

Zeitschrift: Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 94 (2022)

Artikel: Zwanzig Jahre Förderung der Pflanzenvielfalt im Waldreservat Seerenwald
Autor: Ehrbar, Rolf / Huber, Barbara / Gubelmann, Päivi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1055442>

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: 12.12.2025

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

Zwanzig Jahre Förderung der Pflanzenvielfalt im Waldreservat Seerenwald

Rolf Ehrbar, Barbara Huber und Päivi Gubelmann

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Kurzfassung | 139 |
| 1 Entstehungsgeschichte des Waldreservates Seerenwald | 140 |
| 2 Ziele des Waldreservates Seerenwald und Umsetzungskonzept | 140 |
| 3 Betrieb des Waldreservates | 141 |
| 4 Grundlagen zum Waldreservat | 141 |
| 4.1 Lage, Klima und Geologie | 141 |
| 4.2 Waldstandorttypen | 142 |
| 4.3 Frühere Bewirtschaftung des Seerenwaldes | 143 |
| 5 Versuchsweise Holzschläge in den Jahren 1996 bis 2002 | 144 |
| 6 Weiterführung der Holzschläge bis 2015 | 146 |
| 7 Wirkung der Holzschläge auf die Vegetation und die Verjüngung | 147 |
| 7.1 Wirkung auf die Vegetation | 147 |
| 7.2 Wirkung auf die geschützten und gefährdeten Pflanzenarten | 151 |
| 7.3 Wirkung auf die Verjüngung | 152 |
| 7.4 Konkurrenzarten und Neophyten .. | 154 |
| 8 Fazit und Diskussion | 154 |
| Verdankung | 156 |
| Literaturverzeichnis | 156 |

Kurzfassung

Das Waldreservat Seerenwald wurde im Jahr 2011 gegründet mit einer Vertragsdauer von 50 Jahren. Die Gesamtfläche beträgt rund 114 Hektaren. Auf Wald entfallen 82 Hektaren. Der Rest der Reservatsfläche sind Felsgebiete und alte Steinbruchareale. Die Hälfte der Waldfläche wird von Standorttypen der Lindenwälder dominiert und ist als Sonderwaldreservat ausgemessen. Die andere Hälfte ist ein Naturwaldreservat, in welchem auf jegliche Holznutzung verzichtet wird. Im Sonderwaldreservat werden Holzschläge zur Auflichtung des Kronendaches ausgeführt. Unsere Untersuchungen auf solchen Flächen zeigen, dass damit die Artenvielfalt der Pflanzen und Insekten deutlich erhöht und gleichzeitig die natürliche Verjüngung der Linde gefördert werden kann. Dies sind zwei Hauptziele des Reservates.

Die ausgeführten Erhebungen und Analysen können mit einer waldbaulichen Erfolgskontrolle oder Wirkungsanalyse verglichen werden, wie sie beispielsweise bei der Schutzwaldpflege oder bei der Auerhuhnförderung zur Anwendung kommen. Das Versuchsdesign konnte nicht auf statistische Analysen ausgerichtet werden, da dafür zu wenig Beobachtungsflächen und Ressourcen zur Verfügung standen. Trotzdem konnten gut begründete Erkenntnisse gewonnen werden. Dies dank der Tatsache, dass

die aufgelichteten Flächen bezüglich der Waldstandorttypen homogen sind und weil das Öffnen des Kronendaches der einzige extern veränderte Parameter war. Die gewonnenen Erkenntnisse stehen in Übereinstimmung mit dem postulierten Zusammenhang zwischen dem Lichtgenuss und der Artenvielfalt in der Kraut- und Strauchschicht.

Die Ausführungen dieses Beitrages beziehen sich auf die Periode zwischen den ersten Vegetationsaufnahmen im Rahmen dieses Artenförderungsprojektes im Jahr 1995 bis zu deren Abschluss im Jahr 2015, also über 21 Jahre. Die wichtigsten Grundlagen sind der Bericht EHRBAR (2010) über das Waldreservatsprojekt, die Monitoringberichte HUBER et al. (2018), HUBER & GUBELMANN (2019) und SCHIESS (2006) sowie selbstverständlich die Aufnahmeprotokolle und Fotos anlässlich der Feldaufnahmen.

1 Entstehungsgeschichte des Waldreservates Seerenwald

Bei der Übernahme der Funktion als Regionalförster im Jahr 1991 war Rolf Ehrbar bewusst, mit den Lindenmischwäldern im unteren Walenseebecken die Verantwortung für einen vegetationskundlich besonders wertvollen Wald zu übernehmen. Er führte deshalb im Seerenwald Begehungen aus und verglich die gewonnenen Eindrücke mit den Vegetationsanalysen von TREPP (1947), welche nach grossen Holzschlägen in einem damals vergleichsweise lichten Wald mit sehr tiefem Holzvorrat von nur ungefähr 30 m³ pro Hektare erfolgt waren. Dieser Vergleich zeigte, dass nach einem halben Jahrhundert die Vielfalt der Krautpflanzen deutlich kleiner geworden und die Strauchschicht weniger gut entwickelt war. Die Vegetationsaufnahmen von Walter Trepp dokumentierten folglich das Potenzial für eine wesentlich grössere Artenvielfalt auf den Lindenmischwaldstandorten. Die Ausnutzung dieses Biodiversitätspotenzials wurde als wichtigstes Ziel des Reservates betrachtet, neben der Förderung der Lindenverjüngung. Wie diese Ziele mittels Waldauflich-

tungen erreicht werden können, war eine entscheidende Frage zu Beginn des Projektes. Zu deren Abklärung wurden versuchsweise Holzschläge ausgeführt, begleitet von einem vegetationskundlichen und faunistischen Monitoring. Da sich die Holzschläge als sehr wirksam erwiesen wurde im Jahr 2011 das Waldreservat Seerenwald mit einer Gültigkeitsdauer von 50 Jahren gegründet. Waldeigentümerin ist die Ortsgemeinde Quinten. Ihr Vertragspartner ist der Kanton St.Gallen, welcher für die finanzielle Entschädigung aufkommt.

2 Ziele des Waldreservates Seerenwald und Umsetzungskonzept

Das mit den versuchsweisen Waldauflichtungen bestätigte Potenzial der Lindenwaldstandorte für eine hohe Biodiversität bei den Pflanzen und Insekten soll ausgenutzt werden. Das Hauptziel des Waldreservates ist es demnach, eine nachhaltige, möglichst grosse Artenvielfalt der Pflanzen und der Fauna, insbesondere der Insekten, zu erreichen. Daneben sollen auch die totholzabhängigen Organismen gefördert werden, damit die Waldbiodiversität vom Reservat umfassend profitiert. Auch die genetische Diversifizierung der Linde durch Verjüngung mit Samen gehört zu den Reservatszielen. Wie die nachfolgend vorgestellten Untersuchungen zeigen, können alle diese Ziele am besten im Rahmen eines Sonderwaldreservates erreicht werden, in welchem der Wald aufgelichtet und zugleich ein breites Angebot an Totholz geschaffen wird. Eine wichtige Bedingung ist bei allen Massnahmen, dass der Lindenwald als Lebensgemeinschaft erhalten bleibt. Die Waldstandorttypen, in welchen Auflichtungen gemäss den nachfolgenden Ausführungen wenig effektiv wären, wurden als Naturwaldreservat ausgeschieden. Zwar sind auch im Lindenwald Naturwaldreservate erwünscht, wofür sich schon TREPP (1947) aussprach. Der Seerenwald wäre jedoch auf Grund seiner Nutzungsgeschichte zur Zeit noch kein besonders gut geeignetes Objekt dafür. Am oberen Ende des Walensees gibt es im Josenwald bereits ein Na-

turwaldreservat, welches auch Standorttypen des Lindenwaldes umfasst (BRANG et al. 2011). Zur Zeit der Waldsterbedebatte in den 1980-er Jahren wurde der Seerenwald als Genreservat für die Linden in Betracht gezogen. So weit kam es zwar nicht, aber die für die Wiederaufforstung des Steinbruchs «Schnür» (Abbildung 2) damals in einer Forstbaumschule reservierten Pflanzen wurden in den 1990-er Jahre zum Verkauf freigegeben und nicht im Seerenwald verwendet, weil es inzwischen für besser befunden wurde, das Steinbruchareal ausschliesslich der natürlichen Wiederbewaldung zu überlassen. Naturverjüngung soll auch auf den Holzschlagflächen die alleinige Verjüngungsart bleiben.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Seerenwald ein kombiniertes Waldreservat ist, bestehend aus zwei gleich grossen Teilen in Form eines Sonderwaldreservates mit dem vorrangigen Ziel der Artenvielfalt und einem Naturwaldreservat mit vollständigem Prozessschutz (siehe auch: <https://www.sg.ch/umwelt-natur/wald/-rund-um-den-st-galler-wald/waldfunktionen/waldbiodiversitaet/Waldreservate.html>).

