vorgehen bei der Zustandserfassung	26
12.3 Dokumentation	26
12.4 Auswertung der Zustandserfassung und Empfehlungen für Massnahmen	30
12.4.1 Verwendete Papiere	31
12.4.2 Verwendete Verpackungen	32
12.4.3 Schäden an Trägerpapier, Pflanzenbelegen und notwendige Massnahmen	34
12.4.4 Schädlingsbefall	35
12.4.5 Geforderte Mindestangaben	36
13 Gefährdungsbeurteilung durch Biozide im Herbarium Bern	37
13.1 Historische Erkundung	38
13.2 Hinweise an Objekten	40
13.3 Charakterisierung der Gefahrenstoffe im Herbarium Bern	41
13.3.1 Quecksilber (II)-chlorid	41
13.3.2 Kohlenstoffdisulfid	41
13.3.3 Zinkchlorid	42
13.3.4 Terpentinöl	42
13.3.5 Campher	43
13.3.6 DDT	43
13.4 Expositionswege, Schutzmassnahmen und Gefährdung im Herbarium Bern	43
13.5 Empfohlene Analyseverfahren für das Herbarium Bern	44
13.6 Schlussfolgerungen der Gefährdungsbeurteilung	46
13.6.1 Ausblick giftfreie Schädlingsbekämpfung	46

Teil IV. Argumente für die Reaktivierung und den Erhalt	47
14 Forschung	47
15 Verantwortung	50
16 Materielle und historische Werte	51
17 Zugänglichkeit und Sichtbarkeit	52
Schlussfolgerungen	54
Ausblick	57
Verzeichnisse	58
Literaturverzeichnis	58
Literaturverzeichnis der Jahresberichte	63
Abbildungsverzeichnis	64
Tabellenverzeichnis	65
Anhang 66	
1 Beschreibung der Teilsammlungen der konservierten Sammlung des BOGA	66
1.1 Alkoholsammlung	66
1.2 Trockensammlung	66
1.3 Schauherbarium	66
1.4 Fossilien, Samen, Bodenproben und Dias	67
1.5 Fotografien, Dokumente, Bücher und weitere Objekte mit Bezug zur Sammlung	67
2 Umfang des Berner Herbariums	67
2.1.1 Hauptherbarium	67
2.1.2 Moosherbarium	68
3 Chronologischer Zeitstrahl der Geschichte des Berner Herbarium	69
4 Personelle Situation der konservierten Sammlung	72
4.1 Organisationskomitee	72
4.2 Direktoren Botanischer Garten	73
4.3 Vizedirektoren	73
4.4 Kurator/Konservator	73
4.5 Assistenzstelle	74
4.6 Volontärassistenten	74
4.7 Freiwillige Mitarbeitende	74
5 Wechselnde Unterbringung des Berner Herbariums	75
5.1 Vor der Gründung des BOGA im Attenberggraben 1859	75
5.2 Von der Gründung 1859 bis zum ersten Umbau 1905	75
5.3 Vom ersten Umbau 1905 bis zum zweiten Umbau 1957	76
5.4 Vom zweiten Umbau 1957 bis zu den aktuellen Räumlichkeiten 1994	76
6 Aufbau der Sammlung	77
6.1 Verbleib der privaten Herbarien der in der Vorgeschichte erwähnten Personen	77
6.2 Die ersten Herbarien im Herbarium Bern	77
6.3 Die erste Gliederung	77
6.3.1 Erste Überarbeitung	78
6.3.2 Die Dreiteilung	79
7 Detaillierte Beschreibung der Stichproben	79
7.1 Detaillierte Beschreibung der Stichproben im Hauptherbarium	80
7.2 Stichprobe Moosherbarium	80
7.3 Benötigte Materialien bei der Zustandserfassung	81
7.4 Auswertung Excel-Tabelle mit Angabe der einzelnen Herbarbelege	81
8 Informationen zu den MAK-Wert und den HSO ¹ BP Notationen	83
Selbständigkeitserklärung und Nutzungsrecht	84

Einleitung

Saxifraga oppositifolia L. subsp. *amphibia* (Sünd.) Braun-Blanq., gefunden 1909 in Münsterlingen im Kanton Thurgau. Heute gilt der Bodensee-Steinbrech, wie der deutsche Name der Blütenpflanze lautet, global als ausgestorben (Moser, 1999, S. 1). Zum Glück wurde die Pflanze von Eugen Bachmann gesammelt, gepresst und nach vollständiger Trocknung auf einen Papierbogen fixiert und damit dauerhaft konserviert (siehe Abbildung 1, Titelbild). Dank der akribischen Notation (Fundort, Datierung und Bestimmung der Pflanze) auf der von Eugen Bachmann handschriftlich verfassten Etikette, liegt der **Herbarbeleg** heute im **Herbarium** des Botanischen Gartens der Universität Bern (Herbarium Bern) als wichtiger Zeitzeuge vor. Der **Beleg** liegt aktuell im zweiten Stock des Institutes für Pflanzenwissenschaften der Universität Bern (IPS) zwischen schätzungsweise 500'000 weiteren Herbarbelegen.

Seit dem Entstehen der ersten Kräuterbücher in der Renaissance bildeten Herbarien, wie das Herbarium Bern, die Grundlage der Erforschung der Pflanzenwelt. Mit dem Aufkommen von neuen Technologien im 20. Jahrhundert etablierten sich neue Fachgebiete in der Biologie, welche sich aus der traditionellen **Systematik** entwickelten und später in eigenständige Fachgebiete abspalteten. Finanzielle Ressourcen flossen zunehmend in erfolgsversprechende neue Techniken, wodurch Herbarien im Laufe der Zeit inaktiv oder sogar aufgelöst wurden. Wie im Beispiel mit dem Bodensee-Steinbrech gezeigt wurde, dokumentieren Herbarbelege den Rückgang von Arten und bilden somit unverzichtbares Grundlagenwissen für den Naturschutz. Somit lassen uns Herbarbeleg nicht nur in die Vergangenheit blicken, sondern auch in die Zukunft. Zum Beispiel für umweltpolitische Entscheidungen in der aktuellen Klimakrise oder dem voranschreitenden Artensterben. Auch neue technische Möglichkeiten lassen die Wertschätzung von Herbarien allmählich wieder steigen. Mit der steigenden Wertschätzung wird es nun Zeit, die in den letzten Jahren weniger beachteten Sammlungen wieder zu beleben. Deshalb befasst sich diese Masterarbeit mit der Reaktivierung und Belebung des Berner Herbarium.

Ziel der Arbeit ist die aktuelle Situation im Berner Herbarium mit zeitlich geprägten und gewachsenen Strukturen kontextuell einordnen zu können, damit eine Argumentationsgrundlage zum Erhalt und der Reaktivierung der Sammlung entsteht, welche bei der Suche nach potenziellen Geldgebern für die Realisierung eines Reaktivierungsprojekts eingesetzt werden kann. Da für die Erarbeitung des Ziels viele unterschiedliche Themen aufgegriffen werden, werden keine vertieften Einheiten erarbeitet. Aufgrund des interdisziplinären Charakters der vorliegenden Masterthesis werden verwendete Fachbegriffe aus der Konservierung und Restaurierung sowie der Biologie im Abschnitt "Verwendeten Fachbegriffe" geklärt und falls nötig werden Mehrdeutigkeiten aufgelöst. Erläuterte Begriffe sind bei der Erstnennung durch **Fettschrift** markiert.

Im ersten Teil der vorliegenden Masterarbeit wird eine Übersicht über das Berner Herbarium dargestellt. Die Sammlung steht zurzeit vor mehreren Problemen, welche die Betreuung, Finanzierung sowie die Räumlichkeiten betreffen. Wie es zu dieser Situation kam, wird im zweiten Teil der Arbeit durch intensive Literaturrecherche dargestellt und veranschaulicht. Ausgehend von der Entstehungsgeschichte der Sammlung werden Eckpunkte und Veränderungen bis heute erfasst und verschriftlicht. Mit der Erfassung der Geschichte der Sammlung wird die aktuelle Situation kontextuell eingeordnet und somit verstanden. Da sich der Zustand der Sammlung auf die geplanten nächsten Arbeitsschritte (Umzug, Inventarisierung und Digitalisierung) erheblich auswirken kann, wird in Teil III der Masterthesis die Untersuchungen zum Zustand der Sammlung erläutert und ausgewertet. Überlegungen und Empfehlungen für die nachfolgende Projektplanung aus der Sicht der Konservierung und Restaurierung werden formuliert. Durch Literaturrecherche wird im vierten Teil der Arbeit eine Übersicht zu möglichen Argumentationen zum Erhalt des Berner Herbariums zusammengetragen. Der Schwerpunkt wird hierbei auf die zukünftige Suche nach Geldgebern und somit der Finanzierung des Projekts liegen. Hierfür werden Überlegungen formuliert, welche den Wert einer Sammlung aufzeigen. Mit "Wert der Sammlung" ist nicht nur der finanzielle Wert, sondern auch der wissenschaftliche, kulturelle, emotionale, institutionelle und ethische Wert gemeint.

Teil I. Herbarium des Botanischen Gartens der Universität Bern

Direkt an der Aare im Altenbergrain 21 befindet sich der Botanische Garten der Universität Bern (BOGA). Als Wissens- und Kompetenzzentrum der **Botanik** bildet der BOGA eine Schnittstelle zwischen **Biodiversitätsforschung**, botanischer Weiterbildung, Naturschutz und Öffentlichkeitsarbeit. In Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Institutionen werden aktiv die Ursachen und Folgen des Biodiversitätsverlusts erforscht (Botanischer Garten der Universität Bern [BOGA], 2020). Für Forschungszwecke betreibt der BOGA eine vielfältige naturwissenschaftliche Sammlung, welche grob in **konservierte Sammlung** und **Lebendsammlung** aufgeteilt wird. Die Lebendsammlung besteht aus Pflanzen, welche im Aussenbereich und in den Gewächshäusern des BOGA kultiviert werden. Pflanzenbelege, welche für mehrere Generationen bewahrt werden sollen, werden konserviert und in der konservierten Sammlung aufbewahrt. Verschiedene Konservierungstechniken und Verwendungszwecke teilen die konservierte Sammlung in mehrere Teile. Die grösste Teilsammlung stellt das Berner Herbarium dar. Es umfasst Schätzungen zufolge rund 500'000² gepresste und getrocknete Pflanzenbelege, welche zusammen mit weiterführenden Informationen auf einem Papier befestigt wurden (Herbarbeleg). Weitere Teilsammlungen bilden Fossilien, Alkohol- und Trockensammlung sowie weitere Materialien, welche zu der Sammlung gehören. Bei der vorliegende Masterarbeit wurde der Schwerpunkt auf das Herbarium gelegt.³

² Siehe "Anhang, Kapitel 2, Umfang des Berner Herbariums".

³ Kurze Beschreibungen der Teilsammlungen finden sich der Vollständigkeit halber im "Anhang, Kapitel 1, Beschreibung der Teilsammlungen der konservierten Sammlung des BOGA".

1 Räumliche Situation

Räumlich ist das Herbarium Bern auf dem Gelände des BOGA verortet (Altenbergrain 21, 3013 Bern). Bereits bei der Gründung des BOGA wurde auf dem Gelände ein Institutsgebäude errichtet, welches Räumlichkeiten für den BOGA und das Botanische Institut⁴ bereitstellte (Hegg, 1999, S. 177). So wurden auch die ersten Herbarbelege gemeinsam mit anderen Objekten der konservierten Sammlung im Institutsgebäude aufbewahrt. Durch die Arbeit am Institut und dem BOGA wurden laufend neue Belege in die Sammlung integriert, wodurch der Platzbedarf der Sammlung anwuchs. Bei mehreren Umbauarbeiten konnte der neue Platzbedarf bereitgestellt werden und die Sammlung bezog jeweils neue Räumlichkeiten⁵. Der heutige Standort im zweiten Stock Raum 81 (siehe Abbildung 3) wurde im Jahr 1994 bezogen. Damals bot der Raum mit den neu eingebauten Rollgestellen Platz für alle damals vorhandenen Herbarbelege. Auch dem Wunsch der besseren Aufbewahrungsbedingungen der Belege im Estrich konnte endlich entsprochen werden⁶. Nachdem der vorhandene Platz im Raum 81 erneut nahezu ausgeschöpft war, wurde ein Teil des Berner Herbariums provisorisch in einem Lagerraum Nr.1 des Botanischen Gartens neben den Anzuchtbeeten auf der unteren Aareterrasse eingelagert⁷. Da zu Beginn vermehrt Herbarbelege von Moosen eingelagert wurden, wurde der Teil des Herbariums intern als "Moosherbarium" bezeichnet. Heute enthalten die dort gelagerten Belege auch zahlreiche andere Pflanzengruppen. Der Teil, welcher im Institutsgebäude verblieb, wurde fortan "Hauptherbarium" genannt.⁸

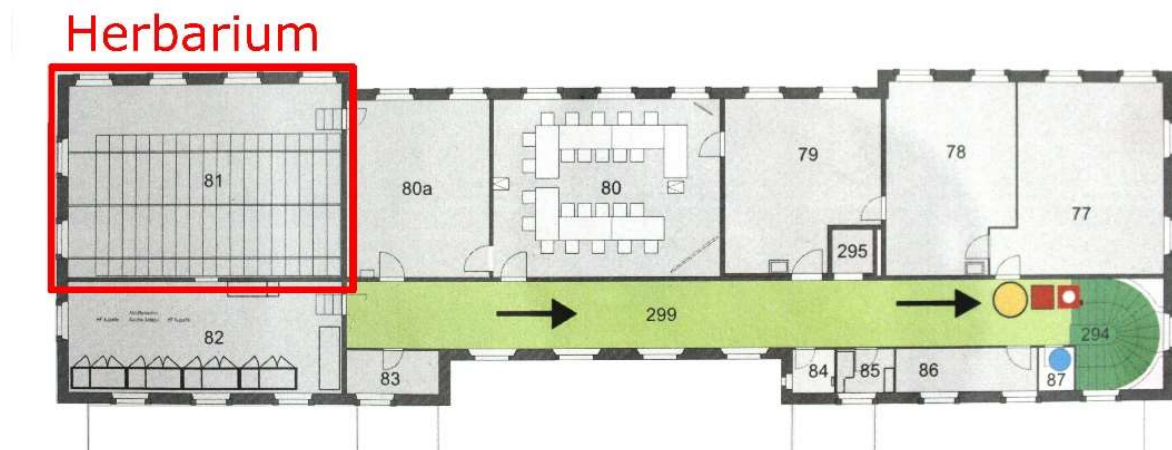


Abbildung 3 Gebäudeplan, 2. Stockwerk, IPS

⁴ Das Botanische Institut wurde 1963 in drei eigenständige Institute aufgeteilt (siehe Kapitel 8).

⁵ Eine detaillierte Beschreibung der unterschiedlichen Räumlichkeiten ist dem "Anhang, Kapitel 5, Wechselnde Unterbringung des Berner Herbariums" zu entnehmen.

⁶ Für eine Beschreibung des Estrichherbarium siehe "Anhang, Kapitel 5.2, Von der Gründung 1859 bis zum ersten Umbau 1905".

⁷ Aktuell ist der Zeitpunkt dieser Umlagerung nicht bekannt, es wird vermutet, dass der Platz bei der Integration des Solothurner Herbariums in Anspruch genommen wurde.

⁸ Eine detaillierte Beschreibung der aktuellen Räumlichkeiten ist dem "Kapitel 10" zu entnehmen.

2 Beschreibung des Berner Herbariums

Bei der Gründung des BOGA 1859 kamen als Geschenk der Burgergemeinde die ersten Herbarbelege als Grundstock der konservierten Sammlung in den Botanischen Garten⁹. Das Herbarium Bern wurde fortlaufend vergrössert und umfasst aktuellen Hochrechnungen zufolge rund 500'000¹⁰ Herbarbelege, welche aufeinandergestapelt in **Regalen** aufbewahrt werden. Jeder Stapel bildet eine Einheit, welche wiederum zum Schutz gegen äussere Einflüsse durch eine Kartonkiste oder eine **Faszikel**mappen verpackt ist (siehe Kapitel 12.4.2). Zur einfacheren Konsultation lagert eine Teilsammlung offen in Ablagefächern. Bis auf die eben beschriebene Ausnahme ist das komplette Herbarium zusätzlich in Kunststoffsäcke verpackt. Diese stammen von einer Schädlingsbekämpfungsaktion aus dem Zeitraum 2001-2008¹¹.

Die Pflanzenbelege wurden standardmässig im Herbarium Bern mit Papierstreifen **montiert**. Kleine Pflanzenbelege oder Pflanzenteile wurden in eine aus Papier gefaltete Hülle verpackt, welche mit dem Trägerpapier verklebt wurde. Um Papier zu sparen, wurde manchmal mehrere kleine Pflanzenbelege auf einen Träger geklebt. Dies wurde jedoch nur bei Belegen von der gleichen Sammelstelle gestattet. Parasitische Pilze, ein ehemaliger Forschungsschwerpunkt in Bern, wurden nur bei gleicher Wirtspflanze auf dasselbe Trägerpapier montiert. Nach der Montierung wurden die Herbarbelege in einen Papierumschlag verpackt und in den passenden Stapel im Regal einsortiert. Die Sortierung der Herbarbelege wurde seit der Gründung der Sammlung mehrmals nach neuen **taxonomischen** Standards aktualisiert¹². Zur Gliederung des Herbars wurden Markierungen angebracht, welche über den unteren Rand von einzelnen Herbarbelegen oder Zwischenlagekartons herausragen. An der rechten Ecke wurden die Gattungen markiert und an der linken Ecke die Familien. Originaletikettierungen wurden wann immer möglich erhalten und Korrekturen wurden ergänzend den Herbarbelegen hinzugefügt. Bei den ersten Herbarien, welche in die Sammlung kamen, ist dokumentiert, dass ein Teil neu montiert wurde. Dabei gingen Originaletiketten verloren (Rytz, 1922, S. 68).

⁹ Für weitere Informationen zu der Gründung der Sammlung und den ersten Herbarbelege im Herbarium Bern siehe "Kapitel 7, Vorgeschichte und Gründung des Berner Herbariums" und "Anhang, Kapitel 6.2, Die ersten Herbarien im Herbarium Bern".

¹⁰ Siehe "Anhang, Kapitel 2, Umfang des Berner Herbariums".

¹¹ Eine Beschreibung des Projekts findet sich im "Anhang, Kapitel 3, Chronologischer Zeitstrahl der Geschichte des Berner Herbarium" unter den Jahren 1998-2008.

¹² Siehe "Anhang, Kapitel 6, Aufbau der Sammlung".

3 Personelle Situation

Seit der Gründung des BOGA 1859 wurde die konservierte Sammlung zuerst von dem Direktoren Ludwig Fischer und später von seinem Nachfolger Eduard Fischer betreut. Ihre Arbeit war eng mit dem Herbarium verknüpft, wodurch sie viel Energie in den Aufbau und Erweiterung der Sammlung investiert haben. Unterstützung bekamen die jeweiligen Direktoren von Freiwilligen Mitarbeitenden. Nach und nach wurde der Umfang der Sammlung grösser und die anstehende Arbeit nahm zu, wodurch einzelne bezahlte Aushilfen für die Sammlung eingestellt werden konnten. Von 1915-1952 wurde die Sammlung durch den Kurator / Konservator¹³ Walter Rytz betreut. Nach der Pensionierung von Walter Rytz wurde die Stelle nicht neu besetzt. Schliesslich führten mehrere interne Veränderungen und Reorganisationen im Institut und BOGA zu einer Abnahme der personellen Ressourcen¹⁴. Von 2001-2008 wurde mit der Integration des Solothurner Herbars ein zeitlich begrenztes Projekt mit mehreren Mitarbeitenden realisiert¹⁵. Nach Abschluss des Projekts, finden sich keine Informationen zum Herbarium Bern in der Literatur mehr. Zurzeit verfügt das Herbarium Bern über keine eigenen finanziellen Mittel und Personal, weshalb es als inaktiv gilt. Katja Rembold (Korreferentin) hat sich, seit sie 2018 ihre Stelle als wissenschaftliche Mitarbeiterin im BOGA angetreten hat, neben ihren anderen Aufgaben, um die Aktivitäten im Herbarium Bern gekümmert und sich für die Reaktivierung des Herbariums eingesetzt. Unterstützung erhält sie dabei durch Herrn Prof. Dr. Markus Fischer, dem Direktor des BOGA und durch Studentische Hilfskräfte.

4 Nutzungsbedingungen

Die wissenschaftliche Sammlung blieb trotz erschwerten Nutzungsbedingungen nicht unbe-nutzt. Zu Studienzwecken konnte das Herbarium Bern innerhalb des Instituts zu jeder Zeit genutzt werden. Belege aus der Trockensammlung und dem Hauptherbarium werden für Führungen und als Anschauungsobjekte in der Lehre verwendet. Auch für öffentliche Veranstaltungen wird die Sammlung genutzt. Als Beispiel für die unterschiedliche Nutzung der Sammlung kann das Rätsel "[Die gigantische Meeresnuss](#)" vom Nationalen Tag der Naturhistorischen Sammlung genannt werden (Swiss Systematics Society, 2020)¹⁶. Auch Anfragen, die meist auf die Nennung des Berner Herbariumss oder Teilsammlungen in älterer Literatur, den online Eintrag im weltweiten Verzeichnis für Herbarien "Index Herbariorum" und der Internetseite des Botanischen Gartens in Bern zurückgehen, werden wenn möglich bearbeitet und bereitgestellt (Botanischer Garten der Universität Bern [BOGA], 2019b; *Herbarium Details | University of Bern*, o. J.). Der Leihbetrieb ist aufgrund der Sammlungsstruktur (Ablage in Teilsammlungen und nicht nach Pflanzentaxonomie), dem Fehlen eines vollständigen Inventars sowie der personellen Unterbelegung eingeschränkt.

¹³ Die Berufsbezeichnung Konservator wird heute nichtmehr als Bezeichnung für die wissenschaftliche Leitung einer Sammlung verwendet. Aktuell ist die Bezeichnung Kurator oder Kustos. Da Walter Rytz, welcher die Stelle antrat, jedoch zahlreiche Arbeiten im Herbarium übernahm, welche in den Bereich der Konservierung und Restaurierung fallen wird in dieser Arbeit die Bezeichnung Kurator/Konservator verwendet.

¹⁴ Siehe dazu "Kapitel 8, Geschichte und Rückgang der Wertschätzung für das Herbarium Bern".

¹⁵ Siehe Fussnote 11.

¹⁶ Direkter Zugang zum Youtube-Video: <https://www.youtube.com/watch?v=ZOIOdXVXTQ> [30.05.2021].

5 Problemstellung

Aufgrund von Platzmangel am Institut für Pflanzenwissenschaften wird der Raum des Hauptherbariums zukünftig als Büroraum benötigt. Ausserdem entspricht die aktuelle Lagerung nicht den heutigen Standards und das Herbarium musste aus Platznot bereits in unterschiedlichen Räumlichkeiten untergebracht werden. Der Umzug ist aktuell in Planung und neue Räumlichkeiten sind bereits angemietet¹⁷. Der anstehende Umzug soll als Chance für eine Reorganisation und Reaktivierung des Herbariums Bern genutzt werden. Zudem soll eine Optimierung der Lagerungsbedingungen im Sinne der präventiven Konservierung, Inventarisierung und falls möglich Digitalisierung der Bestände angestrebt werden. Dies würde zum einen den Fortbestand der Sammlung auf viele Jahre sichern und zum anderen zu einer Verbesserung der Nutzungsbedingungen führen.

Zudem finden sich auf manchen Herbarbelegen und in der Literatur Indizien für eine **Biozid**-belastung im Herbarium Bern. Diesen Hinweisen soll nachgegangen werden, damit abschliessend geklärt werden kann, welche Massnahmen für die geplante Reaktivierung vorgenommen werden müssen. Ausgehend von der Recherche kann diskutiert werden, ob eine Beprobung der Herbarbelege durchgeführt werden soll.

6 Herbarium Bern im Vergleich mit anderen Herbarien

Seit Jahrhunderten sammeln Naturwissenschaftler und Naturwissenschaftlerinnen in allen Regionen der Erde Pflanzen und präparieren diese zu Herbarbelegen. Mittlerweile lagern in den biologischen Sammlungen von Hochschulen, naturhistorischen Museen und botanischen Gärten nahezu 400 Millionen getrocknete, gepresste oder in Alkohol konservierte Pflanzen und Pilze. Herbarien gibt es in allen Grössenordnungen von kleinen und regional bedeutenden bis hin zu sehr grossen Sammlungen mit Belegen aus aller Welt (Klaus, 2006, S. 3; Thiers, 2021, S. 1–18). Das grösste Herbarium mit schätzungsweise 8 Millionen Herbarbelegen befindet sich im Royal Botanic Gardens in Kew, England (Thiers, 2021, S. 7).

Im nachfolgenden nationalen und globalen Vergleich soll die Grösse des Berner Herbariums mit anderen Herbarien verglichen werden. Erst im Verhältnis kann die Dimension des Berner Herbariums erfasst werden. Dennoch soll mit dem nachfolgenden Zitat des ehemaligen Konservators/Kurators darauf hingewiesen werden, dass allein der Umfang eines Herbariums nicht mit der Qualität gleichgesetzt werden kann.

"Wenn auch das Berner Herbar mit den grossen Sammlungen von Genf, Zürich oder dem Auslande weder konkurrieren kann noch will, so enthält es doch der wertvollen Schätze genug, um der Wissenschaft grosse Dienste leisten zu können" (Rytz 1922, S. 67)

Das Zitat verdeutlicht, dass die Strategie des Berner Herbariums nie auf pure Grösse ausgelegt war, sondern dass das Augenmerk auf qualitativ hochwertigen Herbarbelegen mit möglichst hohem wissenschaftlichem Gehalt gelegt wurde. Die Stärke des Berner Herbariums liegt in der bernzentrierten Sammlungspolitik und einer Auswahl von qualitativ hochwertige Herbarbelegen mit hohem wissenschaftlichem Gehalt (siehe Kapitel 12.4.5). Dass das Herbarium Bern es trotzdem auf eine beträchtliche Grösse gebracht hat, ist dem Engagement der Menschen zu verdanken, welche sich all die Jahre für das Herbarium Bern eingesetzt haben¹⁸.

¹⁷ Das Datum für den Transport der Herbarbelege ist aktuell noch in Planung.

¹⁸ Siehe "Anhang, Kapitel 4, Personelle Situation der konservierten Sammlung".

6.1 Herbarium Bern im Vergleich mit anderen Herbarien der Schweiz

Die Schweizer Naturkundemuseen, botanischen Gärten und Universitäten beherbergen über 13.5 Millionen Pflanzen- und Pilzbelege. Dazu kommen zahlreiche Sammlungen in Privatbesitz mit unbekanntem Umfang (Beer et al., 2019, S. 6). Der "*Index Herbariorum*", ein globales online Verzeichnis von Herbarien, führt aktuell für die Schweiz 17 Einträge (Thiers, 2021, S. 6). Unter den Einträgen werden Institutionen teilweise mehrfach genannt. Damit das Herbarium Bern in einen Kontext mit anderen Schweizer Herbarien gestellt werden kann, wurden mehrfach genannte Institutionen im "*Index Herbariorum*" vereinigt (Tabelle 2). Die angegebenen Zahlen für Belegexemplare beruhen meist auf Schätzungen und wurden den Internetseiten der jeweiligen Institution oder durch Anfrage per E-Mail zusammengetragen.

Der Umfang des Berner Herbariums mit schätzungsweise 500'000 Belegen kann mit dem Herbarium der Universität Basel und der Universität Neuenburg verglichen werden kann. Berechnet an der Anzahl der vorhandenen Herbarbelege ist das Herbarium Bern das fünftgrösste Herbarium der Schweiz.

Tabelle 2 Auflistung der im Index Herbariorum gelisteten Herbarien der Schweiz

Name des Herbariums	Ort	Anzahl der Belege
Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève	Genève	6'000'000
Vereinigte Herbarien Z+ZT (ETH und Universität)	Zürich	4'000'000
Musée et Jardins Botaniques Cantonaux MJBC	Lausanne	900'000
Universität Basel	Basel	700'000
Universität Bern	Bern	500'000
Université de Neuchâtel	Neuchâtel	475'000
Natur-Museum Luzern	Lucerne	130'000
Bündner Naturmuseum	Chur	113'500
Natural History Museum Fribourg	Fribourg	102'450
Naturmuseum St. Gallen	St. Gallen	100'000
Museo cantonale di storia naturale	Lugano	70'000
Musée de la nature du Valais	Sion	70'000
Museum zu Allerheiligen	Schaffhausen	40'000
Naturwissenschaftliche Sammlungen des Kantons Glarus	Glarus	11'656
		Total:
		13'212'606

6.2 Schweizer Herbarien im weltweiten Vergleich

Weltweit sind aktuell 3'426 aktive Herbarien gelistet, welche 396'204'891 Belege enthalten. In 182 Länder der Erde wird mindestens ein Herbarium betrieben (Thiers, 2021, S. 1–2). Nordamerika hat mit 811 die grösste Anzahl an aktiven Herbarien, dicht gefolgt von Europa, mit 688 aktiven Herbarien. Auffallend dabei ist, dass mit 44.8% fast die Hälfte aller Herbarbelege in Europa aufbewahrt werden (Abbildung 4). Dies wird darauf zurückgeführt, dass in Europa der Ursprung der Pflanzensystematik liegt und eine grosse Anzahl der Herbarbelege durch die kolonialen Expeditionen im 17.-19. Jahrhundert nach Europa gebracht wurden. Bei den Herbarien im Asiatischen Raum fällt auf, dass erheblich mehr personelle Ressourcen vorhanden sind. In Europa werden durchschnittlich 1,6 Mitarbeitende pro 100'000 Belege eingesetzt, in der Pazifikregion werden Herbarien durch 11 Mitarbeitende pro 100'000 Belege betreut. Ausserdem fällt auf, dass einige Gebiete mit grossem botanischen Artenreichtum nur wenige Herbarien betreiben (Paton et al., 2020, S. 501).

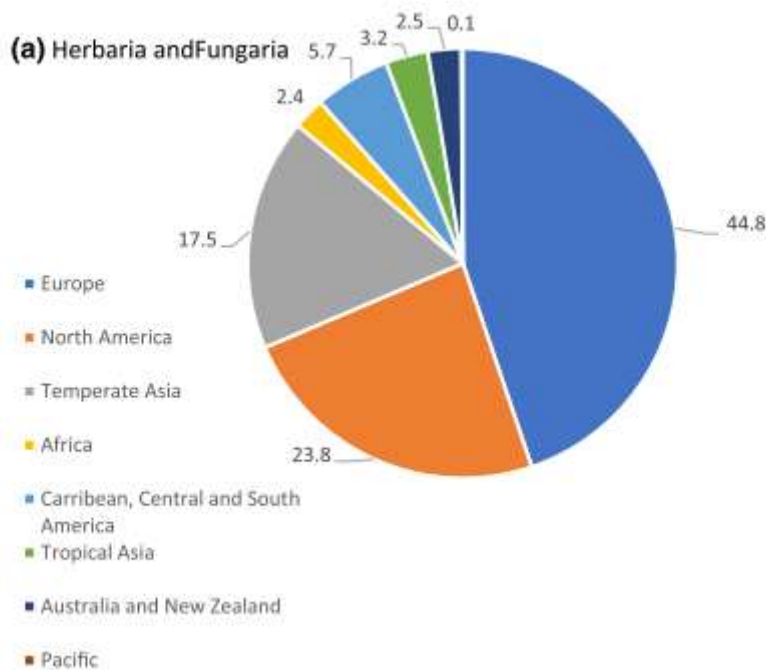


Abbildung 4 Anteil an Herbarbelege (in %) nach Regionen der ganzen Welt aufgeteilt (Paton et al., 2020, S. 501)

In Tabelle 3 wurden die zehn Länder mit den meisten Herbarbelegen aus dem "*Index Herbariorum*" gelistet. Die Anzahl der Herbarbelege wurden durch die Fläche der Länder dividiert, um einen vereinfachten Vergleich der Datendichte der jeweiligen Länder zu erhalten. Diese Tabelle veranschaulicht, dass wenn die Fläche der Länder berücksichtigt wird, die Schweiz die höchste Datendichte aufweist. Die grosse Datendichte ist ein entscheidender Vorteil für diverse Forschungsgebiete, besonders für die vom BOGA geförderte Forschung zu Umweltschutz und Biodiversitätsverlust (siehe dazu "Kapitel 14, Forschung").

Tabelle 3 Vergleich der Datendichte der zehn im Index Herbariorum gelisteten Länder mit der grössten Anzahl an Herbarbelegen.

