Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 148 (1997)

Heft: 8

Artikel: Schutz gefährdeter Waldpflanzen : fünf Fallbeispiele aus dem Berner Mittelland

Autor: Känzig-Schoch, Urs

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-765480

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schutz gefährdeter Waldpflanzen
Fünf Fallbeispiele aus dem Berner Mittelland[1]

Von *Urs Känzig-Schoch*

Keywords: Forest species protection; Bernese Mittelland (Switzerland); Jura (Switzerland).

FDK 181.3: 182.5: (494.24)

1. Einleitung

Seit Jahrzehnten erfolgt eine schleichende Banalisierung und Uniformisierung der Landschaft. Diese führten auf vielfältigste Art und Weise zu einer Reduktion der biotischen Vielfalt. Dieser Prozess ist in der Schweiz im Mittelland am weitesten fortgeschritten und macht auch vor dem vermeintlich noch naturnahen Wald nicht halt. Dies äussert sich unter anderem darin, dass z.B. im westlichen Mittelland bereits über 23% der Waldpflanzen als gefährdet gelten (*Landolt,* 1991).

Um dieser aus Sicht des Naturschutzes wenig erfreulichen Entwicklung durch zielgerichtete Massnahmen erfolgreich entgegenwirken zu können, fehlen in vielen Fällen die nötigen wissenschaftlichen Grundlagen. In einem 1989 bis 1995 durchgeführten Projekt wurde deshalb versucht, in Form von Fallbeispielen für fünf in der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen (*Landolt,* 1991) in einem begrenzten Gebiet als gefährdet geltende Waldarten die Grundlagen für Artenschutzprogramme zu erarbeiten. Dazu gehören Untersuchungen zur ehemaligen und heutigen Verbreitung, der pflanzensoziologischen und ökologischen Amplitude sowie der Gefährdungsdisposition. Darauf aufbauend, wurde eine Reihe möglicher Massnahmen für die Erhaltung der Arten bzw. einzelner Vorkommen vorgeschlagen (*Känzig-Schoch,* 1996).

[1] Überarbeitete Version des am 13. Februar 1996 am Symposium «Naturschutz im Wald» an der Universität Bern gehaltenen Vortrags.

2. Vorgehen

2.1 Untersuchte Arten

Anhand einer Reihe von Kriterien (z.B. alles Waldarten, gleiche Gefährdungskategorie in der Roten Liste, Eignung als *«flagship species», Spellerberg,* 1992) wurden folgende fünf Arten für das Projekt ausgewählt:

- Frauenschuh (*Cypripedium calceolus* L.)
- Pfirsichblättrige Glockenblume (*Campanula persicifolia* L.)
- Purpurorchis (*Orchis purpurea* Hudson)
- Rotes Waldvögelein (*Cephalanthera rubra* (L.) Rich.)
- Schmalblättriges Waldvögelein (*Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch)

2.2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst die tieferen Lagen des Berner Mittellandes sowie den Jurasüdfuss zwischen La Neuveville und Pieterlen *(Abbildung 1)*. Die Abgrenzung des Mittellandes vom Jura im Norden und vom Alpenraum im Süden erfolgte anhand der vegetationskundlich-ökologisch ausgerichteten Mittellanddefinition von *Hegg et al.* (1993). Das Untersuchungsgebiet liegt somit zum grössten Teil zwischen 400 und 800 m.

2.3 Häufigkeit und Verbreitung

Anhand von Literatur- und Herbarangaben sowie weiterer Quellen (z.B. Wildhüter, Orchideengesellschaft, Private) wurde für jede Art eine Liste der

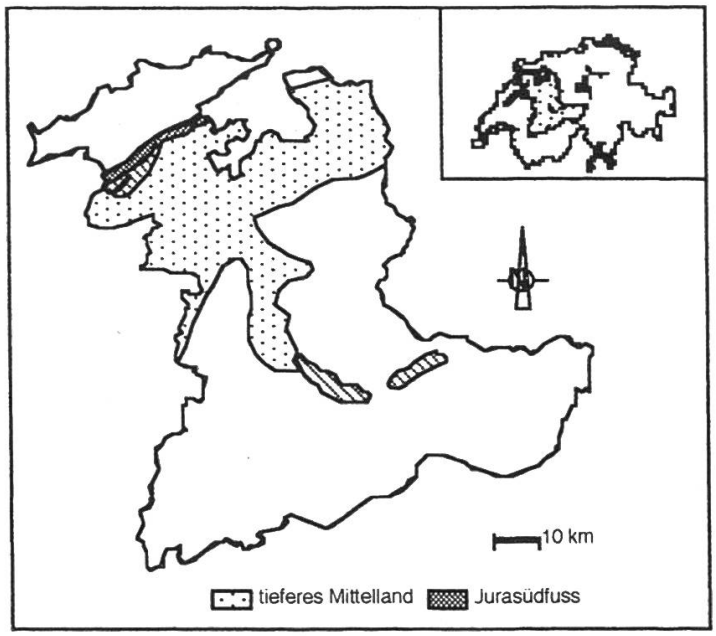


Abbildung 1. Das Untersuchungsgebiet. Es umfasst das tiefere Mittelland und den Jurasüdfuss zwischen La Neuveville und Pieterlen.

bekannten Fundorte aus dem Untersuchungsgebiet zusammengestellt. Diese wurden von 1990 bis 1994 im Feld überprüft. Die Lokalitäten wurden in der Regel mehrfach aufgesucht.

2.4 Vergesellschaftung

Die Beschreibung der Vergesellschaftung erfolgt anhand pflanzensoziologischer Vegetationsaufnahmen (*Braun-Blanquet,* 1964), die an aktuellen und erloschenen Fundorten der Arten gemacht wurden. Zusätzlich konnte auf die Aufnahmendatenbank der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) zurückgegriffen werden. Die Auswertung erfolgte mit multivariater, formal-numerischer Methoden mit den Programmpaketen MULVA-4 und MULVA-5 (*Wildi,* 1991; *Wildi,* 1993).

2.5 Ökologie

Aufgrund der Ergebnisse von *Kuhn et al.* (1987) und *Kuhn* (1990) wurde vor allem den Faktoren Licht und Nährstoffe grosse Bedeutung beigemessen. Für die Untersuchung des Faktors Licht wurden die Stunden theoretisch möglicher direkter Besonnung gemessen (*Albrecht,* 1990; *Hegg,* 1977). Unterschieden wurde der Zeitraum mit Laub (Mai bis Oktober) und jener ohne Belaubung (November bis April). Für die Bestimmung der Nährstoffgehalte (N_{tot}, NO_3, NH_4, P, K), organischen Substanz und Acidität im Wurzelbereich der untersuchten Arten wurden im Juli und Oktober 1992 sowie im Januar 1993 und April 1993 mit einem Hohlmeisselbohrer dem Oberboden (0 – 20 cm) im Zwischenkronenbereich eine Mischprobe (15 Einstiche) entnommen. Die für die Analyse verwendeten Methoden sind in *Känzig-Schoch* (1996) beschrieben.

Anhand der pflanzensoziologischen Aufnahmen wurden die mittleren Zeigerwerte nach *Landolt* (1977) berechnet. Zu den Möglichkeiten und Grenzen sowie Vor- und Nachteilen der Berechnung von mittleren Zeigerwerten vgl. *Ellenberg et al.* (1991), *Krüsi* (1993) und *Dierschke* (1994).