3 Betrieb des Waldreservates

Die Erkenntnisse aus den versuchsweisen Holzschlägen (siehe Kapitel 5) werden im Sonderwaldreservat umgesetzt. Mit ausreichend grossen und starken Waldauflichtungen wird auf den Potenzialstandorten, hauptsächlich im Lindenmischwald, die Voraussetzung für eine möglichst grosse Artenvielfalt geschaffen. Die Grösse der Eingriffsflächen ermöglicht einen nachhaltigen Betrieb. Auf den Naturwaldreservatsflächen, welche keine Lindenstandorte umfassen, finden definitionsgemäss keine waldbaulichen Eingriffe statt.

4 Grundlagen zum Waldreservat

4.1 Lage, Klima und Geologie

Der Seerenwald liegt in der politischen Gemeinde Amden (Abbildung 1). Die Mittelpunktkoordinaten des Sonderwaldreservatsteiles lauten ungefähr 2°732'000/1°221'900. Das Reservat befindet sich auf den südlich in das untere Walenseebecken abfallenden, steilen Hängen des westlichen Ausläufers der Churfirstenkette und erstreckt sich von Seehöhe in ungefähr 420 Metern bis zur Krete auf 1520 Metern über Meer (Abbildung 2). Der Sonderwaldreservatsteil liegt grösstenteils unterhalb 900 Meter Meereshöhe.

Das Gebiet gehört zu den helvetischen Decken. Die Gesteine bestehen hauptsächlich aus Kiesel- und Schrattenkalk, es kommen aber auch die anderen Schichten der hier aufgeschlossenen Kreideserie vor. Im Steinbruch «Schnür» wurde bis im Jahr 2011 Eisenbahnschotter abgebaut. Diese Abbaufäche liegt ebenfalls im Waldreservat, wie auch der weiter westlich gelegene, kleinere und schon 1946 aufgegebene Steinbruch. Fünf Runsen entwässern Überlaufquellen und sind Waldlawinenzüge.

Abbildung 1:

Perimeter des Waldreservates Seerenwald. Die Karte wurde in verdankenswerter Weise von Thomas Baumann, Amt für Raumentwicklung und Geoinformation Kanton St. Gallen, im Mai 2022 erstellt.



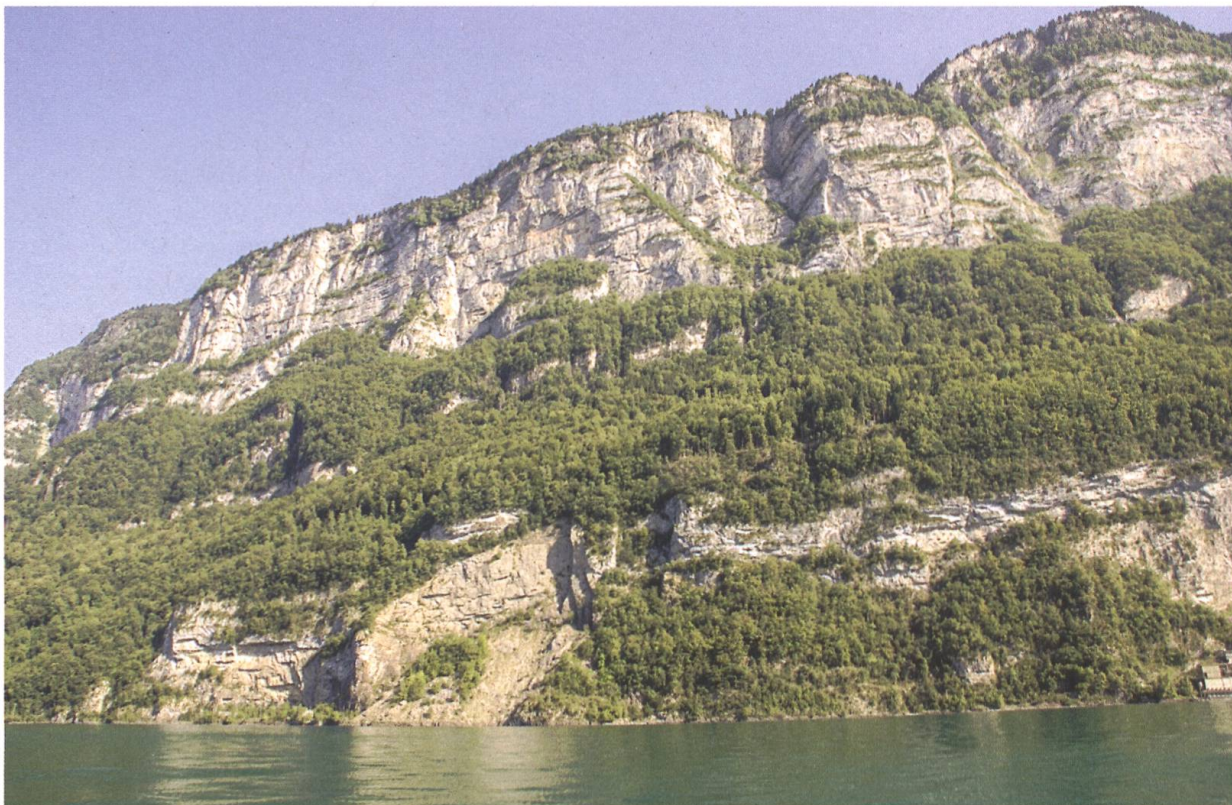


Abbildung 2:

Südansicht des Seerenwaldes vom Walensee aus gesehen. Die geologischen Schichten fallen nach hinten Richtung Nordwesten ein und steigen von West nach Ost auf. Markant sind die hellen Felswände aus Schrattenkalk. In den beiden Steinbrüchen links und angeschnitten ganz rechts im Bild («Schnür») mit dem inzwischen abgebrochenen Werksgebäude wurde früher insbesondere Kieselkalk abgebaut. Das Sonderwaldreservat erstreckt sich über die weniger stark geneigten Hangschuttf Flächen direkt oberhalb der in den Walensee abtauchenden Felswand, während die darüberliegenden Steilhangwälder auf Kieselkalk und Drusberg-Schichten sowie die übrigen Waldbestände auf felsiger Unterlage zum Naturwaldreservat gehören.

Der Sonderwaldreservatsteil liegt hauptsächlich auf Hangschutt mit basischen, durchlässigen und trockenen Böden.

Das Klima ist mild und niederschlagsreich. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 8,5° C, die jährliche Niederschlagsmenge bei rund 1700 Millimetern. Das Klima profitiert vom Schutz der Felsmasse der Churfürsten, vom Föhn und vom See.

4.2 Waldstandorttypen

Der Seerenwald befindet sich im Wesentlichen in der collinen, submontanen und untermontanen Höhenstufe. Daneben findet man flächen-

mässig unbedeutende, nadelbaumgeprägte, ober- und hochmontane Standorttypen. Die Lindenwälder (Einheiten Nr. 25, 25C und 25F) nehmen 29.5 Hektaren (35 %) ein, die Seggen-Buchenwälder (Nr. 15, 15H) 22.0 Hektaren (26 %), die Eichenwälder (Nr. 40T, 40*) 17.8 Hektaren (21 %) und die Platterbsen-Buchenwälder (Nr. 9) 11.6 Hektaren (14 %). Auf die übrigen Waldgesellschaften entfallen nur noch 3.3 Hektaren (4 %). Die Floristik und die Ökologie dieser Waldstandorttypen sind in FREHNER (2006), FREY (1995), KANTONSFORSTAMT ST. GALLEN (2016) und TREPP (1947) dargestellt.

Zu den wichtigsten naturschützerischen Objekten im Waldreservat Seerenwald gehört der Lindenmischwald mit den beiden Standorttypen Typischer Turinermeister-Lindenwald (*Asperulo taurinae-Tilietum typicum*, Nr. 25) und Turinermeister-Lindenwald mit Schmerwurz (*Asperulo taurinae-Tilietum tametosum*, Nr. 25C). Die Winterlinde (*Tilia cordata*) ist im Seerenwald viel stärker vertreten als die Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*). Diese Lindenwälder gelten als Relikt der postglazialen Wärmezeit und breiteten sich nach BURGA & PERRET (1998) hauptsächlich an der Wende Boreal/Älteres Atlantikum vor ca. 8000 Jahren aus. Neben dem günstigen Klima sind auch die orografischen Verhältnisse entscheidend für das Vorkommen des Lindenmischwaldes. An den steilen Hängen bleibt der Boden durch das Nachrutschen der Erde, die Materialzufuhr von den Felswänden und die Erosion bis in die obersten Schichten mineralreich. FREY (1995) vermutet, dass für diesen Waldstandorttyp das Hohlraumsystem und die fehlende Feinerde die entscheidenden Bodenfaktoren darstellen. Die Lindenwaldstandorte sind gemäss den Vegetationsaufnahmen von TREPP (1947), FREY (1995) und dieses Berichtes potenziell sehr artenreich, weshalb sie dem Sonderwaldreservatssperimeter zugeschlagen wurden. Auf diesen Standorten war die Linde im Baumbestand der Lichtungsflächen mit der Hälfte bis zu zwei Dritteln am Holzvorrat beteiligt, vor allem in Form von Stockausschlägen. Daneben befanden sich zahlreiche weitere Baumarten in der Baumschicht. Es handelt sich also um Linden-Mischwälder.