Land	Anzahl Herbarien	Anzahl Herbarbelege	Anzahl der Mitarbeitenden	Fläche des Landes in km ³	Herbarbelege pro km ³
Schweiz	17	12'027'534	81	41'285	291.33
Vereinigtes Königreich	234	23'655'232	362	243'610	97.10
Deutschland	70	22'120'100	229	357'581	61.86
Italien	85	11'596'611	311	301'338	38.48
Schweden	10	12'033'000	55	447'435	26.89
USA	700	78'462'700	1730	9'826'675	7.98
Frankreich	86	24'046'688	176	6'327'339	3.80
China	370	20'375'136	1453	9'596'961	2.12
Österreich	19	10'923'710	113	7'688'287	1.42
Russland	124	16'175'934	506	17'075'400	0.95
Kanada	90	9'404'522	201	9'984'670	0.94

Teil II. Geschichte des Berner Herbariums

Im nachfolgenden Kapitel wurde die Geschichte des Berner Herbariums durch vertiefte Literaturrecherche zusammengetragen. Das Ziel war, vorhandene Lücken zu schliessen und so eine solide Grundlage für die geplante Inventarisierung und Reaktivierung des Berner Herbariums zu erstellen. Durch die Aufarbeitung der überlieferten Dokumente und die Zusammenstellung der Informationen konnte ein tiefer Einblick in die Geschichte und die gewachsenen Strukturen der Sammlung gewonnen werden. Ausserdem konnte die aktuelle Situation des Berner Herbariums kontextuell eingeordnet werden. In der Vorgeschichte ist aufgezeigt, durch welche Begebenheiten das Herbarium Bern entstand und wie die ersten Bestandteile in die Sammlung kamen. Das Kapitel 8 fasst wichtige Veränderungen und Ereignisse im Herbarium von der Gründung bis heute zusammen. Dabei fällt auf, dass diverse Veränderungen in der Biologischen Forschung und damit einhergehende Reorganisationen im BOGA und Botanischen Institut zu einem Rückgang der Wertschätzung für das Herbarium Bern geführt haben. Der aktuelle inaktive Zustand des Berner Herbariums kann auf diesen Wandel der Bedeutung zurückgeführt werden. Darüber hinaus werden historische Werte der Sammlung dargestellt. Die historische Aufarbeitung verdeutlicht jedoch auch, dass die ältesten Bestandteile der Sammlung eng mit historisch bedeutenden Personen für die Naturwissenschaftliche Forschung in Bern verknüpft sind. Mit dieser Erkenntnis konnte bereits ein Teil des historischen Wertes des Berner Herbariums aufgezeigt werden.

Das Herbarium Bern ist in der Literatur oft erwähnt. Die bisher ältesten bekannten Quellen, welche das Herbarium Tribolet¹⁹ thematisieren, stellen die Notizen von Jakob Samuel Wytenbach aus 1821 dar (Graf, 1903). Umfassende Einblicke in das Herbarium Bern gewähren die Publikationen über das Herbarium Bern von den ehemaligen Direktoren Ludwig Fischer (1868), Walter Rytz (1922) und Otto Hegg (1990). Detaillierte Informationen über Veränderungen im Herbarium Bern sind folgenden Jahresberichten zu entnehmen:

1903 – 1914	Jahresbericht über den Botanischen Garten in Bern
1924 - 1932	Bericht über den Botanischen Garten in Bern
1933 - 1951	Bericht über den Botanischen Garten und das Botanische Institut in Bern
1952 – 1964	Bericht über den Botanischen Garten und das Botanische Institut der Universität Bern
1976 - 1985	Jahresbericht Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern Schweiz

Zur besseren Übersicht werden Informationen aus den Jahresberichten in der vorliegenden Masterthesis mit (Jahresbericht [Jahr], S. [Seite]) zitiert²⁰. Die Berichterstattungen über das Herbarium Bern sind in den Jahresberichten 1915-1930 um ein vielfaches detaillierter, verglichen mit den Jahresberichten vor und nach dieser Zeitspanne. Die detaillierten Berichte stammen von W. Rytz und können auf die erhöhte Aufmerksamkeit durch die in diesen Jahren vorhandene Kuratoren/Konservatorenstelle zurückgeführt werden²¹. Listen mit Erwähnungen von einzelnen Herbarbelegen und Privatherbarien, welche als Neuzugänge zum Herbarium Bern gelangten, können den Jahresberichten entnommen werden. In diesem Kapitel wird auf die Neuzugänge nicht weiter eingegangen, es sei denn, es handelt sich um besonders bedeutende Neuzugänge oder Sammelnde.

¹⁹ Das Herbarium Tribolet ist eines der ältesten Herbarien, welches im Herbarium Bern archiviert ist (siehe "Kapitel 7" und "Anhang, Kapitel 6.2, Die ersten Herbarien im Herbarium Bern").

²⁰ Siehe "Abschnitt, Literaturverzeichnis der Jahresberichte". Eine detaillierte Zusammenstellung der Informationen aus den Jahresberichten kann auf Anfrage von der Autorin bereitgestellt werden.

²¹ Siehe "Anhang, Kapitel 4.4, Kurator/Konservator".

7 Vorgeschichte und Gründung des Berner Herbariums

Der erste Botanische Garten in Bern wurde 1789 von der "Privatgesellschaft naturforschender Freunde in Bern"²² unterhalb des heutigen Bundeshauses²³ errichtet. Als treibende Kräfte werden Jakob Samuel Wyttenbach, Karl Friedrich Morell und Albrecht von Haller, Sohn des Schweizer Universalgelehrten Albrecht von Haller, genannt²⁴, welche sich tatkräftig für die Gründung des ersten Botanischen Gartens in Bern einsetzten (Hegg, 1990a, S. 325; Lienhard, 2010, S. 5–6; Rytz, 1922, S. 58–60). Mehrere Standortwechsel²⁵ und Schwierigkeiten bewogen die naturforschende Gesellschaft dazu, die Behörden²⁶ um Unterstützung anzufragen, welche mehrmals abgelehnt wurde. Ein fester Standort konnte erst eingerichtet werden, als die Burgergemeinde 1804–1863 den alten Barfüsser-Friedhof, heute oberer Teil der Herrengasse und Casino, zu Verfügung stellte. 1814 wurde der Garten aufgrund von finanziellen Problemen von der Bibliothekskommission übernommen. Die am Standort benachbarte Bibliothek²⁷ betrieb bereits seit Ende des 17. Jahrhunderts ein Naturalienkabinett (Naturhistorische Museum Bern [NMBE], o. J.). Nach der Übernahme wurde das Naturalienkabinett durch erste Herbarien erweitert. Um Platz für die wachsende naturwissenschaftliche Sammlung zu schaffen, konnte 1773–1775 eine repräsentative Galerie²⁸ an die Bibliothek angebaut werden. So konnten bereits erste Teile der naturwissenschaftlichen Sammlung ausgestellt werden. Aus dem Naturalienkabinett wurde 1832 das Naturhistorische Museum Bern gegründet. Zwanzig Jahre später wurde die Burgergemeinde zur alleinigen Eigentümerin der Museumssammlungen²⁹ (Naturhistorische Museum Bern [NMBE], o. J.). Aus dieser Sammlung stammen die ersten Herbarbelege, welche 1859 als Geschenk der Burgergemeinde, bei der Gründung des neuen Botanischen Garten im Altenbergrain, in das Herbarium Bern kamen. Das Geschenk enthielt die ehemaligen Privatherbarien von Wyttenbach, Tribolet, Brunner und Schärer (L. Fischer, 1868, S. 222)³⁰.

²² Vorgänger der "Naturforschenden Gesellschaft in Bern" (Rytz 1922, S86).

²³ An der Vannazhalde, neben der Marzilibahn errichtet.

²⁴ Weiter Informationen zu den genannten Personen finden sich im "Anhang, Kapitel".

²⁵ 1790 an die Judengasse (heute Kochergasse), 1795 Langmauerweg an der Aare, 1804 sog. Schulkirchhof (Hegg, 1990b, S. 325).

²⁶ Stadtrat und akademische Kuratel.

²⁷ Heute Universitätsbibliothek Bern Münsterstrasse (Universitätsbibliothek Bern, 2021).

²⁸ «Vögelbibliothek». Der Name entstand im Volksmund aufgrund der vielen Vogelpräparaten, welche aus der Sammlung des Pfarrers Daniel Sprüngli ausgestellt waren.

²⁹ Im Zuge der Aufteilung der Besitztümer des alten Stadtstaates Bern. Ausscheidungsvertrag von 1852. (*Geschichte / Naturhistorisches Museum Bern*, o. J.).

³⁰ Damit die Literaturangaben von Ludwig Fischer und Eduard Fischer unterschieden werden können, werden in der Zitation jeweils auch ihre Initialen angegeben.

8 Geschichte und Rückgang der Wertschätzung für das Herbarium Bern

Mehr als 100 Jahre lang hatte das Herbarium einen hohen Stellenwert innerhalb der Institution. Zusammen mit den lebenden Pflanzen im Botanischen Garten bildete es den Mittelpunkt der wissenschaftlichen Forschung. Ludwig Fischer und Eduard Fischer haben damals als Direktoren des Botanischen Gartens regelmässig im Herbarium Bern gearbeitet und haben nach ihrer Amtszeit ihre Privatherbarien dem Herbarium Bern übergeben. Trotz des geringen Budgets wurde das Herbarium Bern bei internen Entscheidungen mit Vertretern in der Direktion gut abgestützt und berücksichtigt. Dies zeigen die für das Herbarium geschaffenen Arbeitsstellen und der stetig wachsende Platzbedarf, welcher jeweils zur Verfügung gestellt wurde³¹. Die Kuratoren/Konservatoren-Stelle wurde durch die Burgergemeinde finanziert, womit festgehalten werden kann, dass der Wert von Herbarien zumindest in der Oberschicht anerkannt und für unterstützenswert befunden wurde.

Durch die Ernennung von William-Henri Schopfer zum Direktor des BOGA 1933 wurde die neu-aufkommende Mikrobiologie stark gefördert. Auch in der Leitung kamen immer mehr Menschen dazu, welche durch ihre Arbeit keine direkte Verbindung zum Herbarium hatten. Die Bedürfnisse des Berner Herbariums waren in der der Leitung immer schwächer vertreten und auch die Finanzierungsschwerpunkte hatten sich verschoben. So wurde die Stelle des Kurators/Konservators mit der Pensionierung von Walter Rytz 1952 nicht mehr neu besetzt. Dieser Trend setzte sich fort, bis im Jahr 1963 die drei botanischen Institute gegründet wurden und somit die botanische Forschung in Bern in drei Fachgebiete aufteilt wurden:

- Institut für Pflanzenphysiologie
- Institut für Mikrobiologie
- Institut für Systematik und **Geobotanik**

Diese Aufteilung war das Ergebnis des aufgezeigten Wandels in der botanischen Forschung, getrieben durch die neuen technischen Möglichkeiten des 20. Jahrhunderts. Mit dem Aufkommen der neuen Forschungsgebiete wurde die wissenschaftliche botanische Systematik an den Instituten nach und nach abgelöst. So wurde 1993 die Universitäten Bern, Neuenburg und Fribourg zu dem BENEFRI-Netzwerk zusammengeschlossen, was die Schliessung der Abteilung Systematik in Bern zur Folge hatte. Die Zugehörigkeit des Herbariums wurde während der verschiedenen Reorganisationen nie schriftlich geregelt, wodurch die Zuständigkeit und Verantwortung bis vor einem Jahr nicht klar geregelt war. Seit 2020 wird das Herbarium Bern als Teil des Botanischen Gartens verstanden. Dadurch spiegelt sich diese Entwicklung auch in den Aktivitäten und Berichten des Berner Herbariums wider, die in diesen Jahren mehr und mehr abflachen. Zwischen 2001-2008 wurde noch ein grosses Herbarium aus Solothurn in das Berner Herbarium integriert³². Die Integration wurde in Zwischenberichten und einem Abschlussbericht dokumentiert (Jutzi, 2008). Danach finden sich keine Aufzeichnungen zum Berner Herbarium mehr. Der Rückgang der Aktivitäten im Herbarium Bern kann somit klar auf die Aufteilung und das Abwandern der mit dem Herbarium eng verknüpften Systematik in Verbindung gebracht werden.

Dieser Rückgang der Wertschätzung von Herbarien wurde nicht nur in Bern, sondern auch national und global beobachtet (Ammann, 1986, 2010; Beer et al., 2019; Gropp, 2003; Klaus, 2006; López & Sassone, 2019; Ma, 1988; Paton et al., 2020; Prather et al., 2004; Rao, 1995; Renner & Rockinger, 2016; Woodland, 2007).

³¹ Siehe "Anhang, Kapitel 5, Wechselnde Unterbringung des Berner Herbariums".

³² Siehe "Fussnote 11, Seite 12"

9 Engagement für die Erhöhung der Wertschätzung für Herbarien

Seit der Jahrtausendwende wurden lokal, national und global eine grosse Anzahl von Studien publiziert, welche sich für den Erhalt und die Reaktivierung von Herbarien einsetzen. Mit dem Aufkommen des Bewusstseins für den Klimawandel, haben Herbarien in den vergangenen Jahren wieder an Wertschätzung gewonnen, z.B. für die Erforschung der Biodiversität, die Erstellung von sogenannten Roten Listen und Verbreitungskarten. Dazu kommen neue Technologien, die eine vertiefte Erforschung der Belege ermöglicht, wie zum Beispiel die DNA-Analyse (siehe Teil IV). Da durch neue Methoden mehr Informationen von Herbarbelegen gewonnen werden können als jemals zuvor, gewinnt die Nachfrage nach Nutzungsoptimierung immer mehr an Bedeutung.

Heberling (2019) untersuchte 13'702 digitale Publikationen aus dem Zeitraum 1923-2017, welche durch Schlagwörter mit Herbarien in Verbindung gebracht werden. Durch computergestützte Textverarbeitung wurden die Publikationen in aussagekräftige Themen eingeteilt. Damit wurde ein quantitatives Verständnis der wichtigsten inhaltlichen und zeitlichen Trends in Herbarium-basierten Studien gewonnen. Die Analyse ergab, dass die Anzahl der auf Herbarien bezogenen Publikationen im Vergleich mit der gesamten pflanzenwissenschaftlichen Literatur nicht merklich abgenommen hat. Das Ergebnis erstaunt, da die Entwicklung der neueren Fachgebiete in der Biologie, die Wertschätzung für die Systematik und somit auch für Herbarien gesunken ist (Kapitel 8). Wird die Häufigkeit der Themen in Abhängigkeit mit der Zeit betrachtet, fällt auf, dass nicht alle Themen zu jeder Zeit gleich häufig Gegenstand von Untersuchungen waren. So haben zum Beispiel Berichte von Botanikerinnen und Botaniker sowie taxonomische Anmerkungen im Verlauf der Zeit deutlich an Bedeutung verloren. Dafür ist das Interesse an neuen Ansätzen und Werkzeugen enorm gestiegen. Zu den neuen Ansätzen und Werkzeugen werden Themen wie Biodiversitätsinformatik 5 %; Biologie des globalen Wandels 3 %; DNA-Analysen 3 % und Phytogeographie und Verbreitungsdynamik 5 % gezählt (Heberling et al., 2019). Das Interesse an neuen Ansätzen und Werkzeugen ist sogar so gross, dass der Anteil dieser Publikationen mit 16% aller untersuchten Publikationen insgesamt genauso häufig auftreten ist, wie bereits etablierten Themen wie Taxonomie 20%, Floristik 18% und Morphologie 12%.

Klaus Amman, der frühere Direktor des BOGA, setzte sich bereits 1986 für mehr Wertschätzung im Herbarium Bern ein (Ammann, 1986). Seit 2018 setzt sich Katja Rembold für mehr Wertschätzung im Herbarium Bern ein und plant die Reaktivierung, Inventarisierung und Digitalisierung des Berner Herbariums.

Teil III. Aktuelle Situation

Für die Projektplanung ist der Zustand der Sammlung besonders hinsichtlich der benötigten finanziellen Ressourcen relevant. Je nach Zustand werden für die geplante Reaktivierung zusätzliche konservatorische Massnahmen wie Trockenreinigung, Schädlingsbekämpfung oder Schutzmassnahmen aufgrund einer Biozidbelastung notwendig. Da der Zustand der Sammlung durch Lagerungsbedingungen beeinflusst wird, wird zu Beginn des Kapitels eine detaillierte Beschreibung der aktuellen räumlichen Situation gegeben (Kap. 10). Der Zustand der Herbarbelege wurde anhand einer Stichprobe untersucht und erfasst. Überlegungen zur Auswahl der Stichproben sowie die Auswertung ist dem "Kapitel 12.4" zu entnehmen. Aufgrund des Biozidverdachts im Herbarium Bern werden verwendete Biozide durch Literaturrecherche und Hinweise an Objekten zusammengetragen. Für das Herbarium Bern empfohlene Analyseverfahren werden beschrieben, deren Vor- und Nachteile aufgezeigt und deren möglicher Einsatz im Herbarium Bern erklärt. Durch die vorgängige Eingrenzung der verwendeten Biozide, können empfohlene Analyseverfahren bewusst ausgewählt und eingesetzt werden, wodurch Kosten eingespart werden können.

10 Detaillierte Beschreibung der aktuellen räumlichen Situation

Das Herbarium Bern ist aktuell in zwei unterschiedlichen Räumen untergebracht, welche sich beide auf dem Gelände des BOGA befinden (Kapitel 1). Da sich Lagerungsbedingungen entscheidend auf den Zustand von Objekten auswirken können, werden die aktuellen Räumlichkeiten von dem Hauptherbarium und dem Moosherbarium nachfolgend detailliert beschrieben. Bedingt durch äussere Einflüsse können Herbarbelege innerhalb eines Raumes unterschiedliche Schäden aufweisen. So können zum Beispiel Objekte in Fensternähe eine stärkere Vergilbung durch Sonneneinstrahlung aufweisen, ohne dass der Rest der Sammlung betroffen ist. Werden an Objekten Schäden beobachtet, stellt sich immer die Frage, wie diese entstanden sind. Können äussere Einflüsse als Schadursache festgestellt werden, wird untersucht, ob die aktuelle Lagerungssituation dafür verantwortlich ist oder der Schaden früher entstanden ist. Wenn die aktuelle Lagerung den Schaden verursacht, wird versucht die Ursache zu beheben, damit andere Objekte in der Sammlung nicht auch beschädigt werden.³³

³³ Je nach Schaden ist es hilfreich frühere Lagerungsbedingungen zu kennen, daher wurden detaillierte Beschreibungen der früheren Räumlichkeiten aus der Literatur zusammengetragen und im "Anhang, Kapitel 5, Wechselnde Unterbringung des Berner Herbariums" beigelegt.

10.1 Aktuelle räumliche Situation des Hauptherbariums

Der Raum mit der Nummer 81³⁴ im zweiten Stock des Institutsgebäudes wurde im Jahr 1994 bezogen. Das sogenannte "Hauptherbarium" ist durch einen Durchgang von Raum 80a zugänglich. Auf einer Fläche von ungefähr 64m² lagern schätzungsweise $\frac{3}{4}$ aller Herbarbelege des BOGA. Die Kapazität des Raumes ist seit mehreren Jahren ausgelastet (siehe Kap. 0).

Die linke Längsseite des Raumes, beschrieben vom Eingang aus, wird von 10 Rollgestellen der Firma Compactus AG mit Baujahr 1994 eingenommen (siehe Abbildung 5). Der erste Teil der Rollgestellanlage ist fest mit der Mauer verankert und somit unbeweglich. Alle anderen **Gestelle** lassen sich über eine Drehkurbel bewegen. Gestelle 2-9 verfügen beidseitig über Regale mit **Tablaren**. Das zehnte Gestell ist nur einseitig mit Tablaren ausgestattet und wird durch eine Trennwand von der dahinterliegenden Wand abgetrennt. Über die gesamte rechte Raumlänge verläuft eine tischhohe Ablage, auf welcher sich Arbeitsplätze mit Computern, Mikroskopen und diverse Arbeitsmaterialien befindet. Oberhalb der Ablage und in der Wand hinter Gestell 10 befinden sich insgesamt 6 Fenstern, welche den Raum mit Tageslicht versorgen. Unter jedem Fenster sind Heizkörper montiert. Temperatur und Luftfeuchtigkeit werden aktuell nicht überwacht (monitored) und reguliert, z.B. durch kontrolliertes Beheizen oder Öffnen der Fenster (Lüften).



Abbildung 5 Räumliche Situation Hauptherbarium 2020, Fotografie von K. Rembold

³⁴ Zur Verortung der Raumnummern in diesem Abschnitt siehe Abbildung 3 Gebäudeplan, 2. Stockwerk, IPS.

10.2 Aktuelle räumliche Situation des Moosherbariums

Das Moosherbarium³⁵ ist im Lagerraum Nr. 1 des BOGA neben den Anzuchtbeeten auf der unteren Aareterrasse eingelagert³⁶. Der Raum verfügt links und nach hinten über Aussenmauern, rechts befindet sich ein weiterer nicht klimatisierter Lagerraum. Auf dem Flachdach befinden sich Anzuchtbeete und im Sommer 2021 ein Cafe. Aufgrund der totalen Auslastung des Hauptherbariums wurde Herbarbelege provisorisch im eben beschriebenen Raum zwischengelagert.

Der 42m² grosse Raum ist fensterlos und verfügt lediglich über eine Eingangstüre. Auf der gegenüberliegenden Seite der Türe befinden sich 3 feststehende Gestelle und 2 Regale, welche an der Wand angebracht sind (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7). An der Decke, in der Nähe der Türe, verlaufen Wasserleitungen, welche in der linken Ecke des Raumes nach unten führen und den Wasseranschluss an der Aussenseite des Raumes mit Wasser versorgen. Im Durchgangsbereich zwischen Türe und Regalen steht ein Arbeitstisch und aufeinander gestapelte Kisten mit diversen Inhalten³⁷. Licht fällt lediglich über den Glaseinsatz der Eingangstüre in den Raum. Der Raum ist nicht klimatisiert, weder Temperatur noch Luftfeuchtigkeit können reguliert werden. Da es sich um einen Kellerraum in Hanglage in der Nähe der Aare handelt, wird von einem kühlen stabilen Klima mit erhöhter Luftfeuchtigkeit ausgegangen. Von jährlichen Klimaschwankungen aufgrund des Klimas im Aussenbereich ist auszugehen. In der Türe gibt es im unteren Bereich ein Loch, durch welches ein Stromkabel in den Garten führt. Durch das Loch können Insekten und Feuchtigkeit in den Raum gelangen.



Abbildung 6 Moosherbarium, räumliche Situation, linker Bereich



Abbildung 7 Moosherbarium, räumliche Situation, rechter Bereich

³⁵ Für Informationen zur Namensgebung siehe Kap. 1. Räumliche Situation.

³⁶ Aktuell ist der Zeitpunkt dieser Umlagerung nicht bekannt, es wird vermutet, dass der Platz bei der Integration des Solothurner Herbariums in Anspruch genommen wurde.

³⁷ Bei dem Inhalt der Kisten sowie in den Regalen links und rechts im Raum handelt es sich um ein breites Spektrum an Archivmaterialien. Es wird empfohlen diese Archivmaterialien als Teil der Sammlung zu behandeln und die Objekte in die weitere Planung miteinzubeziehen. Die Objekte können zahlreiche Informationen zur Geschichte, zu Arbeitsweisen und zur Sammlung im Allgemeinen beinhalten. Somit können sie den Schlüssel zu noch unbeantworteten Fragen betreffend der Sammlung darstellen. Einige der Objekte werden vermutlich bereits durch das Alter oder die Zuschreibung zu einer Person oder zu einem Herbarium einen eigenständigen Wert aufweisen (siehe "Anhang, Kapitel 1.5, Fotografien, Dokumente, Bücher und weitere Objekte mit Bezug zur Sammlung").

11 Gliederung des Berner Herbariums und Bearbeitungsstandards

Das Herbarium Bern wurde fortlaufend mit Herbarbelegen von Privatpersonen oder aus dem internen Forschungsbetrieb erweitert. So ist über die Jahre eine heterogene Sammlungsstruktur mit unterschiedlichen Bearbeitungsstandards entstanden. Auch die internen Standards im Herbarium Bern unterlagen zeitgebundenen Trends. Das Herbarium Bern ist in verschiedene Teilsammlungen gegliedert. Seit jeher wurden Herbarbelege aus der Schweiz separat von den Belegen aus der gesamten Welt gelagert. Im Laufe der Zeit folgten weitere geografische Gliederungen. Daneben gab es diverse Teilsammlungen, welche sich über die Zeit nach neusten Erkenntnissen in der Taxonomie, Forschungsschwerpunkte, Verwendungszwecke oder aus der Übernahme von privaten Sammelnden gebildet haben.³⁸

Der aktuelle Bearbeitungsstandard lässt sich bei der Teilsammlung des ehemaligen Solothurner Herbariums beobachten. Im Zuge des Projekts wurden 70'000 Belege mit nach folgendem Standard bearbeitet: Die Pflanzen wurden auf ein Standardträgerpapier montiert. War die Pflanze bereits montiert, wurde der Beleg mitsamt dem historischen Trägerpapier aufgeklebt oder mit einer Metallnadel an dem neuen Standardträgerpapier angeheftet. Ausserdem wurden die Belege in Umschlägen (gefalteter Doppelbogen, Standardpapier) verpackt, nummeriert und in die digitale Datenbank (Microsoft-Access) aufgenommen. Dabei wurde der wissenschaftliche Artennamen der aktuellen **Nomenklatur**³⁹ angepasst. Zusätzlich zu den originalen Etiketten wurden neue maschinenschriftliche Standardetiketten angebracht. Nach der Bearbeitung wurden alle Herbarbelege des Berner Herbariums zur Schädlingsbekämpfung stapelweise in Kunststoffsäcke verpackt und bei -18°C tiefgefroren (Jutzi, 2008, S. 1). Die Herbarbelege wurden zur Vorbeugung einer Neuansiedelung von Insekten fortan in den Kunststoffsäcken gelagert⁴⁰.

12 Zustandserfassung

Der Zustand der Herbarbelege wird im Hinblick auf den anstehenden Umzug, die geplante Inventarisierung und die optionale Digitalisierung untersucht (siehe Kap.5). Ziel der Untersuchung ist es, einen ersten Eindruck des Zustandes zu gewinnen und die Formulierung möglicher Tendenzen für die Häufigkeit einzelner Schadensphänomene. Dafür wird der Zustand stichprobenartig erhoben. Dabei wird erfasst, ob bei der Durchführung der oben genannten Projekte, weitere Arbeitsschritte wie Trockenreinigung, Schädlingsbekämpfung, Schimmelbehandlung oder konservatorische Massnahmen angezeigt sind. Die Zustandserfassung kann anschliessend in die Projektplanung für die Kalkulation der Kosten einfließen. Im folgenden Kapitel werden die Überlegungen zur Auswahl der Stichprobe, das Vorgehen bei der Untersuchung und die Ergebnisse der Zustandserfassung präsentiert. Da das Ziel war, Tendenzen zu formulieren, wird bei der Auswertung nicht auf einzelne Belege referenziert⁴¹. Die in der Zustandserfassung erhobenen Daten zur Biozidbelastung werden im nachfolgenden Kapitel präsentiert.

³⁸ Die Entwicklung der Gliederung ist dem "Anhang, Kapitel 6, Aufbau der Sammlung" zu entnehmen.

³⁹ Stand um 2008.

⁴⁰ (K. Rembold, persönliche Information, Bern 08.01.2020).

⁴¹ Informationen zu den einzelnen Stichproben und Belegen sind dem "Anhang, Kapitel 7, Detaillierte Beschreibung der Stichproben" zu entnehmen.

12.1 Überlegungen zur Auswahl und Umfang der Stichprobe

Aufgrund des Ziels, die Erfassung von Tendenzen für die Häufigkeit einzelner Schadensphänomene, wurde entschieden die Stichprobe auf einen Umfang von 100 Belegen zu beschränken. Im Hauptherbarium und im Moosherbarium wurden jeweils 5 Verpackungseinheiten à 10 Herbarbelege untersucht. Werden nach der stichprobenartigen Untersuchung repräsentativere Daten für die Kalkulation der Kosten in der Projektplanung benötigt, können im Vorfeld Gelder für die Durchführung einer signifikanten Untersuchung mit einer viel grösseren Anzahl von Belegen beantragt werden. Damit Tendenzen für die gesamte Sammlung formuliert werden können, wurde die Untersuchung möglichst breit und mit vielen unterschiedlichen Parametern angelegt. Als äussere Parameter wurden die Lage im Raum (Klimatische Bedingungen) und die Verpackung (Kunststoffsäcke, Karton, ohne Verpackung) definiert.

Damit die Auswirkungen der klimatischen Bedingungen auf die Herbarbelege erfasst werden konnten, wurde bei der Wahl der Stichproben darauf geachtet, dass Verpackungseinheiten in Decken-, Boden-, Aussenwandnähe sowie der Raummitte untersucht werden. Es wurde davon ausgegangen, dass die Luft in den jeweiligen Räumen auf natürliche Weise zirkuliert. An etwas kälteren Stellen im Raum, z.B. Aussenwand, kühlt die Luft ab und sinkt anschliessend nach unten. Da kalte Luft weniger absolute Feuchtigkeit aufnehmen kann als warme Luft, steigt beim Abkühlen die relative Luftfeuchtigkeit (RH) lokal an. Gegenteiliger Effekt wird an wärmeren Punkt in den jeweiligen Räumen erwartet⁴². Ob dieser Effekt in den letzten Jahren zu sichtbaren Veränderungen an den Herbarbelegen geführt hat, soll mit der Wahl einer Verpackungseinheit aus den jeweils vermuteten wärmsten und kältesten Bereichen der Räume untersucht werden. Die verbleibenden Verpackungseinheiten wurden regelmässig über die Raumhöhe und Regaltiefe verteilt (siehe Abbildung 8 und Abbildung 9). Neben den klimatischen Bedingungen wurde bei der Wahl der Verpackungseinheiten darauf geachtet, möglichst viele unterschiedliche Verpackungen zu untersuchen (für Informationen zu den unterschiedlichen Verpackungen siehe Kap. 12.4.2).

Die Belege wurden auf Biozide und Schädlinge untersucht, Schäden am Papier, Pflanzenbelegen und Montierung wurden erfasst. Dabei wurden jedoch nur Belege ausgewählt, welche als bearbeitet gelten. Bei den bisher unbearbeiteten Belegen in den Umzugskisten wird bereits von einem erhöhten Aufwand in der Bearbeitung ausgegangen, wodurch sie von der Untersuchung ausgeschlossen wurden.

⁴² An wärmeren Stellen im Raum erwärmt sich ein Teil der Luft und steigt nach oben. Warme Luft kann mehr absolute Feuchtigkeit aufnehmen, wodurch beim Erwärmen die RH abnimmt. Die Luft wird somit lokal trockener.

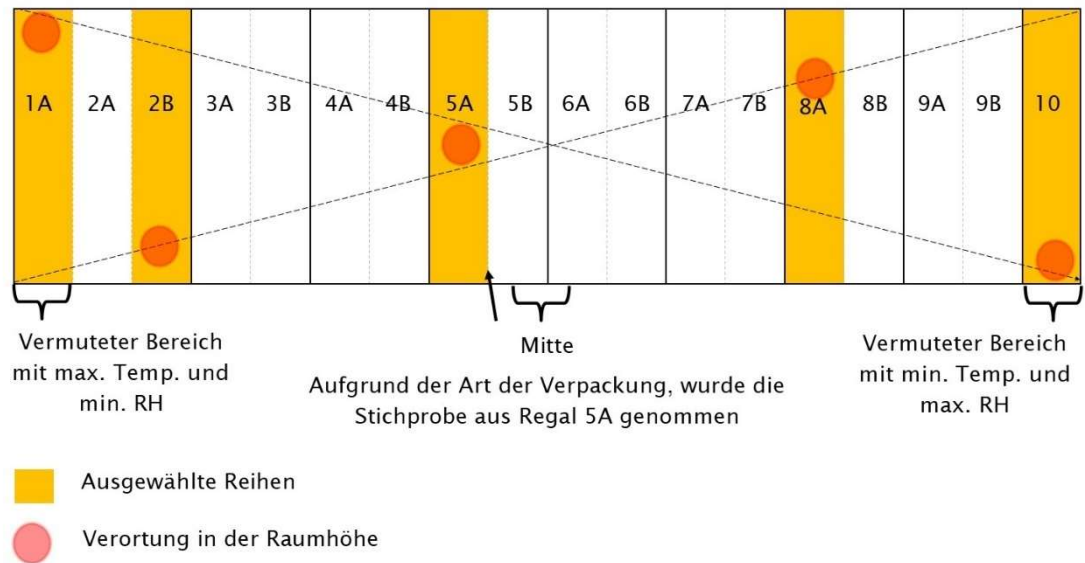


Abbildung 8 Verortung der entnommenen Stichproben in der Höhe, Hauptherbarium

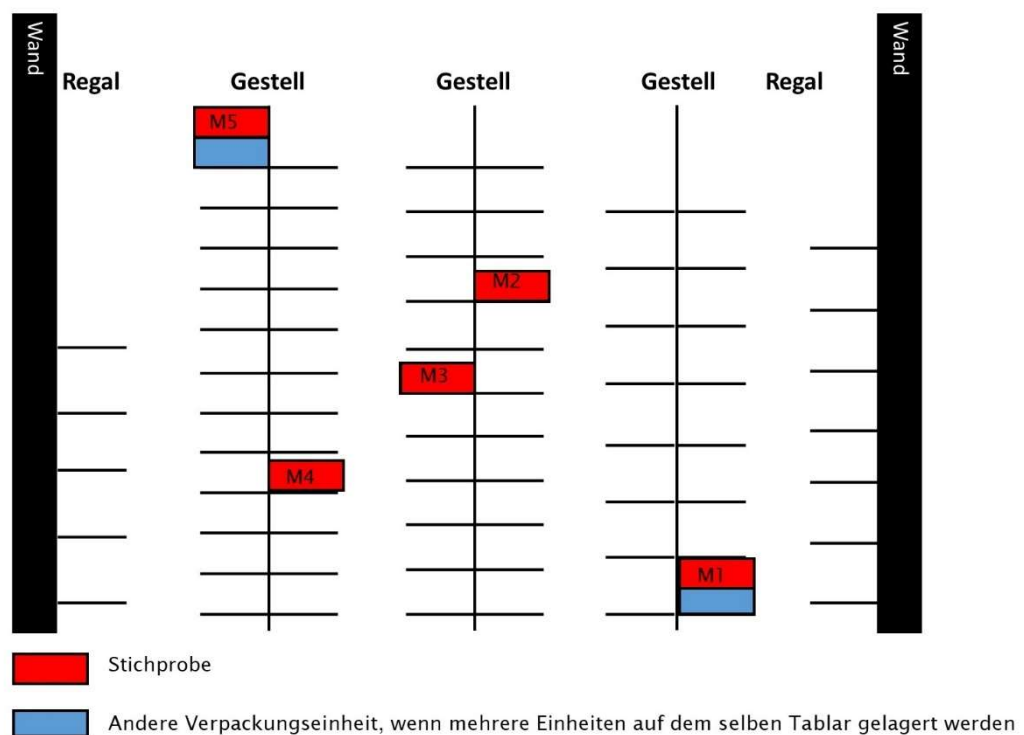


Abbildung 9 Verortung der entnommenen Stichproben in der Höhe, Moosherbarium

12.2 Vorgehen bei der Zustandserfassung

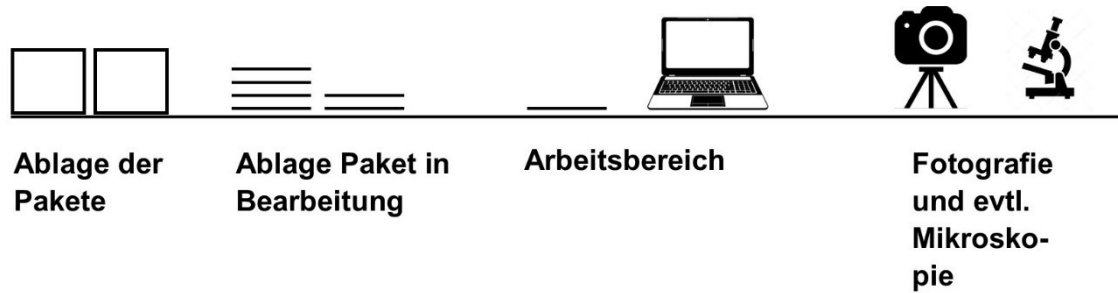


Abbildung 10 Grafische Darstellung der Aufstellung des Arbeitsplatzes

Gearbeitet wurde von links (Ablage der Verpackungseinheiten) nach rechts (Fotografie; siehe Abbildung 10). Links wurden die zu untersuchenden Verpackungseinheiten abgelegt. Die Verpackungseinheit, welche in Bearbeitung war, wurde ein Stück nach rechts verschoben, ausgepackt und konnte da umgestapelt werden. Wurde ein Herbarbeleg zur Zustandserfassung ausgewählt, wurde dieser einzeln in den Arbeitsbereich gelegt, untersucht und dokumentiert (siehe Kap.12.3). Der erfasste Beleg, wurde nach der Untersuchung zurück auf den entnommenen Platz in den Stapel gelegt. Dieser Vorgang wurde so lange wiederholt, bis alle Stichproben innerhalb der Verpackungseinheit untersucht wurden. Waren alle Stichproben in der Einheit untersucht, wurde die Einheit wieder verpackt und zurück auf die Paketablage gelegt und der Vorgang wurde jeweils bei der nächsten Verpackungseinheit wiederholt.