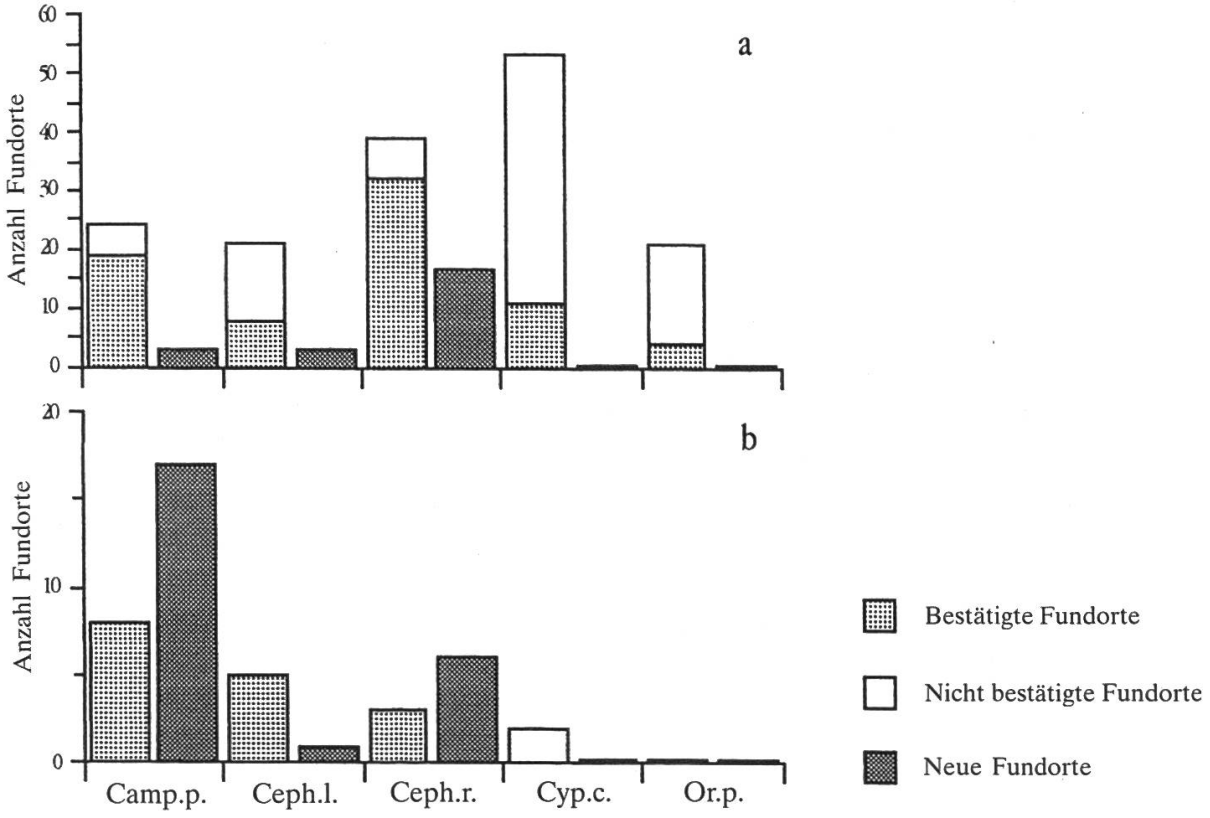
Ebenfalls untersucht wurde die Sprossentwicklung. Dazu wurden zwei bis drei Individuen jeder Art markiert und während zweier Jahre monatlich aufgesucht und ihr Entwicklungszustand festgehalten. Bei jedem Besuch wurden die unterirdischen Organe (Knollen, Rhizome) sorgfältig freigelegt und die Pflanzen fotografiert (*Känzig-Schoch,* 1996).

3. Ergebnisse

3.1 Häufigkeit der Arten

Nach *Fischer et al.* (1944) waren die untersuchten Arten bereits vor 50 Jahren im Untersuchungsgebiet eher selten. Am wenigsten Hinweise fanden sich für *Orchis purpurea* Hudson, am meisten für *Cypripedium calceolus* L. Es bestanden z.T. erhebliche Unterschiede in der Anzahl bekannter Fundorte.

Diese Angaben wurden von 1990 bis 1994 überprüft. Die bereits früher vorhandenen Unterschiede haben sich weiter akzentuiert *(Abbildung 2)*. *Campanula persicifolia* L. und *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. scheinen im tieferen Berner Mittelland nicht wesentlich seltener geworden zu sein; so konnten über 80% der Fundorte bestätigt und einige neue festgestellt werden. Bei den übrigen drei Arten musste im Mittelland ein massiver Rückgang von Fundorten festgestellt werden; vereinzelte Neufunde konnten nur für *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch verzeichnet werden. Der Anteil bestätigter Vor-



Legende:

Camp.p.	*Campanula persicifolia* L.	Cyp.c.	*Cypripedium calceolus* L.
Ceph.l.	*Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch	Or.p.	*Orchis purpurea* Huds.
Ceph.r.	*Cephalanthera rubra* (L.) L.C. Rich.		

Abbildung 2. Überprüfung der Fundortangaben 1990 bis 1994 im Mittelland a und am Jurasüdfuss b: Ergebnisse in absoluten Zahlen.

kommen liegt bei nur 20% (*Cypripedium calceolus* L., *Orchis purpurea* Hudson) bzw. rund 30% (*Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch). So sind zur Zeit im Berner Mittelland nur noch vier Fundorte der Purpurorchis bekannt.

Bei den nicht bestätigten Fundorten sind Buchenwälder durchschnittlicher Standorte und Auenwälder besonders häufig vertreten; an Extremstandorten, wie z.B. in Pfeifengras-Föhrenwäldern, ist der Anteil bestätigter Vorkommen höher. Völlig anders präsentiert sich die Situation am Jurasüdfuss, wo ausser beim Frauenschuh alle Fundorte bestätigt werden konnten und eine z.T. grosse Anzahl neuer gefunden wurde[2].

3.2 Ökologie der Arten

Zwischen den verschiedenen pflanzenrelevanten Standortfaktoren im Untersuchungsgebiet, vor allem Licht, Nährstoffe und Feuchtigkeit, bestehen eine Reihe von Wechselwirkungen. Das Herausschälen der entscheidenden Standortfaktoren erwies sich daher als noch schwieriger als ursprünglich angenommen.

Trotz dieser Schwierigkeiten konnte gezeigt werden, dass die Bedeutung des Faktors Licht besonders gross ist. Alle untersuchten Arten bevorzugen lichte bis halbschattige Waldstandorte. Die Toleranz gegenüber stärkerer Beschattung ist jedoch unterschiedlich gross. Während *Campanula persicifolia* L. in etwas dunkleren Beständen rasch an Vitalität und Konkurrenzkraft einbüsst, zeigen die vier anderen Arten diesbezüglich eine deutlich grössere Flexibilität. Werden die Standorte jedoch zu schattig und nährstoffreich, bleiben die Pflanzen steril oder verschwinden ganz *(Abbildung 3)*. Schön lässt sich dies an frischen Anrissen und Böschungen beobachten. Vor allem *Campanula persicifolia* L. und *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. kommen an diesen meist lichten, teilweise frischen und nährstoffreichen Standorten recht häufig vor. Voraussetzung ist jedoch eine lockere Krautschicht. Wird diese dichter und damit die Beschattung grösser, so werden beide Arten rasch verdrängt.