Auch der Typische Platterbsen-Buchenwald (Nr. 9), welcher den Lindenmischwald auf konsolidierten Bodenoberflächen ablöst, weist ein bedeutendes Biodiversitätspotenzial auf, wegen der natürlichen Dominanz der wüchsigen Buche allerdings nicht ein ebenso hohes. Dieser Waldstandorttyp wurde ebenfalls dem Sonderwaldreservat zugeordnet.

Der dritte Waldtyp mit grossem Potenzial für die Artenvielfalt und deshalb ebenfalls im Fokus des Naturschutz stehend, ist der Eichenwald (Nr. 40T, 40*). Er dominiert auf trockenen und

teilweise sehr flachgründigen und felsigen Standorten, wo die Baumhöhen und die Bestandesdichte naturgemäss gering sind, was eine üppige und artenreiche Kraut- und Strauchschicht ermöglicht. Künstliche Auflichtungen sind nicht gerechtfertigt, weshalb dieser Waldstandorttypen dem Naturwaldreservat zugeteilt wurde.

Als letzter Standorttyp mit einem bedeutenden Flächenanteil ist der Seggen-Buchenwald (Standorttypen Nr. 15, 15H) zu nennen. Er wächst hauptsächlich in den höher gelegenen, steilen und sehr trockenen Partien des Seerenwaldes. Sein Förderungspotenzial ist vergleichsweise beschränkt. Die Seggen-Buchenwaldstandorte sind deshalb ebenfalls im Naturwaldreservat untergebracht, umso mehr, als sie meistens sehr schlecht zugänglich sind.

Die Zuordnung zum Sonder- oder zum Naturwaldreservat erfolgte allein auf Grund der Waldstandorttypen. Deshalb sind diese beiden Reservatstypen miteinander verzahnt, was sich positiv auf die Strukturvielfalt und damit auch auf die Biodiversität auswirkt.

Bei Projektbeginn wurde zusätzlich zur vegetationskundlichen Waldstandortkarte auch eine digitale Bestandeskarte erstellt. Rund 70% der Waldfläche sind darin als schwaches und mittleres Baumholz kartiert mit Stammdurchmessern auf Brusthöhe zwischen 30 und 50 cm. Auf Bestandesebene besteht eine beträchtliche Durchmesserstreuung.

4.3 Frühere Bewirtschaftung des Seerenwaldes

Für das Verständnis des Seerenwaldes ist die Bewirtschaftungsgeschichte aufschlussreich. Der Seerenwald wurde bis anfangs der Vierzigerjahre des 20. Jahrhunderts hauptsächlich als Nieder- und Mittelwald zum Zweck der Brennholzgewinnung bewirtschaftet. Gemäss früheren Betriebsplänen fanden flächige Holzschläge statt. Dies illustrieren auch der durchschnittliche Holzvorrat im Jahr 1887 von nur rund 60 m³ und 1950 von etwa 30 m³ pro Hektare sowie die hohe Stammzahl von über tausend Stück pro Hektare auf den Vegetationsaufnahmeflächen von TREPP (1947). So entstanden die mehr

oder weniger gleichaltrigen, meist dicht geschlossenen Bestände ohne Verjüngung, welche bis zu Beginn der Lichtungsschläge dieses Projektes Mitte der 1990-er Jahre das Waldbild prägten. Der Linde und dem Standorttyp des Lindenwaldes als solchem hat diese Bewirtschaftungsform offenbar nicht nachhaltig geschadet. Obwohl der Seerenwald schwer zugänglich ist, handelt es sich also überhaupt nicht um einen autochthonen Wald mit jahrhundertelanger Bestandeskontinuität oder gar einen Urwald. Künstliche Pflanzungen fanden mit vereinzelt Douglasien, Weymouthsföhren, Schwarzföhren und Lärchen statt, aber nur im Bereich des heutigen Wanderweges, was ökologisch bedeutungslos ist. Deshalb kann die Baumartenzusammensetzung als natürlich bezeichnet werden. Der Seerenwald hat den Stürmen der Jahre 1987, 1990 und 1999 gut standgehalten, da keine flächigen, sondern nur einzelstamm- bis truppweise Windwürfe erfolgten.

Ab Ende der 1940-er Jahre fand gut ein halbes Jahrhundert lang fast keine Holznutzung mehr statt bis zum Jahr 1996, als mit den versuchsweisen Waldauflichtungen begonnen wurde, welche im folgenden Kapitel behandelt werden.

5 Versuchsweise Holzschläge in den Jahren 1996 bis 2002

Die Holzschläge wurden innerhalb des 41 Hektaren grossen Sonderwaldreservates ausgeführt, welches zu 71% aus Lindenmischwäldern auf den Waldstandorttypen 25 und 25C sowie zu 29% aus dem Platterbesen-Buchenwald auf dem Waldstandorttyp 9 besteht. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf diesen Perimeter.

Die von TREPP (1947) untersuchten Flächen der Lindenwaldstandorte entsprechen gemäss vorhergehendem Kapitel einem bis kurz zuvor als Nieder- und Mittelwald bewirtschafteten Wald mit oft aus Stockausschlägen entstandenen, dünnen und wenig hohen Bäumen in der Stangenholzstufe. Deshalb gelangte auf diesen Aufnahmeflächen mehr Licht in den Wald, und es konnte eine grössere Vielfalt von Pflanzenarten festgestellt werden als im geschlossenen

Hochwald Mitte der 1990-er Jahre. Mittels versuchsweisen Holzschlägen sollte nun geprüft werden, wie mit vermehrter Lichtzufuhr die Artenzahl der Pflanzen, aber auch der Insekten, möglichst wirksam vergrössert werden kann. Das Europäische Naturschutzjahr 1995 ermöglichte es, die dafür notwendigen Finanzmittel zu beschaffen. In den Jahren 1996 bis 2002 konnten sechs versuchsweise Holzschläge ausgeführt und wissenschaftlich begleitet werden. Auf insgesamt 5.4 Hektaren wurden 1444 m³ Holz genutzt, was 360 m³ pro Hektare entspricht. Im Durchschnitt wurden 78% der Baumstämme gefällt bzw. 73% des stehenden Holzvolumens. Auf den beiden nachfolgend genauer beschriebenen Eingriffsflächen 1 und 2 wurde in den Jahren 1996 und 1997 die Basalfläche, d.h. die Summe der Querschnittsflächen der Baumstämme auf Brusthöhe, welche im geschlossenen Wald bei 46 bzw. 65 m² pro Hektare gelegen hatte, auf sehr tiefe Werte von 5 bzw. 16 m² pro Hektare vermindert. Alle in diesem Bericht betrachteten Lichtungsflächen variierten zwischen 52 und 146 Aren. Dass dieser Wald jahrzehntelang nicht mehr genutzt worden war und sich seit den Aufnahmen von TREPP (1947) stark verändert hatte, zeigte sich auch im nunmehr grossen Holzvorrat aller Schlagflächen dieses Berichtes von durchschnittlich 493 m³ pro Hektare, bei einer Spannweite von 384 bis 661 m³. Die Bäume standen mit 640 Stück pro Hektare sehr dicht beieinander, was sowohl den hohen Holzvorrat als auch die kümmerlich entwickelte Bodenvegetation erklärt. Bis zum Jahr 2001 wurde das gefällte Holz aus dem Bestand entfernt. Bei den später ausgeführten Holzschlägen wurde es liegen gelassen, wie auch beim Windwurf durch den Orkan «Lothar» im Jahr 1999. Hinter beiden Varianten – Holz entfernen bzw. liegen lassen – standen ökologische Überlegungen. Für das Liegenlassen sprachen schlussendlich wirtschaftliche und ökologische Gründe, nämlich einerseits der aufwändige und wenig umweltfreundliche Transport und andererseits die beabsichtigte Förderung des Totholzes. Die Form der Lichtungsflächen wurde mit der grössten Ausdehnung in West-Ost- und der kleinsten Ausdehnung in Nord-Süd-Richtung



Abbildung 3:
Frischer Holzschlag von 2012. Das gefällte Holz blieb liegen. Auf dieser Fläche wurden ein paar Bäume geringelt statt gefällt. Sie sterben mit der Zeit stehend ab.