Aufgrund des Verdachts von Biozidrückständen in der Sammlung wurde bei der Bearbeitung eine Schutzausrüstung bestehend aus Kittel, Nitril-Handschuhen und FFP-2 Maske getragen. Die elektronischen Geräte wurden alle mit Kunststofffolien vor einer Kontaminierung geschützt. Regelmässiges feuchtes Abwischen der Arbeitsfläche und waschen der Hände und des Gesichts beim Verlassen des Herbariums wurden zusätzlich in den Arbeitsablauf miteinbezogen. Eine Liste der für die Zustandserfassung verwendeten Materialien findet sich im "Anhang, Kapitel 7.3, Benötigte Materialien bei der Zustandserfassung".

12.3 Dokumentation

Im Arbeitsbereich wurden die Daten elektronisch erfasst und dokumentiert. Am Ende der Untersuchung wurde der Beleg zur eindeutigen Identifikation fotografiert. Alle Belege wurden unter **Ultraviolettstrahlung** (UV-Licht) betrachtet, da dadurch **Fluoreszenzen** und weitere für das Auge sonst unsichtbare Hinweise auf den Zustand der Belege erschlossen werden können. Bei von Auge wahrnehmbarer Fluoreszenz wurde eine **UV-Fluoreszenzphotografie** erstellt. Ausserdem wurden Herbarbelege bei Bedarf unter dem Mikroskop betrachtet.

Identifikation des Beleges:

Name des Herbariums (Sammlung): -
 Wissenschaftlicher Name der Pflanze: Phytolacca Tecandra
 Name des Sammlers: -
 Sammlungsdatum: 1821
 Sammelstelle (Ort): Morlot
 Herbarpaket: M1
 Verortung im Stapel: B 142
 Vollständige Mindestangabe: ☐Ja / ☒Nein
 Weiterführende Informationen:
☐Schrift unleserlich

Beschreibung:**Pflanze**

Anzahl: 2 Teile
 Anzahl Umschläge mit Pflanzenteilen: -
 Besonderes: -

Montierung

☐keine
☒Papierstreifen
☐Gewebestreifen
☐Fadenheftung
☐Partiell verklebt
☐Vollflächig verklebt
 Besonderes:

Trägerpapier

☐ ohne
☒ stabil
☐ brüchig
☐ Farbveränderung
 welche:
 Besonderes:

Umschlag

☒ ohne
☐ Ja / ☐ Nein
☐ Beschriftung:
☐ Farbmarkierung:
 Besonderes:

Etikett

☐ Ja / ☒ Nein
 Beschreibung:
 Auf Trägerpapier
 Befestigung:
☒ ohne
☐ Metallnadel
☐ Gelebt
 Beschriftung:
☒ Handschriftlich
☐ Schreibmaschine
☐ Gedruckt
☐ Kugelschreiber
☐ Filzstift
☐ Grafit
☒ Tinte

Verpackung

☒ Plastiksack
☒ Kartonkiste
☒ Zugbandmappe
☐ Keine Verpackung

Stempel

☐ Herbarium Bernense

Zustand:**Pflanze**

☐ Unbeschädigt
☐ Schädlingsfrass
☐ Schimmel
☒ Kleine Fehlstellen (Krümel)
☐ Grosse Fehlstellen (Verlust ganzer Pflanzenteile z.B. Blatt)
 Bemerkung: Risse im Blatt, Starke Verwellung

Montierung

Beschädigung:
☐ Ja
☒ Nein
 Bemerkung:

Trägerpapier

☒ Risse-Historische
 Restaurierung mit Papierstreifen, verm.
 Sammler selbst
☒ Knicke
☒ Verwellungen
☒ Verschmutzung
☐ Schädlingsbefall/Frass
☐ Schimmel
 Sonstige:

Umschlag

☐ Risse
☐ Knicke
☐ Verwellungen
☐ Verschmutzung
☐ Schädlingsbefall/Frass
☐ Schimmel
 Sonstige:

Etikett

☐ Lose
☐ Schreibmittel verblichen
☐ Risse
☐ Knicke
☐ Verwellungen
☐ Verschmutzung
 Sonstige:

Schäden durch Verpackung:

☐ Druck
☐ Feuchtigkeit
 Sonstige:

Pestizid

☐ Kein Anzeichen
☐ Stempel
 Beschreibung:
☒ Ausblühungen
 Beschreibung:
 Foto: ☐ Ja / ☐ Nein
☐ Geruch
 Beschreibung:

VIS Aufnahme:



Betrachtung unter UV



Leichte Fluoreszenz, Ausblühungen erkennbar

Betrachtung unter Mikroskop

Kristallartige weisse Ausblühungen auf der gesamten Pflanze, weiterführende Untersuchungen empfohlen

Vorschlag Konservierungs- und Restaurierungsmassnahmen

Reinigung☒ Ja / ☐ Nein☐ Schimmel☐ Pestizid**Papier:**☐ Schliessen des/der Risse/s☐ Papier austauschen, Grund:

Sonstige:

Pflanze/Montage:☐ Pflanze montieren☐ Beschädigte Montage sichern☒ Lose Pflanzenteile sichern☐ neu Montieren☒ in Umschlag

Sonstige:

Schädlingsbefall:☐ Massnahmen ergreifen**Pestizide**☒ Bestehende Vermutung - Weiterführende Untersuchungen empfohlen**Etiketten:**☐ Etikett sichern☐ Information sichern

Sonstige:

Konservatorische Verpackung☐ Druck reduzieren – weniger Belege in Stapel**Sonstige:**

12.4 Auswertung der Zustandserfassung und Empfehlungen für Massnahmen

Die getrockneten und gepressten Pflanzen sind im Herbarium Bern per Standard mit Papierstreifen auf ein Trägerpapier montiert. Papiere und Montierungsmaterialien unterscheiden sich je nach Sammlung, Alter und Bearbeitungsstand. Bei der stichprobenartigen Zustandserfassung wurde nur ein Beleg gefunden, bei welchem die Pflanze vollflächig mit dem Trägerpapier verklebt war. Andere Montierungstechniken wie Anheften mit Faden oder partielle Verklebung konnten bisher nicht beobachtet werden. Kleine Pflanzen oder Pflanzenteile sind in Papiertaschen gesichert, welche wiederum lose, verklebt oder mit einer Metallnadel auf dem Trägerpapier befestigt wurden. Bei der Zustandserfassung wurde bemerkt, dass auch Taschen aus Kunststoff verwendet wurden (Abbildung 14). Diese Kunststofftaschen finden sich auch im Herbarium unter den Arbeitsmaterialien (Abbildung 15). Auf den Herbarbelegen und bei den Arbeitsmaterialien finden sich zudem verschiedene Stempel mit unterschiedlichen Beschriftungen.

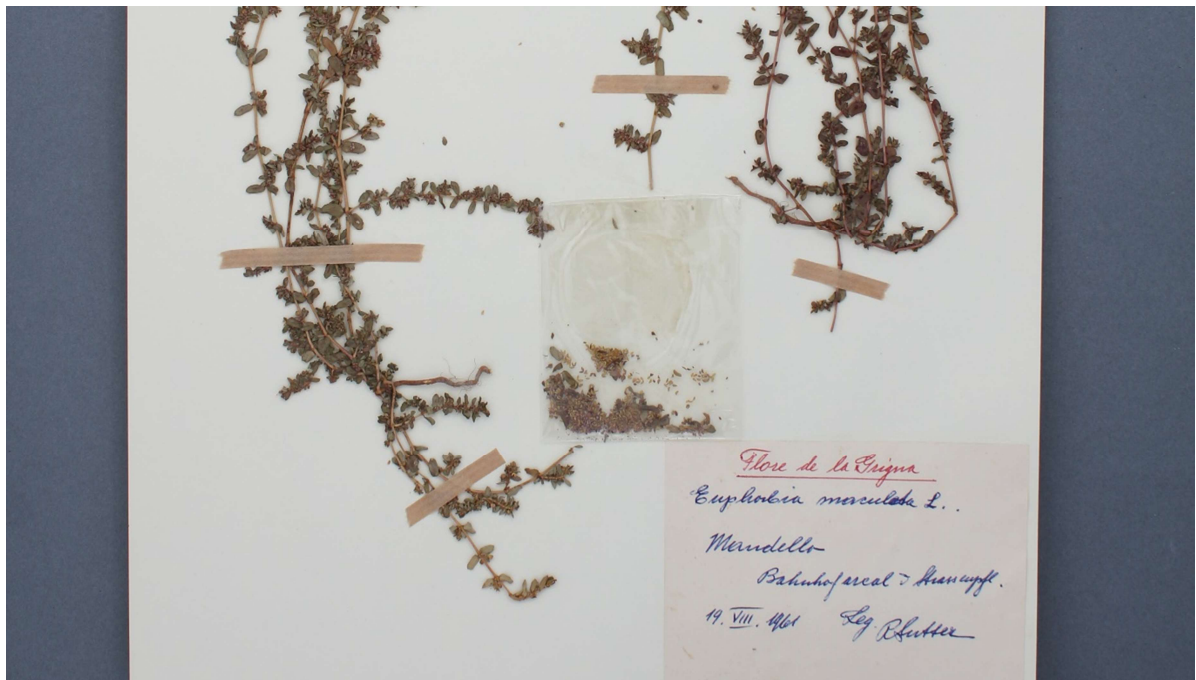


Abbildung 14 Beleg mit Pflanzenteilen gesichert in Kunststofftaschen, Beleg M5_B38



Abbildung 15 Kunststofftaschen aufgefunden unter den Arbeitsmaterialien

12.4.1 Verwendete Papiere

Die Qualitäten der Papiere unterscheiden sich stark und wurden aufgrund der Fragestellung in dieser Masterarbeit nicht analytisch untersucht. Der Säuregehalt der Papiere wurde nicht analysiert, da ein Austausch der Trägerpapiere aus ethischen, konservatorischen und finanziellen Gründen aktuell nicht diskutiert wird. Die folgenden Beobachtungen beruhen auf Erfahrungswerten der Autorin. Während der Zustandserfassung wurden sowohl handgeschöpfte Hadernpapiere, Herbarpapiere mit einem Anteil von vermutlich Wollfasern sowie säurehaltige Holzschliffpapiere beobachtet. Einzelne Papierqualitäten wurden wiederkehrend beobachtet, was die Verwendung von Standardpapieren bestätigt. Bisher wurden zwei Papierqualitäten beobachtet, welche mit Sicherheit als Standardpapier im Herbarium Bern eingesetzt wurden: ein Standardpapier, welches auf der Rückseite mit einem stark deckenden schwarzen Druck⁴³ versehen ist und ein Standardpapier, welches bei der Integrierung des Solothurner Herbars verwendet wurde. Ersteres ist auf Grund der gelblichen Verfärbung vermutlich säurehaltig. Ein Grossteil der auf Trägerpapiere montierten Herbarbelege ist einzeln in Papierumschläge verpackt. Die Umschläge bestehen aus einem Papierbogen, welcher in der Mitte gefaltet ist. Somit ist der Umschlag an drei Kanten offen. Auch die Papierqualität der Umschläge variiert. Bei den Umschlägen lassen sich noch deutlicher Standardpapiere erkennen, woraus sich schlussfolgern lässt, dass die meisten Umschläge erst im Herbarium Bern angebracht wurden. Im Hauptherbarium finden sich in Gestell 1 und 7 sowie auf der Ablage unterhalb der Fenster diverse Dokumente über das Herbarium Bern sowie Materialien, welche für das Herbarium Bern verwendet wurden. Soll die Qualität der Papiere untersucht werden, können da vermutlich weitere Informationen zu den Papieren in Erfahrung gebracht werden. Unter den Materialien befinden sich auch diverse vorgedruckte Etiketten (Abbildung 16).

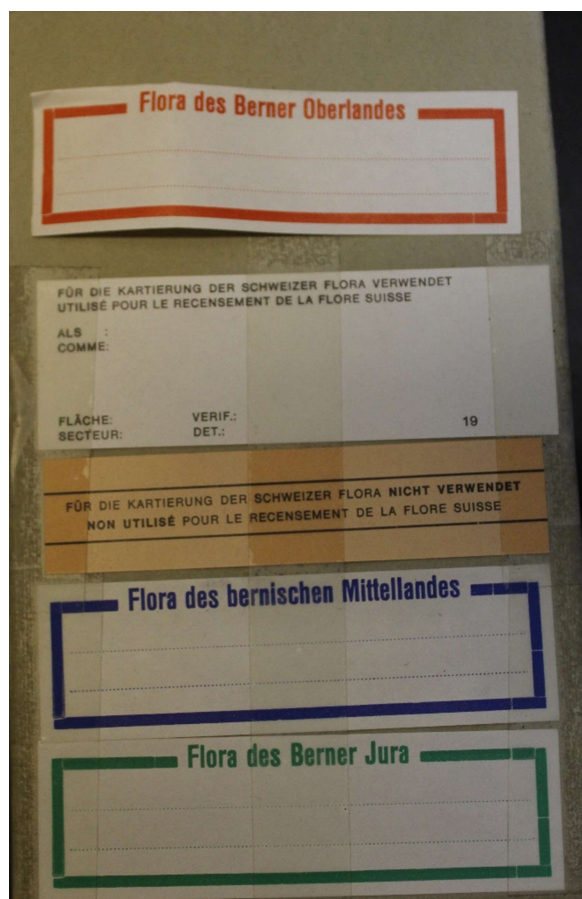


Abbildung 16 Sammlung von Etiketten aus dem Herbarium Bern (unvollständig)

⁴³ Die Druckerschwärze auf der Rückseite der Herbarbelege wurde zur Bekämpfung von Schadinsekten eingesetzt (siehe Kapitel 13.1).

12.4.2 Verwendete Verpackungen

Die Herbarbelege lagern standardmässig in Einheiten gestapelt, durch eine Kartonkiste vor Licht und durch einen Kunststoffsack vor Klimaschwankungen, Schadinsekten und Staub geschützt. Aufgrund der über die Jahre wechselnden Standards und der Integration von grossen Privatherbarien⁴⁴, lassen sich unterschiedliche Verpackungen beobachten:

- in Kartonschachtel (Herbarschachtel)
- in Faszikelmappen oder zwischen verschnürten Kartons
- in Kunststoffsack
- Kombination aus den oben genannten Verpackungen
- in Ablagefächern

Bei den Kartonkisten in den Rollregalen handelt es sich um fünf häufiger beobachtete Modelle, welche abhängig von der Zeit oder der Sammelnden als Standardkisten galten. Alle Modelle ermöglichen ein Durchblättern der Herbarbelege entweder durch eine Klappöffnung oder eine Öffnung an einer Seite. Die beobachteten Schachtelmodelle sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 4 Übersicht über die verwendeten Kartonschachteln im Herbarium Bern

Typ Nr.	Bild	Beschreibung
1		Die meistverwendete Kartonkiste hat eine Öffnung an der Vorderseite. Aus einem Karton gefaltet, an der Oberseite überlappend mit Metallklammern fixiert. Der Karton, welcher die Decke bildet, bedeckt nur der hintere Bereich. Im vorderen Bereich ist ca. ¼ nicht bedeckt. Die Seitenwände im nicht bedeckten Bereich sind nach unten angeschrägt.
2		Das Herbarium von Hans-Peter Fuchs ist in Kartonkisten mit zwei Klappen verpackt. Die eine Klappe befindet sich an der Oberseite der Schachtel, wird diese angehoben lässt sich die zweite Klappe an der Vorderseite nach unten klappen.

⁴⁴ Aufgrund des enormen Aufwandes, aus ethischer Sicht und aufgrund des drohenden Informationsverlustes, wurden Herbarien aus privater Hand nicht auf die Standards im Herbarium Bern angepasst.

3		Kiste mit Deckel und Klappe an der Vorderseite.
4		Kiste mit Deckel und Klappe an der Seite.
5		Bei den provisorisch abgelegten und unbearbeiteten Kartonkisten auf der Ablage handelt es sich um handelsübliche Umzugskartons von säurehaltiger, minderer Qualität.

Die Faszikel Mappen unterschieden sich deutlich voneinander, was unabhängige Entstehungsprozesse in Privatherbarien vermuten lässt, wodurch die Mappen unterschiedliche Qualitäten aufweisen. Die Teilsammlungen Herbarium Bernense, Herbarium Generale und Herbarium Franz von Tavel sind zwischen Karton gebündelt und mit Schnur fixiert.

Einzelne Einheiten sind in Ablagefächer abgelegt, welche auf der Vorder- und Oberseite offen sind. In den Regalreihen 1,5A und 6A finden sich Ablagefächer aus Holz und Kartonkisten Typ1 ohne zusätzliche Verpackung mit einem Kunststoffsack. In diesen Verpackungen werden die Belege nicht gegen äussere Einflüsse wie Licht, Klima und Schadinsekten geschützt.

Ein Grossteil der Einheiten ist noch zusätzlich zu den oben beschriebenen Verpackungen in Kunststoffsäcken verpackt. Diese zusätzliche Verpackung stammt von bereits erwähnter Schädlingsbekämpfungsaktion (siehe Kap. "Gliederung des Berner Herbariums und Bearbeitungsstandards"). Schlichtegroll beschreibt, dass für die Langzeitaufbewahrung von Objekten Verpackungsmaterial aus nicht oder nur sehr gering dampfdurchlässigem Material nicht geeignet ist. Werden Objekte über längere Zeiträume innerhalb eines Mikroklimas aufbewahrt, so können diese irreversiblen Schäden davontragen. Problematisch ist hierbei eine Ansammlung von Kondenswasser und sich anstauende Wärme innerhalb der Verpackung, welche zum Wachstum von Mikroorganismen führen kann. Es kann aber auch das Gegenteil passieren und die Objekte trocknen aus. Dadurch werden sie brüchig, was die Entstehung von Fehlstellen begünstigen kann. Aufgabe des Verpackungsmaterials kann es sein, einen Puffer zu bilden, damit unregelmässige Luftfeuchtigkeit nur in abgemilderter Form auf das Objekt einwirkt,

denn schnelle Schwankungen können wie ein Schock auf die Materialien wirken und irreversible Schäden hervorrufen (Schlichtegroll, 2020, S. 59–60).

Da beim Transport in die neuen Räumlichkeiten die Kisten intensiv bewegt werden und mit Vibrationen zu rechnen ist (Fahrt im Lastwagen) wird empfohlen, die Belege ohne Umschlag vor dem Transport mit einem säurefreien Umschlag auszustatten. Durch das Aufliegen der Umschläge werden lose Bestandteile weniger stark bewegt als ohne Umschlag. Zusätzlich ergibt sich der Vorteil, dass lose Bestandteile, welche sich trotzdem bewegen, im Umschlag aufgefangen werden und immer noch eindeutig dem zugehörigen Beleg zugeschrieben werden können. Für die Planung der Digitalisierung wird empfohlen, eine Einschätzung einzuholen, wie sich beschädigte Montierungen und nicht montierte Herbarbelege auf eine Digitalisierung auswirken.

12.4.3 Schäden an Trägerpapier, Pflanzenbelegen und notwendige Massnahmen

29 von 100 Belegen gelten als unbeschädigt.

55 von 100 Belegen weisen kleine Fehlstellen und kleinste lose Pflanzenteile auf.

28 von 100 Belegen weisen grosse Fehlstellen oder lose Pflanzenteile auf.

8 von 100 Belegen weisen eine defekte Montierung auf.

50 von 100 Belegen wiesen aufliegende Schmutzpartikel und Staub auf. Damit die Verschmutzungen nicht in die neuen Räumlichkeiten verschleppt werden, wird eine Trockenreinigung der Herbarbelege und der Verpackungen vor dem Transport an den neuen Standort dringend empfohlen⁴⁵. Besonders auch hinsichtlich der Biozidrückstände wird eine vorgängige Reinigung dringend empfohlen (siehe Kapitel 13.4). Ausserdem werden beim Entfernen von aufliegendem Staub unsichtbare krankmachende Stoffe, wie Allergene und Toxine, die im Staub enthalten sind, minimiert. Dadurch wird das Risiko einer Erkrankung durch zu hohe Staubbelastung für Benutzende und Mitarbeitende gesenkt (Bridson & Forman, 1999, S. 79). Staub- und Schmutzpartikel binden die Feuchtigkeit aus der Luft und erhöhen so die Feuchtigkeit auf der Oberfläche der Objekte. Dies kann zu einer direkten Schädigung der Objekte führen. Ausserdem schaffen diese Bereiche ideale Bedingungen für Insekten- und Schimmelbefall (13.6.1). Zum Trockenreinigen der Trägerpapiere eignen sich Archivstaubsauger ausgestattet mit einem HEPA-Filter⁴⁶ (geeigneten Schwebstofffilter) und Bürstenaufsätzen aus Ziegenhaar, Ziegenhaarpinsel und -bürsten sowie spezielle Latexschwämme. Der Pflanzenbeleg wird aufgrund der Fragilität bei der Reinigung ausgespart (Bridson & Forman, 1999, S. 7). Damit die Objekte beim Reinigen nicht beschädigt werden, empfiehlt es sich das Personal zu schulen und falls gewünscht Hilfsmittel wie Abstandshalter einzusetzen. Für die Mitarbeitenden ist es wichtig, sich bei der Trockenreinigung gut zu schützen. Es wird empfohlen in jedem Fall Nitril-Handschuhe und Kleiderschutz (Schürze und (Einweg-)Kittel) zu tragen. Bei Anzeichen für Schimmelbefall ist das Tragen einer Staubmaske empfohlen und angebracht. Bei Sammlungen mit Biozidverdacht muss das Trockenreinigungsverfahren zwingend an geltende Sicherheitsbestimmungen angepasst werden.

Bei 35 von 100 Belegen wird ein konservatorischer Eingriff empfohlen. Darunter fällt das Anbringen von Umschlägen, Schliessen von Rissen im Trägerpapier und Festkleben von losen Etiketten.

Bei acht von 100 Belegen ist die Montierung beschädigt. Dabei kann sowohl der Papierstreifen gerissen sein oder der Klebstoff hat sich gelöst. 33 von 100 Belegen sind nicht montiert.

Bei einem von 100 Belegen ist die Etikette stark beschädigt. Werden die Informationen nicht zeitnahe gesichert, droht die Gefahr von Informationsverlust.

Nur einer von 100 Belegen wies Schimmel auf. Bezüglich der Schimmelbelastung kann durch die stichprobenartige Zustandserfassung lediglich die Tendenz formuliert werden, dass nur wenige Belege von Schimmel betroffen sind. Durch das vorhandene Mikroklima in den Kunststoffverpackungen wird jedoch davon ausgegangen, dass einzelne Verpackungen durch Beschädigung oder erhöhte Luftfeuchtigkeit, von Schimmel betroffen sein können (siehe Kapitel 12.4.2). Daher wird empfohlen, das Vorgehen beim Vorfinden von Schimmel im Workflow des Projektes einzuplanen und zu formulieren. Die Publikation "Schimmelpilze auf Papier" behan-

⁴⁵ Soll eine Aufwandschätzung der Trockenreinigung mit in die Projektplanung mit einfließen, kann eine definierte Anzahl an Herbarbelege wie vorgeschlagen Trockengereinigt werden. Die benötigte Zeit pro Beleg kann anschliessend berechnet werden und in die Kalkulation der Projektplanung einfließen.

⁴⁶ HEPA = High-Efficiency Particulate Air/Arrestance

delt die Problematik von Schimmelbefall eingehend und enthält ein Beispiel für einen Workflow, welcher als Vorlage für den Umgang mit schimmelbefallenen Objekten dienen kann (Meier & Petersen, 2006).

12.4.4 Schädlingsbefall

30 von 100 Belegen wiesen Frassspuren von Schädlingen auf. Vereinzelt wurden in den Verpackungen sowie auf den Belegen leere Insektenhüllen und tote Insekten gefunden. Einzelne Frassspuren können dabei bereits an der lebenden Pflanze entstanden sein. Anzeichen dafür ist, dass keine Insektenexkreme, Frassschäden am Trägerpapier oder kleinteilige pudrige Bestandteile (z.B. Holzmehl) vorhanden sind. Angenommen die Pflanzen wurden nach dem Schädlingsfrass auf ein neues Trägerpapier montiert, würden diese Spuren nicht mehr sichtbar sein. Somit kann im Rahmen dieser Zustandserfassung keine Aussage zu dem Entstehungszeitpunkt des Insektenfrasses gemacht werden. Das Paket M5 weist einen aktiven Insektenbefall auf. Einzelne lebende Insekten wurden beobachtet. Ein Insekt wurde als Probe genommen und unter dem Mikroskop untersucht (Abbildung 17). Es könnte sich um eine Staublaus (*Liposcelis sp.*), auch Bücherlaus genannt, handeln (Abbildung 18), welche als Papierschädling gilt (IPM Working Group, 2018; Pinniger et al., 2016, S. 53–54).⁴⁷



Abbildung 17 Lebendes Insekt im Herbarium Bern, Mikroskopaufnahme, 200x Vergrößerung



Abbildung 18 Zum Vergleich *Liposcelis sp.* (IPM Working Group, 2018)

Da in der Stichprobe eine Verpackungseinheit lebende Insekten aufweist, wird davon ausgegangen, dass auch andere Verpackungseinheiten Insektenbefall aufweisen. Daher wird empfohlen vor dem Umzug eine Schädlingsbekämpfungsaktion durchzuführen. So kann sichergestellt werden, dass mit dem Umzug keine Schadinsekten in die neuen Räumlichkeiten eingeschleppt werden. Wird nach der Massnahme am neuen Standort ein Integriertes Schädlingsmanagement (IPM) eingeführt, kann ein Befall von Schadinsekten vorausschauend vermieden werden (Kapitel 13.6.1).

⁴⁷ Es wird empfohlen, die Bestimmung des Insektes von einer Fachperson überprüfen zu lassen.

12.4.5 Geforderte Mindestangaben

Damit ein Herbarbeleg für die wissenschaftliche Forschung verwendet werden kann, werden einzelne Informationen gefordert, welche neben dem Pflanzenbeleg auf der Etikette des Belegs vermerkt sein müssen. Zu den geforderten Mindestangaben zählen (Bridson & Forman, 1999, S. 47):

- Wissenschaftlicher Name der Pflanzen
- Name des Sammlers
- Sammlungsdatum
- Sammelstelle (Ort)

Im Herbarium Bern wiesen 72 der untersuchten Belege die geforderten Mindestangaben auf und können somit für die Forschung verwendet werden (siehe Abbildung 19).

Belege mit schwierig zu entziffernden Schriften sowie Angaben, welche aus dem Sammlungszusammenhang vermutlich ohne grossen Zeitaufwand rekonstruiert werden können, wurden als vorhandene Mindestangaben gezählt. Die Überlegung war, dass geschultes Personal mehr Übung beim Entziffern von Handschriften hat und bei dem Erstellen eines Inventars der Sammlungszusammenhang ebenfalls geklärt werden kann.

Es bleiben somit 28 Belege, welche die geforderten Mindestangaben nicht aufweisen. Davon können bei 18 Belegen die geforderten Mindestangaben vermutlich mit erhöhtem Zeitaufwand rekonstruiert werden. Acht der eben erwähnten 18 Belege, weisen als einzige Angabe Nummern auf, welche vermutlich auf weitere Informationen in einem Inventar oder einer Datenbank verweisen. Bei weiteren 10 der erwähnten 18 Belegen, fehlt die Angabe des Sammlers. Da diese Belege aus den 1820er Jahren stammen, kann vermutlich mit erhöhtem Zeitaufwand der Name des Sammlers, durch seine Handschrift, recherchiert werden. Sieben Belegen von den 27 Belegen ohne die geforderten Mindestangaben können vermutlich trotzdem für die Forschung verwendet werden, da lediglich der Name des Sammlers fehlt. Somit bleiben nur drei Belege, bei denen die Sammelstelle und/oder das Datum fehlt und somit von der Forschung ausgeschlossen werden. Dies muss jedoch im Einzelfall von Fachpersonen z.B. Biolog*innen bewertet werden und kann situationsabhängig sein.