Diese Aussage bedarf einer Präzisierung. Bei den Nährstoffen ist nicht nur der Gehalt entscheidend, sondern auch der Zeitpunkt von deren Verfügbarkeit. So findet das unter- und oberirdische Hauptwachstum der untersuchten Arten im Frühling und Herbst statt, während im Sommer eine «Ruhephase» eingeschoben wird. Die Purpurorchis bildet z.B. im Frühling die Blattrosette, und der Spross wird nach oben geschoben. Doch erst im Herbst entwickelt sich das Wurzelwerk der ebenfalls im Frühling gebildeten neuen Knolle (die alte ist zu diesem Zeitpunkt meist bereits nicht mehr vorhanden). Die Entwicklung des neuen Sprosses beginnt ebenfalls Anfang Herbst. Dieser erreicht im

[2] Nach Abschluss der Arbeiten wurden 1995 und 1996 weitere Vorkommen von *C. rubra* (L.) Rich. entdeckt.

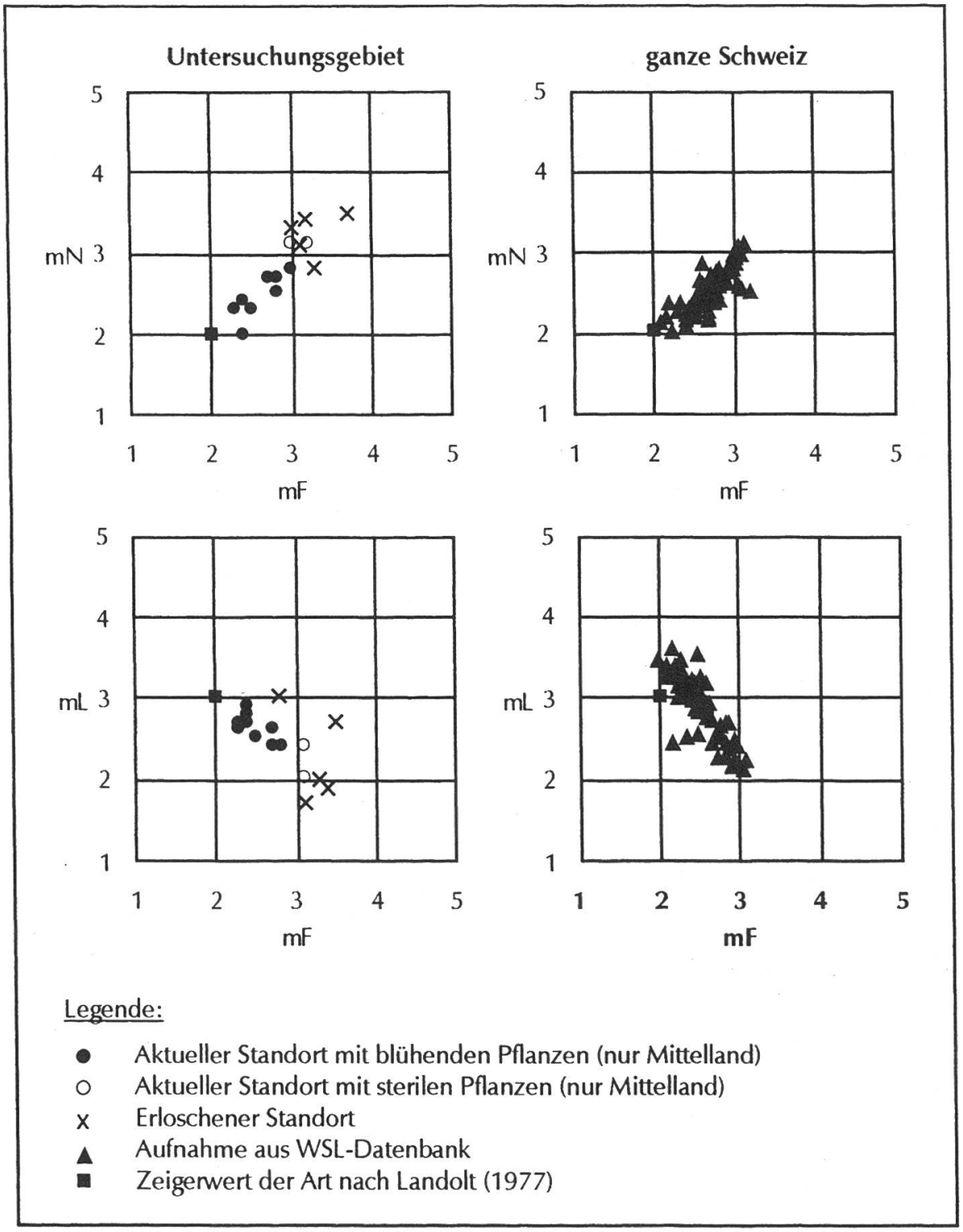


Abbildung 3. Cypripedium calceolus L.; mittlere Zeigerwerte (*Landolt,* 1977) von 13 pflanzensoziologischen Aufnahmen aus dem Untersuchungsgebiet und 69 Aufnahmen aus der ganzen Schweiz. mF = mittlere Feuchtezahl; mN = mittlere Nährstoffzahl; mL = mittlere Lichtzahl.

Dezember bereits eine Länge von rund 10 cm und liegt nur noch 2 bis 3 cm unter der Erdoberfläche. Diese Wachstumsschübe finden zu Zeitpunkten statt, wo die Nährstoffe aufgrund erhöhter Bodenfeuchtigkeit besser verfügbar sind bzw. von den Pflanzen aufgenommen werden können und auch die Lichtverhältnisse günstiger sind. So weisen die meisten der untersuchten Standorte von November bis April aufgrund der fehlenden Belaubung und trotz tieferem Sonnenhorizont deutlich mehr Stunden direkter Besonnung auf als von Mai bis Oktober (*Känzig-Schoch,* 1996).

Die untersuchten Arten können alle unter z.T. sehr unterschiedlichen Standortverhältnissen vorkommen (z.B. die Purpurorchis in Halbtrockenrasen und Auenwäldern). Diese nicht neue Erkenntnis bekommt mit Blick auf Naturschutzmassnahmen jedoch eine grössere Bedeutung, da die unkritsche Umsetzung «kochbuchartiger» Empfehlungen unter Umständen zum Erlöschen von Vorkommen führt. So sind magere bzw. sommertrockene Standorte meist natürlicherweise eher licht und bieten den Arten günstige Voraussetzungen; bei nährstoffreicheren Verhältnissen können sich diese Arten jedoch nur bei regelmässigen natürlichen oder anthropogenen Störungen (z.B. Rutschungen bzw. Pflegeeingriffe) behaupten. Aus diesem Grund sind Pflegemassnahmen bei Artenschutzprojekten art- und standortspezifisch festzulegen.

3.3 Vergesellschaftung

Aufgrund der Fundortangaben scheinen die Arten unterschiedlich grosse pflanzensoziologische Amplituden zu haben. *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. besiedelt offenbar das grösste, *Orchis purpurea* Hudson das kleinste Spektrum unterschiedlicher Pflanzengemeinschaften. Aufgrund des starken Fundortrückgangs einzelner Arten lassen sich für diese im tieferen Berner Mittelland jedoch keine Verbreitungsschwerpunkte mehr erkennen. Anhand alter Angaben und Daten der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) können diese teilweise rekonstruiert werden *(Tabelle 1)*.

Tabelle 1. Vergesellschaftungsschwerpunkte der untersuchten Arten im tieferen Berner Mittelland und am Jurasüdfuss. CP: *Campanula persicifolia* L.; CL: *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch; CR: *Cephalanthera rubra* (L.) Rich.; CC: *Cypripedium calceolus* L.; OP: *Orchis purpurea* Hudson. ●: aktueller Verbreitungsschwerpunkt; ○: ehemaliger Verbreitungsschwerpunkt.

	CP	*CL*	*CR*	*CC*	*OP*
Galio odorati-Fagenion		○	●	○	○
Cephalanthero-Fagenion	●	○	●	○	
Ulmo-Fraxinetum				○	○
Quercion pubescentis-petraeae	●				
Erico-Pinion	●	○	●	○	
Geo-Alliarion/Geranion sanguinei	●		●		

Aus Buchenwäldern auf mittleren Standorten *(Galio odorati-Fagenion)* sind von früher verschiedene Vorkommen von *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch, *C. rubra* (L.) Rich., *Cypripedium calceolus* L. und *Orchis purpurea* Hudson bekannt. Heute findet sich im Untersuchungsgebiet nur noch *C. rubra* (L.) Rich. regelmässig in diesen etwas «reicheren» Buchenwäldern, wenn auch nicht sehr häufig; von den übrigen Arten sind nur noch einige wenige Restvorkommen in diesem Waldtyp bekannt.

Auch in den sommertrockenen Buchenwäldern *(Cephalanthero-Fagenion)* hatten vier der fünf Arten früher einen ihrer Verbreitungsschwerpunkte (*Campanula persicifolia* L., *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch, *C. rubra* (L.) Rich., *Cypripedium calceolus* L.). Dies ist für die pfirsichblättrige Glockenblume und das Rote Waldvögelein auch heute noch der Fall, während im tieferen Berner Mittelland vom Langblättrigen Waldvögelein nur noch ein und vom Frauenschuh gar kein Fundort aus dem Orchideen-Buchenwald mehr bekannt ist.

Besonders ernüchternd sind die Ergebnisse beim Auenwald *(Ulmo-Fraxinetum)*. Sowohl für den Frauenschuh, als auch die Purpurorchis war die Hartholzaue früher ein wichtiger Lebensraum. Heute sind nur noch kleine, meist stark gefährdete Restvorkommen bekannt, die ohne entsprechende Massnahmen voraussichtlich in wenigen Jahren ebenfalls erlöschen werden.

Völlig anders präsentiert sich die Situation bei den Flaumeichenwäldern *(Quercion pubescentis-petraeae)*. Die hier einen ihrer Verbreitungsschwerpunkte aufweisende Pfirsichblättrige Glockenblume findet sich recht häufig und scheint in diesen Beständen auch nicht gefährdet zu sein. Interessant ist das völlige Fehlen der Purpurorchis, obwohl sie von *Oberdorfer* (1994) als wichtige Kennart der Ordnung *Quercetalia pubescentis-petraeae* aufgeführt wird.

In der Gruppe *Erico-Pinion* sind recht unterschiedliche Waldtypen zusammengefasst: Pfeifengras-Föhrenwälder (Nr. 61–62 in *Ellenberg* und *Klötzli,* 1972) an steilen, mergelreichen Molasseabhängen, Liguster-Föhrenwälder (*Steiger*, 1995) auf Flussschotter und verarmte Erika-Föhrenwälder (Nr. 65 in *Ellenberg* und *Klötzli,* 1972) auf Sandstein. In den Pfeifengras-Föhrenwäldern weisen bzw. wiesen bis auf die Purpurorchis alle untersuchten Arten einen ihrer Verbreitungsschwerpunkte auf, während in den Liguster-Föhrenwäldern nur Vorkommen des Schmalblättrigen Waldvögeleins bekannt sind. Davon sind jedoch eine Reihe heute erloschen. Die auf Sandsteinköpfen liegenden Erika-Föhrenwälder sind vor allem für das Rote Waldvögelein ein wichtiger Lebensraum. In diesem Waldtyp ist die Art recht häufig und z.T. in grösseren Beständen anzutreffen.

Waldränder werden sowohl von der Pfirsichblättrigen Glockenblume wie auch dem Roten Waldvögelein gerne besiedelt. Voraussetzung ist eine lückige, konkurrenzarme Krautschicht.

4. Diskussion

4.1 Gefährdung

In Anlehnung an *Korneck* und *Sukopp* (1988) wurde eine Liste möglicher Gefährdungsfaktoren erstellt *(Tabelle 2)*. Diese werden nachfolgend bezüglich ihrer Relevanz für die untersuchten Arten kurz diskutiert.

Sammeln. Alle fünf Arten können als auffällig und attraktiv bezeichnet werden. Sie wurden vor allem früher in grossen Mengen gepflückt oder ausgegraben. Dies wird z.B. durch einen Verkaufskatalog für einheimische Orchideen aus dem Jahr 1893 eindrücklich dokumentiert. Auch in der 1912 erlassenen kantonalen Pflanzenschutz-Verordnung wird unter anderem für den Frauenschuh explizit Kauf, Verkauf und Versand verboten (*Lüdi,* 1931).

Mechanische Faktoren. In der Forstwirtschaft hat in den letzten Jahrzehnten eine starke Mechanisierung stattgefunden. So werden immer häufiger Forsttraktoren und anderes schweres Gerät eingesetzt, was zu starken Bodenverdichtungen führt. Da die Überdauerungsorgane der untersuchten Arten nur etwa 15 cm unter der Bodenoberfläche liegen, werden diese selbst bei gefrorenem Boden verletzt oder gar zerquetscht. Nebst der direkten mechanischen Einwirkung werden auch die Standortverhältnisse verändert. So kommt es durch die Verdichtung vor allem zu Vernässungen und periodischem Sauerstoffmangel. Ebenfalls zerstört wird die für Orchideen wichtige Krümelstruktur des Bodens. Ein weiteres Problem kann lokal auch der Verbiss durch Wild darstellen. Insbesondere die Blütenstände von *Orchis purpurea* werden vom Rehwild gefressen und so die Samenbildung verhindert.

Waldumwandlungen. Unter diesem Punkt werden nicht standortgerechte Bestockungen von Laubwaldstandorten vor allem mit Fichte, aber auch die Umwandlung von Nieder- und Mittelwäldern in Hochwälder zusammengefasst. Beide Typen von Waldumwandlungen führen mit grosser Wahrscheinlichkeit zum Verschwinden von Halbschattenpflanzen, wie den unter-

Tabelle 2. Mögliche Ursachen für den Rückgang der untersuchten Arten (in Anlehnung an *Korneck* und *Sukopp,* 1988).

1	Sammeln
2	Mechanische Eingriffe
3	Waldumwandlungen
4	Wegfall von Bodenverwundungen
5	Änderung des Wasserregimes
6	Bodeneutrophierung
7	Schadstoffimmissionen
8	Beseitigung von Säumen
9	Bauliche Eingriffe

suchten Arten. So führt das Einbringen der Fichte unter anderem zu einer stärkeren und v.a. ganzjährigen Beschattung der Krautschicht. Auch durch die Aufgabe der Nieder- und Mittelwaldbewirtschaftung wurden viele Wälder dunkler und nährstoffreicher (*Keller,* 1995; *Kuhn,* 1990; *Kuhn et al.,* 1987).

Wegfall von Bodenverwundungen. Gemeint sind Rutschungen oder Abbrüche an steilen Sandstein- und Molassemergelfelsen im Bereich von Flüssen und «Tobeln», wie sie unter natürlichen und naturnahen Bedingungen in der Hügellandschaft des Mittellandes früher häufig auftraten. Diese Ereignisse führten zu einem dynamischen Habitatsmosaik aus lichtreichen Pionierstandorten, Übergangs- und Dauergesellschaften sowie stabileren Beständen. Alle untersuchten Arten kommen in solchen Habitatsmosaiken regelmässig, z.T. in grösseren Beständen vor. Durch den Wegfall natürlicher (oder anthropogener) Bodenverwundungen und den damit verbundenen Lichteinfall- und Sukzessionsvorgängen werden den untersuchten Arten wichtige Lebensräume entzogen und die Landschaft wird eines ihrer wesentlichsten Elemente, der Dynamik, beraubt.

Änderung des Wasserregimes. Die Ursachen für die Veränderung des Wasserregimes sind ebenfalls zum grössten Teil im Versuch des Menschen zu sehen, durch Unterdrückung der natürlichen Dynamik kultivierbares Land zu gewinnen. Flussbegradigungen und Geschieberückhalt durch Schwellen führen im Mittellauf vieler Gewässer zu Sohlen- und Grundwasserabsenkungen von mehreren Metern (*Bürger,* 1991; *Müller,* 1991). Dies und die ausbleibenden Überschwemmungen ergeben weniger Störungen, d.h. weniger lichtreiche, ein ausgeglicheneres Wasser- und Nährstoffregime aufweisende und damit buchen- und fichtenfähige Bestände. Von den untersuchten Arten sind nachweislich *Cypripedium calceolus* L. und *Orchis purpurea* Hudson, vermutlich auch *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch von dem durch die Grundwasserabsenkungen verursachten Wegfall von lichten Pionierstadien in Auen betroffen.

Bodeneutrophierung. Die Stickstoffeinträge (NH_4+–N, NO_3–N) aus der Luft betragen heute im Schweizer Mittelland 8 bis 27 kg/ha/J (*Flückiger* und *Braun*, 1994; *BUWAL,* 1994). Werden die Standorte stickstoffreicher, so verschieben sich die Konkurrenzbedingungen in der Krautschicht zuungunsten licht- und wärmebedürftiger Arten nährstoffarmer Böden (*Ellenberg* jun., 1985). Dies wirkt sich auf alle untersuchten Arten negativ aus. Doch es sind auch Auswirkungen auf die Mykorrhizapilze zu erwarten. Das höhere Stickstoffangebot führt zu einer Störung des «Symbiose»-Gleichgewichts zwischen Orchidee und Wurzelpilz, wobei dieser virulenter wird (*Penningsfeld,* 1990a; *Penningsfeld* 1990b) und dadurch die Orchidee bzw. den Keimkörper schädigt. Nach *Meyer* (1984; 1985) kann ein zu hohes Stickstoffangebot aber auch zu einer Schädigung der Mykorrhizapilze führen. In diesem Fall wäre die Keimung aller Orchideen möglicherweise nicht mehr gewährleistet und

die Nährstoffversorgung mehr oder weniger stark mykotropher Orchideen gefährdet.

Schadstoffimmissionen. Die Ausgangslage bei den Schadstoffimmissionen ist mit jener bei der Eutrophierung vergleichbar. Insbesondere stellen sich Fragen der Schadstoffwirkung auf Mykorrhizapilze. *Steubing* und *Fangmeier* (1986) führen das Verschwinden des Winterlieb (*Chimaphila umbellata* (L.) Barton) und den starken Rückgang von *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. im nördlichen Oberrheingebiet auf Schadstoffimmissionen und dadurch verursachte Wurzelpilzschädigungen zurück.

Beseitigung von Säumen. Naturnahe Waldränder gehören zu den artenreichsten und damit naturschützerisch bedeutsamsten Lebensräumen (*Hegg et al.*, 1993; *Röser,* 1988; *Wolff-Straub*, 1984). Untersuchungen zeigen jedoch, dass grosse Teile der Waldränder heute begradigt und naturfern sind (*Schütz et al.,* 1993; *Broggi* und *Schlegel,* 1989). Die Ränder weisen eine nur geringe Tiefenausdehnung auf und sind entsprechend arm an Strukturen und Arten (*Krüsi et al.,* 1996). Sie können so ihre wichtige Lebensraumfunktion für Flora und Fauna nur noch sehr begrenzt wahrnehmen. Von allen untersuchten Arten sind Vorkommen aus dem Bereich von Waldrändern bekannt. Der eigentliche Saum wird vor allem von *Campanula persicifolia* L., *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. und seltener auch *C. longifolia* (L.) Fritsch besiedelt. Einige der bekannten Vorkommen dieser Arten an Waldrändern sind heute erloschen, was sich zumindest teilweise auf Begradigungen und falsch ausgeführte Unterhaltsarbeiten zurückführen lässt.

Bauliche Eingriffe. Jedes Jahr werden beträchtliche Flächen Wald gerodet. So wurden 1993 allein für den Bau von Verkehrsträgern rund 55 ha und für die Gewinnung von Baurohstoffen 48 ha bewilligt (*BFS/BUWAL,* 1994). Dabei werden immer wieder Vorkommen seltener und geschützter Arten zerstört, so z.B. beim Bau der Autobahn Bern–Thun mehrere Fundorte des Frauenschuhs[3] und bei der Erweiterung einer Kiesgrube in Lyss ein Vorkommen des Schmalblättrigen Waldvögeleins[4]. Es ist deshalb anzunehmen, dass von jeder der untersuchten Arten einzelne Fundorte durch bauliche Eingriffe zerstört wurden.

4.2 Massnahmen

Kasper (1995) diskutierte aus Sicht des Forstpraktikers eine Reihe von Möglichkeiten zur Erhaltung der Biodiversität im Wald *(Tabelle 3)*. Diese sollen in bezug auf ihre Eignung für die Erhaltung von Einzelarten allgemein und die untersuchten Arten speziell kommentiert werden.

[3] Hegg, Schneeberger, mündliche Mitteilung.
[4] Imhof, mündliche Mitteilung.

Tabelle 3. Liste möglicher Massnahmen zur Erhaltung der Biodiversität im Wald (nach *Kasper,* 1995).

Naturnaher Waldbau
Schutz seltener Waldgesellschaften
Schaffung von Naturwaldreservaten
Schaffung eines Netzes von Altholzinseln
Schaffung von Teilreservaten für spezielle Standorte und Waldformen
Ökologische Aufwertung von Waldrändern

Naturnaher Waldbau. Die durchgeführten Untersuchungen und die Rote Liste (*Landolt,* 1991) zeigen, dass in den letzten 30 Jahren eine Reihe von Waldarten sehr selten geworden sind und im Untersuchungsgebiet kurz vor dem Aussterben stehen. Besonders stark war dieser Rückgang in den forstwirtschaftlichen Gunstlagen. Der naturnahe Waldbau, wie er z.B. von der *Arbeitsgruppe Waldbau des Schweizerischen Forstvereins* (1990) umschrieben wird, ist somit kein Garant für die Erhaltung vieler gefährdeter Arten. In vielen Fällen schafft er jedoch als flächendeckender «Minimalstandard» die Basis für weitergehende Massnahmen. Da viele der gefährdeten Arten mehr lichtreiche Pionier- und Zerfallsstadien bzw. bewirtschaftungsbedingt lichte Wälder brauchen, sind zusätzliche Anstrengungen unumgänglich.

Schutz seltener Gesellschaften. Seltene Waldgesellschaften sind nach Art. 18 Abs. 1bis NHG geschützt. Im Kreisschreiben Nr. 19 der Eidg. Forstdirektion werden die entsprechenden Waldgesellschaften bezeichnet (*BUWAL*, 1993a); im Berner Mittelland sind dies *Alno-Ulmion, Cephalanthero-Fagion* und *Erico-Pinion.* Die untersuchten Arten weisen in diesen Waldtypen Verbreitungsschwerpunkte auf. Die Unterschutzstellung dieser Bestände und ihrer Standorte ist daher ein geeignetes Mittel und ein wichtiger Schritt für die Erhaltung dieser Arten. Da die Unterschutzstellung mit Blick auf die Lebensgemeinschaft als Ganzes erfolgt, sind mit Vorteil für die einzelnen Bestände klare Schutz- und Nutzungsziele festzulegen, welche periodisch überprüft werden können. Wird die Erhaltung des Ist-Zustandes angestrebt, so sollten in vielen Fällen auch die Vorkommen seltener und gefährdeter Arten erhalten werden können.

Schaffung von Naturwaldreservaten. In Naturwaldreservaten stehen nicht Einzelarten, sondern die Lebensgemeinschaft als Ganzes und der natürliche Entwicklungsprozess im Zentrum des Interesses (*Schütz*, 1993; *Albrecht,* 1990). Über die Eignung solcher Reservate für den Schutz einzelner Krautpflanzen sind keine Angaben bekannt. Aufgrund theoretischer Überlegungen kann ihnen jedoch eine Bedeutung zukommen. Die Entstehung günstiger Habitatsbedingungen sind vor allem in der Alters- und Zerfallsphase anzunehmen. Diese werden unter dem folgenden Punkt diskutiert werden.

Schaffung eines Netzes von Altholzinseln. Die Bedeutung von Altholz für die Fauna sowie Flechten und Moose ist gut dokumentiert (*SBN,* 1993; *Utschick,* 1991; *Weiss,* 1984). Analoge Grundlagen für Blütenpflanzen fehlen weitgehend. Aufgrund der folgenden Überlegungen wird Altholzinseln auch für den floristischen Artenschutz eine Bedeutung beigemessen: Totes Starkholz führt zum sogenannten «Lichtschachteffekt». Dies dürfte sich auf lichtbedürftige Waldarten, wie z.B. *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch, positiv auswirken. Nebst dieser direkten Wirkung wird möglicherweise auch die Chance einer Bestäubung erhöht, da durch das Licht zahlreiche Insekten angelockt werden. Auch die Verbreitung durch den Wind konnte so im Vergleich zum geschlossenen Bestand verbessert werden.

Schaffung von Teilreservaten für spezielle Standorte und Waldformen. Die Ausscheidung von Teilreservaten erfolgt immer mit einer klaren Zielsetzung. Die Grösse des Reservats und die nötigen Massnahmen (z.B. Nutzungsintensität und -art, Wildschutz, Betretverbote usw.) werden aufgrund des Schutzziels festgelegt. Einzelartenschutz ist immer eine Notmassnahme. Sie erfolgt dann, wenn eine Art durch allgemeine Biotopschutzmassnahmen nicht mehr ausreichend geschützt ist. In solchen Fällen ist die Ausscheidung von Teilreservaten angezeigt und vermutlich die aussichtsreichste Möglichkeit für die Erhaltung von Einzelarten. So sollten z.B. im tieferen Berner Mittelland alle verbleibenden Vorkommen von *Orchis purpurea* Hudson und *Cypripedium calceolus* L. in Wirtschaftswäldern durch die Schaffung von Teilreservaten geschützt werden.

Aufwertung von Waldrändern. Die naturschützerische Bedeutung der Waldränder wurde bereits besprochen. Folgerichtig führt *Kasper* (1995) sie daher auch als möglichen Beitrag der forstlichen Praxis für die Erhaltung der Biodiversität auf. Von den untersuchten Arten dürften vor allem die Pfirsichblättrige Glockenblume und das Rote Waldvögelein von einer Aufwertung der Waldränder profitieren. Nicht zu vergessen sind auch die «inneren Waldränder», wie Säume zwischen temporär oder permanent gerodeten Flächen (z.B. Abbaustellen, Strassen, Waldwege, Bahnlinien usw.) und den noch bestockten Beständen. Auch hier besteht ein Potential für naturschützerische Massnahmen zugunsten gefährdeter Pflanzenarten, wie die Vorkommen von *Limodorum abortivum* (L.) Sw., *Cephalanthera rubra* (L.) Rich., *C. longifolia* (L.) Fritsch und *Campanula persicifolia* L. an entsprechenden Standorten zeigen.

Auf- und Nachzucht in Botanischen Gärten. Auch Botanische Gärten und Forschungsinstitute können einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung seltener und gefährdeter Arten leisten. Insbesondere bei der *ex situ*-Nachzucht und -Vermehrung[5], aber auch bei der Erforschung der bisher ungenügend bekann-

[5] Ein gutes Beispiel ist das laufende *Viola-elatior*-Fr.-Projekt von J. Lüthy und dem Botanischen Garten Bern. Hier wurden im Feld Samen gewonnen, im Garten aufgezogen und wieder ausgebracht. Zusammen mit entsprechenden Pflegemassnahmen scheint sich die zuvor fast erloschene Population wieder zu erholen (Lüthy, mündliche Mitteilung).

ten Wachstumsvorgänge, dem Verhältnis zu den Mykorrhizapilzen und der Ernährung sind diese Institutionen gefordert. Ebenfalls abzuklären ist, welche Bedeutung die «Provenienz» des Pflanzenmaterials bei Krautpflanzen hat. Diesem Punkt wird seit Jahrzehnten bei den Baumarten bereits grosse Beachtung geschenkt.

4.3 Instrumente

Der Schweizer Wald wird durch den Forstdienst flächendeckend betreut. Dieser ist gut ausgebaut und verfügt im Vergleich zum öffentlichen Naturschutz über beträchtliche personelle und finanzielle Mittel (*BUWAL*, 1993b). Er unterhält zudem gute Kontakte zu den Waldeigentümern und wird von diesen als kompetenter Gesprächspartner akzeptiert. Es ist daher zweckmässig, die Umsetzung der naturschützerischen Ziele im Wald dem Forstdienst anzuvertrauen.

Auf den Beizug von Spezialisten aus den Bereichen Botanik, Zoologie usw. kann jedoch nicht verzichtet werden. Im Gegenteil; die Aufgabe des Forstdienstes dürfte zukünftig vermehrt die eines Waldmanagers sein, der dafür sorgen muss, dass der Wald seine Multifunktionalität (*Schütz,* 1993) zu erfüllen vermag. Die dafür benötigten Entscheidungsgrundlagen liefern die entsprechenden Fachleute. Dies bedingt, dass die Anliegen des Naturschutzes, genau wie Holzproduktion, Schutz- und Erholungsfunktion usw. von Anfang an in die forstliche Planung einbezogen werden. Sinnvollerweise sind daher analog den Richtplänen im Nichtwald Waldfunktionskarten zu erstellen. Darin wird festgelegt, welche Aufgabe (Waldfunktion) eine bestimmte Waldfläche in welcher Priorität zu erfüllen hat. In Eingriffskarten oder Waldwirtschaftsplänen werden die geeigneten Massnahmen festgelegt. Durch die regelmässige Überarbeitung dieser Grundlagen (in der Regel alle 10 Jahre) ergibt sich eine periodische Ziel- und Erfolgskontrolle.

Dort, wo aufgrund der Priorität Naturschutz dem Waldbesitzer erhebliche Mehraufwände oder Mindererträge entstehen, sind Entschädigungen zu prüfen. Dabei sind die von der Allgemeinheit dem privaten Waldbesitzer bereits entrichteten Zahlungen für Erschliessung, Waldzusammenlegung, Verjüngung usw. angemessen zu berücksichtigen.

4.4 Umsetzung

Für die Umsetzung wurde früh der Kontakt zu Forstpraktikern aus dem Untersuchungsgebiet gesucht und gefunden (Kreisforstamt Aarberg, Interkantonale Försterschule Lyss, Burgergemeinde Biel). Anlässlich von Vorträgen und Begehungen wurden die Projektergebnisse vorgestellt und mögliche

Massnahmen an konkreten Objekten diskutiert. Die bei diesen Veranstaltungen und anschliessenden Gesprächen gemachten Erfahrungen wurden in einfach gehaltenen Merk- und Objektblättern für zwei der Arten (*Cypripedium calceolus* L., *Orchis purpurea* Hudson) verarbeitet. Für die Erarbeitung der restlichen fehlen zur Zeit die Mittel. In den Merkblättern werden die Arten und ihr Lebensraum vorgestellt sowie allgemein gültige Angaben zu ihrem Schutz gemacht. In den Objektblättern werden konkrete Vorkommen beschrieben und die ortsspezifischen Massnahmen für die Erhaltung der Art aufgeführt. Anzustreben wäre, die Kreis- und Revierförster auf Vorkommen gefährdeter Pflanzen in ihrem Gebiet hinzuweisen und ihnen die Möglichkeiten zu deren Schutz aufzuzeigen.

Zusammenfassung

Im tieferen Berner Mittelland und am Jurasüdfuss wurden für die gefährdeten Waldpflanzen *Campanula persicifolia* (Pfirsichblättrige Glockenblume), *Cephalanthera longifolia* (Langblättriges Waldvögelein), *C. rubra* (Rotes Waldvögelein), *Cypripedium calceolus* (Frauenschuh) und *Orchis purpurea* (Purpurorchis) die ehemalige und heutige Verbreitung, die pflanzensoziologische und ökologische Amplitude sowie die Gefährdungsdisposition untersucht.

Die Arten waren im Untersuchungsgebiet nie häufig; drei weisen heute nur noch wenige Restvorkommen auf. Diese werden ohne Schutzmassnahmen mehrheitlich bald ebenfalls erlöschen. Die pflanzensoziologische Amplitude der Arten ist unterschiedlich gross. Verbreitungsschwerpunkte finden sich vor allem in *Cephalanthero-Fagenion*, *Erico-Pinion* und *Quercion pubescenti-petraeae.* Nur *O. purpurea* kommt hauptsächlich im *Galio odorati-Fagenion* vor. So unterschiedlich diese Waldtypen sind, die Fundorte der untersuchten Arten sind fast alle licht bis halbschattig. Sammeln, mechanische Eingriffe, Waldumwandlungen, Verlust der natürlichen Dynamik, Grundwasserabsenkungen, Bodeneutrophierung und Schadstoffimmissionen, die Beseitigung von Saumbiotopen und bauliche Eingriffe sind Ursachen für den Fundortrückgang. Schutzmassnahmen müssen art- und objektspezifisch erfolgen.

Résumé

Plantes forestières menacées: Cinq examples du Bas-Plateau bernois

Campanula persicifolia (Campanule à feuille de pêcher), *Cephalanthera longifolia* (Céphalanthère à feuilles en épée), *C. rubra* (Céphalanthère rouge), *Cypripedium calceolus* (Sabot de Vénus) et *Orchis purpurea* (Orchis pourpre) sont des plantes forestières menacées. Leur distribution ancienne et actuelle, leur amplitude écologique et phytosociologique ainsi que leur prédisposition à être mises en danger ont été étudiées sur le Bas-Plateau bernois et au pied sud du Jura.

Les espèces n'ont jamais été fréquentes dans la région observée et l'on ne trouve, aujourd'hui, plus que très peu de sites pour trois d'entre elles. Sans mesures de protection, la plupart va bientôt aussi disparaître. L'amplitude phytosociologique des espèces est très diverse. Sont surtout importants le *Cephalanthero-Fagenion, l'Erico-Pinion* et le *Quercion pubescenti-petraeae. O. purpurea,* comme seule espèce, se trouve principalement dans le *Galio odorati-Fagenion.* Aussi différents que se présentent ces types de forêts, presque tous les sites des espèces étudiées montrent des conditions de luminosité claires ou semi-ombragées. Cueillette, interventions mécaniques, transformations de la forêt, inhibition de la dynamique naturelle, abaissement de la nappe phréatique, eutrophisation du sol, immissions de polluants, disparition des ourlets herbacés et travaux de construction sont autant de facteurs qui ont contribué à la diminution de site. Des mesures de protection sont à définir pour chaque espèce séparément et cas par cas.

Summary

Five Endangered Forest Species: Five Case Studies from the Bernese Mittelland

Campanula persicifolia (peach-leaved bellflower), *Cephalanthera longifolia* (long-leaved helleborine), *C. rubra* (red helleborine), *Cypripedium calceolus* (Lady's slipper) and *Orchis purpurea* (lady orchis) are five endangered forest species. Their former and present distribution, phytosociological and ecological amplitude and vulnerability have been studied in the lower regions of the Bernese Mittelland and at the south foot of the Jura.

None of the species were frequently found within the study area. Today, three of them no longer dispose of many more than a few occurrences. Without protective measures most of them will disappear soon. The phytosociological amplitude of the species varies. There is a concentration of findings mostly in *Cephalanthero-Fagenion, Erico-Pinion* and *Quercion pubescenti-petraeae.* Only *O. purpurea* occurs mainly in the *Galio odorati-Fagenion.* As different as these forest types may be, the sites of the studied species are almost all sparsely covered or semi-shady. Picking and gathering, mechanical operations, conversion of forests, impairment of natural dynamics, sinking of ground water level, eutrophication of the soil, input of pollutants, the destruction of marginal biotopes, and building activities are all factors which are responsible for the sinking of the occurrences. It was found that protective measures should be determined separately for each species and case.

Albrecht, L. (1990): Naturwaldreservate in Bayern. Schriftenreihe Bd. 1 Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten. München (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten). 221 S. + Anhang.

Arbeitsgruppe Waldbau (1990): Spannungsfeld Waldbau – Natur- und Landschaftsschutz. Ein Diskussionsbeitrag des Schweizerischen Forstvereins. Schweiz. Z. Forstwes. *141* (1). S. 23–54.

BFS/BUWAL (1994): Wald- und Holzwirtschaft der Schweiz. Jahrbuch 1993. Bern.

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. (3. Aufl.). Wien (Springer). 865 S.

Broggi, M.F., Schlegel, H. (1989): Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft. Bericht 31 des Nationalen Forschungsprogrammes «Boden». Bern-Liebefeld. 180 S.

Bürger, A. (1991): Geographie und Flussbettmorphologie des Lech. Augsburger Ökologische Schriften, Heft 2: Der Lech – Wandel einer Wildflusslandschaft. Augsburg. S. 32–36.

BUWAL (1994): Stickstoffeintrag aus der Luft in ein Naturschutzgebiet. Umweltmaterialien Nr. 28. Bern. 135 S.

BUWAL (1993a): Waldreservate (Komponente Nr. 412). Bereich Förderungsmassnahmen. Kreisschreiben Nr. 19 der Eidgenössischen Forstdirektion. Bern. 5 S.

BUWAL (1993b) Zum Verhältnis zwischen Forstwirtschaft und Natur- und Landschaftsschutz. Schriftenreihe Umwelt Nr. 202. Bern. 212 S.

Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Stuttgart (Ulmer, UTB für Wissenschaft Grosse Reihe). 683 S.

Ellenberg, H. jun. (1985): Veränderung der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluss von Düngung und Immissionen. Schweiz. Z. Forstwes. *136* (1). S. 19–39.

Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica Vol. 18. Göttingen (E. Goltze KG). 248 S.

Ellenberg, H., Klötzli, F. (1972): Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. *48* (4), S. 589–930.

Fischer, L., Fischer, E, Rytz, W. (1944): Flora von Bern. Systematische Übersicht der im bernischen Hügelland zwischen Jura und Alpen wildwachsenden und allgemein kultivierten Phanerogamen und Pteridophyten. Bern-Bümpliz (Benteli). 431 S.

Flückiger, W., Braun, S. (1994): Waldschaden-Bericht. Untersuchungen in Buchenbeobachtungsflächen 1984 – 1993. Im Auftrag der Kantone Aargau, Basel-Landschaft, Basel-Stadt, Bern, Solothurn, Zug und Zürich. Inst. für Angew. Pflanzenbiologie. Schönenbuch. 54 S.

Hegg, O. (1977): Mikroklimatische Wirkung der Besonnung auf die phänologische Entwicklung und auf die Vegetation in der alpinen Stufe der Alpen. In: Vegetation und Klima. Berichte der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde (Hrsg. R. Tüxen). Vaduz (Cramer). S. 249–266.

Hegg, O., Béguin, C., Zoller, H. (1993): Atlas schutzwürdiger Vegetationstypen der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern. 160 S.

Känzig-Schoch, U. (1996): Artenschutz im Wald. Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie von fünf gefährdeten Pflanzenarten im Berner Mittelland. Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald, Schnee Landsch. *71*, 2: S. 209–349.

Kasper, H. (1995): Welchen Beitrag kann die Forstpraxis zur Erhaltung der Biodiversität leisten? In: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (Hrsg.): Erhaltung der Biodiversität – eine Aufgabe für Wissenschaft, Praxis und Politik. Forum für Wissen. S. 39–46.

Keller, W. (1995): Vermehrt die Waldbewirtschaftung die Biodiversität? In: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (Hrsg.): Erhaltung der Biodiversität – eine Aufgabe für Wissenschaft, Praxis und Politik. Forum für Wissen. S. 33–38.

Korneck, D., Sukopp, H. (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. Schr.-Reihe Veg. kunde, Heft 19. Bonn-Bad Godesberg. 210 S.

Krüsi, B. (1993): Ökologische Zeigerwerte. Gültigkeitsbereiche-Problematik-Darstellungsmöglichkeiten. Grundlagen und Methoden der angewandten Pflanzensoziologie (Vorlesungsmanuskript ETHZ). Birmensdorf. 24 S.

Krüsi, B., Schütz, M., Tidow, S. (1996): Den Rand ins Zentrum rücken. Die ökologische Situation der Waldränder in der Schweiz. Ornis 3: S. 27–30.

Kuhn, N. (1990): Veränderung von Waldstandorten. Ergebnisse, Erfahrungen und Konsequenzen, mit einem Konzept für die Dauerbeobachtung von Waldbeständen. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Ber. Nr. 319. Birmensdorf (EAFV). 47 S.

Kuhn, N., Amiet, R., Hufschmid, N. (1987): Veränderungen in der Waldvegetation der Schweiz infolge Nährstoffanreicherung aus der Atmosphäre. Allg. Forst- u. Jagdztg., *158* (5/6): S. 77–84.
Landolt, E. (1991): Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz mit gesamtschweizerischen und regionalen roten Listen. Bern (BUWAL, EDMZ). 185 S.
Landolt, E. (1977): Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot Inst. ETH, Stiftung Rübel 64. Zürich. 208 S.
Lüdi, W. (1931): Der Schutz der Pflanzenwelt im Kanton Bern. Schulpraxis. Monatsschrift des Bernischen Lehrervereins. XXI. Jg. Heft Nr. 3. Bern. S. 51–64.
Meyer, F.H. (1985): Einfluss des Stickstoff-Faktors auf den Mykorrhizabesatz von Fichtensämlingen im Humus einer Waldschadensfläche. Allg. Forstz. *40* (9/10) München. S. 208–219.
Meyer, F.H. (1984): Mycologische Beobachtungen zum Baumsterben. Allg. Forstz. *39* (9/10). München. S. 212–228.
Müller, N. (1991): Auenvegetation des Lech bei Augsburg und ihre Veränderung infolge von Flussbaumassnahmen. Augsburger Ökologische Schriften, Heft 2: Der Lech – Wandel einer Wildflusslandschaft. Augsburg. S. 80–100 + Anhang.
Oberdorfer, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Auflage. UTB 1828. Stuttgart (Ulmer).1050 S.
Penningsfeld, F. (1990a): Anzucht und Ernährung heimischer Orchideen. Unter besonderer Berücksichtigung ihrer Symbiose mit Mykorrhizapilzen und ihrer natürlichen Pflanzengesellschaften (Teil I). Die Orchidee *41* (5). S. 185–188.
Penningsfeld, F. (1990b): Anzucht und Ernährung heimischer Orchideen. Unter besonderer Berücksichtigung ihrer Symbiose mit Mykorrhizapilzen und ihrer natürlichen Pflanzengesellschaften (Teil II). Die Orchidee *41* (6). S. 221–225.
Röser, B. (1988): Saum- und Kleinbiotope. Ökologische Funktion, wirtschaftliche Bedeutung und Schutzwürdigkeit in Agrarlandschaften. Laufenberg/Lech (ecomed). 258 S.
SBN Hrsg. (1993): Waldreservate und Naturschutz. Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz Nr.13. Basel. 79 S.
Schütz, J.-Ph. (1993): Welche Waldreservate braucht die Schweiz? Gedanken zu einem Umsetzungskonzept. In: Waldreservate und Naturschutz. Zusammenfassung der Referate des Symposiums vom 7. April 1993 an der ETH Zürich. S.16–17.
Schütz, M., Krüsi, B.O., Krug, K. (1993): Bewertung und Aufwertung von Waldrändern. Inf.bl. Forsch.Bereich Landsch. WSL Nr.16. Birmensdorf. S.1–2.
Steiger, P., 1994: Wälder der Schweiz. Vom Lindengrün zu Lärchengold, Vielfalt der Waldbilder und Waldgesellschaften in der Schweiz. Thun, Ott Verlag. 359 S.
Spellerberg, I.F. (1992): Evaluation and assessment for conservation. London (Chapmann/Hall). 260 S.
Steubing, L., Fangmeier, A. (1986): Immissionssituation der Waldbodenvegetation: Immissionsbelastung. Allg. Forstz. 19. S. 469–471.
Utschick, H. (1991): Beziehung zwischen Totholzreichtum und Vogelwelt in Wirtschaftswäldern. Forstw. Cbl. *110.* Hamburg u. Berlin (Paul Parey). S. 135–148.
Weiss, J. (1984): Ein Netz von Buchen-Altholzinseln als Beispiel eines Biotop-Verbundsystems. Untersuchungen an Schwarzspecht und Rauhfusskauz im Burgwald. Mitt. der LÖLF *9* (2). S. 38–43.
Wildi, O. (1993): Datenanalyse mit MULVA-5. Birmensdorf (WSL). Manuskript. 73 S.
Wildi, O. (1991): MULVA-4 Workshop. Birmensdorf (WSL). Manuskript. 37 S.
Wolff-Straub, R. (1984): Saumbiotope. Charakteristik, Bedeutung, Gefährdung, Schutz. Mitt. der LÖLF *9* (1). S. 33–36.

Danksagung
Ich danke Herrn Dr. B.O. Krüsi (WSL) für die kritische Durchsicht des Manuskripts und die hilfreichen Anregungen und meiner Frau für die Hilfe bei den Übersetzungen.

Autor:
Dr. Urs Känzig-Schoch, Sigmaplan, Thunstr. 91, CH-3006 Bern.