Abbildung 4:
Holzschlagfläche von Abbildung 3 drei Vegetationsperioden später.

gewählt, weil diese Form das Licht am effizientesten ausnutzt und die Steinschlaggefahr minimiert. Das Verhältnis von Länge zu Breite lag zwischen 3:1 und 5:1.

Zwischen den Jahren 2003 und 2009 fanden absichtlich keine Holzschläge mehr statt, weil die Monitoringprojekte fortgeführt und vor der Ausführung weiterer Waldauflichtungen die Wirkung der Massnahmen auf die Entwicklung der Vegetation und der Insekten sowie auf die Lindenverjüngung analysiert werden sollten. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse bildeten schliesslich die Basis für das Waldreservatsprojekt.

Auf den versuchsweisen Holzschlagflächen wurden vor dem waldbaulichen Eingriff und mehrmals danach Vegetationsaufnahmen erhoben. Das ehemalige Bundesamt für Umwelt (BUWAL) hatte den damaligen Regionalförster Rolf Ehrbar mit dieser Aufgabe beauftragt, was dem Kanton als Eigenleistung angerechnet werden konnte. Dieses Monitoring zeigte, wie in Kapitel 7.1 dargestellt wird, dass die Auflichtungen die erwartete Wirkung erzielen können, indem die Artenzahl und der Deckungsgrad der Kraut- und Strauchvegetation signifikant zunehmen (Abbildungen 3 und 4). Die Verjüngung wurde ebenfalls erfolgreich eingeleitet. Eine sehr positive Entwicklung spielte sich auch bei den Tagfaltern und Heuschrecken ab (SCHIESS 2006), einerseits wegen des grossen und breiten Angebotes blühender Pflanzen und andererseits wegen der neu geschaffenen Strukturvielfalt. Als entscheidend für den Erfolg stellte sich beim Vergleich von Eingriffsflächen mit unterschiedlicher Grösse und Nutzungsintensität und bei der Beurteilung natürlich entstandener Öffnungen heraus, dass die Lichtungsflächen mindestens rund 60 Aren gross sein müssen und dass mindestens etwa 60% des Holzvolumens entfernt werden sollten. Werden diese Minimalwerte nicht eingehalten, bewirkt eine Bestandesauflichtung wenig in Bezug auf die Pflanzenvielfalt, und das Kronendach schliesst sich schon bald wieder. Wenn es nur um die Förderung der Lindenverjüngung ginge, so würden weniger starke Öffnungen und kleinere Holzschlagflächen genügen. Das gewählte wald-

bauliche Konzept hat sich auch auf die Holzkäfer positiv ausgewirkt, wie HUBER et al. (2018) zeigen konnten (siehe auch HUBER & WILD 2022, in diesem Band).

6 Weiterführung der Holzschläge bis 2015

Die positiven Ergebnisse der Monitoringprojekte (siehe Kapitel 7) waren der Grund, weshalb ab dem Jahr 2010 fast jedes Jahr ein Holzschlag zur Waldauflichtung ausgeführt wurde (Abbildungen 3 und 4). Die Flächengrösse und die Eingriffsintensität richteten sich nach den Erkenntnissen der vorangegangenen versuchsweisen Holzschläge. Mit diesem Konzept ist es möglich, auf den in Kapitel 4.2 aufgeführten Potenzialstandorten nachhaltig neue Lichtungsflächen zu schaffen. Zwischen dem ersten versuchsweisen Holzschlag im Jahr 1996 und dem letzten in diesem Bericht betrachteten aus dem Jahr 2015 wurden 11 Hektaren aufgelichtet und 3834 m³ Holz gefällt. Während dieser Zeitspanne von 15 Jahren lagen die durchschnittliche Grösse der Eingriffsflächen bei 73 Aren und die mittlere Nutzungsintensität bei 348 m³ bzw. 465 Stämmen pro Hektare. Der Anteil der genutzten Bäume belief sich auf durchschnittlich 79% der Stammzahl beziehungsweise 73% des Volumens. Die aus den versuchsweisen Holzschlägen hergeleiteten Vorgaben wurden also gut eingehalten.

Das Baumalter, welches mittels Jahrringzählungen an Baumstämmen und Zuwachsbohrungen abgeschätzt wurde, wird auf den untersuchten Holzschlagflächen zwischen maximal etwa 110 und 140 Jahre geschätzt. Als Überhälter, also Bäume, welche bei den Holzschlägen stehen bleiben, wurden ältere und möglichst stabile Exemplare ausgewählt, was sich bewährt hat. So fielte der Orkan Lothar im Jahr 1999 auf der 85 Aren grossen Lichtungsfläche 2 nur zwei der 129 Überhälter. Die Linden kippten bei diesem Sturmereignis grossmehrheitlich samt dem Wurzelstock, Stammbrüche waren sehr selten. Als Überhälter wurden bei den Holzschlägen speziell auch die Eichen geschont.

Die Auflichtungsflächen sind als Wanderbio-

tope konzipiert. Es werden also jedes Jahr neue Flächen geschaffen statt bereits vorhandene Lichtungsflächen dauernd offen zu halten. Die Entwicklung der Lichtungsflächen wird der Natur überlassen, mit Ausnahme von Pflegeeingriffen, falls solche nötig sind. Die Überhälter haben anfänglich die Funktion als Samenbäume und Schattenspenden, später als Habitatbäume, Dürrständer und zuletzt Produzenten von Liegendtotholz. Langfristig ergibt sich so ein Mosaik von jungen bis alten Baumbeständen, eine Gesamtfläche an Lichtungsflächen von permanent rund drei Hektaren in einem für die Artenvielfalt optimalen Zustand und ein Angebot von Liegendtotholz in allen Zersetzungsstadien. Die erzielte Strukturvielfalt ist als solche für die Biodiversität ebenfalls sehr vorteilhaft, insbesondere für die Insekten, wie die entsprechenden Untersuchungen zeigten.

7 Wirkung der Holzschläge auf die Vegetation und die Verjüngung

7.1 Wirkung auf die Vegetation

Die Entwicklung der Vegetation wurde auf fünf 250 m² bis 700 m² grossen Untersuchungsflächen verfolgt. Vier Vegetationsaufnahmeflächen waren künstlich durch Holzschläge erzeugt und eine vom Orkan «Lothar» im Jahr 1999 aufgeleuchtet worden. Die Vegetationsaufnahmen erfolgten jeweils ein Jahr vor dem Holzschlag, im selben Jahr wie der Holzschlag und bis zu fünfmal nach der Waldauflichtung. Die Vegetationsaufnahmeflächen wurden meistens mehrmals pro Jahr untersucht um ein möglichst vollständiges Artenspektrum erfassen zu können. Für die Analyse standen somit Aufnahmen aus maximal sieben Jahren zu Verfügung. Mit einer einzigen Aufnahme wurde auch der dem Naturwaldreservatteil zugehörnde Gamander-Trauben-eichenwald (*Teucrio-Quecetum typicum*, Nr. 40*) mitberücksichtigt. Bei den Vegetationsaufnahmen wurden die Pflanzenarten getrennt nach der Baum-, Strauch- und Krautschicht notiert. Separat wurde der Anwuchs von Baumsämlin-