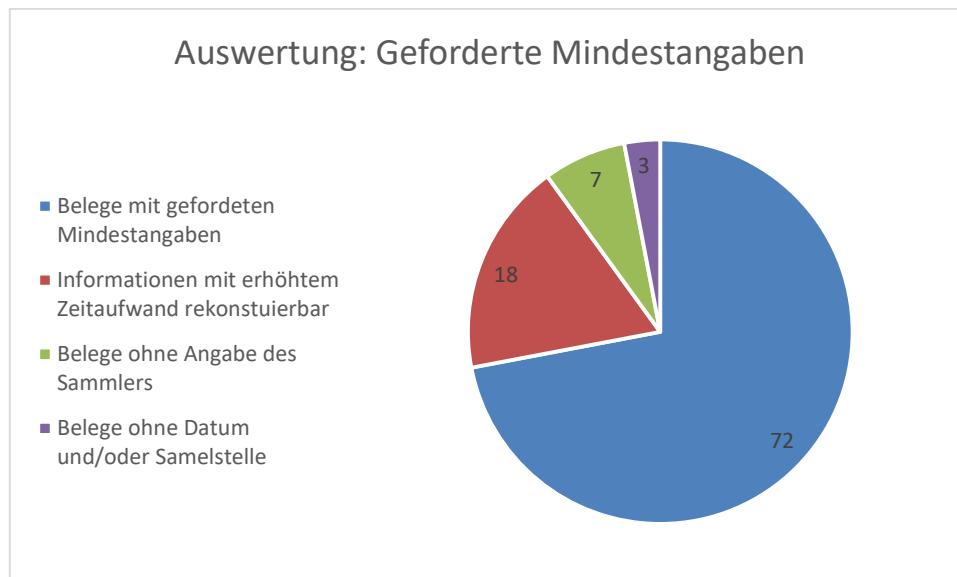


Abbildung 19 Grafische Darstellung der Auswertung der Daten über die "geforderten Mindestangaben"

13 Gefährdungsbeurteilung durch Biozide im Herbarium Bern

Herbarien bilden eine hervorragende Nahrungsquelle für Insekten, weshalb die Gefahr, dass Herbarien von Schädlingen befallen werden, grundsätzlich gross ist. Die Bekämpfung von Schadinsekten ist daher ein wichtiges Thema für die Langzeitlagerung von Herbarbelegen. Wie in dem Kapitel "12.4.4 Schädlingsbefall" gezeigt wurde, ist und war das Herbarium Bern ebenfalls von der Problematik betroffen. Wird ein Blick in die Vergangenheit geworfen, konnte mit dem Aufkommen von den ersten Bioziden im 18. Jahrhundert erstmals etwas gegen die drohende Gefahr unternommen werden (Dauwalder 2012, S.121). In Herbarien wurden vorrangig Insektizide (Mittel gegen Schadinsekten) und Fungizide (Mittel gegen Pilzbefall) eingesetzt. Oft wird auch der Überbegriff "Biozid" verwendet, welcher allgemein für Substanzen verwendet wird, die Organismen abtöten. Da Gebäudehüllen und Verpackungsmaterialien oft das Eindringen von Insekten nicht aufhalten konnten, war die Verwendung von Bioziden ein willkommener Schutz für die Sammlung, welcher oft grosszügig eingesetzt wurde. Dass von Bioziden auch ein Gesundheitsrisiko für den Menschen und die Umwelt ausgeht, wurde erst später bekannt. Dadurch, dass Biozide das alltägliche Leben der Menschen in verschiedenen Bereichen enorm erleichtert haben und dies aktuell immer noch tun, kamen unzählige Biozide mit unterschiedlichen Rezepturen auf den Markt. Wird die Geschichte der Biozide verfolgt, fällt auf, dass immer wieder Biozide auf den Markt kamen, welche weniger gesundheitliche Risiken für den Menschen oder die Umwelt aufweisen sollen und dadurch die Vorgängerprodukte langsam ablösen. Mit den Jahren wurde in diversen Herbarien auch die Erfahrung gemacht, dass der Biozideinsatz die Belege nicht nachhaltig und ausreichend gegen Schädlinge schützt. Die Behandlung musste regelmässig wiederholt werden, da sich nach einer gewissen Zeit trotzdem immer wieder Schädlinge in den Sammlungen ausbreiteten (Metsger und Byers 1999, S.59-60). So wurden auch in Herbarien über die Zeit unterschiedliche Biozide eingesetzt. Dabei handelt es sich oft um gesundheits- und umweltgefährdende Stoffe, die zudem Resistenzen bei den Insekten hervorrufen konnten. Die zum Teil persistenten Chemikalien stellen auch heute noch eine Gefahrenquelle für Mitarbeitende und Benutzende von Herbarien dar (Dauwalder, 2012, S. 120; Pfister, 2008, S. 40–54; Spiegel et al., 2019, S. 20–28).

Die Sensibilität und das Bewusstsein für den Umgang mit Biozid belasteten Objekten ist besonders im musealen Bereich in den vergangenen 20 Jahren stark gestiegen (Dauwalder, 2012, S. 120). Der verantwortungsvolle und fachübergreifende Umgang mit kontaminierten Sammlungsobjekten ist jedoch bis heute ein sehr vorsichtig behandeltes bis tabuisiertes Thema geblieben (Spiegel et al., 2019, S. 8). Der Umgang mit Bioziden, welche zum Schutz der Sammlung eingesetzt wurden, war Teil des normalen Arbeitsalltags. Bei naturwissenschaftlichen Sammlungen besteht zudem eine oft sehr innige Beziehung zu den Objekten, da sie eine zentrale Forschungsgrundlage darstellen. Auch stellen umfangreiche Schutzmassnahmen oft eine als wiederstreb empfundene Veränderung des Arbeitsalltags dar (Spiegel et al., 2019, S. 12). Entscheidend wird im Herbarium Bern sein, die Biozidbelastung in der Institution ernst zu nehmen, Schutzmassnahmen zu erhöhen, Personal und Nutzer entsprechend zu schulen und instruieren damit eine neue Routine entsteht, welche das Arbeiten mit den Sammlungsobjekten ohne Risiken für die Gesundheit ermöglicht. Die Analyse der vorhandenen Biozide wird für diese Arbeitsschritte die nötige Bestätigung und Rechtfertigung liefern.

Eine Biozidanalyse ist eine komplexe Angelegenheit. Mit allen bekannten Analyseverfahren gibt es Stoffe, welche besser und welche schlechter erfasst werden können. Manche Verfahren (Kapitel 13.5) ermöglichen lediglich eine Aussage, ob Biozide vorhanden sind oder nicht. Andere ermöglichen eine quantitative Beurteilung der vorhandenen Biozidbelastung. Dazu kommt, dass manche Analyseverfahren zeit- und kostenintensiv sind. Von einer Analyse aller möglichen Stoffen, welche sich in Bioziden und somit in Sammlungsobjekten befinden können, wird von Experten⁴⁸ abgeraten. Dazu kommt, dass mit einer Biozidanalyse nur einzelne Objekte in einer Sammlung auf vorhanden Biozide gemessen werden können. Eine Analyse aller Objekte ist aus Kostengründen meist unmöglich und laut Expertenmeinungen⁴⁹ nicht sinnvoll. Das

⁴⁸ (M. Troxler, persönliche Information, Bern 08.04.2021; C. Hinterleitner, persönliche Information, Bern 28.04.2021).

⁴⁹ (M. Troxler, persönliche Information, Bern 08.04.2021; C. Hinterleitner, persönliche Information, Bern 28.04.2021).

Nachfolgende Kapitel soll, die im Herbarium Bern verwendeten Gefahrenstoffe durch Literaturrecherche und Hinweise an Objekten, eingrenzen. Für das Herbarium Bern empfohlene Analyseverfahren sollen erklärt und präsentiert werden. Durch diese vorgängige Ermittlung der Gefahrenstoffe, sollen die Anzahl der benötigten Analysen eingeschränkt und somit Kosten eingespart werden können.

13.1 Historische Erkundung

In den historischen Quellen wird die Verwendung von Quecksilber (II)-chlorid, Kohlenstoffdisulfid, DDT, Druckerschwärze und eine Lösung aus Zinkchlorid-Terpentinöl-Kampfer-Alkohol im Herbarium Bern beschrieben.

Die früheste Verwendung von Bioziden im Herbarium Bern wird 1904 in der Literatur erwähnt (Jahresbericht 1904, S. 7). Somit ist schriftlich bestätigt, dass spätestens ab 1904 Biozide verwendet wurden. Walter Rytz beschreibt 1922, dass alle Neuzugänge den Schwefelkohlenstoffkasten (Kohlenstoffdisulfid) passieren müssen. Zudem werden die Pflanzen vor dem Aufziehen in eine Lösung aus Zinkchlorid-Terpentinöl-Kampfer-Alkohol getaucht. Diese Lösung ersetzt laut Rytz das früher verwendete Quecksilber (II)-chlorid, was in der Quelle mit Sublimat bezeichnet ist (Rytz, 1922, S. 67). Dauwalder beschreibt, dass jedoch auch auf einem zufällig aus der Sammlung gezogenen Herbarbeleg von 1958 der Stempel "Sublimatisiert" (siehe Abbildung 20) gefunden wurde (Dauwalder, 2012, S. 128). Ob lediglich der Stempel "Sublimatisiert" als Zeichen für Biozideinsatz weiterverwendet wurde, oder tatsächlich Quecksilber (II)-chlorid bis mindestens 1958 verwendet wurde, kann durch Dauwalder nicht abschliessend geklärt werden. Martin Troxler, Präparator am Naturhistorischen Museum mit viel Erfahrung im Umgang mit Biozidbelasteten Sammlungsobjekten riet die Beschriftungen ernst zu nehmen. Er weist darauf hin, dass die zwei Stempel mit unterschiedlicher Beschriftung vermuten lassen, dass bereits bei dem Biozideinsatz die gesundheitsschädigende Wirkung von Quecksilberchlorid bekannt war. Weshalb zwischen "Sublimatisiert" und "Vergiftet" unterschieden wurde⁵⁰. Da Rytz bereits 1922 die toxische Wirkung von Quecksilber (II)-chlorid bekannt war, ist davon auszugehen, dass im Herbarium Bern die Substanz bis mindestens 1958 eingesetzt wurde.

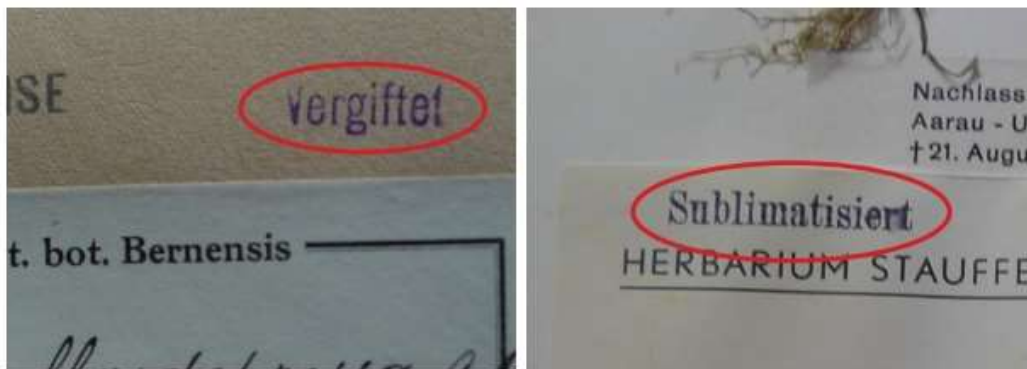


Abbildung 20 im Herbarium Bern verwendete Stempel zur Bezeichnung von biozidbehandelten Herbarbelegen (Dauwalder, 2012, S. 128)

Des Weiteren wird der Einsatz von Druckerschwärze beschrieben. Die Pflanzen wurden auf einen Papierbogen aufgezogen, welcher auf der Rückseite mit einem stark deckenden Muster bedruckt war (Abbildung 21). Die stetigen Einräumungsarbeiten der auf diesen Papieren montierten Pflanze, erneuert kontinuierlich die giftige Wirkung der Druckerschwärze, welche nach dem Einsetzen mit der Zeit abnimmt.

⁵⁰ (M. Troxler, persönliche Information, Bern 08.04.2021).



Abbildung 21 zur Schädlingsbekämpfung rückseitig bedrucktes Standardpapier mit Druckerschwärze

Ab 1947 wurde Neocid -Pulver und -Spray von der Firma J.R. Geigy AG⁵¹ verwendet, welches dem Botanischen Institut als Gratis-Sendung zugestellt wurde (Jahresbericht 1947, S.3). Unter dem Produktnamen Neocid wurde das Organochlor-Biozid DDT vermarktet. Auf Nachfrage von Dauwalder erinnerte sich der ehemalige Direktor des BOGA Otto Hegg an die Anwendung eines pulverförmigen Biozids. Da sich Hegg noch an die Anwendung der Substanz erinnern konnte, muss diese im Zeitraum von 1963-1996 erfolgt sein.

1998 übernimmt das Herbarium Bern die botanische Sammlung des Naturmuseum Solothurn, welche in Bern bearbeitet, inventarisiert und aktualisiert wurden. Am Ende des Projektes wurden das gesamte Herbarium giftfrei gegen Schädlinge behandelt (siehe Kap. "Auswertung der Verpackung"). Spätestens 1998 war somit den Mitarbeitenden des Berner Herbariums bekannt, dass der Einsatz von Bioziden eine schädigende Wirkung auf den Menschen haben kann, wodurch das giftfreie Verfahren zur Schädlingsbekämpfung gewählt wurde. Es wird davon ausgegangen, dass ab da keine Biozide in der Sammlung mehr eingesetzt wurden.

⁵¹ Paul Müller hat 1939 DDT als erfolgversprechendes Insektizid erkannt und dieses mit den beiden Produktreihen "Gesarol" und "Neocid" durch die Firma Johann Rudolf Geigy A.G. auf den Markt gebracht. Hierfür erhielt er 1948 den Nobelpreis in Medizin. (weiterführende Informationen siehe: Simon 1999, S. 27-31).

13.2 Hinweise an Objekten

Die Zustandserfassung hat gezeigt, dass 31 von 100 untersuchten Belege mögliche Anzeichen von Biozidbelastung aufweisen. Von den 31 Belegen sind 7 Belege mit dem Stempel "Vergiftet" gekennzeichnet. Auf den restlichen 24 untersuchten Belegen konnten augenscheinlich und unter dem Mikroskop transparentglänzende Überzüge und weisse kristallartige Ausblühungen beobachtet werden. Die weissen Ausblühungen können grob in zwei verschiedenen Formen eingeteilt werden:

- 1 Transluzente Kristalle (Abbildung 22)
- 2 Opake pulverige Agglomerate (Abbildung 23)

Alle weissen Ablagerungen wiesen im UV-Licht weisse Fluoreszenz auf, wodurch sich keine spezifischen Aussagen zu einzelnen Bioziden ableiten lassen.

Alle weissen Ablagerungen wiesen im UV-Licht weisse Fluoreszenz auf. Idargo beschreibt, dass Quecksilber(II)-chlorid im UV-Licht fluoreszierende Flecken für das menschliche Auge sichtbar macht. Die beschriebenen Flecken wurden im Herbarium Bern nicht beobachtet. Laut den Messungen der Masterthesis kann jedoch Quecksilber(II)-chlorid auch auf Herbarbelegen vorkommen, ohne die fluoreszierenden Flecken zu hinterlassen (Idargo, 2020, S. 33). Somit konnte im Herbarium Bern die Untersuchung mit dem UV-Licht, als Hilfe zur Erkennung der Ausblühungen genutzt werden. Um welche Substanzen es sich bei den Ausblühungen handelt, kann in weiterführenden Untersuchungen festgestellt werden. mit Nicht gefunden. Heisst aber nicht, dass es nicht vorhanden ist.



Abbildung 22 Mikroskopaufnahmen der Ausblühungen, Transluzente Kristalle, Stichprobe H3_B14, 200-fache Vergrösserung

Abbildung 23 Mikroskopaufnahmen der Ausblühungen, Opake pulverige Agglomerate, Stichprobe M1_B20, 200-fache Vergrösserung

13.3 Charakterisierung der Gefahrenstoffe im Herbarium Bern

Im folgenden Kapitel werden mögliche Gefahren der ermittelten Stoffe aufgezeigt. Die Daten sind jeweils den Datenblättern aus der Datenbank GESTIS (Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung) entnommen worden. Für die einzelnen Stoffe werden jeweils die Gefahrensymbole, der maximale Arbeitsplatzkonzentrationswert (MAK-Wert) und die HSO¹BP Notationen gelistet (siehe "Anhang, Kapitel 8 Informationen zu den MAK-Wert und den HSO¹BP Notationen"). Zudem wird der Hauptaufnahmeweg und die Hauptwirkungsweise erklärt.

13.3.1 Quecksilber (II)-chlorid



Abbildung 24 GHS-Gefahrenpiktogramme von Quecksilber (II)-chlorid, (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021 d)

MAK-Wert: 0,02 mg/m³

Für den Menschen hoch giftig

H: Gefahr der Hautresorption

S: Gefahr der Sensibilisierung der Haut

B: Biologisches Monitoring

Hauptaufnahmewege: Der Hauptaufnahmeweg für Quecksilber(II)-chlorid (Q.) verläuft unter beruflichen Expositionsbedingungen wahrscheinlich über den Verdauungstrakt. Bei Hautkontakt ist eine Aufnahmemöglichkeit über diesen Weg zu berücksichtigen.

Hauptwirkungsweisen: akut: korrosive Wirkung auf Schleimhäute und Haut; hautsensibilisierendes Potential; bei Inhalation konzentrierter Aerosole starke Schleimhautreizung bis Lungenschädigung; nach massiver Ingestion von Lösungen gastrointestinale Störungen, akute Nierenschädigung, Herz-Kreislauf-Störung chronisch: Kontaktdermatitis, gastrointestinale Störungen, Nierenfunktionsveränderungen bis -schäden

13.3.2 Kohlenstoffdisulfid



Abbildung 25 GHS-Gefahrenpiktogramme von Kohlenstoffdisulfid, (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021 c)

MAK-Wert: 5ml/m³

H: Gefahr der Hautresorption

SS_B: Eine Schädigung der Leibesfrucht kann auch bei Einhaltung des MAK-Wertes nicht ausgeschlossen werden.

B: Biologisches Monitoring

Hauptaufnahmewege: Hauptaufnahmewege für Kohlendisulfid (CS₂) verlaufen über den Atemtrakt und über die Haut.

Hauptwirkungsweisen: akut: Reizwirkung der Flüssigkeit auf Augen und Haut, neurotoxische Wirkung, im Extremfall Tod durch Lähmung des Atemzentrums
chronisch: Effekte auf das Nerven- und Gefäßsystem (kritische Toxizität)

13.3.3 Zinkchlorid



Abbildung 26 GHS-Gefahrenpiktogramme von Zinkchlorid, (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021f)

MAK-Wert: keine Angaben

Hauptaufnahmewege: Am Arbeitsplatz spielt die inhalative Aufnahme von Zinkverbindungen wie Zinkchlorid (Z.) in Form von Aerosolen die ausschlaggebende Rolle.

Hauptwirkungsweisen: akut: Starke Reiz- und Ätzwirkung auf Augen, Haut und Atemwege, Beeinträchtigung des Geruchs- und Geschmackssinns, Metallrauchfieber (nach Rauch-Exposition), Lungenschädigung. Starke Reizung und Schädigung im Verdauungstrakt, gastrointestinale Störungen.

chronisch: Geschmacksbeeinträchtigung, Entzündungsreaktionen der Atemwege, Störungen der Kupferhomöostase und Folgen einer Kupferdefizienz mit Veränderungen hämatologischer und klinisch-chemischer Parameter.

13.3.4 Terpentinöl



Abbildung 27 GHS-Gefahrenpiktogramme von Terpentinöl, (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021e)

MAK-Wert: 112 mg/m³

H: Gefahr der Hautresorption

S: Gefahr der Sensibilisierung der Haut

Hauptaufnahmewege: Der Hauptaufnahmeweg für Terpentinöl (T.) verläuft über den Atemtrakt. Bei Hautkontakt mit der Flüssigkeit ist eine dermale Aufnahmemöglichkeit zu berücksichtigen.

Hauptwirkungsweisen: akut: Reizwirkung auf Augen, Haut und Atemwege, hautsensibilisierende Wirkung, Störung des Zentralnervensystems, Nierenfunktionsstörung

chronisch: Hauterkrankungen, Reizwirkung im Atemtrakt.

13.3.5 Campher



Abbildung 28 GHS-Gefahrenpiktogramme von Campher, (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021a)

MAK-Wert: 13 mg/m³
(Keine weiteren Angaben)

Hauptaufnahmewege: Der Hauptaufnahmeweg für Campher (C.) verläuft über den Atemtrakt

Hauptwirkungsweisen: akut: Reizwirkung auf Augen und Atemwege, Störung des Zentralnervensystems, Nierenschädigung
chronisch: Schleimhautreizungen, Riechstörungen

13.3.6 DDT



Abbildung 29 GHS-Gefahrenpiktogramme von DDT (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021b)

MAK-Wert: 1 mg/m³
H: Gefahr der Hautresorption
S: Gefahr der Sensibilisierung der Haut
P: Provisorische Vestlegung

Hauptaufnahmewege: Die wesentlichen Expositionswege für DDT sind die Aufnahme über die Atemwege und über den Verdauungstrakt. Eine ausserberufliche Aufnahme mit Nahrungsmitteln ist bei der Gefährungsbeurteilung stets zu berücksichtigen.

Hauptwirkungsweisen:

akut: Reizwirkung auf die Augenschleimhaut, Störungen im Nervensystem

chronisch: keine ausreichenden Angaben für den Menschen verfügbar

13.4 Expositionswege, Schutzmassnahmen und Gefährdung im Herbarium Bern

Biozide oder Biozidrückstände können über die Haut, die Atemwege und über die Nahrung aufgenommen werden. Für die Beurteilung des Expositionsweges ist somit entscheidend, ob die Gefahrenstoffe auf der Oberfläche des Objekts, partikelgebunden im Staub oder gasförmig vorhanden sind. Eine Biozidaufnahme über die Nahrung kann in Herbarien durch einfache Regeln ausgeschlossen werden. Dafür müssen Nahrungsmittel in einem separaten Raum gelagert und konsumiert werden, welcher nie mit belasteten Objekten⁵² in Kontakt kommt. Durch konsequentes Händewaschen vor der Nahrungsaufnahme kann auch die Gefahr einer Übertragung über verunreinigte Hände auf die Nahrung ausgeschlossen werden. Die Aufnahme über die Haut ist nur bei Kontakt mit dem Objekt oder einer kontaminierten Oberfläche im Raum möglich z.B. Regalbrett oder Arbeitstisch. Durch das Tragen von Handschuhen und Bedecken der Haut durch lange Kleidung / Kittel kann der Aufnahme entgegengewirkt werden. Der Aufnahme über die Atemluft ist in Herbarien besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da Biozide auf verschiedene Arten in die Raumluft gelangen können. Über die Gasphase können jene

⁵² Am Besten mit keinen Objekten in Kontakt kommt, da die Aufnahme und Lagerung von Nahrungsmittel auch für Insekten eine exzellente Nahrungsquelle darstellt.

Stoffe aufgenommen werden, welche aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften bei Raumtemperatur gasförmig sind oder durch einen geringen Dampfdruck über Jahre nach und nach in die Raumluft übergehen. Zudem können sich Gefahrenstoffe im Staub ablagern, dieser kann bei der Arbeit in Herbarien aufgewirbelt und so über die Atmung aufgenommen werden (Spiegel et al., 2019, S. 32–35).

Allein durch die Tatsache, dass Biozide in den Objekten vorhanden sind, muss noch keine Gefährdung entstehen. Die Gefährdung wird durch die chemische und physikalische Zusammensetzung des Biozids und die ausgeführte Tätigkeit am Objekt bestimmt. So können unterschiedliche Tätigkeiten am selben Objekt unterschiedliche Gefährdungen darstellen (Spiegel et al., 2019, S. 32–37).

Bei der Gefährdungsabschätzung im Herbarium Bern gibt es die Schwierigkeit, dass die Objekte seit 2008 in Kunststoffsäcke verpackt sind. Da keine Studien bekannt sind, welche das Durchdringungsverhalten von Bioziden durch Kunststoffverpackungen behandeln, muss die Biozidbelastung im Raumstaub, Luftvolumen der Kunststoffsäcke und an der Objektoberfläche analysiert werden. Bis die Ergebnisse der Biozidanalyse vorliegen, soll im Herbarium Bern von einer Belastung der im "Kap. 13.1, Historische Erkundung" beschriebenen Gefahrenstoffe, ausgegangen werden⁵³. Aktuelle wird im Herbarium Bern der Verdacht auf Biozidbelastung bei einem Besuch des Berner Herbariums kommuniziert und es wird empfohlen, die Hände beim Verlassen des Herbariums gründlich zu waschen. Nitril-Handschuhe und FFP-2 Schutzmasken werden seit 21.04.2021 bei Bedarf zur Verfügung gestellt⁵⁴. Aufgrund der eben erwähnten Expositionswege wird für das Herbarium Bern empfohlen, die Schutzmassnahmen wie folgt zu erhöhen:

Bei staubenden Arbeiten im Herbarium Bern wird empfohlen eine Staubmaske FFP-2 zu tragen⁵⁵. Aufgrund der hohen Staubbeltung der Verpackungen und im Raum ist bereits das Öffnen der Plastikverpackungen als staubend zu betrachten (siehe Kapitel 12.4.3). Besonders die in Kap. 13.1 beschriebenen schwerflüchtigen Stoffe Quecksilber (II)-chlorid und DDT lagern sich bevorzugt im Staub ab, weshalb das Tragen einer Staubmaske im Herbarium Bern angezeigt ist. Das Tragen von Handschuhen wird im Herbarium Bern bei jedem Kontakt mit Herbarbelegen und allen möglichen belasteten Oberflächen⁵⁶ empfohlen. Bei längerem Aufenthalt in den Räumen, mit eventuellem Kontakt von belasteten Oberflächen mit den Armen, wird das Tragen eines Kittels empfohlen (z.B. Abstützen der Arme auf der Arbeitsfläche oder transportieren von Verpackungen). Da die Gefährdung beim Öffnen der Kunststoffsäcke bisher nicht abgeschätzt werden konnte, wird empfohlen ausreichende Luftzirkulation im Raum zu generieren (z.B. durch Lüften) oder die Verpackungen unter dem Abzug zu öffnen.

13.5 Empfohlene Analyseverfahren für das Herbarium Bern

Für die Planung einer Biozidanalyse wurde Kontakt, durch die Zusendung der bis dahin gesammelten Informationen über die Biozidbelastung im Herbarium Bern, mit Ingo Mayer, Professor für Holzchemie und Materialemissionen an der Berner Fachhochschule, aufgenommen. Bei einer telefonischen Besprechung mit Christina Hinterleitner, wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, wurden mögliche Analyseverfahren diskutiert. Aktuell wird von Christina Hinterleitner eine Offerte erstellt.

Die in "Kapitel 13.5" aufgeführten Annahmen sollen überprüft werden. Somit stellt sich die Frage, wie hoch die Biozidbelastung im Raum ist. Dabei stehen besonders die Aspekte der Arbeitssicherheit für Forschungsarbeiten an den Herbarbelegen sowie der geplante Umzug, Inventarisierung und Digitalisierung der Sammlung im Vordergrund.

Aktuell gibt es keine Methode, welche kostengünstig alle Gefahrenstoffe ermitteln und quantitativ einordnen kann. Deshalb wird meist empfohlen, eine Kombination von Methoden einzusetzen. Nachfolgend werden die für das Herbarium Bern empfohlenen Analyseverfahren beschrieben, deren Vor- und Nachteile aufgezeigt und den Einsatz im Herbarium Bern erklärt.

⁵³ (M. Troxler, persönliche Information, Bern 08.04.2021; C. Hinterleitner, persönliche Information, Bern 28.04.2021).

⁵⁴ (K. Rembold, persönliche Information, Bern 16.04.2021).

⁵⁵ (M. Troxler, persönliche Information, Bern 08.04.2021).

⁵⁶ In die möglicherweise belasteten Oberflächen sind alle Flächen eingeschlossen, welche bereits mit Herbarbelegen in Kontakt waren (Arbeitsflächen, Verpackungen usw.) und mit Staub belastete Oberflächen (unverpackte Bücher, Arbeitsmaterialien usw.). Ausgenommen sind zuvor feucht gereinigte Oberflächen.

- **Feststoffanalysen Staub**

Bei der Feststoffanalyse im Staub werden Staubproben im Raum oder am Objekt entnommen und anschliessend im Labor analysiert. Eine Feststaubanalyse im Hauptherbarium und optional im Moosherbarium wird empfohlen, um eine aktuelle Exposition und Gefährdung im Raum abschätzen zu können.

Vorteile: Quantitative Messung, einzige Möglichkeit die Gefährdung im Raum zu bestimmen

Nachteile: Keine Aussage zu einzelnen Objekten möglich

- **Röntgenfluoreszenz**

Die Röntgenfluoreszenz ist eine zerstörungsfreie Analytikmethode und basiert auf einer Schnellmessung der Atomzusammensetzung der Objektoberflächen mit einem mobilen Röntgenfluoreszenz-Spektrometer. Die Messung kann an einem Objekt innerhalb weniger Sekunden ermitteln, ob hohe Chlor-, Arsen- oder Quecksilberanteile eine Belastung mit Bioziden anzeigen. Entsprechende Messungen können vor Ort in den Museumsdepots mit einem mobilen Gerät vorgenommen werden (Hinterleitner & Mayer, 2018, S. 1–2).

Im Falle des Berner Herbariums ermöglicht das Analyseverfahren eine eindeutige Aussage, ob eine Belastung durch Quecksilber vorliegt. Es kann Hinweise auf eine mögliche Belastung mit chlororganischen Bioziden z.B. DDT liefern. Die Analyse erlaubt jedoch keine Aussage über die Menge der vorhandenen Biozidbelastung und kann für eine Gefährdungsabschätzung lediglich die Information liefern, ob Biozide an den Objekten vorhanden sind oder nicht. Eine Röntgenfluoreszenzmessung wird somit empfohlen, um als erster Schritt einschätzen zu können, ob die Objekte in allen Teilsammlungen biozidbelastet sind. Ausserdem können je nach Anzahl von Messungen Aussagen darüber getroffen werden, ob nur Herbarbelege mit einem der beschriebenen Stempel biozidbelastet sind oder auch Belege ohne Beschriftung. Ausserdem kann eine Tendenz eingemessen werden, ob nur die Pflanze oder auch das Trägerpapier vergiftet wurde.

Vorteile: Kostengünstig, zeiteffiziente Messungen mit sofortigem Resultat

Nachteile: keine quantitative Messung, Detektion von Chlororganischen Bioziden (DDT) schwierig

- **Passivsammler**

Mit dem Passivsammler kann zum einen eine Biozidkonzentration in einem Luftvolumen gemessen werden. Dafür wird der Sammler über eine vom Experten empfohlene an die Situation angepasste Zeitdauer, in dem zu messenden Luftvolumen platziert und anschliessend im Labor ausgewertet. Zum andern kann die Oberflächenkontamination eines Objekts durch Abrollen mit dem Passivsammler gemessen werden. Der Sammler kann anschliessend im Labor ausgewertet werden. Die Bestimmung der gesammelten Moleküle mithilfe der Gaschromatografie-Massenspektrometrie erlaubt anschliessend eine genaue Identifikation und Quantifizierung der gesammelten Biozide und somit eine exakte Aussage über die Kontaminierungssituation einzelner Objekte (Hinterleitner & Mayer, 2018, S. 1–2).

Im Falle des Berner Herbariums wird empfohlen für die Gefährdungsabschätzung beim Öffnen der Kunststoffsäcke Messungen der Luft innerhalb der Kunststoffsäcke durchzuführen. Für eine eindeutige Identifizierung und Quantifizierung der chlororganischen Biozide wird empfohlen mehrere Objekte mit dem Passivsammler abzurollen, damit die Oberflächenbelastung bestimmt werden kann.

Der Passivsammler kann ausserdem in Kombination mit der Röntgenfluoreszenzmessung angewendet werden.

Vorteile: Quantitative Messung, Detektion von chlororganischen Bioziden möglich

Nachteile: Kostenintensiv, Zeitintensiv

13.6 Schlussfolgerungen der Gefährdungsbeurteilung

Von einer Biozidbelastung in der Sammlung ist auszugehen. In der Literatur ist der Einsatz von hoch giftigen und persistenten Biozide Quecksilber(II)-chlorid und DDT dokumentiert. Experten⁵⁷ raten dazu, die Dokumentation ernst zu nehmen und Schutzmassnahmen ab sofort zu erhöhen.

Aus Kosten- und anderen Machbarkeitsgründen wurden von den konsultierten Experten Christina Hinterleitner⁵⁸ und Martin Troxler⁵⁹ darauf hingewiesen, dass nicht alle Sammlungsobjekte durch eine Analyse auf vorhandene Biozide überprüft werden können. Somit werden auch nach einer Analyse Schutzmassnahmen aufgrund von Biozidverdacht bei der Arbeit mit den Sammlungsobjekten nötig sein werden. Entscheidend wird also sein, die Biozidbelastung innerhalb der Institution ernst zu nehmen, Schutzmassnahmen einzuführen, Personal und Nutzer entsprechend zu schulen und instruieren damit eine neue Routine entsteht, welche das Arbeiten mit den Sammlungsobjekten ohne Risiken für die Gesundheit ermöglicht. Die Analyse der vorhandenen Biozide wird dazu die nötige Bestätigung und Rechtfertigung liefern.

In der Gefährdungsbeurteilung der naturhistorischen Sammlung am Botanischen Garten in Bern, welche anhand der Publikation «Handreichung zum Umgang mit kontaminiertem Sammlungsgut» erstellt wurde, konnten die Kapitel Expositionsabschätzung, abschliessende Gefährdungsbeurteilung und Schutzmassnahmen aufgrund der fehlenden Biozidanalyse noch nicht verfasst werden. Es wird empfohlen dies nach der Analyse noch zu vervollständigen. Besonders hinsichtlich des anstehenden Umzugs wird Staub aufgewirbelt werden, welcher sich über die Jahre gesammelt und mit vorhanden Bioziden in der Sammlung angereichert hat. Auch die empfohlene Trockenreinigung der Verpackungen und Herbarbelege, wie auch die Reinigung der Räume nach dem Umzug, fallen unter die höchste Gefährdungsstufe.

13.6.1 Ausblick giftfreie Schädlingsbekämpfung

Ab 1960 begann vermehrt eine Suche nach Methoden, welche es erlaubte Herbarien auch ohne Einsatz von Bioziden schädlingsfrei zu halten. Nach und nach wurde die Methode des Integrierten Schädlingsmanagement (IPM) entwickelt und eingeführt. Bei dieser Methode wird vorausschauend auf eine Befallsvermeidung hingearbeitet und nicht wie bisher erst bei vorhandenem Schädlingsbefall eingegriffen. Mit wissenschaftlichen Erkenntnissen über ökologische Zusammenhänge und die Lebensweise der unterschiedlichen Schädlinge werden Lagerräume von Sammlungen so gestaltet, dass sie einen möglichst unattraktiven Lebensraum für Schädlinge bilden. Dies wird durch tiefe Temperaturen und regelmässige Reinigung des Raumes erzielt. Bei der Reinigung wird mit dem Staub Nahrung und Unterschlupf von Insekten entfernt. Dazu kommen koordinierte Arbeitsabläufe, welche das Eindringen von Insekten in die Sammlungsräume minimieren. Mit Klebefallen wird regelmässig überprüft, ob die Massnahmen wirken. Falls eine erhöhte Anzahl von einer Schädlingsart auftaucht, kann in der Regel, dank der Kontrolle, eingegriffen werden, bevor die komplette Sammlung mit Schädlingen befallen ist. Auch bei aktivem Schädlingsbefall haben sich in den letzten Jahren Methoden entwickelt, welche ohne den Einsatz von Bioziden funktionieren. Als Beispiele sollen die Kältebehandlung, welche häufig bei Herbarien eingesetzt wird, und eine CO₂ Behandlung genannt werden. Mittlerweile gibt es unterschiedliche Möglichkeiten ganze Sammlungen ohne Einsatz von giftigen Substanzen gegen aktiven Insektenbefall zu behandeln. Weitere Informationen zum Thema und eine Anleitung zum Einführen und Umsetzen eines IPM wird in dem Handbuch "Integriertes Schädlingsmanagement" von David Pinniger 2016 präzise zusammengefasst.

⁵⁷ (M. Troxler, persönliche Information, Bern 08.04.2021; C. Hinterleitner, persönliche Information, Bern 28.04.2021).

⁵⁸ (C. Hinterleitner, persönliche Information, Bern 28.04.2021).

⁵⁹ (M. Troxler, persönliche Information, Bern 08.04.2021).

Teil IV. Argumente für die Reaktivierung und den Erhalt

Für das geplante Reaktivierungsprojekt werden Anträge zur Akquirierung von finanziellen Ressourcen verfasst werden. Ein wichtiger Teil dieser Anträge wird es sein, den Zweck der Sammlung anhand klarer Argumente zu verdeutlichen und den Nutzen der Sammlung für die Forschung und somit die Gesellschaft zu unterstreichen. Die nachfolgenden Argumente wurden als erster Überblick und Arbeitsgrundlage zusammengetragen. Die Zusammenstellung ist keinesfalls als abschliessend zu betrachten und soll durch weitere Argumente aus unterschiedlichen Fachrichtungen ergänzt werden.

Seit dem Aufkommen der ersten Vorläufer von Herbarien, den sogenannten Kräuterbüchern im 16. Jahrhundert, lag die Hauptaufmerksamkeit der Botanik auf der Systematik und somit darauf, die Pflanzen zu bestimmen, in ein System zu bringen (Taxonomie) und sie dabei auf möglichst knappe Weise eindeutig zu benennen (Nomenklatur) (Mägdefrau, 2013, S. 61). Später interessierten sich Forschende auch für den Zusammenhang zwischen der Botanik und der Geografie. Mit dem Aufkommen der Geobotanik wurde das Vorkommen und die räumliche Verbreitung von Pflanzen auf der Erde erfasst, beschrieben und erklärt⁶⁰. Auch Veränderungen in der Vegetation wurden studiert (Vegetationsgeschichte) (Frey, 2014, S. 1). Für beide Teildisziplinen der Botanik waren Herbarien das zentrale Arbeitsinstrument. Durch mehrere Jahrhunderte der Grundlagenforschung, wurden in Herbarien unser heutiges Wissen über die existierenden Pflanzen und deren Verbreitung auf unserem Planeten gesammelt. Jeder Herbarbeleg ist ein Zeitzeuge einer Pflanze mit dokumentiertem Fundort und Sammlungszeitraum. Viele Herbarbelege zusammen repräsentieren neben den lebenden Pflanzen in der Natur die Biodiversität der Erde. Mit dem Aufkommen neuer Methoden wie der DNA-Sequenzierung verfeinern und überarbeiten Systematiker und Systematikerinnen die alten Konzepte. Dies kann dazu führen, dass Arten neu eingeteilt werden. Wenn es darum geht, neue Arten zu beschreiben, das Verbreitungsgebiet einer Pflanzenart zu bestimmen, das Risiko des Aussterbens abzuschätzen und Rote Listen (siehe nachfolgendes Kapitel) zu erstellen, ist die Wissenschaft nach wie vor auf die Belege in den Sammlungen angewiesen (Clerc et al., 2017).

14 Forschung

Modern⁶¹ geführte Herbarien sind für die Forschung unentbehrliche Arbeitsinstrumente und spielen seit jeher eine Schlüsselrolle in der botanischen Forschung. Zu den in Herbarien aufbewahrten Kostbarkeiten zählen die sogenannten **Typusbelege**. Typusbelege sind einzigartige Belege, an welchem die Pflanzenart zum ersten Mal beschrieben wurde. Die Namensgebung der Pflanzenart ist fortan mit dem Typusbeleg verbunden (Bridson & Forman, 1999, S. 87, 1999, S. 135–136). Allein in den Schweizer Herbarien lagern 100'000 bis 150'000 Typus-exemplare aus der ganzen Welt (gk & sm, 2006, S. 6). Laut einer Schätzung von Fachleuten sind rund 20'000 Tier-, Pflanzen- und Pilzarten in der Schweiz noch nicht beschrieben (Bundesamt für Umwelt [BAFU], 2020). Laut Bebbier et al. (2010) liegen weltweit schätzungsweise mehr als 50 % der noch zu beschreibenden Arten bereits in Herbarien und warten auf ihre Beschreibung. Entgegen der öffentlichen Meinung sind somit viele Arten noch nicht entdeckt und beschrieben und Herbarien sind nach wie vor die Hauptquelle sowohl für die Entdeckung als auch für die anschliessende Beschreibung von neuen Pflanzen- und Pilzarten (Bebber et al., 2010, S. 1). Nach den Regeln des "International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants" (Shenzhen Code) muss eine neu bestimmte Pflanze durch ein Herbarbeleg in einem öffentlich zugänglichen Herbarium hinterlegt werden und die Entdeckung muss publiziert werden. Wird dies nicht gemacht, wird die Neubeschreibung nicht als gültig anerkannt (Crane et al., 2019).

Der Typusbeleg von *Usnea wirthii* beschrieben von Clerc ist im Herbarium Bern abgelegt (Clerc, 1984), des Weiteren wurden mehrere Alkoholbelege⁶² mit der Aufschrift Typus gefunden. Dabei handelt es sich um Typusbelege von Pilzarten beschrieben von Ed. Fischer. Diverse Hinweise in der Literatur lassen noch zahlreiche weitere Typusbelege in dem Herbarium Bern vermuten. Die genaue Anzahl und die genauen Ablageorte der Typusbelege im Herbarium Bern

⁶⁰ Für die Zeitliche Einordnung siehe "Kapitel 8, Geschichte und Rückgang der Wertschätzung für das Herbarium Bern".

⁶¹ Nach aktuellen taxonomischen Standards geführt.

⁶² Siehe "Anhang, Kapitel 1.1, Alkoholsammlung".

können heute durch das Fehlen eines kompletten Inventars und durch die veraltete Ablage nicht bestimmt werden. Da der Shenzhen Code verlangt, dass Typusbelege für ein wissenschaftliches Publikum zugänglich sein sollen, besteht zumindest bei den Typusbelegen im Herbarium Bern dringender Handlungsbedarf. Durch das Erstellen eines Inventares sollen die Typusbelege im Herbarium Bern auffindig gemacht werden und anschliessend unter bestimmten Voraussetzungen wieder zugänglich gemacht werden. Anschliessend kann diskutiert werden, ob durch eine Digitalisierung der Typusbelege, diese besonders wertvollen Originale weltweit zur Verfügung gestellt werden sollen.

Ein anderer Teilbereich der Biologie, die Geobotanik, hat in der Schweiz mit dem flächendeckenden Verbreitungsatlas von Max Welten und Ruben Sutter Pionierarbeit geleistet⁶³. Die Verbreitung von Pflanzenarten kann laut zahlreichen Studien einzig durch die Verwendung von Herbarbelegen auf Jahrhunderte zurück rekonstruiert werden (Heberling et al., 2019; Lavoie, 2013; Meineke et al., 2018; Nelson & Ellis, 2019). Alle anderen Methoden der Datenerfassung für die Verbreitungskarten sind zum Beispiel bei Feldforschung auf den aktuellen Stand der Daten oder bei digitalen Methoden auf den Stand der Daten der ersten Aufzeichnung ab der Mitte des 19. Jahrhunderts beschränkt. Die Verbreitungskarten auf der Webseite Info Flora gehen dank erfassten Daten aus Herbarbelegen bis in das Jahr 1930 zurück (Info Flora, o. J.). Je mehr georeferenzierte Standortdaten von Pflanzen online gehen, desto leistungsfähiger werden die Verbreitungskarten und damit auch die Roten Listen (siehe weiter unten). In der Publikation "Die Bedeutung der Herbarien als Arbeitsinstrument der botanischen Taxonomie" von Klaus Ammann 1986 werden folgende Beispiele genannt, bei welchen Herbarbelege aus dem Herbarium Bern für die Rekonstruktion von Verbreitungskarten genutzt wurden (Ammann, 1986, S. 118):

- Für die Kartierung der Schweizer Flora wurde ca. 10% der Daten aus Schweizer Herbarien gewonnen. Als Beispiel wird *Bromus grossus* Desf. aufgeführt. Durch die in der Schweiz vorhandenen Herbarbelege konnte die historische Verbreitung der Art rekonstruiert werden.
- Ruoss und Clerc (1986) weisen anhand von Herbarbelegen einen massiven Rückgang von Rentierflechten *Cladonia* subg. *cladina* und Bartflechten *Usnea* im Gebiet der Alpen nach. Für diese Arbeit wurden unter anderen Herbarien auch Belege aus dem Herbarium Bern untersucht. Genannt werden die ehemaligen Privatherbarien Hepp, Mougeot u. Nestler und Schaerer welche bereits im Geschenk vom Burgerrat zur Gründung vom neuen BOGA enthalten waren. Besonders hervorgehoben wird das Herbarium Schaerer welches ein Vorkommen von Rentierflechten im Bremgartenwald bei Bern belegt. Diese Rentierflechte gelten heute im Schweizer Mittelland als ausgestorben.

Der Shenzhen Code hebt ausserdem hervor, wie wichtig die Erforschung der Pflanzen und Tierwelt im globalen Wandel ist. Der Deklaration zufolge können Umwelt- und Naturschutzziele erst erreicht werden, wenn man erstens alle oder so viele Arten wie möglich kennt und zweitens unterscheiden kann welche Arten gefährdet sind (Crane et al., 2019, S. 1–2). Damit die gefährdeten Arten bestimmt werden können, werden mit Hilfe der Verbreitungskarten sogenannte Rote Listen erstellt. Die Roten Listen haben das Ziel, den aktuellen Gefährdungsstatus der Pflanzen-, Pilz- und Tierarten darzustellen und werden sowohl auf globaler wie auch auf nationaler und regionaler Ebene geführt. In der Schweiz wurden die Roten Listen aufgrund des Artikel 14 Biotopschutz, Absatz 3 der Verordnung vom 16. Januar 1991 über den Natur- und Heimatschutz erstellt⁶⁴ und bilden somit eine Vollzugs- und Entscheidungshilfe des Bundesamts für Umwelt BAFU (Bundesamt für Umwelt [BAFU], 2020).

Laut dem BAFU leben in der Schweiz mindestens 45'890⁶⁵ bekannte Pflanzen-, Pilz- und Tierarten, wovon rund 40 Arten nur in der Schweiz vorkommen. 35%⁶⁶ der durch die Erstellung von Roten Listen untersuchten Arten in der Schweiz gelten als gefährdet, weitere 11% als potenziell gefährdet. Das BAFU 2020 schreibt, dass die bisherigen Bemühungen nicht ausreichen, um die Artenvielfalt in der Schweiz langfristig zu erhalten. Ausserdem finde ein Aussterben auf

⁶³ Siehe "Anhang, Kapitel 3, Chronologischer Zeitstrahl der Geschichte des Berner Herbarium".

⁶⁴ Artikel 14, Absatz 3 der Verordnung vom 16. Januar 1991 über den Natur- und Heimatschutz. Zugang über: https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1991/249_249_249/de#art_14 [05.07.2021].

⁶⁵ Ohne ein- oder wenigzellige Algen, Schleimpilze und Protozoen; Stand 2010.

⁶⁶ Von den bewerteten Arten (10'702) gelten 35% (3'779) als gefährdet, weitere 11% (1'180) als potenziell gefährdet.

lokaler, regionaler und nationaler Ebene statt. Die Forderung der Bundesverfassung, Pflanzenarten vor dem Aussterben zu bewahren, sei nicht erfüllt. Auch der Erhalt der Vielfalt in der Natur werde ungenügend umgesetzt (Bundesamt für Umwelt [BAFU], 2020). Somit besteht dringender Handlungsbedarf. Die Beispiele oben belegen, dass Daten aus dem Herbarium Bern für die Ergänzung der Daten in Verbreitungskarten, wie auch der Roten Listen bereits eingesetzt wurden. Durch die aktuelle eingeschränkte Nutzung, wird davon ausgegangen, dass zukünftig noch zahlreiche bisher unentdeckte Daten aus dem Herbarium Bern in die Verbreitungskarten und Roten Listen der Schweiz einfließen können. Besonders dadurch, dass das Herbarium Bern über eine grosse Anzahl historischer Herbarbelege aus dem 19. Jahrhundert verfügt⁶⁷, sollte das Herbarium Bern reaktiviert werden, damit die Daten in die nationale und globale Forschung einfließen können.

Ein dritter Teilbereich der Botanik, die Phänologie, wird seit der ersten herbarienbezogenen veröffentlichten Studie im Jahr 1996 immer stärker in die Herbarien basierte Forschung mit einbezogen. Mittlerweile belegen zahlreiche Studien das Herbarbelege als historische Datenquelle für phänologische Untersuchungen genutzt werden können (Willis et al., 2017).

Die Phänologie, also der zeitliche Ablauf wichtiger Lebensereignisse z.B. dem Blühen von Pflanzen oder dem Blattaustrieb, ist einer der empfindlichsten biologischen Indikatoren für den Klimawandel. Sie ist zu einem wichtigen Instrument für das Verständnis der Auswirkungen der globalen Erwärmung geworden. Verschiebungen von phänologischen Merkmalen durch Temperaturveränderungen, wurden weltweit dokumentiert und stimmen mit den Vorhersagen des Klimawandels überein (Parmesan & Yohe 2003).

Bevor Herbarbelege für phänologische Untersuchungen verwendet wurden, gab es drei unterschiedliche Methoden für die Beschaffung der benötigten Daten: direkte Feldbeobachtungen, oberflächennahe Fernerkundung mit Kameras und satellitengestützte Fernerkundung. Die älteste dieser Methoden ist die direkte Feldbeobachtung, bei welcher die Knospen und jungen Blätter auf dem Feld einzeln untersucht und kategorisiert werden. In der Praxis ist dies zeitaufwändig. Historische Daten, welche über direkte Beobachtung gesammelt wurden, sind in der Regel nur für bestimmte flächenmässig beschränkte Standorte verfügbar, wie z. B. einen Garten oder ein Waldstück. Mit dem Aufkommen der Fernerkundung konnten mit technischen Hilfsmitteln wie Zeitrafferkameras (Phenocams⁶⁸) oder verschiedene Satelliteninstrumente grössere Gebiete untersucht werden. Da die Technologie von Zeitrafferkameras und Satelliten frühestens ab 1972 zur Verfügung stehen, können mit diesen Hilfsmitteln keine phänologischen Aussagen über die Jahre vor 1972 getroffen werden. Mit den genannten Methoden konnten bisher also nur kleine Gebiete, welche gut dokumentiert wurden oder grosse Gebiete ab 1972 untersucht werden (Everill et al., 2014), weshalb sich Forscher weltweit den Pflanzensammlungen in Herbarien zuwandten. Herbarbelege sind Zeitzeugen von phänologischen Merkmalen einer bestimmten Pflanze zu einer bestimmten Zeit und an einem bestimmten Ort. Während die phänologischen Informationen, die ein einzelner Herbarbeleg liefert, begrenzt sind, können viele Exemplare gemeinsam verwendet werden, um ein langfristiges Bild des phänologischen Verhaltens einer Region und der dort lebenden Arten zu erstellen (Willis et al., 2017). Erweiterte phänologische Informationen, die aus einer grossen Anzahl von Herbarbelegen gewonnen werden, können Einblicke in zwei wichtige ökologische Phänomene bieten: Erstens, langfristige Verschiebungen in der Phänologie an einem bestimmten Standort über Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte. Zweitens, wie saisonale oder jährliche Veränderungen in der Umwelt phänologische Übergänge hervorrufen (d.h. phänologische Sensitivität). (Willis et al., 2017).

Das Aufkommen neuer Technologien und Forschungsschwerpunkten in den vergangenen Jahrzehnten zeigt, dass Herbarbelege ihrer ursprünglichen Bedeutung heute zusätzliche neue Aufgaben erfüllen, die vor einem Jahrhundert praktisch nicht vorhanden und unvorstellbar waren. Mit Hilfe der DNA-Sequenzierung können neuerdings auch Herbarbelege untersucht werden, wodurch Verwandtschaftsverhältnissen der Arten neu bewertet werden können. In Pflanzenteilen und vorhandenen Rückstände von Erde lagern ausserdem Nachweise für das Biozid DDT der 1970er Jahre (siehe Kapitel 0), radioaktive Rückstände aus Tschernobyl der 1980er Jahre und die Feinstaubbelastung des 21. Jahrhunderts. Somit beherbergen Herbarbelege auch Daten, welche für Forschungsgebiete ausserhalb der Biologie von Interesse sind (Funk, 2018).

⁶⁷ Siehe "Anhang, Kapitel 6, Aufbau der Sammlung".

⁶⁸ Zeitrafferkameras, die Bilder einer Landschaft in einem Massstab aufnehmen, der von einzelnen Bäumen bis zu ganzen Landschaften reichen kann (Everill et al., 2014).

Interessierte Lesende finden bei Heberling, Meineke und Funk zahlreiche weitere Möglichkeiten für die Verwendung und Gewinnung von Daten aus Herbarbelegen (Funk, 2004; Heberling et al., 2019; Meineke et al., 2018). Aus den zahlreichen Daten, welche mittlerweile aus Herbarbelegen gewonnen werden können, ergibt sich die entscheidende Bedeutung von Herbarien bei der Entwicklung von Pflanzeninventaren (z. B. Verbreitungskarten, Kataloge), der Erstellung von taxonomischen Revisionen (Anpassungen in der Namensgebung der Pflanze) sowie bei der Entwicklung von Erhaltungsstrategien (Schatz, 2002, S. 145). Das Wissen über die einheimische Biodiversität ist notwendig, um nachhaltige Aktivitäten durchzuführen und die biologische Vielfalt zu erhalten (López & Sassone, 2019). Über akademische Zwecke hinaus sind Herbarien auch hilfreich zum Erhalt von einheimischen und exotischen Nutzpflanzen, durch Samen und Sporen die teilweise immer noch keimfähig sind (Bowles & Betz, 1993). Bis heute dienen Herbarien als wertvoller erster Schritt, um Arten zu bestimmen und um Informationslücken aufzuzeigen, welche zusätzliche Forschung erfordern. Herbarien sind nützliche Hilfsmittel, um seltene Pflanzen zu identifizieren, zu gruppieren und ihren Erhaltungsstatus festzulegen.

15 Verantwortung

Das Potenzial von Daten gewonnen aus Herbarbelegen ist von besonderem Interesse für die Biologie im globalen Wandel der Erde (Lavoie, 2013; Lavoie & Lachance, 2006; Primack et al., 2004; Willis et al., 2017). Dadurch, dass in Herbarien Daten über Pflanzen bis zurück ins 16. Jahrhundert bewahrt wurden (Dauwalder, 2012, S. 18), bilden sie die einzigen biologischen Datenquellen, welche so weit in die Vergangenheit zurückreichen. Obwohl sich das Sammeln von Herbarbelegen in den letzten Jahren durchschnittlich verlangsamt hat (siehe Kapitel 9), wurde von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und Privaten weitergesammelt. Wie die Studie von Meyer et al., 2016 zeigte, gibt es weltweit jedoch schwerwiegende Verzerrungen, Lücken und Ungewissheiten in den Daten über das Pflanzenvorkommen auf der Erde, welche die Forschung erschweren und die Erreichung der internationalen Ziele für den Pflanzenschutz behindern. Dadurch, dass die Schweiz mit schätzungsweise 13.5 Millionen Herbarbelege im Vergleich zu anderen Ländern sehr gut dokumentiert ist (siehe Kapitel 6), besteht hier eine hervorragende Grundlage für die biologische Forschung und bringt uns in die Verantwortung, die Daten zugänglich zu machen.

Die im Herbarium Bern gelagerten Pflanzen- und Pilzbelege aus privater Hand wurden allesamt mit dem Anspruch der Zugänglichkeit für die wissenschaftliche Arbeit zur Verfügung gestellt. Bei der Übergabe der Belege wurde den Sammelnden versichert, dass die Herbarbelege bei guten Bedingungen und unter vertrauenswürdiger Betreuung für die Zukunft konserviert werden (Rytz, 1922, S. 57; Jahresbericht 1922, S.4-5).

Diese Forderungen können aktuell nicht ausreichend erfüllt werden. Die Sammlung steht heute zwar für ein wissenschaftliches Publikum offen, die Nutzung ist jedoch durch die personelle Situation und durch die veraltete Ablage der Belege stark eingeschränkt. Vor allem aber ist es mangels Inventars schwierig, im Rahmen eines meist zeitlich begrenzten Forschungsprojekts ohne grossen Zeitaufwand an die im Herbarium Bern liegenden Daten zu kommen. Durch das Reaktivierungsprojekt soll die Zugänglichkeit des Herbars verbessert werden und die auf den Herbarbelegen vorhandenen Daten sollen in einer Datenbank für ein wissenschaftliches Publikum einsehbar werden. Erst dadurch kann das Herbarium Bern wieder uneingeschränkt für die wissenschaftliche Forschung eingesetzt und konsultiert werden.

16 Materielle und historische Werte

Zwei Studien haben den materiellen Wert von naturwissenschaftlichen Sammlungen untersucht und berechnet. Baker (2014) berechnete die Kosten für die Wiederbeschaffung von Säugetierpräparaten und Bradley et al. (2014) berechnete den Wert einer Naturwissenschaftlichen Sammlung anhand der Kosten für den Ankauf, Konservierung, Dokumentation und Sammlungsunterhalt. Beide Studien kommen auf einen Betrag in Millionenhöhe. Natürlich lassen sich die Berechnungen nicht direkt auf Herbarien übertragen, jedoch können die Studien durchaus als Richtwert fungieren, da sich Parameter wie Personalkosten, Expeditionskosten und Bearbeitungsgebühren für Dokumentation und Sammlungsmanagement nicht massgeblich unterscheiden. Somit kann davon ausgegangen werden, dass alleine der Aufwand für die Neubeschaffung eines Herbariums eine Geldsumme im siebenstelligen Bereich erfordern würde (Baker et al., 2014; Bradley et al., 2014).

Doch Herbarbelege können nicht ohne Weiteres neubeschafft werden. Jeder Herbarbeleg ist ein Zeuge einer bestimmten Pflanze mit bestimmten Merkmalen, gewachsen an einem spezifischen Ort und wurde aus einem bestimmten Grund von einer Person an einem dokumentierten Tag gesammelt. Keine zwei Herbarbelege sind identisch, so unterscheiden sich zumindest die Pflanzen, auch wenn sie unter identischen Rahmenbedingungen gesammelt wurden. Dazu kommen Herbarbelege mit seltenen Pflanzen oder Pflanzen von Standorten, an denen sie heute verschwunden sind und somit unersetzlich sind (Siehe Beispiel in der Einleitung). Historischen Quellen ist zu entnehmen, mit welchem grossen Aufwand die Beschaffung der Pflanzen verbunden ist. Mussten nur allzu oft lange Fussmärsche in entlegene Regionen unternommen werden, um die gewünschten Pflanzenarten sammeln zu können. Dazu kam die Schwierigkeit, dass die Pflanzen auf den mehrtägigen Expeditionen nicht bereits auf dem Weg zurück ins Herbarium verwesen durften (Ortleb & Ortleb, 1900; Rytz, o. J.).

Neben den bisher genannten materiellen Werten, verfügen Herbarbelege auch über zahlreiche immaterielle Werte. Durch die Notationen der Sammler können aus Herbarbelegen diverse Informationen zur Forschungsgeschichte in Bern entnommen werden. Zum Beispiel geben ältere Herbarbelege Informationen zu früher verwendeten Namen oder vergangenen und heute bereits aktualisierten Klassifikationen. Aber auch Forschungsschwerpunkte im Botanische Garten und am Institut für Pflanzenwissenschaften werden deutlich erkennbar. Nahezu alle Direktoren des Botanischen Gartens haben Herbarbelege im Herbarium Bern archiviert, um ihre Arbeit und Lehrtätigkeit für weitere Generationen zugänglich zu machen. Herbarbelege und Sammlungszusammenhänge offenbaren zahlreiche Informationen zu den Sammelnden, welche im Herbarium Bern nicht selten von namhaften Berner Persönlichkeiten stammen. Mit Wyttenbach, Tribolet, Brunner und Schärer sollen an dieser Stelle nur die Personen genannt werden, welche in Verbindung mit den ältesten bekannten Herbarbelegen im Herbarium Bern stehen⁶⁹.

Das Herbarium Bern ist die Schatzkiste, in welcher das berühmte Herbarium von Felix Platter wiederentdeckt wurde (Dauwalder, 2012). Durch fehlende personelle und finanzielle Mittel konnten bisher noch nicht alle Belege wissenschaftlich bearbeitet werden. Darüber, welche Schätze sich noch unter den nicht bearbeiteten Belegen befinden, kann heute nur spekuliert werden. Bei einer momentan laufenden Aktion mit dem Ziel den Inhalt des Berner Herbariums grob zu erfassen, wurde bereits ein Herbarium mit noch ungeklärtem Hintergrund wiederentdeckt (Abbildung 30). Qualitativ hochwertiges Hadernpapier, Papiermontierungstreifen aus Marmorpapier und handschriftliche Vermerke mit Eisengallustinten deuten auf einen Entstehungszeitraum im 17.-18. Jahrhundert hin. Weitere Untersuchungen zur Entstehung des Herbariums bieten die Chance zur Erschliessung eines weiteren historisch wertvollen Herbariums aus der Sammlung des Berner Herbariums. Ob es sich dabei womöglich um das bis heute verschollene Herbarium von Karl Friedrich Morell, einer der Gründer des BOGA, handelt (Rytz, 1922, S. 80)?

⁶⁹ Für weitere Informationen siehe "Anhang, Kapitel 6, Aufbau der Sammlung"



Abbildung 30 Altes Herbarium, Sammler bisher unbekannt, Fotografie von K. Rembold und J. Wang, 04.2021

17 Zugänglichkeit und Sichtbarkeit

Die Digitalisierung von Herbarbelegen hat die herbarienbasierte Forschung drastisch verändert. Seitdem Herbarbelege online öffentlich mit Fotografien zugänglich sind und die Sichtbarkeit durch Durchforstung der Belege mit Suchalgorithmen vereinfacht wird, sind Herbarbelege wieder vermehrt in der biologischen Forschung eingesetzt worden. Der Begriff "Digitalisierung" wird im Zusammenhang mit Herbarien für verschiedene Methoden der digitalen Aufzeichnung von Informationen verwendet. Das Ziel dabei ist, die vorhandenen Daten auf den Herbarbelegen in digitalen Datenbanken zu speichern (Frick & Greeff, 2021, S. 137). Somit kann mit der Bezeichnung Digitalisierung rein die digitale Erfassung der auf den Herbarbelegen vermerkten Daten, wie auch eine online zugängliche Datenbank mit Fotografien der Herbarbelege gemeint sein. In dieser Masterthesis wird der Begriff Digitalisierung im Sinne einer online Zugänglichen Datenbank mit Fotografien verwendet.

Frick und Greeff weisen darauf hin, dass dabei oft vergessen wird, dass die digitale Aufzeichnung von Herbarbelegen ein fortlaufender Prozess ist. Taxonomische Klassifikationen können sich ändern und müssen aktualisiert werden und neue Erkenntnisse von aktuellen Untersuchungen sollen ergänzt werden. Die Datenbankeinträge von Herbarbelegen können zum Beispiel mit Analyseberichten oder Publikationen verknüpft werden, in welchen sie zitiert wurden (Frick & Greeff, 2021, S. 137).

Um eine Übersicht über die weltweit digitalisierten Herbarbelege zu erhalten, müsste die Anzahl aller weltweiten aufbewahrten Herbarbelege in ein Verhältnis mit allen veröffentlichten Digitalisaten auf allen regionalen, nationalen und globalen Plattformen gebracht werden. Mehrfach Zählungen einzelner Herbarbelege müssten dabei ausgeschlossen werden. Laut Paton et al. (2020) gibt es aktuell keine Studie, welche eben genannte Daten wieder gibt. Um einen vereinfachten Eindruck der weltweiten Digitalisierten Herbarbelegen zu erhalten, haben die Autoren in der Studie untersucht, wie gross die Anzahl der Herbarbelege mit Fotografie im Vergleich der Anzahl Herbarbelege ohne Fotografie auf der globalen Datenbank Global Biodiversity Information Facility (GBIF) ist. Das Ergebnis der Studie besagt, dass 21% der vorhandenen Daten aus der besagten Datenbank mit einer Fotografie abgebildet werden. Die meisten digitalisierten Belege in der Datenbank wurden von grossen nordamerikanischen Herbarien veröffentlicht, welche über hohe finanziellen Mittel verfügen. Die Autoren fordern dazu auf,

dass auch kleine und mittlere Herbarien Projekte zur Digitalisierung realisieren, da gerade diese Herbarien oft über eine sehr hohe Repräsentation der lokalen Flora verfügen. Kleinere Herbarien verfügen meist auch über beschränkte finanzielle und personelle Ressourcen, welche die Forschungstätigkeiten lokal beschränken. Werden zukünftig gerade diese Herbarien digitalisiert, können diese von der weltweiten Zugänglichkeit und der damit verbundenen verstärkten Nutzung der Herbarbelege profitieren, da mit der Erforschung der Herbarbelege der Wert dieser Herbarien ansteigen wird. (Paton et al., 2020).

Nyffeler (2006) beschreibt eine enorme Aufwertung des Vereinigten Herbariums der Universität und ETH Zürich, nachdem über 70'000 Herbarbelege digitalisiert und online zugänglich gemacht wurden. Er beschreibt, dass der Zugriff von Herbarbelegen mittels Ausleihe und Sammlungsbesuch vor Ort sehr aufwändig sei. Die digitalisierten Herbarbelege können nun bequem weltweit abgerufen werden, was neue Forschungsperspektiven eröffnet. Dadurch entfällt ausserdem das kostspielige und risikobehaftete Versenden von Herbarbelegen. Zudem wird in Zürich ein detailliertes Inventar der vorhandenen Belege erarbeitet, wodurch auch die tägliche Verwaltungsarbeit stark vereinfacht wird. Nyffeler warnt jedoch vor dem Trugschluss, dass die originalen analogen Herbarbelege nach der Digitalisierung keine Aufmerksamkeit mehr benötigt. Die eigentlichen Herbarbelege müssen für spätere Untersuchungen zum Beispiel für DNA-Proben bei guten Bedingungen konserviert und für die Zukunft erhalten werden. Zudem kann auch im digitalen Zeitalter kein Bild den Detailgehalt des originalen Herbarbeleges ersetzen (Nyffeler, 2006).

Die Digitalisate vom Vereinigten Herbarium der Universität und ETH Zürich können sowohl über die eigene Internetseite (www.zuerich-herbarien.unizh.ch) wie auch über die globale Internetseite GBIF (www.gbif.org) abgerufen werden. Der Wert von Herbarien wird durch erhöhte Forschungstätigkeit und der damit einhergehende Gewinnung an Daten, welche mit den Herbarbelegen verknüpft werden können, massiv gesteigert (Heberling et al., 2019; Klaus, 2006; López & Sassone, 2019).

Schlussfolgerungen

Das Ziel der Masterthesis war, die aktuelle Situation des Herbariums des Botanischen Gartens der Universität Bern (Herbarium Bern) mit zeitlich geprägten und gewachsenen Strukturen kontextuell einzuordnen, damit eine Argumentationsgrundlage zum Erhalt und zur Reaktivierung der Sammlung entsteht, welche bei der Suche nach potenziellen Geldgebern für die Realisierung eines Reaktivierungsprojekts eingesetzt werden kann. Für die Erarbeitung des Zieles wurde die Masterthesis in vier Teile aufgeteilt, welche jeweils ein Teilziel behandeln. Nachfolgend werden die Teilziele genannt und mit Kernaussagen wird untermauert, dass das Ziel erfolgreich erreicht werden konnte.

Teilziel von Teil I der Masterthesis war, ein Überblick über das Herbarium Bern zu verfassen. Für Forschungszwecke betreibt der Botanische Garten der Universität Bern (BOGA) eine vielfältige naturwissenschaftliche Sammlung, welche als Teilsammlung ein Herbarium beinhaltet. Das Herbarium Bern umfasst Schätzungen zu folge rund 500'000 Herbarbelege und ist in weitere geografische, personenbezogene oder nutzungsbedingte Teilsammlungen gegliedert. Durch die fortlaufende Erweiterung mit Belegen von Privaten Sammelnden und aus dem internen Forschungsbetrieb entstand eine heterogene Sammlungsstruktur mit unterschiedlichen Bearbeitungsstandards. Das Herbarium Bern gilt auf Grund der eingeschränkten Nutzungsmöglichkeiten bereits seit mehreren Jahren als inaktiv. Durch eine Umnutzung des aktuellen Lagerorts, wird das Herbarium Bern in naher Zukunft umziehen. Da die Raumkapazität bereits mehrere Jahre vollständig ausgenutzt ist und die Lagerungsbedingungen nicht mehr den aktuellen Standards entsprechen, soll der Umzug als Chance für die Reaktivierung der Sammlung und Optimierung der Lagerungsbedingungen genutzt werden. Verglichen mit anderen Herbarien ist das Herbarium Bern das fünft grösste Herbarium der Schweiz. Auch im globalen Vergleich positioniert sich die Schweiz mit der höchsten Datendichte in Bezug auf die Fläche sehr gut.