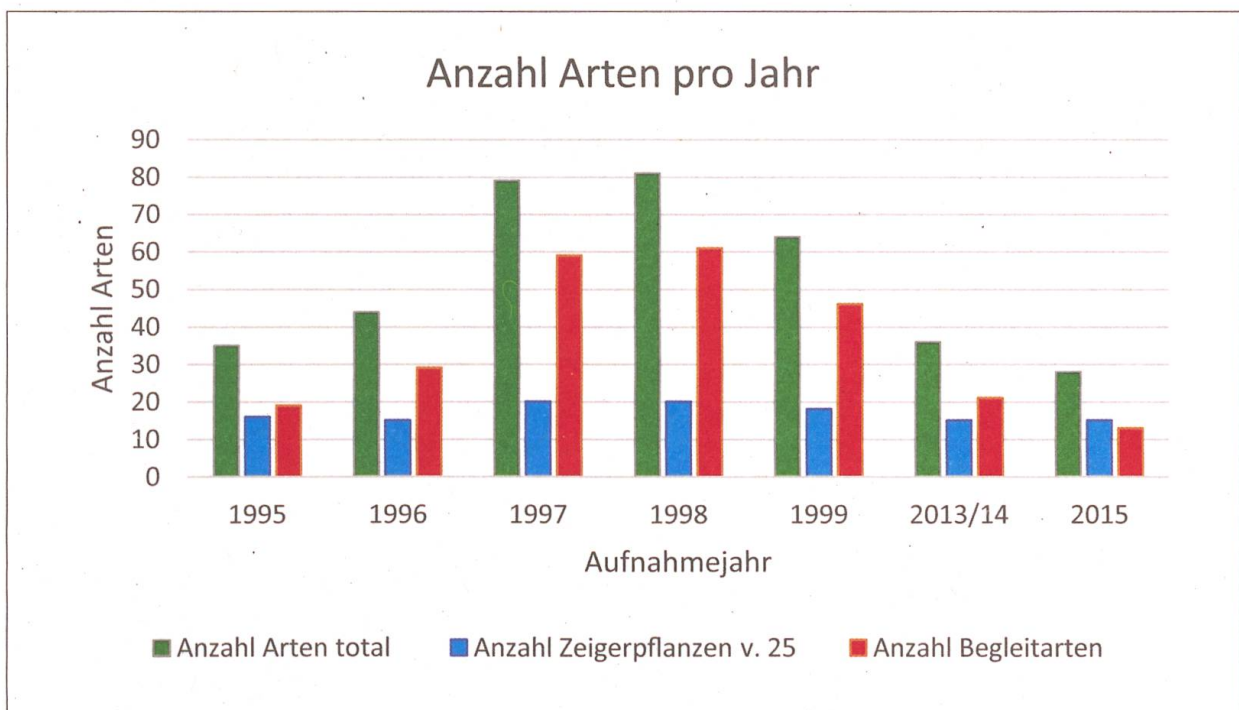


Abbildung 5:
Artenzahlen auf der Aufnahmefläche 1 in der Krautschicht pro Aufnahmejahr, unterteilt in Zeigerpflanzen des Waldstandorttyps Nr. 25 und Begleitarten. Keine Aufnahmen zwischen 1999 und 2013.
Aus HUBER & GUBELMANN (2019).

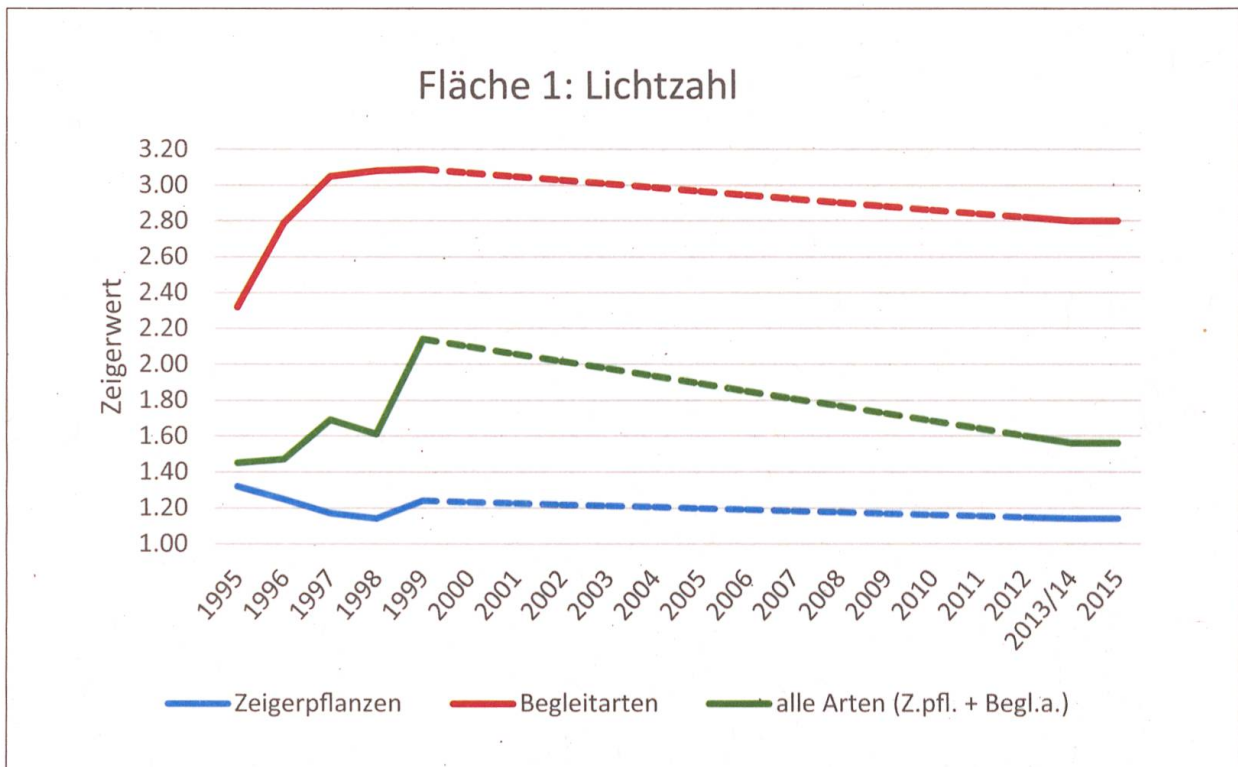


Abbildung 6:

Entwicklung der gewichteten Mittelwerte der Lichtzahl auf der Aufnahme­fläche 1. Legende: gestrichelte Linien = keine Erhebungen in diesen Jahren. Zeigerwerte: 1 = ausgesprochene Schattenzeiger, 2 = Schattenzeiger, 3 = Halbschattenzeiger, 4 = Lichtzeiger, 5 = ausgesprochene Lichtzeiger. Aus HUBER & GUBELMANN (2019).

gen erfasst. Für jede nachgewiesene Pflanzenart wurde bei den Fel­daufnahmen die Artmächtigkeit bestimmt, eine Kombination von Abundanz und Deckungsgrad, sowie die Soziabilität (siehe BRAUN-BLANQUET 1964). Bei der Auswertung wurden den erhobenen Arten die ökologischen Zeigerwerte der fünfstufigen Skala nach LANDOLT (1977) zugeordnet, und für die Grafiken wurden sie mit der Abundanz gewichtet. Die Vegetationstabellen sind in Zeigerarten (FREY 1992) und Begleitarten gegliedert und bei den Begleitarten weiter nach ökologischen Gruppen gemäss MOSER et al. (2002) unterteilt. Das Aufnahmekonzept, die Auswertemethodik und die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsflächen sind in HUBER & GUBELMANN (2019) beschrieben.

Auf den Vegetationsaufnahme­flächen wurden 18 verschiedene Baum- und 26 Strauchar-

ten erfasst. Diese Vielfalt an Baumarten dürfte aufschlussreiche Erkenntnisse im Hinblick auf den Klimawandel ermöglichen. Stellvertretend für alle Vegetationsaufnahmen werden nachfolgend diejenigen auf der ersten, im Jahr 1996 angelegten und somit ältesten Auflichtungsfläche beschrieben. Die Vegetationsaufnahme­fläche 1 befindet sich auf dem Waldstandorttyp des Typischen Turinermeister-Lindenwaldes (*Asperulo taurinae-Tilietum typicum*, Nr. 25). Sie wies einen Gesamtartenpool von 140 Arten auf, bestehend aus je 15 Baum- und Straucharten und 110 Krautpflanzen. Im Vergleich dazu umfasste der Gesamtartenpool der drei Vegetationsaufnahmen von TREPP (1947) im Seerenwald 88 Arten. Im Jahr 1995, einem Jahr vor dem Holzschlag und somit im noch geschlossenen Wald, wurden 62 Arten erfasst und drei Jahre später, 1998, bereits 106, die höchste jährliche Anzahl

auf dieser Fläche. Im Jahr 2000 waren es noch 87 Arten. Nach einem Unterbruch der Aufnahmen infolge Undurchdringbarkeit der Fläche konnte im Jahr 2015 erneut eine Aufnahme erhoben werden, in welcher die gleiche Artenzahl wie bei der ersten Aufnahme 1995 im noch geschlossenen Wald gefunden wurde (Abbildung 5). Die Auflichtung des Waldes vergrösserte somit die Artenvielfalt über einen gewissen Zeitraum signifikant um bis zu 70%. Dieser Effekt zeigte sich sowohl im Vergleich zum ehemals geschlossenen Wald auf der Fläche 1 als auch im Vergleich mit den drei Aufnahmen von Walter Trepp auf diesem Waldstandorttyp im Seerenwald.