Das zweite Teilziel war die Geschichte des Herbarium Bern auszuarbeiten, vorhandene Lücken zu schliessen und die aktuelle Situation kontextuell einzuordnen. In der Vorgeschichte konnte durch Literaturrecherche aufgezeigt werden, wie die ersten Bestandteile des Herbariums in den Botanischen Garten der Universität Bern kamen. Dabei wurde deutlich, dass die ältesten Bestandteile der Sammlung eng mit historisch bedeutenden Personen für die naturwissenschaftliche Forschung in Bern verknüpft sind. Ausserdem konnten vorhandene Lücken in der Geschichte erarbeitet und der Ist-Zustand kontextuell eingeordnet werden. Mehr als 100 Jahre hatte das Herbarium einen hohen Stellenwert innerhalb der Institution. Die Inaktivität des Herbariums wurde durch einen Wandel in der botanischen Forschung, getrieben durch die neuen technischen Möglichkeiten des 20. Jahrhunderts, eingeleitet. Das Aufkommen von neuen biologischen Fachgebieten und die damit verbundene Schliessung der Abteilung Systematik in Bern haben zu einem Rückgang der Wertschätzung für das Herbarium Bern geführt. Mittlerweile belegen zahlreiche Studien, dass Herbarien in den vergangenen Jahren wieder an Wertschätzung gewonnen haben, da durch neuentwickelte Technologien und Methoden mehr Informationen von Herbarbelegen gewonnen werden können als jemals zuvor. Daher setzt sich Katja Rembold mit Unterstützung aus dem BOGA für die Reaktivierung des Herbariums ein.

Das dritte Teilziel war, den Zustand des Herbarium Bern besonders hinsichtlich der benötigten finanziellen Ressourcen zu erfassen. Dafür wurde der Zustand stichprobenartig erfasst und Tendenzen formuliert, welche möglicher Mehraufwand für die anstehenden Arbeitsschritte erfassen. Es kann davon ausgegangen werden, dass einzelne Verpackungseinheiten aktiven Insektenbefall aufweisen. Eine vor dem Umzug durchgeführte giftfreie Schädlingsbekämpfung wird das Verschleppen von Schädlingen in die neuen Räumlichkeiten verhindern. Für die neuen Räumlichkeiten wird empfohlen, ein Integriertes Schädlingsmanagement einzuführen, welches durch mehrere Abläufe und Kontrollen Schädlingsbefall vorbeugend entgegenwirkt. Zusätzlich wurde erkannt, dass die Hälfte der Herbarbelege aufliegende Schmutzpartikel aufweisen, weshalb eine Reinigung der Verpackungen und der Herbarbelege vor dem Umzug empfohlen wird. Aufliegender Staub besonders in Verbindung mit Biozidbelastung, birgt ein hohes Gesundheitsrisiko für Mitarbeitende und Benutzende und kann zudem die Objekte schädigen. Schimmel kann vereinzelt auftauchen, weshalb empfohlen wird den Umgang mit schimmelbefalle-

nen Herbarbelegen vorgängig in Workflows mit einzuplanen. Ausserdem wird empfohlen, konservatorische Eingriffe durchzuführen und abzuklären, welchen Einfluss nicht montierte Pflanzenteile auf eine Digitalisierung haben.

Im Herbarium Bern besteht der Verdacht auf gesundheitsschädliche Rückstände von früheren Biozideinsätzen, weshalb diesem Verdacht in Teil III der Masterthesis nachgegangen wurde. Die im Herbarium Bern eingesetzten Biozide wurden durch Literaturrecherche und Beobachtungen an Herbarbelegen eingegrenzt. In der Literatur ist unter anderen der Einsatz von den hoch giftigen und persistenten Bioziden Quecksilber (II)-chlorid und DDT dokumentiert. Somit ist von einer Biozidbelastung im Herbarium Bern auszugehen. Biozide oder Biozidrückstände können über die Haut, die Atmung und über die Nahrung aufgenommen werden und können so ein Gesundheitsrisiko für Mitarbeitende und Benutzende darstellen, weshalb empfohlen wird vorhandenen Schutzmassnahmen ab sofort zu verschärfen. Eine Analyse der vorhandenen Biozidrückständen wird dazu die nötige Bestätigung und Rechtfertigung liefern. Für die Untersuchung der Biozidrückständen auf den Herbarbelegen wurden mögliche Analyseverfahren empfohlen, damit diese zukünftig bewusst und kosteneffizient eingesetzt werden können. Aktuell gibt es kein Verfahren, welches kostengünstig alle möglichen Gefahrenstoffe in Bioziden ermitteln kann und eine Aussage über die Höhe der Belastung ergibt. In Zusammenarbeit mit der Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, wird für das Herbarium Bern eine Kombination von Feststoffanalysen mit Staub, Röntgenfluoreszenz und Passivsammler empfohlen.

Als Argumentationsgrundlage für die Reaktivierung wurde in Teil IV der Arbeit eine Auswahl an wichtigen Argumenten zum Erhalt und der Reaktivierung zusammengetragen. Für das geplante Reaktivierungsprojekt werden Anträge zur Akquirierung von finanziellen Ressourcen verfasst werden. Ein wichtiger Teil dieser Anträge wird es sein, den Zweck der Sammlung anhand klarer Argumente zu verdeutlichen und den Nutzen der Sammlung für die Forschung und somit für die Gesellschaft zu unterstreichen. Durch mehrere Jahrhunderte der Grundlagenforschung hat sich in Herbarien unser heutiges Wissen über die existierenden Pflanzen und deren Verbreitung auf unserem Planeten gesammelt. Bis heute sind Herbarien nützliche Hilfsmittel, um seltene Pflanzen zu identifizieren, zu gruppieren und ihren Erhaltungsstatus zu erforschen. Jeder Herbarbeleg ist ein Zeitzeuge einer Pflanze mit dokumentiertem Fundort und Sammlungszeitraum. Zu den Kostbarkeiten von Herbarien gehören die Typusbelege, anhand welchen Pflanzenarten zum ersten Mal beschrieben wurden. Dazu kommen Herbarbelege mit seltenen Pflanzen oder Pflanzen von Standorten, an denen sie heute verschwunden sind und somit unersetzlich sind. Doch auch alle anderen Herbarbelege können nicht ohne weiteres neubeschaffen werden. Keine zwei Herbarbelege sind identisch, so unterscheiden sich zumindest die Pflanzen, auch wenn sie unter identischen Rahmenbedingungen gesammelt wurden. Das Aufkommen neuer Technologien in den vergangenen Jahrzehnten zeigt, dass Herbarbelege heute neue Aufgaben erfüllen, die vor einem Jahrhundert praktisch nicht vorhanden und unvorstellbar waren. Zum Beispiel können mit Hilfe der DNA-Sequenzierung Verwandtschaftsverhältnisse der Arten neu bewertet werden. Herbarbelege verfügen auch über zahlreiche immaterielle Werte. Durch die Notationen der Sammler können auf Herbarbelege diverse Informationen zur Forschungsgeschichte in Bern entnommen werden. Herbarbelege und Sammlungszusammenhänge offenbaren zahlreiche Informationen zu den Sammelnden, welche im Herbarium Bern nicht selten von namhaften Berner Persönlichkeiten stammen. Das Herbarium Bern ist die Schatzkiste, in welcher das berühmte Herbarium von Felix Platter wiederentdeckt wurde, auch aktuell befindet sich ein altes bisher nicht identifiziertes Herbarium in der Sammlung. Ob es sich dabei womöglich um das bis heute verschollene Herbarium von Karl Friedrich Morell, einem der Gründer des ersten Botanischen Gartens der Universität Bern handelt?

Die Digitalisierung von Herbarien hat in den vergangenen Jahren immer stärker an Bedeutung gewonnen und die herbarienbasierte Forschung drastisch verändert. Seitdem Herbarbelege online öffentlich mit Fotografien zugänglich sind und die Durchforstung der Belege durch Suchalgorithmen vereinfacht wird, fanden sie wieder vermehrt Verwendung in biologischen Studien. Erfahrungsberichte heben hervor, dass das kostspielige und risikobehaftete Versenden von Herbarbelegen entfällt und detaillierte Inventare die tägliche Verwaltungsarbeit stark vereinfachen. Es wird jedoch vor dem Trugschluss gewarnt, dass originale analoge Herbarbe-

lege nach der Digitalisierung keine Aufmerksamkeit mehr benötigen. Die eigentlichen Herbarbelege müssen für spätere Untersuchungen zum Beispiel für DNA-Proben bei guten Bedingungen konserviert und für die Zukunft erhalten werden.

Das Ziel der Masterthesis war, die aktuelle Situation des Herbariums des Botanischen Gartens der Universität Bern (Herbarium Bern) mit zeitlich geprägten und gewachsenen Strukturen kontextuell einzuordnen, damit eine Argumentationsgrundlage zum Erhalt und zur Reaktivierung der Sammlung entsteht, welche bei der Suche nach potenziellen Geldgebern für die Realisierung eines Reaktivierungsprojekts eingesetzt werden kann.

In der vorliegenden Masterthesis wurde die aktuelle Situation des Herbarium Bern mit zeitlich geprägten und gewachsenen Strukturen kontextuell eingeordnet. Zudem wurden Argumente gesammelt, welchen den Nutzen und Wert des Berner Herbariums untermalen. So ist eine solide Argumentationsgrundlage entstanden, welche zur Akquirierung von finanziellen Ressourcen genutzt werden kann. Die Argumente verdeutlichen, dass das Herbarium Bern ein wertvolles Archiv der Biodiversität mit einzigartigen Herbarbelegen ist und für zukünftige Generationen erhalten werden soll. Eine Reaktivierung mit Inventarisierung und Digitalisierung wird sich besonders für die vom BOGA geförderte globale Forschung zu Umweltschutz und Biodiversitätsverlust auszahlen.

Ausblick

Für die zukünftigen Projektplanung wird gestützt auf den ICOM Code of Ethics 2017 empfohlen, ein einheitliches Sammlungskonzept für das Herbarium Bern zu verfassen⁷⁰. Frick & Greeff (2021) haben eine Anleitung zur Erstellung eines Sammlungskonzepts verfasst. In der Anleitung werden zahlreiche weiterführende Informationen angegeben, sowie der Sinn und Nutzen von Sammlungskonzepten eingehend erklärt. Sammlungskonzepte dienen als Leitfaden und als Quelleninformation für die Arbeit in der Sammlung. Darüber hinaus vereinfacht ein Sammlungskonzept als Kommunikationsgrundlage den Wissensaustausch unter beteiligten Personen und Stakeholdern

Laut Frick und Greeff beinhaltet ein Sammlungskonzept folgende Punkte:

- Sammlungszweck
- Sammlungsstrategie
- Gesetzgebung und ethische Richtlinien
- Geschichte
- Ist-Zustand mit kontextueller Einordnung
- Beschreibung der Sammlung
- Akzession - Aufnahme von Objekten
- Pflege der Sammlung
- Methoden und Kriterien für die Deakzession – Ausschliessung von Objekten
- Verantwortung und Organisation
- Richtlinien, Formulare und Standardverträge

In Teil I - III der vorliegenden Arbeit wurden bereits die Punkte "Beschreibung der Sammlung", "Geschichte" und "Ist-Zustand mit kontextueller Einordnung" erarbeitet. Auch ein Teil der Sammlungsstrategie bereits erarbeitet. Laut Frick und Greeff können dank eines Sammlungskonzepts finanzielle Ressourcen gezielter eingesetzt werden (Frick und Greeff 2021, S. 25), was besonders bei Grossprojekten von Bedeutung ist. Bisher nicht behandelte Punkten können

Dank der in dieser Masterthesis erarbeiteten Inhalten können zukünftig langjährige und ehemalige Mitarbeitende mit gezielten Fragen kontaktiert werden, um die bisher erarbeiteten Inhalte mit Erinnerungen und Erfahrungen auszuschnücken.

Mit den empfohlenen Analyseverfahren kann die Biozidbelastung im Herbarium Bern gemessen werden. Nach der Messung kann eine Gefährdungsbeurteilung erstellt werden und Sicherheitsmassnahmen können angepasst werden.

⁷⁰ "The governing body for each museum should adopt and publish a written collections policy that addresses the acquisition, care and use of collections. The policy should clarify the position of any material that will not be catalogued, conserved, or exhibited." (ICOM International Council of Museums, 2017)

Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- Allaby, M. (2019). *A dictionary of plant sciences* (4 ed.). Oxford University Press.
- Ammann, K. (1986). Die Bedeutung der Herbarien als Arbeitsinstrument. *Botanica Helvetica*, 25.
- Ammann, K. (2010). *Systematik und beobachtende Feldbiologie*. 31.
- Baker, R. J., Bradley, L. C., Bradley, R. D., Garner, H. J., University, T. T., & University, T. T. (2014). „Door to drawer“ costs of curation, installation, documentation, databasing, and long-term care of mammal voucher specimens in natural history collections (S. 1–20). Museum of Texas Tech University,. <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/157634>
- Bebber, D., Carine, M., Wood, J., Wortley, A., Harris, D., Prance, G. T., Davidse, G., Paige, J., Pennington, T., Robson, N., & Scotland, R. (2010). Herbaria as a major frontier for species discovery. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 22169–22171. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011841108>
- Beer, C., Burckhardt, D., Cibois, A., Gonseth, Y., Price, M., Scheidegger, C., Stieger, P., & Tschudin, P. (2019). *National significance of natural history collections in Switzerland*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1481727>
- Botanischer Garten der Universität Bern [BOGA]. (2018, Januar 26). *Geschichte—Leitung des Botanischen Gartens*. Botanischer Garten. https://www.boga.unibe.ch/ueber_uns/geschichte/
- Botanischer Garten der Universität Bern [BOGA]. (2019a, Mai 20). *Botanischer Garten wird vollumfänglich in die Universität Bern integriert*. Botanischer Garten. https://www.boga.unibe.ch/ueber_uns/medienmitteilungen/boga_wird_vollumfaenglich_in_die_universitaet_bern_integriert_13112017/
- Botanischer Garten der Universität Bern [BOGA]. (2019b, Dezember 2). *Herbarium*. Botanischer Garten. <https://www.boga.unibe.ch/wissenschaft/herbarium/>
- Botanischer Garten der Universität Bern [BOGA]. (2020, Januar 30). *Wissenschaft*. Botanischer Garten. <https://www.boga.unibe.ch/wissenschaft/>
- Bowles, M., & Betz, R. (1993). Propagation of Rare Plants from Historic Seed Collections: Implications for Species Restoration and Herbarium Management. *Restoration ecology*, 1. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.1993.tb00015.x>
- Bradley, R. D., Bradley, L. C., Garner, H. J., & Baker, R. J. (2014). Assessing the Value of Natural History Collections and Addressing Issues Regarding Long-Term Growth and Care. *BioScience*, 64(12), 1150–1158. <https://doi.org/10.1093/biosci/biu166>
- Bridson, D., & Forman, L. (1999). *The herbarium handbook* (Third edition, Reprinted). Royal Botanic Gardens.
- Brockhaus. (1966). Faszikel. In *Brockhaus-Enzyklopädie in zwanzig Bänden* (17., völlig neubearb. Aufl. des Grossen Brockhaus, Bd. 6). Brockhaus.
- Brockhaus. (2021). Phänologie. In *Brockhaus Enzyklopädie Online*. NE GmbH Brockhaus. <https://brockhaus.de/ecs/permalink/31426243B4244A7429119FB10B565F13.pdf>

- Bundesamt für Umwelt [BAFU]. (2020, November 5). *Zustand der Artenvielfalt in der Schweiz*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-biodiversitaet/biodiversitaet-fachinformationen/zustand-der-biodiversitaet-in-der-schweiz/zustand-der-artenvielfalt-in-der-schweiz.html>
- Clerc, P. (1984). *Usnea wirthii- A new species of lichen from Europe and North Africa*.
- Clerc, P., Gautier, L., Naciri, Y., & Hoffman, D. (2017). *The many lives of herbaria*. Conservatoire et Jardin botaniques.
- Crane, P. R., Ge, S., Hong, D., Huang, H., Jiao, G., Knapp, S., Kress, W. J., Mooney, H., Raven, P. H., Wen, J., Wu, W., Yang, H., Zhu, W., Zhu, Y., & Shenzhen Declaration Drafting Committee. (2019). The Shenzhen declaration on plant sciences—Uniting plant sciences and society to build a green, sustainable Earth. *PLANTS, PEOPLE, PLANET*, 1(1), 59–61. <https://doi.org/10.1002/ppp3.13>
- Dauwalder, L. (2012). *Das Herbarium des Felix Platter: Die älteste wissenschaftliche Pflanzensammlung der Schweiz* [Masterarbeit]. Hochschule der Künste Bern.
- Fischer, E. (1914). Botanik und Botaniker in Bern. *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*. <https://doi.org/10.5169/SEALS-90277>
- Fischer, L. (1868). Bericht über die Sammlungen des botanischen Gartens. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern*. <https://doi.org/10.5169/SEALS-318823>
- Frey, W. (2014). *Geobotanik Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit* (3. Aufl. 2010. Nachdruck 2014). Springer Spektrum.
- Frick, H., & Greeff, M. (2021). Handbook on natural history collections management, a collaborative Swiss perspective. *Swiss Academies Communications*, 16(2), 184.
- Funk, V. (2004). *100 Uses for an Herbarium (Well at Least 72)*. http://peabody.yale.edu/sites/default/files/documents/botany/100_uses.pdf
- Funk, V. (2018). Collections-based science in the 21st Century. *Journal of Systematics and Evolution*, 56(3), 175–193. <https://doi.org/10.1111/jse.12315>
- GESTIS-Stoffdatenbank. (2021a). Campher. In *GESTIS-Stoffdatenbank: Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung*. <https://gestis.dguv.de/data?name=510778>
- GESTIS-Stoffdatenbank. (2021b). DDT. In *GESTIS-Stoffdatenbank: Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung*. <https://gestis.dguv.de/data?name=012510>
- GESTIS-Stoffdatenbank. (2021c). Kohlenstoffdisulfid. In *GESTIS-Stoffdatenbank: Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung*. <https://gestis.dguv.de/data?name=001430>
- GESTIS-Stoffdatenbank. (2021d). Quecksilber(II)-chlorid. In *GESTIS-Stoffdatenbank: Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung*. <https://gestis.dguv.de/data?name=003270>
- GESTIS-Stoffdatenbank. (2021e). Terpentinöl. In *GESTIS-Stoffdatenbank: Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung*. <https://gestis.dguv.de/data?name=095550>
- GESTIS-Stoffdatenbank. (2021f). Zinkchlorid. In *GESTIS-Stoffdatenbank: Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung*. <https://gestis.dguv.de/data?name=001450>

- Gesundheitsschutz & Abteilung Arbeitsmedizin [SUVA]. (2021). *Grenzwerte am Arbeitsplatz: MAK-/BAT-Werte (Erläuterungen), physikalische Einwirkungen, physische Belastungen*. <https://www.suva.ch/de-CH/material/Richtlinien-Gesetzestexte/erlaeuterungen-zu-den-grenzwerten>
- gk & sm. (2006). Die naturwissenschaftlichen Sammlungen der Schweiz. *Hotspot*, 13(6). https://biodiversitaet.scnat.ch/publications/hotspot/uuid/i/0ab3ce60-ff5e-5853-a12e-034ed287f1fe-HOTSPOT_13%2F06_Biologische_Sammlungen_-_Archive_der_Natur
- Graf, J. H. (1903). Notizen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaft in der Schweiz [Fortsetzung]. *Mitteilungen der Naturforschende Gesellschaft Bern*, Heft 1551-1564. <https://dx.doi.org/10.5169/seals-319136>
- Gropp, R. E. (2003). Are University Natural Science Collections Going Extinct? *BioScience*, 53(6), 550–550. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[0550:AUNSCG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0550:AUNSCG]2.0.CO;2)
- Heberling, J. M., Prather, L. A., & Tonsor, S. J. (2019). The Changing Uses of Herbarium Data in an Era of Global Change: An Overview Using Automated Content Analysis. *BioScience*, 69(10), 812–822. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz094>
- Hegg, O. (1990a). Botaniker in Bern. *Botanica Helvetica*, 100(Heft 3). <https://doi.org/10.5169/SEALS-69729>
- Hegg, O. (1990b). Botaniker in Bern [Text/html,application/pdf]. *Botanica Helvetica*, 100(Heft 3). <https://doi.org/10.5169/SEALS-69729>
- Hegg, O. (1999). Geschichte des Botanischen Gartens Bern von 1789 bis 1996. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. Neue Folge*, 56. <http://doi.org/10.5169/seals-318629>
- Herbarium Details | University of Bern*. (o. J.). Abgerufen 5. April 2020, von <http://sweet-gum.nybg.org/science/ih/herbarium-details/?irn=126603>
- Hinterleitner, C., & Mayer, I. (2018). Kulturgüter von Schadstoffen befreien. *spirit biel/bienne*. https://www.spirit.bfh.ch/fileadmin/artikel/2018/ausgabe_1/spirit_1_2018-kulturgueter_von_schadstoffen_befreien.pdf
- Idalgo, S. (2020). *Etude des biocides présents dans les herbiers du Musée d'Histoire Naturelle de Fribourg étude de la toxicité des résidus de biocides après traitement visant à la décontamination des collections*. HKB.
- Info Flora. (o. J.). *Verbreitungskarten Info Flora*. Abgerufen 24. Juni 2021, von <https://obs.infoflora.ch/app/atlas/de/index.html>
- IPM Working Group. (2018). *Fact Sheet: Book Lice or Psocids Liposcelis sp.* <https://muse-umpests.net/wp-content/uploads/2018/08/book-lice.pdf>
- Jutzi, M. (2008). *Schlussbericht zur Bearbeitung der Schweizer Belege: Projekt Integration der Herbarien des Naturmuseums Solothurn in die Sammlung der Universität Bern*.
- Klaus, G. (2006). Archive der Biodiversität, Bedeutung und Zukunft der naturwissenschaftlichen Sammlungen. *HOTSPOT*, 13(6). https://biodiversitaet.scnat.ch/publications/hotspot/uuid/i/0ab3ce60-ff5e-5853-a12e-034ed287f1fe-HOTSPOT_13%2F06_Biologische_Sammlungen_-_Archive_der_Natur
- Lavoie, C. (2013). Biological collections in an ever changing world: Herbaria as tools for biogeographical and environmental studies. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 15(1), 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2012.10.002>

- Lavoie, C., & Lachance, D. (2006). A New Herbarium-Based Method for Reconstructing the Phenology of Plant Species across Large Areas. *American Journal of Botany*, 93(4), 512–516.
- Lienhard, L. (2010). Geschichte und Aufgaben des Botanischen Gartens Bern. *UniPress*, 145. https://www.unibe.ch/unibe/portal/content/e796/e800/e10902/e310398/e362690/up_145_heft_ger.pdf
- López, A., & Sassone, A. B. (2019). The Uses of Herbaria in Botanical Research. A Review Based on Evidence From Argentina. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1363. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01363>
- Ma, W. (1988). The Historic and Current Status of Herbaria in China. *Taxon*, 37(4), 870–875. <https://doi.org/10.2307/1222092>
- Mägdefrau, K. (2013). *Geschichte der Botanik: Leben und Leistung grosser Forscher* (2. Aufl.). Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-39400-3>
- Meier, C., & Petersen, K. (2006). *Schimmelpilze auf Papier: Ein Handbuch für Restauratoren: biologische Grundlagen, Erkennung, Behandlung und Prävention*. Der Andere Verlag.
- Meineke, E. K., Davis, C. C., & Davies, T. J. (2018). The unrealized potential of herbaria for global change biology. *Ecological Monographs*, 88(4), 505–525.
- Moser, D. (1999). EX *Saxifraga oppositifolia* L. subsp. *Amphibia* (SÜND.) BRAUN-BLANQ. Bodensee-Steinbrech – Saxifragaceae. *Merkblätter Artenschutz – Blütenpflanzen und Farne*. https://www.infoflora.ch/assets/content/documents/merkblaetter_artenschutz_de/saxi_amph_d.pdf
- Naturhistorische Museum Bern [NMBe]. (o. J.). *Geschichte | Naturhistorisches Museum Bern*. Abgerufen 10. Februar 2021, von <https://www.nmbe.ch/de/museum/ueber-uns/geschichte>
- Nelson, G., & Ellis, S. (2019). The history and impact of digitization and digital data mobilization on biodiversity research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 374(1763), 20170391. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0391>
- Nyffeler, R. (2006). Das Herbarium im digitalen Zeitalter. *Hotspot*, 13(6). https://portal-cdn.scnat.ch/asset/2cc716be-2dcb-56d6-83be-44f448558cf5/Hotspot13_D?b=70cabb5e-9445-5744-af8b-d7cc5039cb05&v=bd5d668b-0bd4-5b76-8879-8e23494cca6f_0&s=FZ29G1qhMW7rw6gzMo5OU_G-G8GAKC-tEVS55F5CNFnPk271R-6tDWWDnMZnPypfoI00ALF66xvTTM_6st7pnnSq1CrXGfqShMUzQFgK-mTfrQC0M-z6PjwW0xfZb3hw5BAQ-8c4hBx0bgcD26EoN3Y0_kzckUm4I2Cc2zZZA
- Ortleb, A., & Ortleb, G. (1900). *Das Herbarium nebst Samen- und Holz-Sammlung: Anleitung zum Sammeln, Präparieren, Aufbewahren und Ordnen der Pflanzen, Samen und Hölzer mit Angabe der Schutzmittel gegen die Feinde der Herbarien und Anweisung zur Herstellung von Pflanzen-Abdrücken*. Mode.
- Paton, A., Antonelli, A., Carine, M., Forzza, R. C., Davies, N., Demissew, S., Dröge, G., Fulcher, T., Grall, A., Holstein, N., Jones, M., Liu, U., Miller, J., Moat, J., Nicolson, N., Ryan, M., Sharrock, S., Smith, D., Thiers, B., ... Dickie, J. (2020). Plant and fungal collections: Current status, future perspectives. *PLANTS, PEOPLE, PLANET*, 2(5), 499–514. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10141>
- Pfister, A.-L. (2008). *L'influence des biocides sur la conservation des Naturalia*.
- Pinniger, D., Landsberger, B., Meyer, A., & Querner, P. (2016). *Handbuch Integriertes Schädlingsmanagement in Museen, Archiven und historischen Gebäuden* (1. Auflage). Gebr. Mann Verlag.

- Prather, L. A., Alvarez-Fuentes, O., Mayfield, M. H., & Ferguson, C. J. (2004). The Decline of Plant Collecting in the United States: A Threat to the Infrastructure of Biodiversity Studies. *Systematic Botany*, 29(1), 15–28.
- Primack, D., Imbres, C., Primack, R. B., Miller-Rushing, A. J., & Del Tredici, P. (2004). Herbarium Specimens Demonstrate Earlier Flowering Times in Response to Warming in Boston. *American Journal of Botany*, 91(8), 1260–1264.
- Rao, R. R. (1995). Are herbaria redundant? *Current Science*, 69(12), 968–969.
- Renner, S. S., & Rockinger, A. (2016). Is plant collecting in Germany coming to an end? *Willdenowia*, 46(1), 93–97. <https://doi.org/10.3372/wi.46.46106>
- Rytz, W. (o. J.). *Anleitung zum Pflanzen-Pressen*.
- Rytz, W. (1922). Die Herbarien des Botanischen Instituts der Universität Bern (Schweiz). *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern*. <https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=mnbn-001:1922:-:278>
- Schatz, G. E. (2002). Taxonomy and Herbaria in Service of Plant Conservation: Lessons from Madagascar's Endemic Families. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89(2), 145. <https://doi.org/10.2307/3298559>
- Schlichtegroll, F. (2020). *Zustandserfassung der Herbariensammlung der Universitätsbibliothek Kiel mit Erstellung eines Erhaltungskonzepts* [Masterarbeit]. Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst.
- Simpson, M. G. (2020). *Plant systematics* (3rd ed.). Academic Press.
- Spiegel, E., Deering, K., Quaiser, C., Böhm, S., Nowak, D., Rakete, S., & Böse-O'Reilly, S. (2019). *Handreichung zum Umgang mit kontaminiertem Sammlungsgut*. oekom verlag.
- Swiss Systematics Society. (2020). *Botanischer Garten Bern – Fantastic Stories*. Fantastic Stories. <https://fantasticstories.ch/boga/>
- Thiers, B. (2021). *The World's Herbaria 2020: A Summary Report Based on Data from Index Herbariorum* (Index Herbariorum, Hrsg.). http://sweetgum.nybg.org/science/wp-content/uploads/2021/01/The_World_Herbaria_2020_7_Jan_2021.pdf
- Universität Bern, Universität Neuenburg, & Universität Freiburg. (2014). *Rahmenvereinbarung vom 27. Oktober 2014 bezüglich des BENEFRi-Netzwerkes*. <https://www3.unifr.ch/apps/legal/de/document/277052>
- Universitätsbibliothek Bern. (2021, Mai 27). *Bibliothek Münsterergasse*. Die Geschichte des ersten profanen Bibliotheksgebäudes der Schweiz. https://www.ub.unibe.ch/teilbibliotheken/bibliothek_muenstergasse/index_ger.html#tab-pane-6
- Wagenitz, G., & Wagenitz, G. (1996a). Herbarium. In *Wörterbuch der Botanik Morphologie, Anatomie, Taxonomie, Evolution: Die Termini in ihrem historischen Zusammenhang*. Gustav Fischer.
- Wagenitz, G., & Wagenitz, G. (1996b). Nomenklatur. In *Wörterbuch der Botanik Morphologie, Anatomie, Taxonomie, Evolution: Die Termini in ihrem historischen Zusammenhang*. Gustav Fischer.
- Wagenitz, G., & Wagenitz, G. (1996c). Taxonomie. In *Wörterbuch der Botanik Morphologie, Anatomie, Taxonomie, Evolution: Die Termini in ihrem historischen Zusammenhang*. Gustav Fischer.

- Weiss, J. (2002a). Biozide. In *Der Brockhaus Naturwissenschaft und Technik*. Brockhaus.
- Weiss, J. (2002b). Botanik. In *Der Brockhaus Naturwissenschaft und Technik*. Brockhaus.
- Weiss, J. (2002c). Fluoreszenz. In *Der Brockhaus Naturwissenschaft und Technik*. Brockhaus.
- Weiss, J. (2002d). Lumineszenz. In *Der Brockhaus Naturwissenschaft und Technik*. Brockhaus.
- Weiss, J. (2002e). Pflanzengeografie. In *Der Brockhaus Naturwissenschaft und Technik*. Brockhaus.
- Weiss, J. (2002f). Taxonomie. In *Der Brockhaus Naturwissenschaft und Technik*. Brockhaus.
- Weiss, J. (2002g). Ultraviolettstrahlung. In *Der Brockhaus Naturwissenschaft und Technik*. Brockhaus.
- Welten, M. (1967). Walther Rytz: 1882-1966. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre*. <https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=mn-002:1967:24::115#115>
- Willis, C. G., Law, E., Williams, A. C., Franzone, B. F., Bernardos, R., Bruno, L., Hopkins, C., Schorn, C., Weber, E., Park, D. S., & Davis, C. C. (2017). CrowdCurio: An online crowdsourcing platform to facilitate climate change studies using herbarium specimens. *New Phytologist*, 215(1), 479–488. <https://doi.org/10.1111/nph.14535>
- Wohlgemuth, T. (1993). *Der Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz (Welten und Sutter 1982) auf EDV: Die Artenzahlen und ihre Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren* [Text/html,application/pdf]. <https://doi.org/10.5169/SEALS-71328>
- Wohlgemuth, T., Boschi, K., & Longatti, P. (2001). *Entstehung des Atlas* [Datenbank]. Swiss web flora. <https://www.wsl.ch/land/products/webflora/floramodul5-de.html>
- Woodland, D. W. (2007). Are botanists becoming the dinosaurs of biology in the 21st century? *South African Journal of Botany*, 73(3), 343–346. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2007.03.005>

Literaturverzeichnis der Jahresberichte

- | | |
|-------------|--|
| 1903 – 1914 | Jahresbericht über den Botanischen Garten in Bern |
| 1924 - 1932 | Bericht über den Botanischen Garten in Bern |
| 1933 - 1951 | Bericht über den Botanischen Garten und das Botanische Institut in Bern |
| 1952 – 1964 | Bericht über den Botanischen Garten und das Botanische Institut der Universität Bern |
| 1976 - 1985 | Jahresbericht Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern Schweiz |

Abbildungsverzeichnis

Sofern nicht anders vermerkt, stammen die Abbildungen von der Autorin.

Abbildung 1 Titelbild; Herbarbelege von <i>Saxifraga oppositifolia</i> L. subsp. <i>amphibia</i> (Sünd.) Braun-Blanq	1
Abbildung 2 Benennung der Möbelemente	5
Abbildung 3 Gebäudeplan, 2. Stockwerk, IPS	10
Abbildung 4 Anteil an Herbarbelege (in %) nach Regionen der ganzen Welt aufgeteilt (Paton et al., 2020, S. 501)	15
Abbildung 5 Räumliche Situation Hauptherbarium 2020, Fotografie von K. Rembold	21
Abbildung 6 Moosherbarium, räumliche Situation, linker Bereich	22
Abbildung 7 Moosherbarium, räumliche Situation, rechter Bereich	22
Abbildung 8 Verortung der entnommenen Stichproben in der Höhe, Hauptherbarium	25
Abbildung 9 Verortung der entnommenen Stichproben in der Höhe, Moosherbarium	25
Abbildung 10 Grafische Darstellung der Aufstellung des Arbeitsplatzes	26
Abbildung 11 Kurzdokumentation, Seite 1	27
Abbildung 12 Kurzdokumentation, Seite 2	28
Abbildung 13 Kurzdokumentation, Seite 3	29
Abbildung 14 Beleg mit Pflanzenteilen gesichert in Kunststofftaschen, Beleg M5_B38	30
Abbildung 15 Kunststofftaschen aufgefunden unter den Arbeitsmaterialien	30
Abbildung 16 Sammlung von Etiketten aus dem Herbarium Bern (unvollständig)	31
Abbildung 17 Lebendes Insekt im Herbarium Bern, Mikroskopaufnahme, 200x Vergrößerung	35
Abbildung 18 Zum Vergleich <i>Liposcelis sp.</i> (IPM Working Group, 2018)	35
Abbildung 19 Grafische Darstellung der Auswertung der Daten über die "geforderten Mindestangaben"	36
Abbildung 20 im Herbarium Bern verwendete Stempel zur Bezeichnung von biozidbehandelten Herbarbelegen (Dauwalder, 2012, S. 128)	38
Abbildung 21 zur Schädlingsbekämpfung rückseitig bedrucktes Standardpapier mit Druckerschwärze	39
Abbildung 22 Mikroskopaufnahmen der Ausblühungen, Transluzente Kristalle, Stichprobe H3_B14, 200-fache Vergrößerung	40
Abbildung 23 Mikroskopaufnahmen der Ausblühungen, Opake pulvrige Agglomerate, Stichprobe M1_B20, 200-fache Vergrößerung	40
Abbildung 24 GHS-Gefahrenpiktogramme von Quecksilber (II)-chlorid, (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021d)	41
Abbildung 25 GHS-Gefahrenpiktogramme von Kohlenstoffdisulfid, (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021c)	41
Abbildung 26 GHS-Gefahrenpiktogramme von Zinkchlorid, (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021f)	42
Abbildung 27 GHS-Gefahrenpiktogramme von Terpentinöl, (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021e)	42
Abbildung 28 GHS-Gefahrenpiktogramme von Campher, (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021a)	43
Abbildung 29 GHS-Gefahrenpiktogramme von DDT (GESTIS-Stoffdatenbank, 2021b)	43
Abbildung 30 Altes Herbarium, Sammler bisher unbekannt, Fotografie von K. Rembold und J. Wang, 04.2021	52
Abbildung 31 Auswertung der Zustandserfassung mit Bezugnahme zu den einzelnen Stichproben	82
Abbildung 33 Auflösung der HSO ⁴ BP Notationen (Gesundheitsschutz & Abteilung Arbeitsmedizin [SUVA], 2021)	83

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Verwendete Fachbegriffe	3
Tabelle 2 Auflistung der im Index Herbariorum gelisteten Herbarien der Schweiz	14
Tabelle 3 Vergleich der Datendichte der zehn im Index Herbariorum gelisteten Länder mit der grössten Anzahl an Herbarbelegen.	15
Tabelle 4 Übersicht über die verwendeten Kartonschachteln im Herbarium Bern	32
Tabelle 5 Hochrechnung der Anzahl Trockenbelege	66
Tabelle 6 Chronologischer Zeitstrahl der Geschichte des Berner Herbarium	69

Anhang

1 Beschreibung der Teilsammlungen der konservierten Sammlung des BOGA

1.1 Alkoholsammlung

Auf der linken Seite, beschrieben von der Treppe, im Gang des 2ten Stocks des Instituts für Pflanzenwissenschaften (IPS) lagert in vier Wandschränken die Alkoholsammlung. Die Einbauschränke werden in der Mitte in zwei Einheiten aufgeteilt. Die Schranktüre im oberen Teil der Schränke bestehen aus Glas, wodurch die gelagerten Alkoholbelege wie in einer Vitrine von aussen betrachtet werden können. Unten sind die Belege vor Licht geschützt hinter einer Holztüre verborgen. Die Schränke sind frei zugänglich. Die Schranktüren sind abschliessbar. Die Schlüssel stecken im Schloss. Abzüge oder sonstige Sicherheitsmassnahmen im Bezug zu den alkoholhaltigen Inhalten sind nicht vorhanden.

Die Alkoholsammlung besteht aus Pflanzenteilen, welche in Glasbehälter in alkoholischen Lösungen konserviert wurden. Diese Form der Konservierung wurde für Pflanzen verwendet, welche durch die Konservierung ihre dreidimensionale Form nicht verlieren sollten. Auch verholzte Pflanzenteile, welche nicht gepresst werden können, wurden in Alkohol konserviert. Da die Alkohollösung mit der Zeit verdampft, wurden im Oktober 2018 alle Gefässe mit Ethanol 90% (vergällt) aufgefüllt. Drei Gläser wurden beim Öffnen beschädigt und wurden durch neue Glasbehälter ersetzt und entsprechend beschriftet⁷¹.

Die Anzahl der Alkoholbelege wurden durch die Autorin gezählt. Es befinden sich 1'509 Alkoholbelege in den Schränken

1.2 Trockensammlung

Auf der rechten Seite des Ganges im 2ten Stock des Instituts für Pflanzenwissenschaften (IPS) lagert vis-a-vis der Alkoholsammlung in sieben Wandschränken die Trockensammlung. Die Schränke verfügen über lichtdichte Holztüren und sind ebenfalls unverschlossen und somit für alle zugänglich. Bei der Trockensammlung handelt es sich um dreidimensionale Pflanzenbelege wie Samen und holzige Bestandteile. Die Belege der Trockensammlung sind nach Familien und Gattungen sortiert und beschriftet. Kleine Belege sind zum Teil in offenen Pappschachteln gelagert, an denen die Beschriftung angebracht ist. Zahlencodes an den Belegen deuten auf ein Inventar hin, das jedoch bisher nicht gefunden wurde.

Für die Umfangsschätzung der Trockensammlung wurden die Belege in 4 Schränken gezählt und anschliessend wie folgt hochgerechnet:

Tabelle 5 Hochrechnung der Anzahl Trockenbelege

Schrank Nr.:	1	3	5	7	Durchschnitt
Belege pro Schrank	102	191	406	534	308.25
Total: 7 Schränke x 308.25 durchschnittlich Belege pro Schrank= 2157.75 Trockenbelege					

1.3 Schauherbarium

Das Schauherbarium befindet sich heute im Büroraum Nr.77 im 2. Stock im Gebäude des IPS (siehe Abbildung 3 Gebäudeplan, 2. Stockwerk, IPS). Das Wissen um die Zugehörigkeit des Schauherbariums zum Herbarium Bern war bis vor mehreren Monaten in Vergessenheit geraten. Die Personen, welche in diesem Büroraum arbeiten, hatten durch ihre Arbeit keinen Bezug zu dem Herbarium und somit die Zugehörigkeit nicht erkannt. Katja Rembold, welche seit 2018 am Botanischen Garten arbeitet, erfuhr von einem ehemaligen Mitarbeiter von der Existenz des Schauherbariums und konnte es dadurch wieder als Teil der Sammlung wahrnehmen⁷².

⁷¹ (K. Rembold, persönliche Information, Bern 08.01.2020).

⁷² (K. Rembold, persönliche Information, Bern 08.01.2020).

Das Schauherbarium befindet sich in einem grossen braunen Metallschrank mit der Inschrift "Bigla" der Firma Bigler, Spichiger und Co. Ltd. Der gesamte Schrank besteht aus drei identischen Schrankelementen, welche ohne Zwischenraum nebeneinander montiert wurden. Im oberen Bereich der Schrankelemente befinden sich ausziehbaren Vitrinen. Die Vitrinen sind aussen durchgehend über alle drei Schrankelemente von 1-150 nummeriert. Oberhalb der in Metall gravierten Vitrinennummerierung gibt eine Beschriftung auf Papier. Die Vitrinen können senkrecht aus dem Schrank herausgezogen werden. Hinter Glas sind die ausgezogenen Vitrinen zweiseitig mit exemplarischen Vertretern der Schweizer Flora bestückt. Laut dem Jahresbericht 1976-1977, handelt es sich um 200 schweizerische Arten. Die Pflanzenbelege sind mit Leim auf einer Zwischenwand aus Karton geklebt.

In der Mitte der Schrankelemente befinden sich jeweils zwei Ablagen, welche bei Bedarf ausgezogen werden können. Im unteren Bereich befinden sich zwei Schranktüren, welche einander entgegengesetzt öffnen. Hinter den Schranktüren liegen ausziehbare Tablare, auf welchen diverse Karten und Unterrichtsmaterial lagert.⁷³

1.4 Fossilien, Samen, Bodenproben und Dias

Im vorderen Teil des Ganges im 2. Stock des Instituts für Pflanzenwissenschaften (IPS) lagern in sechs Wandschränken Fossilien, Samen, Bodenproben und Dias. Die Fossiliensammlung wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter behandelt, da die Betreuung dieser Sammlung Fachwissen erfordert, welches der Autorin nicht zu eigen ist. Es wird empfohlen für diese Sammlung Fachpersonal zum Thema Fossilien und dem Erhalt von archäologischem Material beizuziehen. Samen, Bodenproben und Dias wurden aufgrund ungeklärter Zugehörigkeit nicht behandelt.

1.5 Fotografien, Dokumente, Bücher und weitere Objekte mit Bezug zur Sammlung

Eine grosse und vielfältige Anzahl an weiteren zur Sammlung gehörenden Materialien wurde während der Bearbeitung des Masterthemas in der Sammlung beobachtet: Persönliche Arbeitsinstrumente, historische Mikroskope, Fotografien div. Techniken, Bücher, handgeschriebene Kataloge zu Privatherbarien, Feldbücher, Druckstöcke, Lochkarten von der Arbeit am Verbreitungsatlas, Kartenmaterial, Arbeitsmaterialien aus dem Herbarium Bern und viele mehr. Diese Objekte konnten nicht weiter untersucht oder beschrieben werden. Es wird empfohlen, diese Objekte als Teil der Sammlung zu behandeln und die Objekte in die weitere Planung miteinzubeziehen. Die Objekte können zahlreiche Informationen zur Geschichte, zu Arbeitsweisen und zur Sammlung im Allgemeinen beinhalten. Somit könnten sie die Schlüssel zu noch unbeantworteten Fragen zur Sammlung sein. Einige der Objekte werden vermutlich bereits durch ihr Alter oder die Zuschreibung zu einer Person oder einem spezifischen Herbarium einen eigenständigen Wert aufweisen.

2 Umfang des Berner Herbariums

Der Umfang des Berner Herbariums wurde im Zuge der Zustandserfassung berechnet. Aufgrund der hohen Differenz der Minimal- und Maximalschätzung wurde in der Arbeit einheitlich die Anzahl von 500'000 Herbarbelege verwendet, welche sich auf eine frühere Hochrechnung stützt⁷⁴.

2.1.1 Hauptherbarium

Im sogenannten «Hauptherbarium» lagern auf 10 Rollregalen in Einheiten gestapelt zwischen 104'201 bis 441'360 Herbarbelege. Die Minimal- und Maximalschätzung wurde wie folgt berechnet:

- Jedes Gestell (exkl. Gestell 1 und 10) ist mit zwei Regalreihen ausgestattet = 18 Regalreihen insgesamt

⁷³ Erwähnungen des Schauherbariums in der Literatur finden sich bei: (Ammann, 1986, S. 110; Hegg, 1999, S. 180; Jahresbericht 1958; 1959; 1976-1977).

⁷⁴ Schätzung beruht auf Berechnungen des Platzverbrauch der rund 70'000 inventarisierten Solothurner Belege (K. Rembold, persönliche Information, Bern 08.01.2020).

- Die Regalreihen bestehend aus 4 Regalen x 12 Tablare pro Regal x 4 Einheiten pro Tablar = 192 Einheiten pro Regalreihe
- 192 Einheiten x 18 Regalreihen = 3'456 Einheiten in der Sammlung
- Abzüglich der vorhandenen Lücken im Rollregal und verwendetem Platz für Materialien, welche durch eine Zählung erhoben wurde, **lagern insgesamt 3'065 Einheiten im Hauptherbarium.**
- Jede Einheit besteht aus 34-144 aufeinandergestapelten Herbarbelege. Die Zahlen geben die Tiefste und Höchste Anzahl der bei der Zustandserfassung untersuchten Einheiten wieder.
- Minimal: 34 Belege x 3'065 Einheiten = 104'201 Belege im Hauptherbarium auf den Rollgestellen
- Maximal: 144 Belege x 3'065 Einheiten = 441'360 Belege im Hauptherbarium auf den Rollgestellen

Aufgrund der totalen Auslastung der Rollgestelle finden sich Kisten mit unbearbeitet Neuzugänge, welche aus platzgründen nicht in die Sammlung integriert wurden. Die Anzahl der unbearbeiteten Herbarbelege wird aktuell, durch eine momentan laufende grob Inventur, auf 4'600 Herbarbelege geschätzt.

Die Herbarbelege im Rollgestell und die provisorisch abgelegten Belege im Raum zusammen ergeben ein **Total** von:

Minimal Schätzung: 108'801 Belege im Hauptherbarium

Maximal Schätzung: 445'960 Belege im Hauptherbarium

2.1.2 Moosherbarium

Im Moosherbarium lagern auf 5 feststehenden Gestellen in Einheiten gestapelt zwischen 37'969 bis 226'048 Herbarbelege. Die Minimal- und Maximalschätzung wurde wie folgt berechnet:

- Jede Einheit besteht aus 43-256 aufeinandergestapelten Herbarbelege. Die Zahlen geben die Tiefste und Höchste Anzahl der bei der Zustandserfassung untersuchten Einheiten wieder.
- insgesamt 883 Einheiten lagern im Moosherbarium (Aufrechnung)
- **Minimal: 43 Belege x 883 Einheiten = 37'969 Belege in der Sammlung**
- **Maximal: 256 Belege x 883 Einheiten = 226'048 Belege in der Sammlung**

3 Chronologischer Zeitstrahl der Geschichte des Berner Herbarium

Da im "Kapitel 8, Geschichte und Rückgang der Wertschätzung für das Herbarium Bern "Geschichte" der Schwerpunkt auf die Kontextuelle einordnung gelegt wurde, soll mit nachfolgender Tabelle ein chronologischer Überblick über die Geschichte geschaffen werden. Einzelne Ereignisse, wie Ausstellungen und Umbauten, sind daher nicht umfassend behandelt. In der nachfolgenden Tabelle werden alle wichtigen Ereignisse, welche das Herbarium betreffen chronologisch gelistet.

Tabelle 6 Chronologischer Zeitstrahl der Geschichte des Berner Herbarium

Jahr	Ereignisse
1859	Am 03.06.1859 genehmigte der Regierungsrat den Antrag auf Einrichtung eines neuen botanischen Gartens in Bern (Jahresbericht 1909, S. 1-2). Auf dem Grundstück der Rabbentalhalde, heute Altenbergrain, wurde der neue Botanische Garten sowie das Institut als eine Einheit geplant und aufgebaut. Die Kosten wurden damals im Verhältnis von 2:1 zwischen dem Kanton und der Burgergemeinde aufgeteilt.
1879	Apotheker Henrich Josehp Guthnick, welcher bereits seit der Gründung des neuen Botanischen Garten freiwillig in der Sammlung mitarbeitete, schenkte dem Botanischen Garten im Jahre 1879 den Geldbetrag von 4'000 Franken, welche als «Guthnick-Fond» angelegt wurden
1897	Rücktritt von Ludwig Fischer und Ernennung von Eduard Fischer zum Direktor des Botanischen Gartens (Rytz, 1922, S. 62).
1903	Der Regierungsrat bewilligt eine Assistentenstelle, für die Mitarbeit im Unterricht, Labor und Herbarium (Rytz, 1922, S. 62).
1905	Erster Umbau des Institutsgebäudes (siehe "Kapitel 5.3, Vom ersten Umbau 1905 bis zum zweiten Umbau 1957)
1914	Der BOGA nahm an der Weltausstellung teil. Ausgestellt wurden unter anderem sogenannte Tableau welche ein Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten des Botanischen Instituts Bern verschaffen sollten. Abgebildet wurden der damalige Forschungsschwerpunkt der parasitischen Pilze durch colorierte Abbildungen von Dr. Walter Rytz. Eine Aufzählung der Abgebildeten Inhalte findet sich im: (Jahresbericht 1914, S.8-11).
1915	Beschluss des Regierungsrates für die Schaffung einer Konservatoren Stelle (Jahresbericht 1915, S.1).
1919	Rücktritt Eugen Dutoit aus der Kommission des BOGA
1922	1922 erscheint der Bericht " <i>Die Herbarien des Botanischen Instituts der Universität Bern (Schweiz)</i> " von Walter Rytz, welcher zum Anlass der Jahresversammlung in den Berichten der Naturforschenden Gesellschaft Bern veröffentlicht wurde. Im Bericht wird ein Überblick über die Entwicklung, den Bestand und die Zusammensetzung der Herbarien im Botanischen Garten Bern gegeben. Dargestellt sind eine Übersicht des Sammlungsinhaltes, Sammler, Sammlungsstruktur, Mitarbeiter am Herbarium Bern und wo möglich durchgeführte Arbeiten und Finanzierung der Sammlung des 19 Jh. Es wird auch den immer wachsenden Raummangel beschrieben, welcher durch zahlreiche Neuzugänge durch Schenkungen, Tausch und Ankauf von neuen Belegen verursacht wird. Die Räumlichkeiten werden in naher Zukunft nicht mehr ausreichen und es müssen neue Räumlichkeiten zur Verfügung gestellt werden. Als eine mögliche Lösung wird der Umbau des Daches im Institut Gebäude vorgeschlagen. Es wird beschrieben, dass damals die Standards für Sammlungs- und Bibliotheksräume niedrige Deckenhöhen beinhalteten. Somit würde der Umbau des Dachgeschosses eine kostengünstige Möglichkeit darstellen, da das Dach nicht angehoben werden müsste (Jahresbericht 1922, S.4).
1926	Tot Fräulein Rosa Kuhn

Ab 1927	wirkt der Botanische Garten mit bei der Gründung und Bewirtschaftung des Alpengartens auf der Schynigen Platte (Jahresbericht 1927, S.2-3; 1929, S.3). Besonders Walter Rytz hat das Projekt mit Herzblut unterstützt. Es wird davon ausgegangen, dass sich im Herbarium Bern diverse Pflanzenbelege, welche aus dieser Zusammenarbeit entstanden sind, befinden.
1930	Neun historische Bucherbarien wurden 1930 von Walter Rytz auf dem Dachboden des Instituts für Pflanzenwissenschaften gefunden. Durch Nachforschungen stellte sich heraus, dass diese Herbarien auf den Basler Arzt Felix Platter (1536-1614) zurückgehen. Schon allein das bemerkenswerte Alter macht diesen Fund besonders wertvoll. Bedenkt man, dass die ersten Kräuterbücher in der Renaissance ab 1530 entstanden sind, zählt das Herbarium von Felix Platter zu den frühesten noch erhaltenen Herbarien (Dauwalder, 2012, S. 11).
1933	Rücktritt von Eduard Fischer als Direktor des Gartens, als Nachfolger wird William-Henri Schopfer gewählt. Mit seinem Hauptforschungsgebiet der Vitamine und Enzymen verschob er die Hauptforschungsrichtung am Botanischen Garten in die Mikrobiologie. Da seine Forschung nicht direkt im Zusammenhang mit dem botanischen Garten stand, wurde er durch Walter Rytz als Vizedirektor unterstützt (Hegg, 1990b, S. 331, 1999, S. 16).
1952	Pensionierung von Walter Rytz. Seine Nachfolge als Professor für Systematische Botanik und Pflanzengeografie sowie als Vizedirektor übernahm Max Welten, welcher bereits früher als Assistent im Herbarium Bern arbeitete (Hegg, 1999, S. 16).
1957	Das Institutsgebäude wird zum zweiten Mal umgebaut, wodurch die Sammlung in neue Räumlichkeiten umzog. (siehe "Anhang, Kapitel 5.3 Vom ersten Umbau 1905 bis zum zweiten Umbau 1957")
1962	Durch den plötzlichen Tod von Direktor Schopfers übernimmt Max Welten das Amt des Direktors (Jahresbericht 1962, S. 1-3).
1963	Das botanische Institut wird in drei eigenständige Institute mit unterschiedlichen Schwerpunkten aufgeteilt (Hegg, 1990b, S. 333, 1999, S. 333).
1966	Tod von Walter Rytz (Welten, 1967, S. 1). Sein privates Herbar ging an das Herbarium Bern über.
1967-1979	In den Jahren 1967 bis 1979 wurde die Schweiz im Rahmen des Buchprojektes von Max Welten und Ruben Sutter (1982) mit dem Titel " <i>Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz</i> " flächendeckend kartiert (Wohlgemuth, 1993, S. 56). Die Herbarbelege, welche für die Verbreitungskarten verwendet wurden, wurden im Herbarium Bern mit einer zusätzlichen Etikette gekennzeichnet. Im Rahmen dieses Projekts wurde das Herbarium Bern durch ein umfangreiches Vergleichsherbar und das Herbarium von Ruben Sutter und Max Welten bereichert.
1972	1972 wurde nördlich an das Institut am Kopf der Lorrainebrücke ein "Provisorium" angebaut, das zunächst von der Mikrobiologie und nach deren Wegzug ⁷⁵ 1981 von der Pflanzenphysiologie bezogen wurde. Zu diesem Zeitpunkt zog die Pflanzenphysiologie Erdgeschoss und das Systematisch-Geobotanische Institut in den ersten Stock des Institutsgebäude ein (Hegg, 1990b, S. 180).
1974	Der Direktor Max Welten wurde von Gerhard Lang abgelöst. Als Vizedirektor wurde Otto Hegg bestimmt (Hegg, 1999, S. 16).
1980	Das Herbarium Platter wird in der Stadt- und Universitätsbibliothek ⁷⁶ gelagert, um dem Wunsch nach besseren Lagerungsbedingungen zu entsprechen (Dauwalder, 2012, S. 11).
1981	Nach dem Auszug der Mikrobiologen an einen neuen Standort ⁷⁷ wurden die beiden verbleibenden Institute ganz selbständig, und auch der Botanische Garten erhielt seinen eigenen Kredit innerhalb der Fakultät (Hegg, 1990b, S. 333).

⁷⁵ Das Mikrobiologische Institut zog damals als ganzes, mit allen Mitarbeitern, 1981 an die Baltzerstrasse, gemeinsam mit der Abteilung für Entwicklungsbiologie des Zoologischen Instituts.

⁷⁶ Heute Universitätsbibliothek Bern (Universitätsbibliothek Bern, 2021)

⁷⁷ Das Mikrobiologische Institut zog damals als ganzes, mit allen Mitarbeitern, 1981 an die Baltzerstrasse, gemeinsam mit der Abteilung für Entwicklungsbiologie des Zoologischen Instituts.

1989-1991	Die Daten aus dem Verbreitungsatlas Welten und Sutter wurden an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft in Birmensdorf digital erfasst ⁷⁸ (Wohlgemuth, 1993, S. 55–56) und später auf der Website "Swiss Web Flora" ⁷⁹ online zugänglich gemacht (Wohlgemuth et al., 2001).
1990	Otto Hegg wird als Nachfolger von Lang zum Instituts- und Gartendirektor gewählt; sein Forschungsgebiet war die Vegetationskunde (Hegg, 1999, S. 333).
1993	Die Universität Bern, Neuenburg und Fribourg wurden zu dem BENEFRI-Netzwerk zusammengeschlossen. Dies hatte zur Folge, dass die Abteilung Systematik in Bern geschlossen wurde. Auch der Botanische Garten durchlief eine Reorganisation (Ammann, 2010, S. 1; Universität Bern et al., 2014). 1995 Wurde die Gartenkommission, welche seit 1863 bestand durch eine sogenannte erweiterte Kommission ersetzt. Ab diesem Zeitpunkt ist der Botanische Garten direkt der Universitätsleitung unterstellt (Jahresbericht 1986-95/96)
1996	Dr. Klaus Ammann wird Direktor des BOGA (Jahresbericht 1996, S.6)
1998-2008	Das Herbarium Bern übernimmt die botanische Sammlung des Naturmuseum Solothurn mit einem Umfang von rund 70'000 Belegen. Ein Grossteil der Sammlung stellen Pflanzen aus dem Kanton Solothurn dar. Die Übergabe der Belege verlief in drei Etappen ⁸⁰ . Etappe eins betrifft die Bearbeitung der Belege aus dem Kanton Solothurn, Etappe zwei die Bearbeitung der Schweizer Herbarbelege und Etappe drei die Bearbeitung der Internationalen Belege. Laut Vereinbarung war der Abschluss von Etappe eins und zwei Voraussetzung für die darauffolgende Schenkung. Zu der Bearbeitung der Belege, welche 2001 begann, gehörte das Montieren der Pflanzen auf einen Papierbogen. War die Pflanze bereits montiert, wurde der Beleg auf ein Zusatzbogen aufgeklebt. Ausserdem wurden die Belege in Umschlägen (gefalteter Doppelbogen Papier) verpackt, nummeriert, in die Datenbank (Microsoft-Access) aufgenommen. Dabei wurde der wissenschaftliche Artennamen der aktuellen Nomenklatur ⁸¹ angepasst. Zusätzlich zu den Originalen Etiketten, welche teilweise unleserlich sind, wurden neue Etiketten angebracht. Im Anschluss wurden die Belege vorbeugend zur Schädlingsbekämpfung stapelweise in Plastiksäcke verpackt und bei -18°C tiefgefroren. Das Projekt wurde finanziell durch den Solothurner Lotteriefonds sowie den SEVA-Lotteriefonds des Kantons Bern unterstützt. Eine Stelle (50% Pensum) konnte eigens für die Restaurierung geschaffen werden ⁸² zudem waren über die gesamte Zeitdauer zwei Mitarbeitende mit einem Pensum von 30% für die digitale Datenverarbeitung angestellt ⁸³ . Im Zeitraum von 2001 bis 2008 wurden insgesamt 49'400 Belege bearbeitet. Die Etappen eins und zwei wurden erfolgreich abgeschlossen, so dass die Schenkung der Belege von Solothurner Naturmuseum an das Herbarium Bern durchgeführt wurde (Jutzi 2008). Im Hauptherbarium Gestell 7, auf Tablar 6 und 7 befinden sich zahlreiche Dokumente bezüglich des Solothurner Herbariums, welche im Rahmen dieser Masterarbeit nicht aufgearbeitet werden konnten.
2010	Das Herbarium Platter ging in den Besitz der Burgerbibliothek Bern über, mit der Auflage, dass es der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden soll und fachgerecht erhalten wird (Dauwalder, 2012, S. 11)
2010	Organisatorisch wird der BOGA der Verwaltungsdirektion der Universität angegliedert (Botanischer Garten der Universität Bern [BOGA], 2019a).
2012	Lea Dauwalder beschäftigt sich im Rahmen ihrer Masterarbeit mit dem Herbarium Platter. In ihrer Masterarbeit behandelt sie die Problematik von Bioziden, welche in Herbarien vorkommen und empfiehlt das Herbarium Bern auf Biozide zu untersuchen (Dauwalder, 2012).

⁷⁸ Ohne Fotografie der Herbarbelege.

⁷⁹ Swiss Web Flora. Link: <https://www.wsl.ch/land/products/webflora/floramodul5-de.html> [14.05.2020]

⁸⁰ Siehe (Geobotanisches Institut Bern und Naturmuseum der Einwohnergemeinde Solothurn. (n. d). Vereinbarung: betreffend Übernahme und Schenkung von Herbarien [Microsoft Word-Datei]).

⁸¹ Stand 2008.

⁸² (Jutzi, 2007. S.1) benennt als Angestellter für die Restaurierung Stephan Durkin.

⁸³ Detaillierte Informationen zu der digitalen Datenverarbeitung (Mitarbeiter, Pensen und Grafik "Fortschritt der Datenbank" (Belege pro Zeit) findet sich in (Jutzi, 2008. S. 2).

2018	Der BOGA wird in das Budget der Universität Bern integriert (Botanischer Garten der Universität Bern [BOGA], 2019a). Katja Rembold konnte 2018 eine Stelle als Wissenschaftliche Mitarbeiterin im BOGA antreten und setzt sich seit Stellenantritt für die Reaktivierung des Berner Herbarium ein.
------	---

4 Personelle Situation der konservierten Sammlung

In nahezu allen frühen Quellen wird auf ein Mangel von Personal und auf deren niedrige Löhne aufmerksam gemacht. Da die niedrigen Löhne den Lebensunterhalt nicht ermöglichten, Arbeiteten die Angestellten meist in einem Teilzeitpensum, damit sie noch weiteren bezahlten Arbeiten nachgehen konnten. Die niedrigen Arbeitspensen und der daraus resultierende Verzug der Aufarbeitung von Neuzugängen erklärt die provisorische Ablage von Herbarbelegen. 1920 wird Dr. W. Rytz zum ausserordentlichen Professor für Pflanzengeografie ernannt. Durch die Auszeichnung und eine gleichzeitige Erhöhung seines Lohnens als Konservator ist es ihm nun möglich den grössten Teil seiner Zeit seiner Lehrtätigkeit und dem botanischen Institut zu widmen, da die Bezahlung nun erstmals für die Deckung der Lebenskosten ausreichte. Auch die Entlohnung der Assistenten wird so angepasst, dass sie die Finanzierung des Lebensunterhaltes ermöglichen⁸⁴. Rytz beschreibt in den Jahresberichten, dass er neben den laufenden Einordnungsarbeiten kaum zu der Revision der Herbarbelege kommt, was laut seiner Stellenbeschreibung als Konservator eine der Hauptaufgaben darstellen sollte. Er hält fest, dass erst nach der Einordnung der Herbarbelege in die Sammlung und deren Revision eine wissenschaftliche Nutzung dieser möglich wird (Jahresbericht 1921, S.2, 1922, S. 3-4).

4.1 Organisationskomitee

Am 03.06.1859 genehmigt der Regierungsrat den Antrag auf Einrichtung eines neuen botanischen Gartens in Bern. Am 03.11.1859 genehmigte der Grosse Rat den Ankauf der Rabben-talhalde⁸⁵ im Wert von 25000 CHF (Jahresbericht 1909, S. 1-2). Auf dem Grundstück wurde der neue Botanische Garten sowie das Institut als eine Einheit geplant und aufgebaut. Die Kosten wurden damals im Verhältnis von 2:1 zwischen dem Kanton und der Burgergemeinde aufgeteilt (Hegg, 1990b, S. 328, 1999, S. 179).

Ein Organisationskomitee wurde eingesetzt, dem die Leitung und Aufsicht für das Projekt übertragen wurde. Dieses Komitee war wie folgt zusammengestellt (Hegg, 1990b, S. 328, 1999, S. 179):

Präsident	Erziehungsdirektor und Regierungsrat Kummer
Vertretung des Staates	Kantonsbaumeister Salvisberg Dr. Shuttleworth Obergärtner Horst aus der Elfenau
Vertretung der Burgergemeinde	Apotheker Guthnick Herr Fischer-Ooster
Direktor des BOGA	Prof. L. Fischer (mit beratender Stimme)

Herren Guthnick, Fischer-Ooster und Shuttleworth, vermachten später dem Institut ihre Privatherbarien (Hegg, 1990b, S. 328).

Ludwig Fischer (1828-1907) wurde als erster Direktor des Botanischen Garten eingesetzt. Der Zeitpunkt seiner Ernennung zum Direktor wird in den Quellen unterschiedlich wiedergegeben. Der Zeitpunkt liegt jedoch bei allen Quellen innerhalb der Gründung des Organisationskomitees 1959 und der Umwandlung dieses Komitees in die Gartenkommission 1863⁸⁶. Die Gartenkommission war zusammengesetzt durch (Hegg, 1999, S. 179):

Präsident	Erziehungsdirektor und Regierungsrat Kummer
-----------	---

⁸⁴ (Jahresbericht 1920, S.1)

⁸⁵ Heute Altenbergrain.

⁸⁶ 1859 bei: (Hegg, 1999, S. 179)

1860 bei: (Jahresbericht 1907, S.1-3)

1863 bei: (Rytz, 1922, S. 60)

Vertretung des Staates	Dr. Shuttleworth Prof. Wydler
Vertretung der Burgergemeinde	Apotheker Guthnick Herr Fischer-Ooster
Direktor des BOGA	Prof. L. Fischer (mit beratender Stimme)

Herren Guthnick, Fischer-Ooster und Shuttleworth, vermachten später dem Institut ihre Privatherbarien (Hegg, 1990).