Während der Untersuchungsperiode von 1995 bis 2015 konnten insgesamt 110 Krautpflanzenarten (unverholzte Arten der Krautschicht) erfasst werden, 24 Zeigerpflanzen des Typischen Turinermeister-Lindenwaldes und 86 Begleitarten. Arten, welche eine grosse Artmächtigkeit aufwiesen oder zumindest in grosser Anzahl vorkamen und den Aspekt prägten, fanden sich nur unter den Zeigerpflanzen. Es waren dies das Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis*), der Echte Waldmeister (*Galium odoratum*), die Berg-Goldnessel (*Lamium galeobdolon ssp. montanum*), das Wald-Veilchen (*Viola reichenbachiana*), die Wald-Zwenke (*Brachypodium sylvaticum*) und die Fingersegge (*Carex digitata*). Die Begleitarten kamen mit kleiner Artmächtigkeit vor. In jeder Vegetationsaufnahme vorhanden, also «konstant», waren 14 Arten, 10 Zeiger- und 4 Begleitarten. Von den 86 Begleitarten gehörten 41% in die ökologische Gruppe der Waldpflanzen und 19% in jene der Ruderalpflanzen. 17 Begleitarten bzw. 20% kamen nur in einer einzigen Saison vor. Das Muster der starken und raschen Zunahme der Artenvielfalt wiederholte sich auf allen ausreichend grossen und genügend stark aufgelichteten Untersuchungsflächen. Die Waldauflichtung ist in Bezug auf die Gefässpflanzen ungefähr ein halbes Dutzend Jahre lang voll wirksam. Die gewichteten ökologischen Zeigerwerte der Begleitarten änderten sich bei der Feuchte-, Reaktions- und Nährstoffzahl über die Beobachtungsperiode nur wenig. Sie zeigen mitt-



Abbildung 7:
Stockausschlag von Linde auf der ersten Lichtungsfläche 20 Jahre nach dem Holzschlag. Aus einem Stock entwickelten sich zahlreiche Ausschläge, sogenannte Loden. Die Struktur des Altbestandes zeigt, dass es in der Regel mindestens drei Loden bis in den Endbestand schaffen. Die rasch wachsenden Stockausschläge sind für den Erhalt der Linde auf den Verjüngungsflächen entscheidend.

lere Feuchtigkeitsverhältnisse, schwach sauren bis schwach basischen Boden und eine mittlere Nährstoffversorgung an. Die Lichtzahl hingegen reagierte bei den Begleitarten stark auf die Auflichtung (Abbildung 6) wegen der Zunahme der Artenzahl und des Deckungsgrades der Halbschatten- und Lichtzeiger. Die ökologischen Zeigerwerte belegen, dass der Standort



Abbildung 8:
Vegetation drei Jahre nach dem Holzschlag von 2012, zeitlich im Bereich des Artenmaximums.

durch die starke Auflichtung nicht degradiert wurde, dass aber der vermehrte Lichteinfall ökologisch wirksam war.

Die Frage, ob sich auf dieser Holzschlagfläche die Verjüngung erfolgreich etablieren konnte und ob wieder ein Lindenwald entsteht oder nicht, kann schon an dieser Stelle mit Ja beantwortet werden. Die neue Baumgeneration befand sich 20 Jahre nach dem Holzschlag, also im Jahr 2015, bereits in der Stangenholzstufe (Stammdurchmesser bis 20 cm), und das Kronendach war schon wieder zu 80% geschlossen. Die Linde konnte ihren Mischungsanteil dank der wuchskräftigen Stockausschläge stark steigern (Abbildung 7), so dass wieder ein typischer Lindenmischwald entstehen wird. Die eigentliche Verjüngungskontrolle wird in Kapitel 7.3 behandelt.

Als Fazit der Vegetationsuntersuchung auf der Fläche 1 kann festgehalten werden, dass die Waldauflichtung erfolgreich war und sich die

erwartete Wirkung in Bezug auf die Artenvielfalt einstellte. Dies gilt ebenso für alle anderen Untersuchungsflächen (Abbildung 8), falls sie ausreichend gross waren und genügend stark aufgelichtet wurden, was im Einzelnen in HUBER & GUBELMANN (2019) dargestellt wird. Die Artenzahl wurde vorübergehend bis mehr als verdoppelt. Die maximale Artenzahl stellte sich zwischen zwei und vier Jahren nach dem Holzschlag ein und nahm anschliessend wieder ab. Die Auflichtungen bewirkten während rund einem halben Dutzend Jahren eine signifikant höhere Artenvielfalt. Zu deren Erhalt sind deshalb regelmässig Lichtungsholzschläge in Form von Wanderbiotopen notwendig.

Aus forstlicher Sicht interessant ist auch das Verhalten der Brombeere. Auf vielen anderen Waldstandorten der Region in dieser Höhenlage hätten so starke Waldauflichtungen die Entwicklung eines verdämmenden Brombeerteppichs zur Folge gehabt. Das war auf keiner der

Vegetationsaufnahmeflächen der Fall. Zwar etablierte sich die Brombeere nach der Auflichtung auch hier, aber nur mit geringer Artmächtigkeit. Sie bildete weder für die anderen Krautpflanzen noch für die Verjüngung der Baumarten eine Konkurrenz. Am stärksten trat die Blaue Brombeere (*Rubus caesius*) auf der Vegetationsaufnahmefläche 2 in Erscheinung, wo sie im dritten Jahr nach dem Holzschlag kleine Kolonien bildete, welche aber die Entwicklung der anderen Arten nicht beeinträchtigten. Die Stockausschläge hatten zu diesem Zeitpunkt bereits über 2.5 Meter Höhe erreicht, und der Deckungsgrad der Strauchschicht war schon wieder auf 60% gestiegen. In der Folge gingen die Brombeeren stark zurück.

7.2 Wirkung auf die geschützten und gefährdeten Pflanzenarten

Insgesamt konnten auf den untersuchten Vegetationsaufnahmeflächen 18 in der Schweiz oder im Kanton St.Gallen bzw. in der Ostschweiz geschützte und/oder (potenziell) gefährdete Pflanzenarten nachgewiesen werden. Darunter befinden sich acht Orchideenarten, nämlich das Blasse Knabenkraut (*Orchis pallens*, siehe Abbildung 9), welches an der Alpennordflanke als gefährdet und im Ostschweizer Mittelland als stark gefährdet gilt, das Weisse Waldvögelein (*Cephalanthera damasonium*), das Langblättrige Waldvögelein (*Cephalanthera longifolia*), die Breitblättrige Ständelwurz (*Epipactis helleborine*), die Mücken-Handwurz (*Gymnadenia conopsea*), das Grosses Zweiblatt (*Listera ovata*), das Männliches Knabenkraut (*Orchis mascula*) und die Nestwurz (*Neottia nidus-avis*), sowie als Vertreter der Liliengewächse der Türkenbund (*Lilium martagon*). Ausserdem kommen drei Veilchenarten mit einem Schutz- oder Gefährdungsstatus vor, das Gemeine Alpenveilchen (*Cyclamen purpurascens*), das Wunder-Veilchen (*Viola mirabilis*) und das Pyrenäen-Veilchen (*Viola pyrenaica*), sowie weitere Arten wie die Hirschzunge (*Phyllitis scolopendrium*). Nur eine einzige Art, nämlich das Alpenveilchen (*Cyclamen purpurascens*), gehört zu den Zeigerarten



Abbildung 9:
Blasses Knabenkraut (*Orchis pallens*) in der vor 16 Jahren aufgelichteten Fläche 1. TREPP (1947) zählt diese Orchidee zu den lokalen Charakterarten im Typischen Turinermeister-Lindenwald (Nr. 25), zusammen mit dem namensgebenden Turiner Waldmeister (*Asperula taurina*), der Pimpernuss (*Staphylea pinnata*), der Schmerwurz (*Tamus communis*), dem Europäischen Waldveilchen (*Cyclamen purpurascens*), dem Wunder-Veilchen (*Viola mirabilis*) und dem Hügel-Veilchen (*Viola collina*).

der Lindenwälder, die übrigen zählen zu den Begleitarten.

Nicht alle geschützten Arten waren konstant vorhanden. Auf den Flächen 1 (Standorttyp 25, Auflichtung 1996) und 2 (Standorttyp 25C, Auflichtung 1997) beispielsweise konnten im vierten bzw. fünften Jahr nach dem Lichtungsschlag keine Orchideen mehr nachgewiesen werden und auch nicht das Europäische Alpenveilchen (*Cyclamen purpurascens*). Im letzten Aufnahmejahr 2014, also bei wieder hohem Deckungs-

rad der neuen Baumschicht, wurden das Blasse Knabenkraut (Abbildung 9) und das Alpenveilchen, zwei von Walter Trepp für diese Standorttypen als charakteristisch bezeichnete Arten, auf beiden Flächen wieder angetroffen. Zwei weitere von Walter Trepp für diese Standorttypen als charakteristisch eingestufte Arten, das Wunder-Veilchen (*Viola mirabilis*) und die Schmerwurz (*Tamus communis*, keine Rote Liste-Art) wurden hingegen auf beiden Flächen in allen Aufnahmejahren gefunden. Das Wunderveilchen kam mit kleiner Artmächtigkeit auf allen Vegetationsaufnahmeflächen der Lindenwaldstandorte vor.

7.3 Wirkung auf die Verjüngung

Es galt abzuklären, ob sich auf den Lichtungsflächen wieder ein Lindenmischwald entwickeln kann oder ob die neue Bestockung beispielsweise durch Eschen dominiert sein würde.

Noch im geschlossenen Wald, also vor der Auflichtung, sind in allen Vegetationsaufnah-



Abbildung 10:
Aus einem Samen entstandener Kernwuchs einer Linde auf der gleichen Fläche und zum gleichen Zeitpunkt wie bei Abbildung 8.

men in der Strauchschicht Lindenstockausschläge und in der Krautschicht entweder Lindenanzwuchs oder Lindensämlinge aufgeführt. Unter dem geschlossenen Kronendach waren also immer Linden-Verjüngungsansätze vorhanden, welche aber zu wenig Licht für das Wachstum in die Baumschicht erhielten und deshalb von der Auflichtung profitierten. Einzig in der Lichtungsfläche des Jahres 2001 gab es im Ausgangsbestand keine Linden-Stockausschläge.

Auf den Lichtungsflächen verjüngte sich die Linde hauptsächlich vegetativ aus Stockausschlägen (Abbildung 7). So sind vor 80 bis über 100 Jahren auch die heute vorhandenen Lindenbestände entstanden, was augenscheinlich ist und ebenfalls von Walter Trepp und in den früheren Betriebsplänen festgehalten wurde. Um ausreichend Lindenverjüngung zu erhalten, ist es deshalb wichtig, dass bei den Lichtungsschlägen auch Linden gefällt und somit austriebsfähige Stöcke bereitgestellt werden. Aus Samen, als so genannte Kernwüchse (Abbildung 10), verjüngte sich die Linde vor allem auf Rohboden und auf Mullboden mit Kalkskelett, was von Walter Trepp ebenfalls so geschildert wurde. Solche Ansamung stellte sich sofort nach der Auflichtung ein. Manchmal bildeten sich sogar Stammaustriebe bei stehen gelassenen Linden-Überhältern. Die Verjüngung bestand auf den Lichtungsflächen neben der Linde vor allem aus Spitzahorn, Bergulme, Esche und Traubeneiche. Das Schalenwild nutzte frische Austriebe der jungen Linden als Nahrung.

Auf den 1996 bzw. 1997 aufgelichteten Flächen 1 und 2 mit 90- bis 110-jährigen Bäumen wurde der Erfolg der Verjüngung in den Jahren 2004 und 2009 auf 6 bzw. 3 Aren quantitativ beurteilt. Bei sämtlichen jungen Bäumen wurden der Stammdurchmesser und die Höhe bestimmt. Nach 13 bzw. 12 Vegetationsperioden betrug die Oberhöhe im Jahr 2009 9.7 bzw. 7.7 Meter. Als Oberhöhe ist die Durchschnittshöhe der hundert dicksten Bäume auf einer Hektare Fläche definiert. In der Baumschicht befanden sich nur ein einziger bzw. zwei aus Samen entstandene Kernwüchse der Linde, neben 15 bzw. 18 Stockausschlägen dieser Baumart. Obwohl der Anwuchs der Linde aus Samen zahlreich war,

schaffte es also nur ein sehr kleiner Teil davon in die Baumschicht.

Die zeitliche Entwicklung der Lindenverjüngung wird am Beispiel der Fläche 2 dargestellt. Im ersten Jahr nach dem Holzschlag waren zahlreiche Sämlinge, also Kernwüchse, vorhanden. Sämtliche Stöcke der 15 gefällten Linden hatten Austriebe produziert. Im zweiten Jahr präsentierte sich die Situation gleich. Im dritten Jahr wurden 21 Kernwüchse gezählt, im vierten 40 und nach sieben Jahren nur noch elf. Nach 12 Jahren hatten es wie erwähnt zwei Linden-Kernwüchse in die Baumschicht geschafft, zusätzlich wurden 17 in der Krautschicht gezählt, und es gab auch zu diesem Zeitpunkt immer noch zahlreiche Sämlinge dieser Baumart. Bei der Vegetationsaufnahme im vierten Jahr ist vermerkt, dass die Linden-Kernwüchse in den Linden- und Eschenstockausschlägen und in den Sträuchern konkurrenzbedingt untergehen. Während die Kernwüchse zu diesem Zeitpunkt maximal kniehoch waren, hatten die Stockausschläge bereits 2.5 bis 3.0 Meter Höhe erreicht.

Den Linden-Kernwüchsen gelingt es also wegen ihres langsamen Wachstums nur selten, zusammen mit den rasch in die Höhe schießenden Stockausschlägen in die Baumschicht zu wachsen, sie können sich aber noch lange in der Unterschicht halten. Diese Konkurrenzsituation könnte mittels Pflegeeingriffen künstlich zugunsten der Kernwüchse verschoben werden. Eine weitere wichtige Erkenntnis ist, dass es ausreichend geeignete Kleinstandorte für die Ansamung der Linde gibt und sich die Linde deshalb zahlreich ansamen kann.

Als weitere Baumarten kamen in der Baumschicht auf diesen beiden Flächen Esche, Buche, Bergulme, Feldahorn, Nussbaum und Birke vor. Immerhin 23% (Fläche 1) bzw. 28% (Fläche 2) der Stammzahl in der Baumschicht bestanden 2009 aus Linden, wobei in diesen Zahlen nur eine einzige Lode pro Stock, nämlich die stärkste, berücksichtigt ist. Da meistens mehrere Loden miteinander aufwachsen, wird der Lindenanteil im künftigen Baumbestand noch deutlich zunehmen. Wichtig ist, dass die Linde im Hö-



Abbildung 11:
Dichter Jungwald auf der Lichtungsfläche 2 mit sieben Baumarten 16 Jahre nach dem Holzschlag.
Dieser Bestand ist rund 9 Meter hoch.

henwachstum mit den anderen Baumarten offensichtlich mithalten kann, was sie wie vorhergehend gezeigt hauptsächlich den Stockausschlägen verdankt. Für die Weiterentwicklung dieser Flächen ist die soziale Stellung der Baumarten entscheidend, und diesbezüglich schneidet die Linde mit einem Stammzahlanteil von 33% (Fläche 1) bzw. 41% (Fläche 2) in der Oberschicht gleich gut oder besser ab als ihre Konkurrenten. Die Stammzahldichte aller Baumarten war hoch. Auf der Fläche 2 betrug sie nach 12 Vegetationsperioden umgerechnet insgesamt 2280 Stück pro Hektare, wobei allein in der Oberschicht 844 Stück pro Hektare vorkamen, was einem durchschnittlichen Abstand von 3.5 Metern entspricht (Abbildung 11). Die Fläche 1 wies vergleichbare Ergebnisse auf. Als Fazit kann festgehalten werden, dass die Verjüngung auf diesen beiden Flächen, welche die zwei Standorttypen des Lindenwaldes repräsentieren, gut funktionierte. Der Mischungsanteil der Linde blieb erhalten und die Entwicklung zu einem Baumholzbestand ist gesichert.

7.4 Konkurrenzarten und Neophyten

Dass die Gemeine Waldrebe (*Clematis vitalba*) in ihrem Wachstum und ihrer Verbreitung von den Waldauflichtungen profitiert und dass diese Liane stellenweise zurückgeschnitten werden muss, wurde im Voraus erwartet. Dies ist mit ein Grund dafür, weshalb im Reservat Jungwaldpflegemassnahmen finanziell entschädigt werden.

Trotz der Abgeschiedenheit des Seerenwaldes wurden diverse Neophyten festgestellt, beispielsweise die Paulownie (*Paulownia tomentosa*), auf allen Lichtungsflächen der Sommerflieder (*Buddleja davidii*) und in einem Fall das Drüsige Springkraut (*Impatiens glandulifera*). Letzteres etablierte sich auf der Untersuchungsfläche 3 nach der Auflichtung im Jahr 1998 und dem Windwurf durch den Orkan «Lothar» im Folgejahr flächig und dominant. Deshalb mussten die Vegetationsaufnahmen abgebrochen werden, und die Waldverjüngung wurde als unwahrscheinlich beurteilt. Vermutlich erfolgte die Ausbreitung des Springkrautes aus einem nahe gelegenen Garten. Es wurden

keine Bekämpfungsmassnahmen eingeleitet. Im Jahr 2015 wurde diese Fläche neu beurteilt. Ohne jegliches menschliche Zutun war der Bewuchs durch das Drüsige Springkraut inzwischen praktisch vollständig verschwunden, und es hatte sich eine bereits rund fünf Meter hohe Verjüngung vor allem aus Winterlinden, aber auch einigen Eschen und einzelnen Spitzahornen und Bergulmen eingestellt. Nach 14 Jahren Unterbruch konnte 2015 deshalb noch einmal eine Vegetationsaufnahme ausgeführt werden. Dass sich die Verjüngung gegen das hoch- und dichtwüchsige Springkraut durchsetzen konnte, dürfte auch dem raschen Wachstum der Stockausschläge zu verdanken sein. Andere Neophyten gelangten auf keiner der Vegetationsaufnahme Flächen zur Dominanz und stellten auf keiner ein Problem dar.

8 Fazit und Diskussion

Der Vergleich der Vegetation, welche anfangs der 1990-er Jahre auf den Lindenmischwaldstandorten im geschlossenen Hochwald vorgefunden wurde, mit den Vegetationsaufnahmen, welche TREPP (1947) rund 50 Jahre zuvor erstellt hatte, begründete die Hypothese, dass Waldauflichtungen im Seerenwald eine Zunahme der Pflanzenvielfalt bewirken können. Diese Hypothese konnte durch die versuchsweisen Holzschläge bestätigt werden. Zwar ist die Artenzahl in der Strauch- und Krautschicht schon im geschlossenen Wald vergleichsweise hoch. Sie kann auf den aufgelichteten Flächen aber nochmals signifikant gesteigert werden, jedoch nur dann, wenn die Eingriffsflächen und die Intensität der Nutzung ausreichend gross sind. Zudem ist die Wirkung der Waldauflichtungen auf die Gefässpflanzen nur ungefähr ein halbes Dutzend Jahre voll wirksam. Trotz der relativ grossen Behandlungsflächen von durchschnittlich 70 Aren und der hohen Nutzungsintensität zwischen 60% und 80% des Holzvolumens, wiesen die ökologischen Zeigerwerte auf den Schlagflächen nicht auf Freilandverhältnisse hin. Einzig die Lichtzahl reagierte deutlich, was ja der Zielsetzung der Eingriffe entsprach.



Abbildung 12:
Zauneidechse auf einer drei Jahre zuvor aufgelichteten Fläche.

In der Verjüngung konnte sich die Linde erneut etablieren, zum weit überwiegenden Teil aus Stockausschlägen und in seltenen Fällen auch aus Kernwüchsen. Deshalb sind bei den Holzschlägen in ausreichender Zahl Linden zu finden. Linden-Kernwüchse benötigen relativ viel Licht und sind auf den Ausschluss zu starker Konkurrenz durch andere Baumarten und durch Sträucher angewiesen, um in die Oberschicht einzuwachsen zu können. Entscheidend ist schlussendlich, dass auf den Lichtungsflächen wieder ein Lindenmischwald aufwächst.

Ein wichtiges Argument, welches für die Auflichtungen spricht, ist neben der Artenvielfalt der Pflanzen und der erfolgreichen Lindenverjüngung die faunistische Artenvielfalt. Dank der Erhöhung des Blütenangebotes, der Strukturvielfalt und der Anreicherung von liegendem Totholz auf den Schlagflächen, konnten sowohl die Tagfalter und Heuschrecken (SCHIESS 2006) als auch die Holzkäfer (HUBER et al. 2018) in hohem Masse profitieren. Den Ansprüchen der Reptilien dürften die lichten Flächen ebenfalls entsprechen, wie das beispielsweise die Zauneidechse (Abbildung 12) und die Schlingnatter zeigen. Die Verzahnung der Na-

tur- mit den Sonderwaldreservatsflächen schafft vielfältige Waldstrukturen. Dank der räumlich und zeitlich verteilten Holzschläge entstehen Trittsteinbiotope quer durch den Seerenwald, welche der grösserräumigen ökologischen Vernetzung dienen können.

Mit dem gewählten Konzept der Waldbehandlung kann die Biodiversität im Seerenwald nachhaltig, umfassend und substantiell gefördert werden. Schon nach der ersten Umlaufzeit der Lichtungsschläge wird der Seerenwald reich strukturiert sein, was einen entscheidenden Unterschied zum Zustand bei Projektbeginn bedeutet und möglicherweise Konsequenzen für die weitere Waldbehandlung haben wird. Die Auswirkungen des Klimawandels dürften künftig ebenfalls eine Rolle spielen. Das hier vorgestellte Konzept ist nicht allgemein übertragbar auf die Lindenmischwälder am Walensee, beispielsweise auf Schutzwälder vor Naturgefahren. Wie erwähnt sind im Lindenwald auch Naturwaldreservate erwünscht und bereits realisiert. Die in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse dürften in Lindenmischwäldern mit anderen Zielen ebenfalls nützlich sein.

Verdankung

Wir danken Kantonsoberförster August Ammann vielmals für die Finanzierung dieses Berichtes mit Mitteln des Kantonsforstamtes St. Gallen.

Literaturverzeichnis

- BAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 3. Auflage, Springer-Verlag, Wien, 845 pp.
- BRANG, P. & STREIT, K. (2011): Früher geplündert, heute totholzreich: der Josenwald. – In: BRANG, P., HEIRI, C. & BUGMANN, H. (Red.): Waldreservate. 50 Jahre natürliche Waldentwicklung in der Schweiz, 118–129. – Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL Birmensdorf und Eidgenössische Technische Hochschule ETH Zürich (Hrsg.), Haupt Verlag, Bern, Stuttgart.
- BURGA, C. A. & PERRET, R. (1998): Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. – Ott Verlag, Thun, 805 pp.
- EHRBAR, R. (2010): Waldreservat Seerenwald – Grundlagenprojekt und Massnahmenplanung 2010–2015. Bericht Waldregion 4 See, Rieden, 23 pp.
- FREHNER, M. (2006): Die Waldstandorte. – In: EHRBAR, R. (Hrsg.): Veränderungen als Chance für den Wald: 58–75. – Festschrift zum Binding Waldpreis an die Ortsgemeinde Amden, Basel.
- FREY H.-U. (1992): Waldstandorte und Waldgesellschaften im St.Galler Berggebiet – Auswertung und Beschreibung. – Arbeitsgemeinschaft H.-U. Frey und M. Frehner, Kantonsforstamt St.Gallen (Hrsg.).
- FREY, H.-U. (1995): Waldgesellschaften und Waldstandorte im St.Galler Berggebiet. – Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, Heft 126a, Zürich, 280 pp. + Karten- und Tabellenband.
- HÜBER, B., WILD, R. & GUBELMANN, P. (2018): Vielfalt der Totholzkäferfauna im Waldreservat Seerenwald, Amden (SG). – Forschungsbericht ABENIS AG Chur, 56 pp. + Anhang.
- HÜBER, B. & GUBELMANN, P. (2019): Erfolgskontrolle waldbauliche Massnahmen Seerenwald. – Forschungsbericht ABENIS AG Chur, 163 pp.
- HÜBER, B. & WILD, R. (2022): Die Holzkäferfauna des Waldreservats Seerenwald – geprägt durch ein Nebeneinander von Nutzungsaufgabe und Lichtungsschlägen. – Berichte der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, Band 94: 157–167.
- KANTONSFORSTAMT ST.GALLEN (Hrsg.) 2016: Waldstandorte St.Gallen, 211 pp. <https://www.sg.ch/umwelt-natur/wald/-rund-um-den-st-galler-wald/waldfunktionen/waldbiodiversitaet/Waldstandorte.html>
- LANDOLT, E. (1977): Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. – Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Heft 64, Zürich, 208 pp.
- MOSER, D., GYGAX A., BÄUMLER B., WYLER N. & PALESE R. (2002): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. – Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern; Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora, Chambésy; Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Chambésy. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt, 118 pp.
- SCHIESS, H. (2006): Die Artenvielfalt der Lichtungsflächen im Seerenwald. – In: EHRBAR, R. (Hrsg.): Veränderungen als Chance für den Wald: 242–273. – Festschrift zum Binding Waldpreis an die Ortsgemeinde Amden, Basel.
- TREPP, W. (1947): Der Lindenmischwald (Tilieta – Asperuletum taurinae) des schweizerischen voralpinen Föhn- und Seenbezirkes, seine pflanzensoziologische und forstliche Bedeutung. – Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz, Heft 27. Pflanzeogeographische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, (Hrsg.), Bern, 128 pp.