4.2 Direktoren Botanischer Garten

Nachfolgend werden alle Direktoren des BOGA von 1859 bis 2021 gelistet (Botanischer Garten der Universität Bern [BOGA], 2018):

1859-1897	Prof. Dr. Ludwig Fischer
1897-1933	Prof. Dr. Eduard Fischer
1933-1962	Prof. Dr. William Henri Schopfer
1962-1974	Prof. Dr. Max Welten
1975-1990	Prof. Dr. Gerhard Lang
1990-1996	Prof. Dr. Otto Hegg Direktor
1996-2006	Dr. Klaus Ammann
2006-2009	Kein Direktor, Verena Gysin Geschäftsleiterin
2010- Heute	Prof. Dr. Markus Fischer (2007 Professor für Pflanzenökologie und seit 2010 auch Direktor des Botanischen Gartens der Universität Bern)

4.3 Vizedirektoren

In der Literatur werden nachfolgende Vizedirektoren erwähnt (Botanischer Garten der Universität Bern [BOGA], 2018):

1933-1952	Prof. Dr. Walter Rytz
1952-1962	Prof. Dr. Max Welten
1975-1990	Prof. Dr. Otto Hegg

4.4 Kurator/Konservator

1914 wurde der Geldbetrag der Burgergemeinde an den BOGA von 1000.- auf 1500.- erhöht. Mit der Erhöhung des Beitrages, war es nun möglich, die Betreuung des Herbariums enorm zu steigern, indem eine Kuratoren-Stelle geschaffen wurde (Jahresbericht 1914, S.17; Jahresbericht 1915, 1). In der Literatur wird die Bezeichnung "Konservator" verwendet. Die Berufsbezeichnung Konservator wird heute nichtmehr als Bezeichnung für die wissenschaftliche Leitung einer Sammlung verwendet. Aktuell ist die Bezeichnung Kurator oder Kustos. Da Walter Rytz, welcher die Stelle antrat, jedoch zahlreiche Arbeiten im Herbarium übernommen hat, welche in den Bereich der Konservierung und Restaurierung fallen, wird in dieser Arbeit die Bezeichnung Kurator/Konservator verwendet. Vor Antritt der Stellung arbeitete Walter Rytz bereits als Assistent im Herbarium Bern und war somit bereits mit den Arbeiten im Herbarium Bern vertraut (Jahresbericht 1905, S.16). Mit der Arbeit des Kurators/Konservators sollte dem Herbarium Bern erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet werden und besonders die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den Herbarbelegen vorangebracht werden. Da die Anzahl der der nichtbearbeiteten Neuzugänge durch die hohe Anzahl der Neuzugänge und die personelle Unterbesetzung Jahr für Jahr zunahm, war es Rytz jedoch kaum möglich andere Arbeiten als die Aufarbeitung der bisher unbearbeiteten Belege in Angriff zu nehmen⁸⁷ (Jahresbericht 1915, S.1; Jahresbericht 1921, S.1). Durch die niedrigen Löhne, welche den Lebensunterhalt nicht beglichen, arbeiteten die Mitarbeitenden meist in einem Teilzeitpensum, damit sie noch weiteren bezahlten Arbeiten nachgehen konnten. Die niedrigen Arbeitspensen und der daraus resultierende Verzug der Aufarbeitung von Neuzugängen erklärt die provisorische Ablage von Herbarbelegen im Herbarium Bern. Durch die Erhöhung der Löhne des Kurators/Konservators und der Assistenz, war es 1920 erstmals

⁸⁷ Erst 1926 war es Rytz möglich mit der Erforschung der Belege aus der Zeit der Pfahlbauten sich intensiv mit einem wissenschaftlichen Thema in der Sammlung auseinanderzusetzen (Jahresbericht 1926, S.7).

möglich, dass die Stellen die Finanzierung des Lebensunterhaltes ermöglichten (Jahresbericht 1920, S.1). Dies ermöglichte den Mitarbeitenden mehr Zeit in die Bearbeitung der Sammlung zu investieren, da sie nicht mehr nebenbei andern bezahlten Arbeiten nachgehen mussten. In den darauffolgenden Jahren wird das Herbarium zudem von mehreren freiwilligen Mitarbeitenden unterschützt. Ein besonderes Anliegen war Rytz, die Herbarbelege, welche bisher bei ungünstigen Lagerbedingungen auf dem Estich abgelegt waren zu bearebeit. Dabei wurde 1930 das Herbarium Platter enteckt (Jahresbericht 1930, S. 11). Das Herbarium Platter ist eines der ältesten bekannten Herbarien in der Schweiz. Um dem Wunsch nach besseren Lagerungsbedingungen zu entsprechen, wurden die Bände des Platter Herbars ab 1980 in der Stadt- und Universitätsbibliothek gelagert. 2010 gingen die Bände an die Burgerbibliothek Bern über, mit der Auflage, dass die Bände der Öffentlichkeit zugänglich gemacht und fachgerecht erhalten werden (Dauwalder, 2012, S. 11).

4.5 Assistenzstelle

1903 wurde erstmals eine Assistentenstelle für das Institut geschaffen. Aufgaben der Assistenzstelle waren Mithilfe in den Laboren, Unterricht und im Herbarium. Im Herbarium waren die Assistierenden hauptsächlich zuständig für die Montage der Pflanzen auf die Trägerpapiere und die Einsortierung.

Nach dem Umbau des Institutsgebäude 1905-1907 trat die Abwartin Wyss, welche zuvor für BOGA und Institut gearbeitet hatte, ganz in den Dienst des Instituts ein. Arbeiten im Herbarium Bern wie Aufziehen und Vergiften von Belegen fielen nun in ihren Aufgabenbereich. Dadurch konnten die bisher vom Guthnick-Fond finanzierten Hilfskräfte eingespart werden und das Geld aus dem Fond wurde zur Neuanschaffung von Herbarbelegen eingesetzt.

1904-1905	stud. Phil. Otto Schneider belegt ⁸⁸ .
1905-1915	Dr. Walter Rytz ⁸⁹
(o.A) ⁹⁰ -1909	Dr. Probst ⁹¹
1909-1910	Cand. phil Otto Morgentahler ⁹²
1915- bis min.1920	Dr. G. von Büren - habilitierte sich 1921 am Berner Institut mit einer Arbeit über Pilze ⁹³

4.6 Volontärassistierende

Als weitere Mitarbeitende werden in der Literatur folgende Volontärassistierende genannt:

1926	Herrn Rud. Stüssi ⁹⁴ (für die Einordnung der Kryptogamen) Sommersemester (drei Halbtage pro Woche)
1928	Herrn stud. Rud. Stüssi und Herr cand. phil. Max Welten ⁹⁵
1929	Herr cand. phil. M Welten ⁹⁶
1930	Fräulein C. von Travel ⁹⁷

4.7 Freiwillige Mitarbeitende

Seit der Gründung des BOGA wurde der das Herbarium regelmässig von freiwilligen Mitarbeitenden unterstütz. Dank dieser Unterstützung wurde es möglich den Verzug in der Aufarbeitung der Neuzugänge erheblich abzubauen (Jahresbericht 1925. S.6). In jüngster Zeit arbeiteten Rita Gerber und eine männliche Person mit bisher unbekannten Namen als freiwillige im Herbarium.

⁸⁸ (Jahresbericht 1904, S.7).

⁸⁹ (Jahresbericht 1905, S.16)

⁹⁰ (o. A) meint hier: ohne Angabe.

⁹¹ (Jahresbericht 1909, S.19)

⁹² (Jahresbericht 1909, S.19 /1910, S.13)

⁹³ (Hegg 1990, S. 330)

⁹⁴ (Jahresbericht 1926, S. 4)

⁹⁵ (Jahresbericht 1928, S.5)

⁹⁶ (Jahresbericht 1929, S.4)

⁹⁷ (Jahresbericht 1930, S.4)

1897-1907	Prof. Dr. Ludwig Fischer Als sein gesundheitlicher Zustand den Besuch des Institutes nicht mehr erlaubte, arbeitete er bis zu seinem Tod 1907 von zu Hause aus an den Herbarbelegen weiter ⁹⁸
1910-1911	Günther von Büren: Mithilfe bei der Einordnung ⁹⁹
1923-1926	Fräulein Rosa Kuhn. ¹⁰⁰
1924-1928	Herr alt-Lehrer R. Streun ¹⁰¹ arbeitet ab 1927 aus gesundheitlichen Gründen von zu Hause aus an den Herbarbelegen.
1925-(o. A)	Meyer-Rein (Ingenieur) ¹⁰²
1930-(o. A)	Dr. Ed. Frey ¹⁰³
1930-(o. A)	Walter Rytz Sohn ¹⁰⁴

5 Wechselnde Unterbringung des Berner Herbariums

In nahezu allen Quellen wird auf die beengte Raumsituation aufmerksam gemacht. Die unten aufgeführten Umbauten verhalfen jeweils zur temporären Linderung der beengten Platzverhältnisse. Umzüge von Sammlungen haben meist auch Einfluss auf einzelne Objekte. Lagerungsbedingungen ändern sich, Verpackungen können angepasst werden oder neue Beschriftungssysteme werden notwendig. Dies kann kleine Merkmale an Herbarbelegen verursachen, welche meist nicht dokumentiert sind und deren Ursachen bei wechselnden Lagerungsbedingungen nichtmehr ohne Nachforschung verstanden werden können. Zum Beispiel alte Regalnummern. Der Inhalt dieses Kapitels kann dazu beitragen, dass bestimmte bisher unbekannte jedoch wiederkehrende Merkmale an Herbarbelegen auf eine frühere Räumliche Begebenheit zurück zu führen sind.

5.1 Vor der Gründung des BOGA im Attenbergrain 1859

Über die Ausstellungs- und Lagerungsbedingungen der Herbarbelege, bevor sie 1859 bei der Gründung des BOGA in dessen Besitz überging, ist nur bekannt, dass die Herbarien aus Platzmangel am NMBE nicht "gehörig" aufgestellt und benutzt werden konnten (L. Fischer, 1868, S. 221-222).

5.2 Von der Gründung 1859 bis zum ersten Umbau 1905

Auf dem Gelände des Botanischen Garten wurden zwei massive Gebäude mit Sandsteinmauern¹⁰⁵ gebaut. Im westlichen Bau wurde das Institut untergebracht, welches 1862 bezogen werden konnte (Jahresbericht 1909, S. 1-2). Im Erdgeschoss befand sich der Hörsaal, ein Arbeits- und ein Vorbereitungsraum des Direktors. Die praktischen Arbeiten im Zusammenhang mit dem Herbarium wurden in dem kleinen Arbeitszimmer des Direktors L. Fischer durchgeführt (Jahresbericht 1907, S. 1-3).

Im ersten Stock befand sich die Bibliothek und der laut Fischer geräumige Sammlungssaal (L. Fischer, 1868, S. 221-225), in welchen die naturhistorische Sammlung aufbewahrt wurde. Rytz spricht von "zweckentsprechende Räume mit Gestellen" und dass das Herbarium provisorisch aufgestellt werden konnte (Rytz, 1922, S. 60). Hegg wiederum beschreibt, dass schon recht bald, aus Platzmangel, Teile des Herbariums im Estrich abgelegt wurden (Hegg, 1999, S. 180). Im östlichen Teil befand sich eine Wohnung für den Obergärtner und Räume für den Garten. Zwischen den Bauten befand sich die Orangerie.

⁹⁸ (Jahresbericht 1907, S. 1-3)

⁹⁹ (Jahresbericht 1907, S. 1-3)

¹⁰⁰ (Jahresbericht 1922, S. 1, 1923, S.1, 1924, S. 4-5, 1925. S.6)

¹⁰¹ (Jahresbericht 1924, S. 4-5, 1925. S.6, 1926, S. 4, 1927, S.4)

¹⁰² (Jahresbericht 1925. S.6)

¹⁰³ (Jahresbericht 1930, S.4)

¹⁰⁴ (Jahresbericht 1930, S.4)

¹⁰⁵ Die heutigen Außenblöcke des alten Institutsgebäudes.

1868 wird erwähnt, dass mit dem Privatherbar von Herr Fischer-Ooster zwei grosse Glas-schränke-mitgeliefert wurden (L. Fischer, 1868, S. 225).

Durch die Zunahme von Studierenden in 1880er Jahren beantragte Ludwig Fischer die Errichtung neuer Arbeitsräume über der damaligen Orangerie zwischen den Flügeln des Gebäudes. Das Projekt wurde im Jahre 1886 ausgeführt (Jahresbericht 1907, S. 1-2). Im neu erbauten Obergeschoss über der Orangerie konnten insgesamt 7 neue Arbeitszimmer für technische Arbeiten an Herbarbelegen, für mikroskopisch-botanische Arbeiten, für die Sammlung und das Schweizerherbar gewonnen werden. Praktika und Seminare wurden noch längere Zeit in der Privatwohnung des Direktors und später auch des Konservators abgehalten (Hegg, 1999, S. 328-329).

Ein Sammlungsschrank für die Alkohol und Trockenbelege wird vom Regierungsrat 1903 bewilligt (Kredit von 1070.-). Es ist vermerkt, dass es einen zweiten Schrank brauchen wird, wenn die zahlreichen Neuzugänge der letzten Jahren einsortiert werden sollen. (*Jahresbericht über den Botanischen Garten in Bern* 1903, S.5)

5.3 Vom ersten Umbau 1905 bis zum zweiten Umbau 1957

Aus Gründen von Platzmangel hat der Grosse Rat des Kantons Bern 1905 den Kredit für die projektierten Erweiterungsbauten und Veränderungen im Botanischen Garten bewilligt (Rytz, 1922, S. 62). Umbauten im Institutsgebäude beginnen am 30.10.1905 (Jahresbericht 1905, S. 1-2). Der ehemalige Hörsaal im Erdgeschoss wurde in einen Sammlungssaal umgewandelt. Die Wände wurden neu tapeziert und der Boden mit Kunststein (Doloment) überzogen. Die Schränke¹⁰⁶ boten in 175 Schubladen und weitem 28 Laufmertern auf Tablaren mit Glastüren Platz für die Objekte. Eine Vitrine (Rahmen mit Glasfenster) zeigte Algen aus Norwegen. Neben dem neuen Sammlungssaal befand sich, wie vor dem Umbau, das Arbeitszimmer des Direktors. Von da führte ein Durchgang in das Büro des Direktors. Vondem wiederum ein Passage, in den Westflüge¹⁰⁷ führte. Die Treppe führte in den ersten Stock, wo im ersten Raum neu das Herbarium Bern lagerte. Bei dem Umbau wurde der ehemaligen Sammlungssaal neu tapeziert und für das Herbarium eingeplant. Das Herbarium wurde durch den Umbau erstmals von den anderen Teilsammlungen räumlich getrennt. Neben den alten Sammlungsschränken wurden weitere Schränke für die Unterbringung der Herbarbelege eingebaut. Direkt neben dem neuen Raum für die Herbarien befand sich die Bibliothek (Jahresbericht 1906, S.3-4).

5.4 Vom zweiten Umbau 1957 bis zu den aktuellen Räumlichkeiten 1994

1957 wurde bei einer kantonalen Volksabstimmung am 3. März eine Vorlage über den Umbau und die Erweiterung der Gebäude des Botanischen Instituts der Universität Bern angenommen. Bei dem Umbau wurde das Hauptgebäude mit Ost-, Westbau und Verbindungstrakt, um ein Stockwerk erweitert und die Räume wurden modernisiert (Hegg, 1999, S. 332). Das Herbarium zog in das neu gebaute 2. Stockwerk ein, welches vollständig für das Herbarium Bern bereitgestellt wurde. Das Herbarium Generale, das Herbarium Helveticum und das Kryptogamenherbarium wurden in separaten Räumen aufbewahrt. Daneben gab es Arbeitsräume, Labore und ein Demonstrationsraum für Spezialvorlesungen. In dem Demonstrationsraum wurde der Spezialschrank der Firma Bigla, Biglen, montiert, in welchem das Schauherbarium bis heute lagert. Im unteren Teil der Spezialschranks wurde die Kartothek aufbewahrt¹⁰⁸ (Jahresbericht 1958, S.4).

Beim der Teilung der Institute in drei Fachrichtungen im Jahr 1963, wurde der Raum, in welchem bisher die Teilsammlung Herbarium Generale lagerten, für das Pflanzenphysiologische Institut freigegeben. Die Teilsammlung wurde provisorisch im Gang abgelegt (Jahresbericht 1963-1964, S.8).

¹⁰⁶ In der Literatur als neu hergestellte "Montreschränke" beschrieben.

¹⁰⁷ Der Westflügel blieb durch den Umbau unverändert.

¹⁰⁸ Bis heute finden sich in diesem Schrank diverse Katenmaterialien.

1982 konnte dank eines Sonderkredits der Universität Bern die im Vorjahr neubezogenen Räume der Abteilung Cytotaxonomie unter der Abteilung Kryptogamen renoviert werden. Die Kryptogamen Sammlung wurde neu in Gestellen im Gang untergebracht. Das grosse Labor der Nordseite wurde in einen Sammlungsraum und einen Computerraum verwandelt. Damit wurde ein gut zugänglicher Aufbewahrungsraum für die Kryptogamensammlung geschaffen (Jahresbericht 1982, S. 5).

6 Aufbau der Sammlung

Im Laufe der Zeit wurde die Sammlung mit Belegen von Privaten und aus dem internen Forschungsbetrieb erweitert. Im nachfolgenden Kapitel werden die in der Literatur genannten Teilsammlungen der Sammlung gelistet. Mit der Erarbeitung dieses Kapitels entstand ein tiefgehendes Verständniss für die gewachsene Strukturen der Sammlung.

6.1 Verbleib der privaten Herbarien der in der Vorgeschichte erwähnten Personen

Das Privatherbarium von Jakob Samuel Wyttienbach ist heute im Besitz des Berner Herbariums. Mit den ehemaligen Privatherbarium von Karl Brunner ist das Herbarium Bern auch im Besitz der Belege aus dem dritten vorgänger des heutigen Boga¹⁰⁹. Die Schwierigkeiten im Garten und der Mangel an entgegenkommen seitens der Behörden bewog Albrecht von Haller (Sohn) dazu, sein Herbarium nach seinem Tod nicht in Bern zu belassen und es dafür dem Conservatoire Botanique in Genf zu übergeben (E. Fischer, 1914, S. 7). Der Verbleib des privat Herbariums von Morell ist bis heute ungeklärt. Rytz hielt es für möglich, dass das Herbarium im Besitz des Berner Herbariums sein könnte (Rytz, 1922, S. 80).

6.2 Die ersten Herbarien im Herbarium Bern

Bei der Gründung des BOGA 1859 kamen als Geschenk der Burgergemeinde die ersten Herbarbelege als Grundstock der naturhistorischen Sammlung in den Botanischen Garten. Das Geschenk enthielt unter anderen die ehemaligen privat Herbarien der in der Vorgeschichte erwähnten Gründer des ersten Botanischen Garten Jakob Samuel Wyttienbach und Karl Brunner. Die ersten Herbarien werden auf einen Umfang von 200 Faszikel geschätzt (Rytz, 1922, S. 59).

Als erste Teilsammlung des Berner Herbariums sind folgende ehemalige Privatherbarien dokumentiert (L. Fischer, 1868, S. 222):

- Herbarium Wyttienbach
- Dr. Tribolet (100 Faszikel)
- Herbarium Brunner
- Phanerogamen aus dem Nachlass des Lichenologen Schärer
- Schärers Lichenes helvetici exsiccati mit Fortsetzungen von Hepp, Mougeot und Nestler: Stirpes cryptogamicæ vogens-rhenanae u.a.m.
- Sammlung von Früchten, Samen und Hölzer (Siehe "Anhang, Kapitel 1.2)
- Herbarium Dr. Wild¹¹⁰

6.3 Die erste Gliederung

Bei der Übernahme, der im Anhang 6.2 beschrieben Privatherbarien wurden die einzelnen Belege geografisch geordnet und teilweise auf neue Trägerpapiere montiert.

Die geografische Ordnung wurde aus den zwei Teilsammlungen "Schweizer Herbarium" und "allgemeines Herbarium" zusammengesetzt. Das "Schweizer Herbarium" war bereits mit nahezu allen damals bekannten Pflanzenarten vertreten. Als weitere Teilsammlungen werden folgende genannt (L. Fischer, 1868, S. 225):

¹⁰⁹ Im Kessisoodbrunnen am Rand des Bremgartenwaldes wurde 1809, ein in der Vorgeschichte noch nicht erwähnter botanischer Garten, gegründet. Es war der damals grösste botanischer Garten der Schweiz und der einzige, welcher für alle Menschen offen zugänglich war.

¹¹⁰ Zusätzliche Information aus (Rytz 1922, S. 59). Das Herbarium wird L. Fischer 1868 nicht genannt

- Farne (2 Faszikel)
- Meeresalgen (1 Faszikel)
- die Früchte und Samen
- die Hölzer
- Doubletten-Sammlung zum Tausch
- ab 1966 Pilze von Gustav Otth (Rytz, 1922, S. 60–61)

Buchherbarien:

- Schärer Lichenes helvetici exsiccati
- Hepp Flechten Europa's, 29. Bd.
- Mougeot et Nestler, Stirpes cryptogamae vogeso-rhenanae, 13 vol.
- Funk, Kryptogamische Gewächse, 4 vol.

Neu montiert, bestimmt und eingeordnet wurden die Belege von Ludwig Fischer und Apotheker Guthnick. Die Beschaffung von Demonstrationsmaterial für den Unterricht war eine wichtige Aufgabe des Direktors L. Fischer. Die Herbarien sowie Früchte und Hölzer, aus dem Geschenk der Burgergemeinde, wurden in den ersten Betriebsjahren stark vermehrt (Jahresbericht 1907, S. 1-3). Eine Liste aller Bestandteile der Sammlung aus dem Jahre 1868 findet sich bei (L. Fischer, 1868, S. 223–224).

Bei der Neuordnung ging der ursprüngliche Sammlungszusammenhang verloren, da die Belege nicht mit den Namen der Sammelnden gekennzeichnet wurden. Teilweise konnten die Zugehörigkeit anhand der Handschrift im Nachhinein von Walter Rytz und Mitarbeitenden rekonstruiert werden. Dafür wurde im Herbarium Bern eine Sammlung mit Handschriftproben angelegt. Wo möglich, wurde die Zugehörigkeit mit einer gedruckten Etikette mit der Aufschrift "ex Herb. [Name]" vermerkt. Da ein Teil dieser ersten Herbarbelege auf neues Trägerpapier montiert wurden und dabei die handschriftliche Etikette nicht erhalten blieb, ist eine solche Rekonstruktion nur bei nicht neu montierten Belegen möglich (Rytz, 1922, S. 59–60).

6.3.1 Erste Überarbeitung

1880 wurde das gesamte Herbarium Bern überarbeitet. Bisher nicht montierte Belege wurden mit Papierstreifen auf Trägerpapiere montiert. Die Herbarbelege wurden einzeln in einen Umschlag aus einem gefalteten Papierbogen eingelegt. Die Gattungs- und Familiennamen wurden mit Kartonetiketten gekennzeichnet, welche am Trägerpapier nach aussen abstehend befestigt wurden. Die Familiennamen wurden auf der linken Seite, die Gattung auf der rechten Seite befestigt (Rytz, 1922, S. 62).

Der Umfang des allgemeinen Herbariums wird auf 119 Faszikel mit 10'000 Arten beschrieben. Das "Schweizer Herbarium", sortiert nach der Publikation "*Gremlis Exkurs in die flora*", wird mit einem Umfang von 123 Faszikel beschrieben, wobei die Faszikel nur halb so dick wie die des allgemeinen Herbarium waren. Die Privatherbarien von Fischer-Ooster (102 Faszikel), Guthnick (75 Faszikel), von Büren und weitere kleinere Sammlungen waren zu diesem Zeitpunkt unbearbeitet (Rytz, 1922, S. 62).

6.3.2 Die Dreiteilung

In der Zeit nach dem Umbau des Institutsgebäude 1906, wurde die Zweiteilung des Berner Herbarium aufgehoben und eine Dreiteilung eingeführt (Rytz, 1922, S. 63): Das "Schweizer Herbarium", wurde in Herbarium Helveticum umbenannt und blieb wie gehabt bestehen. Das "allgemeine Herbarium", wurde fortan als Herbarium Generale bezeichnet und neu unterteilt in:

- Phanerogamen und Pteridophyten
- Herbarium cryptogamicum (excl. Pteridophyten)

Die Arten innerhalb der Gattung wurden alphabetisch geordnet. Mit der Ausnahme des Herbarium Helveticum, welches geografisch geordnet wurde (Rytz, 1922, S. 65).

Die Ordnung wird wie folgt beschrieben (Rytz, 1922, S. 65):

Herbarium Helveticum

- Neuordnung nach der "Flora der Schweiz" von Schinz und Keller, Auflage 3, 1909-1914
- Beginn einer geografischen Gruppierung der Herbarbelege aus dem Berner Oberland und dem Berner Mittelland. Aussortierung der Belge, getrennte Ablage in "besondere Umschlägen". Markierung farbig umrandeter Etikette; rot für Berner Oberland, blau für Berner Mittelland. Bei Bedarf Nachbestimmung und Anpassung der Nomenklatur.

Herbarium Generale

- Neuordnung nach "Genera Siphonogamarum" von Dalla Torre und Harms (ohne Angabe der Auflage)
- Einführung eines Koordinatensystems zur Erleichterung der Suche nach Familiennamen
- die Pteridophyten sollen zukünftig nach dem "Index filicum" von Christensen geordnet werden

Herbarium Cryptogamicum

- Neuordnung nach Engler und Prantl's «Natürlichen Pflanzenfamilien»
- Für die Uredineen nach der Monographie von Sydow

Ausserdem verfügte das Herbarium Bern über eine Doublettensammlung welche für den Tausch verwendet wurde. Diese Teilsammlung verfügte über einen Zettelkatalog.

7 Detaillierte Beschreibung der Stichproben

Pro Verpackungseinheit wurde eine Stichprobenbenennung bestehen aus einem Buchstaben und einer Zahl vergeben. Entsprechend der räumlichen Aufteilung der genommenen Stichproben wurde die Buchstaben H für Hauptherbarium und M für Moosherbarium gewählt. Bei der Zahl handelt es sich um Laufnummern von 1-5.

Regale sind immer von links nach rechts nummeriert (Regalreihen A jeweils von Fenster zur Wan / Regalreihen B jeweils von der Wand zum Fenster). Tablare werden pro Regal von unten nach oben gezählt. Einheiten pro Tablar sind jeweils von links nach rechts angegeben.

7.1 Detaillierte Beschreibung der Stichproben im Hauptherbarium

Im Hauptherbarium wurde entschieden, die Stichprobe H1 in Reihe 10 ganz unten zu entnehmen. Die Reihe 10 befindet sich neben einer Aussenwand und soll der kälteste Bereich in den Regalreihen darstellen. Die Stichprobe H5 wurde aus der Regalreihe 1 genommen und widerspiegelt der wärmste Bereich. Die Mitte der Regalreihe liegt zwischen Reihe 5B und 6A, doch sollten neben den klimatischen Bedingungen auch unterschiedliche Verpackungen untersucht werden. Da in den Regalreihen 5B und 6A nur in Kunststoffsäcken verpackte Einheiten lagern, wurde entschieden die Stichprobe aus der Mitte aufgrund der Verpackung zu verschieben. Daher wurde entsprechend eine Einheit ohne Kunststoffverpackung aus der Reihe 5A entnommen (Stichprobe H3). Die Stichproben H2 und H4 wurden in der Höhe zwischen der Mitte und dem Boden/Decke entnommen (obere und untere Hälfte der Regale). Die Höhen von H2 und H4 wurden versetzt zu H1 und H5 (siehe Abbildung 8).

Anhang, Tabelle 1 Verortung der Stichproben im Hauptherbarium

Probenbenennung	Reihe	Regal	Tablar	Einheit	Verortung	Kartonkiste ¹¹¹	Kunststoffsack
H1	3B	-	1	3 (obere Einheit)	Ganz unten	Faszikelmappe	Ja
H2	2B	-	8	12	Obere Hälfte	Faszikelmappe	Ja
H3	2A	-	6	9	Mitte	Typ 3	Ja
H4	1B	-	4	3	Untere Hälfte	Typ 1	Ja
H5	1A	-	11	11 (obere Einheit)	Ganz oben	Typ 3	Ja

7.2 Stichprobe Moosherbarium

Im Moosherbarium befinden sich 3 Gestelle und 2 Regale. Auf den Regalen an den beiden Wänden links und rechts im Raum lagern kaum Herbarbelege, daher wurden sie für die Stichproben ausgeschlossen. Die Stichproben in den Gestellen wurden aufgrund der gleichen Überlegungen wie im Hauptherbarium wie folgt verortet:

Die Stichprobe M1 repräsentiert der vermutlich kälteste Bereich im Raum ganz unten neben einer Aussenwand. M5 wurde aus dem vermuteten wärmsten Bereich des Raumes ganz oben und in der Raummitte entnommen. M3 wurde aus der Mitte entnommen. Die Stichproben M2 und M4 wurden in der Höhe zwischen der Mitte und dem Boden/Decke entnommen (obere und untere Hälfte der Regale).

Anhang, Tabelle 2 Verortung der Stichproben im Moosherbarium

Probenbenennung	Reihe	Regal	Tablar	Einheit	Verortung	Kartonkiste ¹¹²	Kunststoffsack
M1	3B	-	1	3 (obere Einheit)	Ganz unten	Faszikelmappe	Ja
M2	2B	-	8	12	Obere Hälfte	Faszikelmappe	Ja
M3	2A	-	6	9	Mitte	Typ 3	Ja
M4	1B	-	4	3	Untere Hälfte	Typ 1	Ja
M5	1A	-	11	11 (obere Einheit)	Ganz oben	Typ 3	Ja

¹¹¹ Siehe Kap. 12.4.3 Verwendete Verpackungen

¹¹² Siehe Kap. 12.4.3 Verwendete Verpackungen

7.3 Benötigte Materialien bei der Zustandserfassung

Für die Zustandserfassung wurden folgende Materialien verwendet:

- Etui mit Werkzeugen
- Fotoapparat
- UV-Licht und UV-Schutzbrille
- Laptop mit Kunststoffsack als Schutz gegen Biozidkontamination
- Fotoapparat mit Kunststoffsack als Schutz gegen Biozidkontamination
- Papierklebeband zum Beschriften der Stichproben, Papierstreifen als Markierung
- Papier und Schreibzeug
- Schutzausrüstung, da Verdacht auf Biozidrückstände (Kittel, Handschuhe, Maske)
- Einwegwischlappen zum Reinigen des Arbeitsplatzes und der Geräte
- Unterlage zum Transport der Belege

7.4 Auswertung Excel-Tabelle mit Angabe der einzelnen Herbarbelege

Nachfolgende Abbildung zeigt die Auswertung der Zustandserfassung mit Bezugnahme zu den einzelnen Herbarbelegen. Die Abbildung ist für die Konsultation in digitaler Form konzipiert, bei der in das Bild hinein gezoomt werden kann.¹¹³

¹¹³ Die Excel-Tabelle kann auf Anfrage bei der Autorin bezogen werden.

8 Informationen zu den MAK-Wert und den HSO^LBP Notationen

Der Maximale Arbeitsplatzkonzentrationswert (MAK-Wert) ist die höchstzulässige Durchschnittskonzentration eines Arbeitsstoffes, welche gas-, dampf- oder staubförmigen über die Luft am Arbeitsplatz während 8 Stunden aufgenommen werden kann, ohne die Gesundheit des Arbeitenden zu gefährden (Gesundheitsschutz & Abteilung Arbeitsmedizin [SUVA], 2021, S. 6). Die HSO^LBP Notationen informieren über die Art der Gesundheitsschädigenden Wirkung der Stoffe (Abbildung 32).

Abkürzung	Bedeutung	Weitere Informationen
KZGW	Kurzzeitgrenzwert	1.1.2
H	Hautresorption	1.2.1
S	Sensibilisierung	1.2.2
O ^L	Interaktion von Lärm und chemischen Stoffen	1.2.3
B	Biologisches Monitoring	1.2.4
P	Provisorische Festlegung	1.2.5
*	Neuerung	1.2.6
C	Krebserregend	1.3
#	Krebserregende Substanz mit Schwellenwert	1.3.2.3
M	Keimzellmutagen	1.4
R	Reproduktionstoxisch	1.5
R _F	Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit	
R _D	Fruchtschädigend bzw. entwicklungsschädigend	
SS _A -SS _C	Zusammenhang MAK-Wert und Schwangerschaft	1.6
e	einatembarer Staub (Gesamtstaub)	1.8
a	alveolengängiger Staub (Feinstaub)	1.8

Abbildung 32 Auflösung der HSO^LBP Notationen (Gesundheitsschutz & Abteilung Arbeitsmedizin [SUVA], 2021)

Auflösung der SS_A-SS_C Notation:

Kategorie SS_A: Eine Schädigung der Leibesfrucht kann auch bei Einhaltung des MAK-Wertes auftreten.

Kategorie SS_B: Eine Schädigung der Leibesfrucht kann auch bei Einhaltung des MAK-Wertes nicht ausgeschlossen werden.

Kategorie SS_C: Eine Schädigung der Leibesfrucht braucht bei Einhaltung des MAK-Wertes nicht befürchtet zu werden.

Selbständigkeitserklärung und Nutzungsrecht

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Sämtliche Textstellen und Materialien wie z.B. Abbildungen, Grafiken, Tabellen etc., die nicht von mir stammen, sind als Zitate gekennzeichnet und mit dem genauen Hinweis auf ihre Herkunft versehen.

Ich übertrage der Berner Fachhochschule BFH, Hochschule der Künste Bern HKB, und dem Fachbereich Konservierung und Restaurierung das einfache Nutzungsrecht, um Kopien der Arbeit herzustellen und zu verbreiten.

Ort, Datum:

Unterschrift: