

Rekonstruktion der historischen Verbreitung lichter Wälder und assoziierter Pflanzenarten

—

Eine Fallstudie im Bereich der Lägern, Kanton Zürich

Dr. Claude Steck und PD Dr. Matthias Bürgi

Forschungs-Gruppe Landnutzungsgeschichte
WSL Birmensdorf

In Zusammenarbeit mit:
Fachstelle Naturschutz, Kanton Zürich

Mai 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Aufgabenstellung	4
3	Untersuchungsgebiet und Methoden	5
3.1	Untersuchungsgebiet	5
3.2	Vegetations-Daten	6
3.3	Auswahl der Zielarten	6
3.4	Ermittlung der historischen Waldstruktur und Baumarten-Zusammensetzung	6
3.5	Luftbildanalyse	8
3.6	Analyse der räumlichen Verteilung der Zielarten	8
4	Ergebnisse	11
4.1	Historisch im Untersuchungsgebiet vorkommende Waldtypen	11
4.2	Historische Baumarten-Zusammensetzung in den öffentlichen Wäldern	12
4.3	Im Untersuchungsgebiet nachgewiesene Zielarten des „Aktionsplans Lichte Wälder“	13
4.4	Verteilung der Lichte-Wald Arten auf die Waldtypen	13
5	Analyse der Zielarten-Verbreitung	17
4.6	Waldtypen und Zielartenvorkommen in den Lichte-Wald Objekten des Untersuchungsgebietes	18
4.7	Ökologische Zeigerwerte der nachgewiesenen Zielarten	22
5	Diskussion	23
5.1	Früher im Untersuchungsgebiet vorkommende Wald-Typen	23
5.2	Zielarten-Vorkommen im Untersuchungsgebiet	23
5.3	Historische räumliche Verteilung der Zielarten	24
5.4	Hat sich die „Typisierung der historisch lichten Wälder im Kanton Zürich“ bewährt?	25
6	Ausblick: Zielarten-Förderung durch Schaffung lichter Waldbestände	30
6.1	Zielarten-Potenzial des Lichte-Wald Objekts „Alter Steinbruch / Pfifferrütiflue“	30
6.2	Zielarten-Potenzial an anderen Standorten im Untersuchungsgebiet	30
6.3	Allgemeine Kriterien für die Auswahl von Lichte-Wald Objekten	31
6.3.1	Standörtliche Voraussetzungen	31
6.3.2	Potenzielle Zielkonflikte bei Objekten auf „durchschnittlichen“ (relativ produktiven) Standorten	31
6.3.3	Baumartenzusammensetzung	32
7	Literatur	33

1 Zusammenfassung

Der Landschaftswandel in Mitteleuropa hat in den letzten beiden Jahrhunderten in vielen Waldbeständen zu einem Rückgang der Artenvielfalt geführt. Insbesondere die Vorkommen lichtliebender Pflanzen- und Tierarten sind zum Teil deutlich zurückgegangen.

Aus diesem Grund wird im Kanton Zürich ein „Aktionsplan Lichte Wälder“ umgesetzt, innerhalb dessen ausgewählte Waldbestände gezielt aufgelichtet werden. Damit sollen lichtliebende und seltene Pflanzen- und Tierarten gefördert werden.

Die frühere Verbreitung der Zielarten und der lichten Wälder sowie deren Bestandes-Struktur wurden bei der Auswahl von Auflichtungs-Objekten bislang kaum berücksichtigt. Mit der vorliegenden Studie sollte daher unter spezieller Berücksichtigung der historischen Situation geklärt werden, mit welchen (lichten) Waldtypen die Zielarten des Aktionsplans historisch gegebenenfalls assoziiert waren und wo lichte Waldbestände möglicherweise am zielführendsten zu entwickeln wären.

Zur Rekonstruktion der historischen Verbreitung lichter Wälder und der Zielarten des Aktionsplans wurden in der vorliegenden Fallstudie Waldwirtschaftspläne aus der Zeit zwischen 1870 und 1930 und eine im Jahr 1907 publizierte historische Vegetations-Aufnahme aus dem Bereich der Lägern im nordwestlichen Teil des Kantons Zürich ausgewertet. Eine zusätzliche Informationsquelle waren Luftbilder.

Die Untersuchung hat zum einen gezeigt, dass die in dem durch dieselben Autoren verfasste „Typisierung der historisch lichten Wälder im Kanton Zürich“ eine sinnvolle Stratifizierung ermöglicht. Zum anderen lassen sich aus den Ergebnissen konkrete Anhaltspunkte für die Förderung von Zielarten des „Aktionsplans Lichte Wälder“ im Untersuchungsgebiet und auch darüber hinaus ableiten. So weist das im Untersuchungsgebiet liegende Lichte-Wald Objekt „Alter Steinbruch / Pfifferrütiflue“ hinsichtlich der Anzahl Zielarten nur ein geringes weiteres Aufwertungs-Potenzial auf. Innerhalb des Untersuchungsgebietes könnten Zielarten jedoch ganz wesentlich mit der Etablierung weiterer Objekte auf anderen Boden-Standorten gefördert werden. Generell könnte innerhalb des „Aktionsplans Lichte Wälder“ eine Erweiterung der Kriterien für die Wahl von Standorten für Lichte-Wald Objekte zielführend sein. Insbesondere sollten die Standorte nicht auf Extremstandorte beschränkt bleiben sondern auch die regionale Vielfalt der Bodenverhältnisse repräsentieren. Im Untersuchungsgebiet kamen Zielarten des Aktionsplans auch in Beständen mit Rottannen im Oberholz vor. Daher könnte der Kriterien-Katalog zur Auswahl von Waldbeständen für die Etablierung von Lichte-Wald Objekten prinzipiell auch um geeignete Bestände mit Nadelholz-Anteilen erweitert werden.

2 Aufgabenstellung

In Mitteleuropa hat sich in den letzten beiden Jahrhunderten die Waldbewirtschaftung fundamental gewandelt (z.B. RADKAU & SCHÄFER 1987, BÜRGI 1998). In weiten Teilen Mitteleuropas ist eine Entwicklung von einer differenzierten agro-forestalen Mehrfachnutzung über eine Phase des Primats der Holzproduktion hin zur modernen Multifunktionalität zu verzeichnen (BÜRGI 1999). Damit einher ging eine Verlagerung des Störungs-Regimes von starken bis mittleren Störungs-Intensitäten in den ehemals vorherrschenden Nieder- und Mittelwäldern hin zu Hochwäldern mit vergleichsweise geringer Störungs-Intensität.

Dieser Wandel hatte unmittelbare Auswirkungen auf die Lebensräume von waldbewohnenden Tier- und Pflanzenarten (vgl. WOHLGEMUTH et al. 2002). Während in Nordeuropa vor allem totholzbewohnende Arten unter dem Bewirtschaftungswandel litten (JOSEFSSON et al. 2005), sind es in Mitteleuropa insbesondere lichtliebende Arten, wie einige Pflanzenarten (Literatur in WOHLGEMUTH et al. 2002), aber auch Tagfalter (SCHIESS & SCHIESS-BÜHLER 1998).

Auf Grund des Rückgangs von lichtliebenden und für den Lebensraum Wald typischen Tier- und Pflanzenarten hat der Kanton Zürich im Jahr 2005 einen „Aktionsplan Lichte Wälder“ genehmigt (ABEGG et al. 2004, vgl. a. BERTILLER & KEEL 2006). Ziel des Aktionsplans ist, 1'000 ha Lichte Wälder neu zu schaffen bzw. zu erhalten und dadurch gefährdete Tier- und Pflanzenarten zu fördern. Die Lichte-Wald Objekte werden hinsichtlich des Vorkommens von zuvor definierten Zielarten kontrolliert und auf dieser Basis bewertet.

Bei den Untersuchungen in den Lichte-Wald Objekten hat sich gezeigt, dass durch die getroffenen Massnahmen tatsächlich einige Arten gefördert werden können. Leider konnten jedoch für eine Reihe von Zielarten nur geringe oder keine Erfolge erzielt werden. Daher stellt sich die Frage, wie man die bisherige Flächenauswahl und die Pflege anpassen könnte, um die Lebensraumbedingungen für alle Zielarten zu steigern.

Ein Ansatz zur Beantwortung dieser Fragestellung ist der Blick in die Geschichte der Wälder und auch der Zielarten im Kanton. Diesen Ansatz verfolgen wir in der vorliegenden Fall-Studie, in welcher für ein ausgewähltes Test-Gebiet folgende Fragen im Fokus stehen:

- Welche Zielarten kamen früher im Untersuchungsgebiet vor?
- In welchen Waldtypen fanden sie geeignete Lebensräume?
- Wie verbreitet waren früher lichte Wälder?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen Wald-Struktur und Zielarten-Vorkommen?
- Welche weiteren Faktoren könnten für das Vorkommen der Zielarten relevant sein?

Zusammengefasst soll mit dieser Studie geklärt werden, welche Waldtypen gegebenenfalls in den Schwerpunkt der Umsetzung des Aktionsplans gerückt werden sollten, und wo lichte Waldbestände möglicherweise am sinnvollsten zu entwickeln sind.

Die vorliegende Fallstudie befasst sich mit der Geschichte lichter Wälder und den assoziierten Zielarten in einem Gebiet im Nordwesten des Kantons Zürich. Grundlage für die Untersuchung ist eine 1907 in Form einer Publikation sehr gut dokumentierte Vegetations-Studie von RIKLI im Bereich der Lägern. In diesem Gebiet befindet sich aktuell auch ein Lichte-Wald Objekt des Kantons, weshalb ein direkter räumlicher Bezug der Studie zum „Aktionsplan Lichte Wälder“ besteht.

3 Untersuchungsgebiet und Methoden

3.1 Untersuchungsgebiet

Beim Untersuchungsgebiet handelt es sich um einen Teilbereich des Gebietes, in welchem die Vegetations-Studie von RIKLI (1907) durchgeführt wurde. RIKLI untersuchte den gesamten Lägern-Südhang mit den vorgelagerten Molassehügeln sowie einzelne Waldbereiche im nördlichen Teil der Lägern und um Wettingen. Die Analysen der vorliegenden Untersuchung beschränken sich auf die von RIKLI aufgesuchten Wälder innerhalb des Kantons Zürich (Abbildung 1), um für die Auswertung der Daten zur Waldgeschichte eine einheitliche Daten-Grundlage zu gewährleisten. Die von RIKLI veröffentlichten Vegetations-Daten tangieren im Kanton Zürich Wälder von 5 Gemeinden: Otelfingen, Boppelsen, Buchs, Regensberg und Dielsdorf. Innerhalb des Untersuchungsgebietes befindet sich auch ein Lichte-Wald Objekt („Alter Steinbruch / Pfifferrütiflue“), in welchem bereits gezielte Pflege-Massnahmen zur Auflichtung des Bestandes durchgeführt wurden.

Die Gesamte Waldfläche des Untersuchungsgebietes umfasste zu Beginn des 20. Jahrhunderts etwa 1010 Hektar. Mit 615 Hektar nahm der öffentliche Wald (inkl. Korporationswald Dielsdorf-Haferholz) ca. 61% der Waldfläche ein. Die Privatwaldungen (knapp 400 ha) waren vor allem in Siedlungsnähe verbreitet (Abbildung 1).

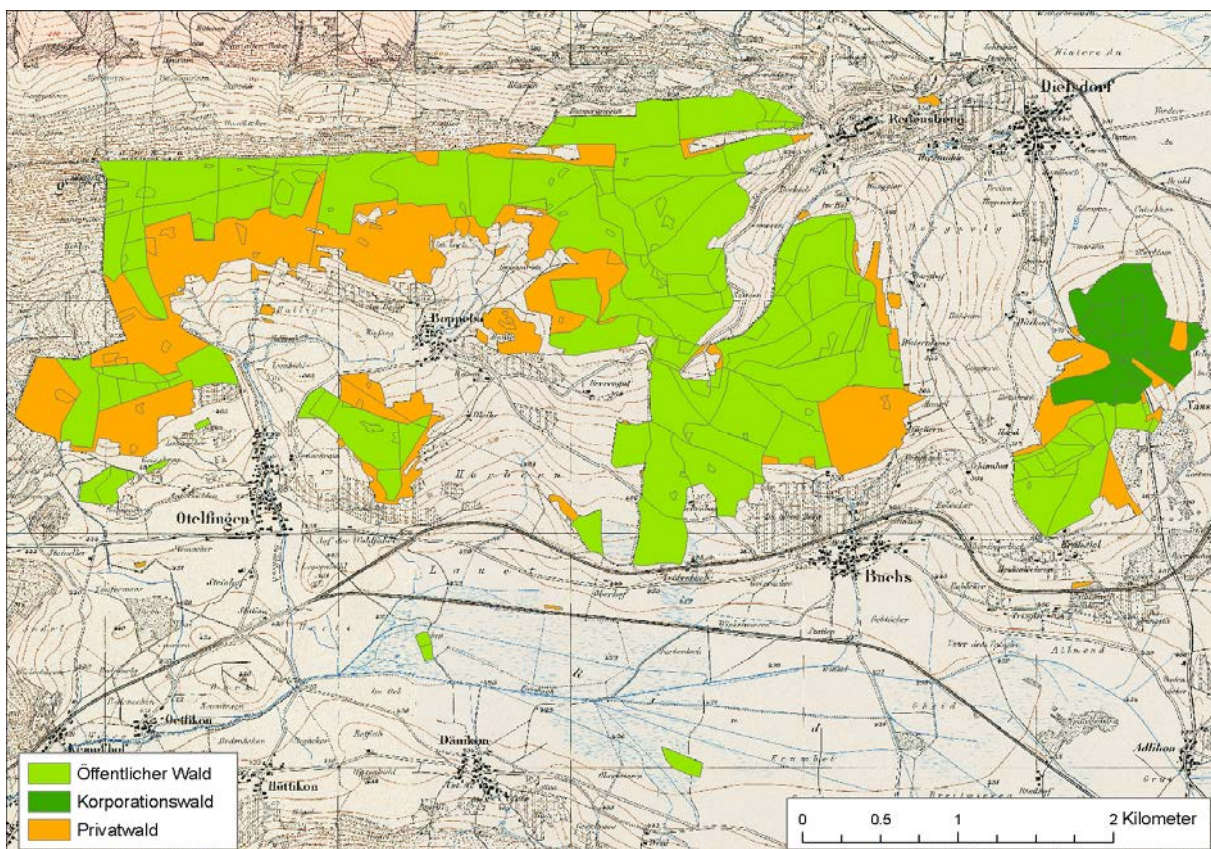


Abbildung 1: In die Untersuchung einbezogene Wälder.

3.2 Vegetations-Daten

Alle Daten zu den historisch im Untersuchungsgebiet vorkommenden Zielarten stammen aus der Publikation „Das Lägernggebiet“ von M. Rikli aus dem Jahr 1907. Die Publikation beinhaltet umfangreiche Gebietsbeschreibungen mit Angaben zu Vorkommen von Pflanzenarten sowie eine Karte, in der Fundpunkte ausgewählter Pflanzen-Arten eingezeichnet sind. Die Vegetations-Erhebungen wurden vermutlich in den Jahren zwischen 1900 und 1907 durchgeführt – der genaue Zeitraum, aus welchem die Daten stammen, ist uns jedoch nicht bekannt.

In unserer Untersuchung versuchten wir diejenigen Angaben von RIKLI (1907), die Zielarten des Aktionsplans „Lichte Wälder“ betreffen, möglichst genau zu lokalisieren. Die Verortung der Zielarten anhand der Beschreibungen im Text war nicht immer exakt möglich – in einigen Fällen bezogen sich die Angaben auf grössere Teilgebiete (z.B. *Digitalis grandiflora* – „Unterer Bergwald“). Einzelne, nur im Text erwähnte Vorkommen konnten jedoch mit grosser Gewissheit in der Karte genau verortet werden.

Alle von Rikli in der Karte festgehaltenen sowie die im Text mit hinreichender Genauigkeit beschriebenen Vorkommen wurden in einem GIS digitalisiert und damit für weitere Auswertungen aufbereitet.

Die Vegetations-Aufnahmen von RIKLI (1907) sind höchstwahrscheinlich nicht systematisch erhoben worden. Basierend auf seinen Ausführungen kann nicht eingeschätzt werden, ob er die Wälder des Untersuchungsgebietes relativ flächendeckend kartiert oder nur in ausgewählten Teilbereichen gezielt nach interessanten Pflanzenarten gesucht hat. Dies hat Konsequenzen für eine Analyse der räumlichen Verteilung der Zielarten (vgl. Kapitel 3.6 – „Analyse der räumlichen Verteilung der Zielarten“). Für eine Analyse der Verteilung der Fundpunkte auf die unterschiedlichen Wald-Typen stellt eine räumlich unsystematische Kartierung keine kritische Einschränkung dar; jedoch sind hier andere Voraussetzungen zu erfüllen (Kapitel 3.6).

Die für einen Vergleich herangezogenen Daten zu aktuellen Zielartenvorkommen in den Lichte-Wald Objekten „Hirzenrain“, „Alter Steinbruch / Pfifferrütflue“, „Hangrütli“, „Wackeren“, und „Mötschen“ wurden in den Jahren 2002, 2004 und 2007 von R. Bertiller, A. De Micheli, B. Leuthold, sowie U. Wiedmer erhoben.

Um die Standorts-Ansprüche der im Untersuchungsgebiet historisch wie aktuell vorkommenden Zielarten zu fassen, wurden die ökologischen Zeigerwerte von LANDOLT (1977) herangezogen.

3.3 Auswahl der Zielarten

Die Auswahl der Zielarten für den „Aktionsplan Lichte Wälder“ wurde durch die Fachstelle Naturschutz vorgenommen. Hierbei orientierte man sich am Naturschutz-Gesamtkonzept und berücksichtigte alle Arten der einbezogenen Artengruppen, für deren Erhalt der Kanton Zürich eine besondere Verantwortung trägt und die zugleich auch in lichten Wäldern vorkommen. In der vorliegenden Studie wurden nur Pflanzenarten berücksichtigt; zum Zielarten-Spektrum des Aktionsplans zählen zudem ausgewählte Vogel-, Reptilien-, Amphibien-, Schnecken-, Wildbienen-, und Schmetterlingsarten.

3.4 Ermittlung der historischen Waldstruktur und Baumarten-Zusammensetzung

Zur Rekonstruktion der historischen Wald-Typen des Untersuchungsgebietes bzw. der betreffenden Strukturen und Baumarten-Zusammensetzung wurden Waldwirtschaftspläne

analysiert. Diese Berichte umfassen sowohl die öffentlichen Wälder der untersuchten Gemeinden als auch die Korporationswaldung Dielsdorf-Haferholz.

Ausgewertet wurden die im Staatsarchiv des Kantons Zürich archivierten Waldwirtschaftspläne aus den Jahren 1872 bis 1926 (vgl. Tabelle 1). Weil sich die in diesen Berichten aufgeführten Parameter zwischen den Jahren und auch zwischen den Gemeinden unterscheiden, wurden nicht alle in Frage kommenden Parameter sondern der kleinste gemeinsame Nenner der Jahre 1913 bis 1926 ausgewertet: Holzvorrat (gesamt, Oberholz, Unterholz) und Anteil der Baumarten an der Masse.

Weil auch die im 19. Jahrhundert in den Waldwirtschaftsplänen festgehaltenen Daten keine konsistente Auswertung ermöglichten, konnten diese Daten nicht direkt mit den Daten aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts verglichen werden. Sie wurden daher ausschliesslich für den Vergleich der Flächenanteile der unterschiedlichen Waldtypen berücksichtigt; hier wurde in den Wirtschaftsplänen aus dem 19. Jahrhundert jedoch nur zwischen den Betriebsarten „Nieder- und Mittelwald“ und „Hochwald“ unterschieden.

Tabelle 1: Ausgewertete Waldwirtschaftspläne aus dem Untersuchungsgebiet.

Gemeinde	Jahr	Signatur Staatsarchiv
Boppelsen	1884	STAZH Z31 1350
	1926	STAZH Z31 1351
Buchs	1884	STAZH Z31 1358
	1926	STAZH Z31 1360
Dielsdorf	1871	STAZH Z31 1377
	1896	STAZH Z31 1378
	1925	STAZH Z31 1379
Dielsdorf Korporationswald	1884	STAZH Z31 1386
	1904	STAZH Z31 1387
	1925	STAZH Z31 1388
Otelfingen	1884	STAZH Z31 1454
	1913	STAZH Z31 1455
Regensberg	1872	STAZH Z31 1464
	1893	STAZH Z31 1465
	1926	STAZH Z31 1466

Anhand der Kenndaten und den Bestandesbeschreibungen in den Waldwirtschaftsplänen wurden die in (Unter-) Abteilungen eingeteilten Waldbestände unterschiedlichen Wald-Typen zugeordnet. Hierbei orientierten wir uns an der Typisierung lichter Wälder von BÜRG (2009). Wald-Typen, die dort nicht beschrieben sind, konnten basierend auf Bestandes-Alter und Bestandes-Beschreibung den Typen Jungwuchs/Kultur sowie Hochwald zugeordnet werden. Die Zuordnungen zu den Waldtypen wurden im Nachhinein unter Zuhilfenahme von Luftbildern aus den Jahren 1943/44 und 1952 (vgl. folgendes Kapitel) stichprobenartig validiert.

Die Bestandesbeschreibungen in den Waldwirtschaftsplänen beziehen sich auf Abteilungen und Unterabteilungen. Die ausgewerteten Wirtschaftspläne aus dem 20. Jahrhundert beinhalten Kartenausschnitte mit eingezeichneten Abteilungs-Grenzen. Diese wurden in einem GIS unter Verwendung der Siegfriedkarte aus dem Jahr 1900 als Grundlage digitalisiert. Unterabteilungen wurden sofern möglich anhand der Bestandesbeschreibungen, mit Hilfe von Luftbildern aus den Jahren 1943 und 1944 sowie anhand von einzelnen Plangrundlagen der Forstverwaltung unter Inkaufnahme von gewissen Präzisions-Defiziten abgegrenzt. In Fällen, in denen die Abgrenzung von Unterabteilungen nicht möglich war,

wurden die Kennwerte der Unterabteilungen für die gesamte Abteilung zusammengefasst. Die in der vorliegenden Untersuchung ermittelte Fläche der im GIS abgegrenzten öffentlichen Wälder (622 ha) stimmt relativ gut mit der in den Waldwirtschaftsplänen angegebenen Fläche (615 ha) überein, weshalb wir davon ausgehen, dass die GIS-gestützte Daten-Analyse keine allzu grossen Fehler birgt.

Als Privatwald wurden sämtliche Waldflächen auf dem Gebiet der untersuchten Gemeinden klassifiziert, die nicht in den genannten Waldwirtschaftsplänen beschrieben wurden. Für die Ermittlung des Flächenanteils des Privatwaldes wurde im GIS dessen Anteil an der gesamten Waldfläche und schliesslich basierend auf der in den Waldwirtschaftsplänen angegebenen Fläche der öffentlichen Wälder berechnet.

3.5 Luftbildanalyse

Mit dem Ziel der Identifikation der von BÜRGI (2009) beschriebenen Typen lichter Wälder „Blössen/Weiden“ und „Plünderwald“ wurden zusätzlich zu den Waldwirtschaftsplänen auch Luftbilder aus den Jahren 1943/44 und 1952 ausgewertet (Quelle: Swisstopo). Hierfür wurden diese in einem GIS grob georeferenziert (ohne die Bilder zu entzerren). Dies ermöglichte eine Lokalisierung der betreffenden Bestände.

Weil in den Privatwäldern zwar „Plünderwald“ identifiziert werden aber nicht konkret abgegrenzt werden konnte, und weil sich auch die Qualität der einzelnen Luftbilder innerhalb eines Jahrgangs zum Teil deutlich unterschied, wurde dieser Wald-Typ nicht systematisch erhoben.

Die „Blössen/Weiden“ konnten mit deutlich höherer Gewissheit identifiziert werden. Jedoch verbleibt dennoch eine relativ hohe Unsicherheit hinsichtlich der Abgrenzung und der Unterscheidung zu kleinen Schlagflächen mit temporärem lichten Charakter. Daher wurden die „Weiden/Blössen“ nicht in die Analysen zum Vorkommen der Zielarten einbezogen und es wurde auch kein betreffender Flächenanteil bei den vorkommenden Waldtypen berechnet.

Die Luftbilder dienten zusätzlich der Validierung der Typisierung der untersuchten Waldbestände und der (Unter-) Abteilungsgrenzen-Überprüfung (s.o.) durch die visuelle Prüfung hinsichtlich vorkommender Alterklassen, der Bestandesstrukturen und Baumarten.

3.6 Analyse der räumlichen Verteilung der Zielarten

Zur Analyse der Zielarten-Vorkommen wurde die Verteilung der Arten auf die Waldtypen den Flächenanteilen der Waldtypen gegenübergestellt. Gleichwohl nicht davon ausgegangen werden kann, dass Rikli das Untersuchungsgebiet systematisch bzw. flächendeckend kartiert hat, ist diese Auswertung vermutlich valide, da die Auswertung nur die tatsächlich dokumentierten Vorkommen berücksichtigt. Weil nicht davon ausgegangen werden kann, dass Rikli einige Arten nur auf den Molassehügeln oder in Hochwäldern und andere Arten in anderen Beständen notiert hat, kann ein systematischer Fehler in dieser Auswertung mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

In einem weiteren Auswertungsschritt wurden die Vorkommen der Artengemeinschaft *Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis* hinsichtlich ihrer Beziehung zu unterschiedlichen Umwelt-Parametern analysiert. RIKLI (1907) führt auf, dass bei den genannten Ginsterarten *Festuca heterophylla* „kaum je fehlend“ sein; daher wurden alle von Rikli in der Karte verorteten Ginster-Vorkommen zugleich auch als Vorkommen von *Festuca heterophylla* gewertet. Diese Artengruppe wurde aus drei Gründen gewählt: einzig für diese Artengruppe stand eine hinreichend grosse Stichprobe (= Anzahl Fundpunkte) zur Verfügung (n=148), *Festuca heterophylla* ist eine der Arten, die von den bisherigen Massnahmen des Aktionsplans bislang am wenigsten profitieren, diese Artengruppe repräsentiert die

acidophilsten Arten des im Untersuchungsgebiet historisch vorkommenden Zielarten-Spektrums und bildet somit auch hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche eine Einheit.

Die Vorkommen dieser Artengruppe wurde auf unterschiedlichen inhaltlichen und in der Folge auch auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen analysiert. Zum einen wurden die Vorkommen hinsichtlich charakteristischer Bestandes-Parameter untersucht. Weil die betreffenden Daten zu den Waldbeständen (Holzvorrat, Artenzusammensetzung; vgl. Tabelle 2) nur für den öffentlichen Wald bekannt sind, beschränkte sich die Analyse räumlich auf diese Waldbereiche. Im öffentlichen Wald befanden sich historisch 103 Vorkommen dieser Artengruppe.

Zum anderen wurde getestet, ob abiotische Umwelt-Parameter (Hangneigung, Distanz zum Waldrand, Distanz zu Rebbergen, Bodeneigenschaften; vgl. Tabelle 2) einen Einfluss auf die räumliche Verteilung der Vorkommen von *F. heterophylla* und den Ginsterarten haben. Bei diesem Ansatz konnten auch die Meldungen aus Privatwaldbeständen und somit alle 148 Vorkommen in die Analyse miteinbezogen werden.

Tabelle 2: Variablen, die in den beiden Tests zur räumlichen Verteilung der Zielartengruppe (*Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis*) verwendet wurden. (WP = Waldwirtschaftspläne)

Modell	Variable	Mass-Einheit	Kurz-Bezeichnung	Quelle
Waldstruktur	Holzvorrat pro ha	Kubikmeter	Vorrat	WP
	Anteil der Rottanne an der gesamten Holzmasse	Prozent	Rottanne	WP
	Anteil von Föhre und Lärche an der gesamten Holzmasse	Prozent	FöhreLärche	WP
	Anteil der Eiche an der gesamten Holzmasse	Prozent	Eiche	WP
	Summe der Anteile von Eichen, Föhren und Lärchen an der gesamten Holzmasse	Prozent	EicheFöhreLärche	WP
„Abiotisch“				
	Hangneigung	Grad	Slope	DHM25
	Distanz zum Waldrand	Meter	Dist_fo	Sigfriedkarte 1900
	Distanz zu Rebbergen	Meter	Dist_re	Sigfriedkarte 1900
	Bodentyp	-	Bodentyp	Bodeneignungs-Karte
	Boden-Gründigkeit	-	Grundigkeit	Bodeneignungs-Karte

Auch wenn RIKLI (1907) vermutlich vorgefundene Arten nicht in Abhängigkeit vom Standort dokumentierte, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um unsystematische Stichproben aus dem Gesamtgebiet. Daher sind die Artvorkommen belastbar, über die tatsächlichen Absenzen in Flächen ohne dokumentierte Artvorkommen besteht jedoch Unsicherheit. Daher mussten für diese Analysen „Pseudo-Absenzen“ simuliert werden. Bei diesem Vorgehen handelt es sich um einen anerkannten Ansatz bei der Analyse von „presence-only“ Daten (vgl. ENGLER et al. 2004).

Pseudo-Absenzen waren jeweils 300 zufällig gewählte Punkte innerhalb der relevanten Waldbereichen, die jedoch mindestens 100m von den dokumentierten Vorkommen entfernt lagen (um auch Präzisions-Defizite bei RIKLI und bei der Digitalisierung der Daten zu berücksichtigen). Weil die meisten Arten-Umweltbeziehungen nicht linear sind (GASTON & WILLIAMS 1996), wählten wir ein nicht-parametrisches Modell. Wir wendeten ein generalized additive model (GAM; HASTIE & TIBSHIRANI 1986) mit einer binomialen Verteilung in R (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2005) an. Den „smoother degree of freedom“ legten wir auf 4 fest. Um das Modell zu optimieren, starteten wir mit einem vollen Modell. Dann wurden schrittweise die am wenigsten signifikanten Variablen aus dem Modell entfernt. Wir benützten das Akaike Information Criterion (AIC), um die Signifikanz des Eliminierens von Variablen zu ermitteln.

4 Ergebnisse

4.1 Historisch im Untersuchungsgebiet vorkommende Waldtypen

Für die öffentlichen Wälder (inkl. Korporationswaldung (Dielsdorf Haferholz)) liegen Waldwirtschaftspläne (WP) mit Bestandesbeschreibungen und Angaben zu Holzvorräten und Baumartenzusammensetzung vor. Anhand dieser Datengrundlage konnten für das Untersuchungsgebiet in Anlehnung an Bürgi (2009) sieben Wald-Typen unterschieden werden (Tabelle 3). Innerhalb dieser Waldtypen konnten anhand der Luftbilder weiterhin „Weiden und Blössen“ (innerhalb aller Waldtypen) sowie „Plünderwald“ sensu BÜRGi (2009) identifiziert werden; jedoch konnten diese Waldtypen nicht wie die anderen Typen quantifiziert werden.

Von den quantifizierten Waldtypen nahmen innerhalb der öffentlichen Wälder die Mittelwälder den grössten Flächenanteil ein (Tabelle 3). Niederwälder waren nur an den oberen Hangbereichen der Lägern vertreten (Abbildung 3). Auch die Hochwälder nahmen relativ geringe Flächenanteile ein.

Ende des 19. Jahrhunderts nahmen die als „Hochwald“ bewirtschafteten Waldbestände mit ca. 33% einen grösseren Flächenanteil ein als nach der Jahrhundertwende. Die restliche Fläche (ca. 67%) der öffentlichen Waldungen wurden als Nieder- und Mittelwald bewirtschaftet.

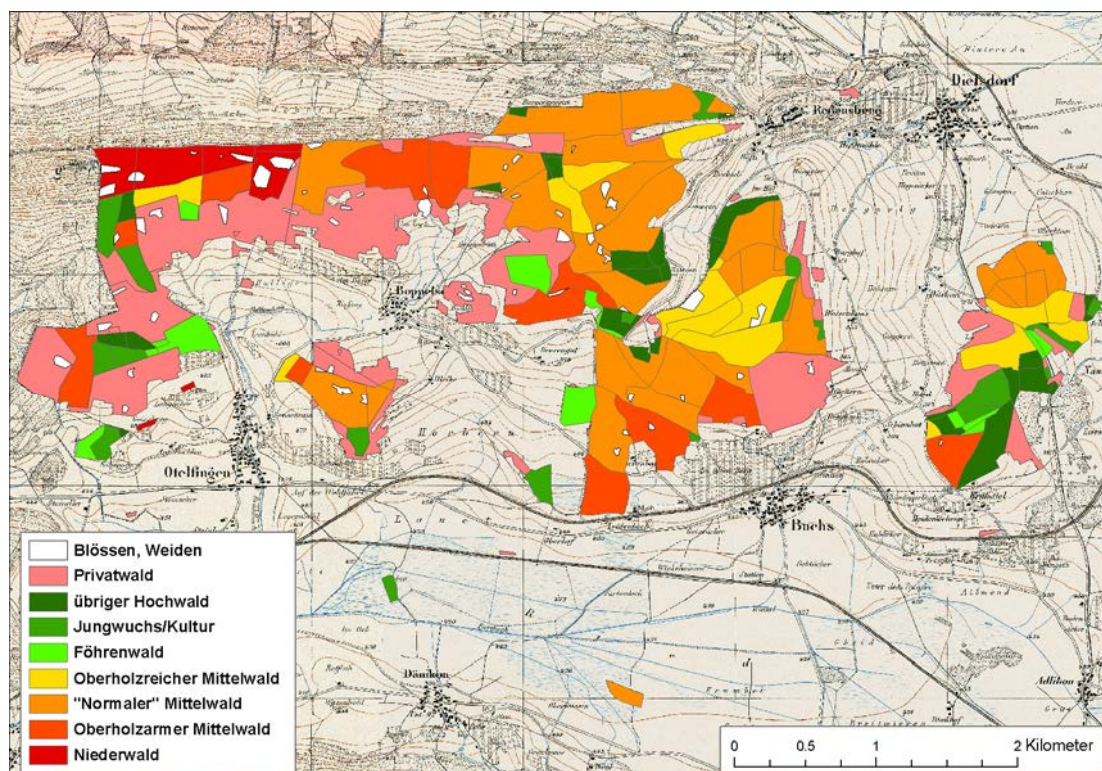


Abbildung 3: Räumliche Verteilung der unterschiedenen Waldtypen. Innerhalb der öffentlichen Wälder befanden sich Niederwälder am Lägern-Grat, während auf der restlichen Fläche den drei Mittelwald-Typen zuordenbare Bestände vorherrschten.

Tabelle 3: Flächenanteile und Holzvorrat der sieben quantifizierten Waldtypen in den öffentlichen Waldungen des Untersuchungsgebietes im beginnenden 20. Jahrhundert (Daten aus WP 1913, 1925 und 1926; Typisierung sensu BÜRGI 2009).

	Flächenanteil	Mittlerer Holzvorrat pro ha	
		Oberholz	Total
Niederwald	6%	-	50 m ³
Oberholzarmer Mittelwald	17%	69 m ³	115 m ³
„Normaler“ Mittelwald	43%	151 m ³	201 m ³
Oberholzreicher Mittelwald	13%	219 m ³	248 m ³
Föhrenwald	5%	332 m ³	342 m ³
Übriger Hochwald	9%	-	467 m ³
Jungwuchs/Kultur	7%	-	160 m ³

4.2 Historische Baumarten-Zusammensetzung in den öffentlichen Wäldern

Anfangs des 20. Jahrhunderts hatte die Rottanne den grössten Anteil an der in den öffentlichen Waldungen vorhandenen Holzmasse (Tabelle 4). Dies gilt auch für die Teilmenge der Mittelwälder, in denen die Rottanne mit 57% der Holzmasse die „dominante“ Baumart ist, während die Eiche mit 15% einen geringeren Anteil stellt. Weiterhin sind Föhre, Lärche, Weisstanne, Buche und sonstige Laubhölzer vertreten.

Tabelle 4: Mittlere Anteile (in %) der in den Waldwirtschaftsplänen dokumentierten Baumarten am Holz-Vorrat (Mittelwälder: nur Oberholz-Vorrat).

	Rottanne	Weisstanne	Föhre & Lärche	Eiche	Buche	Übriges Laubholz
gesamte Waldfläche	56	4	21	10	4	5
Mittelwälder	57	4	13	15	4	7

4.3 Im Untersuchungsgebiet nachgewiesene Zielarten des „Aktionsplans Lichte Wälder“

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts dokumentierte RIKLI (1907) für das Untersuchungsgebiet 37 Pflanzenarten, die heute zu den Zielarten des Projektes „Aktionsplan Lichte Wälder“ des Kantons Zürich zählen. Von diesen 37 Arten konnten 21 Arten punktgenau in der Karte verortet werden. Weitere 3 Arten (*Campanula cervicaria*, *Crepis praemosa*, *Hypericum pulchrum*) sind anhand der Vorkommens-Beschreibung in Rikli (1907) eindeutig als im Untersuchungsgebiet vorkommend zu bezeichnen (Vorkommen im „Bergwald längs dem Baderweg“ und an der „Südseite der Greppe“). Die Vorkommen der verbleibenden 13 Arten konnten nicht eindeutig dem Untersuchungsgebiet zugewiesen werden – diese kamen hier zu Beginn des 20. Jahrhunderts jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit vor (vgl. Tabelle 5).

4.4 Verteilung der Lichte-Wald Arten auf die Waldtypen

Die durch RIKLI (1907) zu Beginn des 20. Jahrhunderts im Untersuchungsgebiet dokumentierten Zielarten verteilen sich auf alle identifizierten Wald-Typen (Abbildung 4). Die meisten Fundpunkte liegen im Privatwald und in Mittelwäldern (Tabelle 6). Mit jeweils acht Zielarten sind die Wald-Typen Privatwald und Niederwald die artenreichsten, wobei die Artendichte (Artenzahl pro Hektar) im Niederwald mit Abstand am höchsten ist.

Im Vergleich mit den Flächenanteilen der einzelnen Wald-Typen sind die jeweiligen Anteile an Zielarten-Fundpunkten in den Waldtypen unterschiedlich akzentuiert. Die Zielarten-Gemeinschaft *Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis* war im beginnenden 20. Jahrhundert überproportional in den Mittelwäldern vertreten (Abbildung 5). Die Fundpunkte der restlichen Zielarten konzentrieren sich hingegen auf den Niederwald.

Tabelle 5: Zu zahlreichen Zielarten sind bei Rikli 1907 Punkt-Vorkommen in der Karte verzeichnet oder mit einer eindeutig im Untersuchungsgebiet zu lokalisierenden Orts-Angabe versehen (Orts-Angabe fett gedruckt). Anhand der Ortsangaben in RIKLI (1907) kann einigen weiteren Zielarten eine hohe historische Vorkommenswahrscheinlichkeit zugesprochen werden (Orts-Angaben kursiv).

Zielarten	Historisch (Rikli 1907)	
	Orts-Angaben im Text	Punktangaben in Karte
<i>Aconitum altissimum</i>		X
<i>Adenostyles alliariae</i>	<i>Unterer Bergwald</i>	
<i>Alnus viridis</i>		X
<i>Anthericum ramosum</i>	<i>Felsfluren</i>	
<i>Anthericus liliago</i>	<i>Felsfluren</i>	
<i>Asplenium fontanum</i>		X
<i>Ballota nigra</i>		X
<i>Bupleurum longifolium</i>		X
<i>Campanula cervicaria</i>	Bergwald <i>längs</i> <i>dem</i> Baderweg	
<i>Campanula persicifolia</i>		X
<i>Carduus defloratus</i>	<i>Felsfluren</i>	
<i>Carduus personata</i>		
<i>Crepis praemosa</i>	Südseite der Greppe	
<i>Cypripedium calceolus</i>		X
<i>Digitalis grandiflora</i>		X
<i>Digitalis lutea</i>		X
<i>Festuca duriuscula</i>		X
<i>Festuca heterophylla</i>		X
<i>Fragaria viridis</i>	<i>Oberer</i> <i>Bergwald,</i> <i>Buschwald, Grat</i>	
<i>Genista germanica</i>		X
<i>Genista sagittalis</i>		X
<i>Gentiana crucicata</i>		X
<i>Goodyera repens</i>		X
<i>Hypericum pulchrum</i>	Bergwald <i>längs</i> <i>dem</i> Baderweg	
<i>Lactuca perennis</i>	<i>Felsfluren</i>	
<i>Lathyrus heterophyllus</i>		X
<i>Lilium croceum</i>		X
<i>Melica ciliata</i>	<i>Felsfluren</i>	
<i>Orchis purpurea</i>		X
<i>Pulsatilla vulgaris</i>		X
<i>Rosa glauca</i>	<i>Oberer</i> <i>Bergwald,</i> <i>Buschwald, Grat</i>	
<i>Rosa pimpinellifolia</i>	<i>Oberer</i> <i>Bergwald,</i> <i>Buschwald, Grat, Felsfluren</i>	
<i>Seseli libanotis</i>	<i>Oberer</i> <i>Bergwald,</i> <i>Buschwald, Grat, Felsfluren</i>	
<i>Sorbus torminalis</i>	<i>Molassehügel</i>	
<i>Teucrium montanum</i>	<i>Felsfluren</i>	
<i>Thalictrum minus</i>		X
<i>Thesium alpinum</i>	<i>Felsfluren</i>	-
<i>Thymus polytrichus</i>		X
<i>Trifolium alpestre</i>		
Anzahl	16	21

Tabelle 6: Zahlenmässige Verteilung der historischen Zielarten-Fundpunkte (hier nur Arten mit punktgenauer Lokalisierung basierend auf RIKLI 1907) auf die quantifizierten Wald-Typen des Untersuchungsgebietes..

	Privatwald	Jungwuchs/Kultur	Niederwald	Oberholzärmer Mittelwald	„normaler“ Mittelwald	Oberholzreicher Mittelwald	Föhrenwald	Hochwald
Fläche Wald-Typ (in ha)	386.6	43.3	38.3	102.9	266.5	81.0	30.2	52.8
Flächenanteil Wald-Typ (in %)	38.6	4.3	3.7	10.4	26.4	8.0	3.1	5.5
Anzahl Zielarten	8	1	8	4	5	2	2	1
Zielarten pro Hektar	0.02	0.02	0.21	0.04	0.02	0.03	0.07	0.02
Anzahl Fundpunkte von Zielarten	55	4	11	23	58	20	3	7
Zielarten-Fundpunkte pro Hektar	0.14	0.09	0.29	0.22	0.22	0.25	0.10	0.13
Fundpunkte pro Zielart:								
<i>Aconitum altissimum</i>				1				
<i>Alnus viridis</i>	2				4		1	
<i>Asplenium fontanum</i>			1					
<i>Ballota nigra</i>	1					1		
<i>Bupleurum longifolium</i>			4	1	1			
<i>Campanula persicifolia</i>			1					
<i>Cypripedium calceolus</i>					1			
<i>Digitalis grandiflora</i>				1				
<i>Digitalis lutea</i>			1					
<i>Festuca duriuscula</i>	2							
<i>Festuca heterophylla</i> , <i>Genista germanica</i> , <i>G. sagittalis</i>	44	4	1	20	51	19	2	7
<i>Gentiana crucicata</i>					1			
<i>Goodyera repens</i>	1							
<i>Lathyrus heterophyllus</i>			1					
<i>Lilium croceum</i>			1					
<i>Orchis purpurea</i>	2							
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	1							
<i>Thalictrum minus</i>			1					
<i>Thymus polytrichus</i>	2							

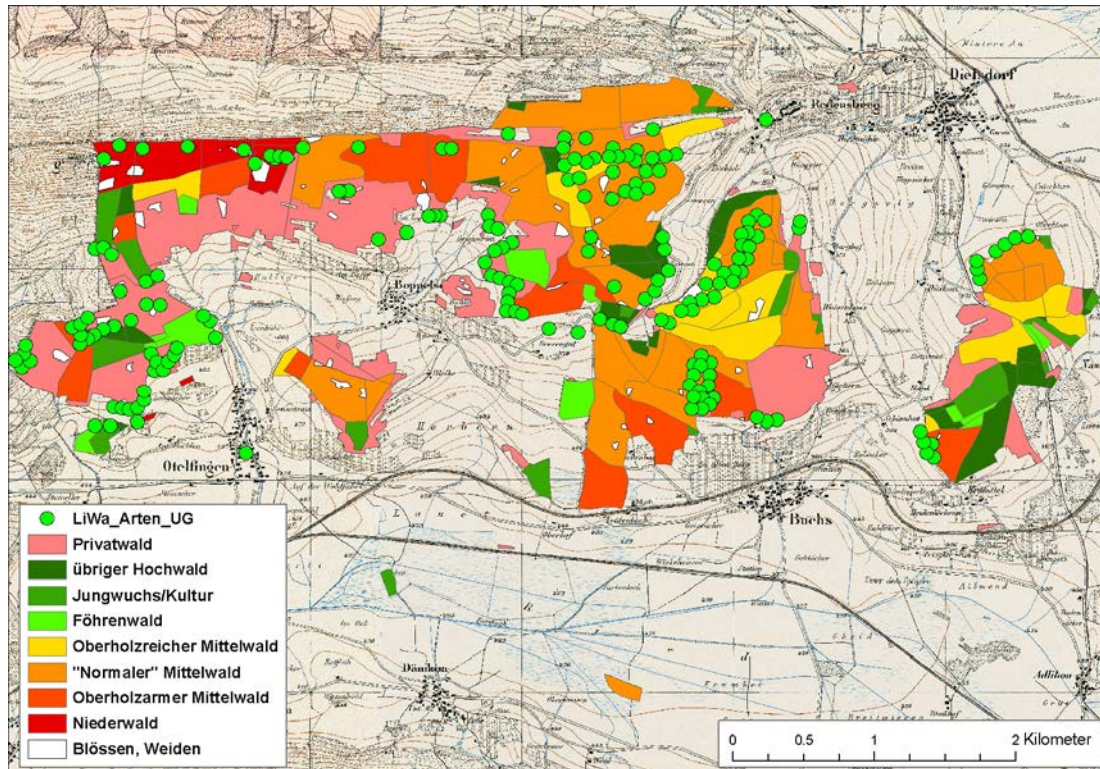


Abbildung 4: Räumliche Verteilung der durch RIKLI (1907) dokumentierten Zielarten-Vorkommen (Fundpunkte) über die im beginnenden 20. Jahrhundert vorhandenen Wald-Typen.

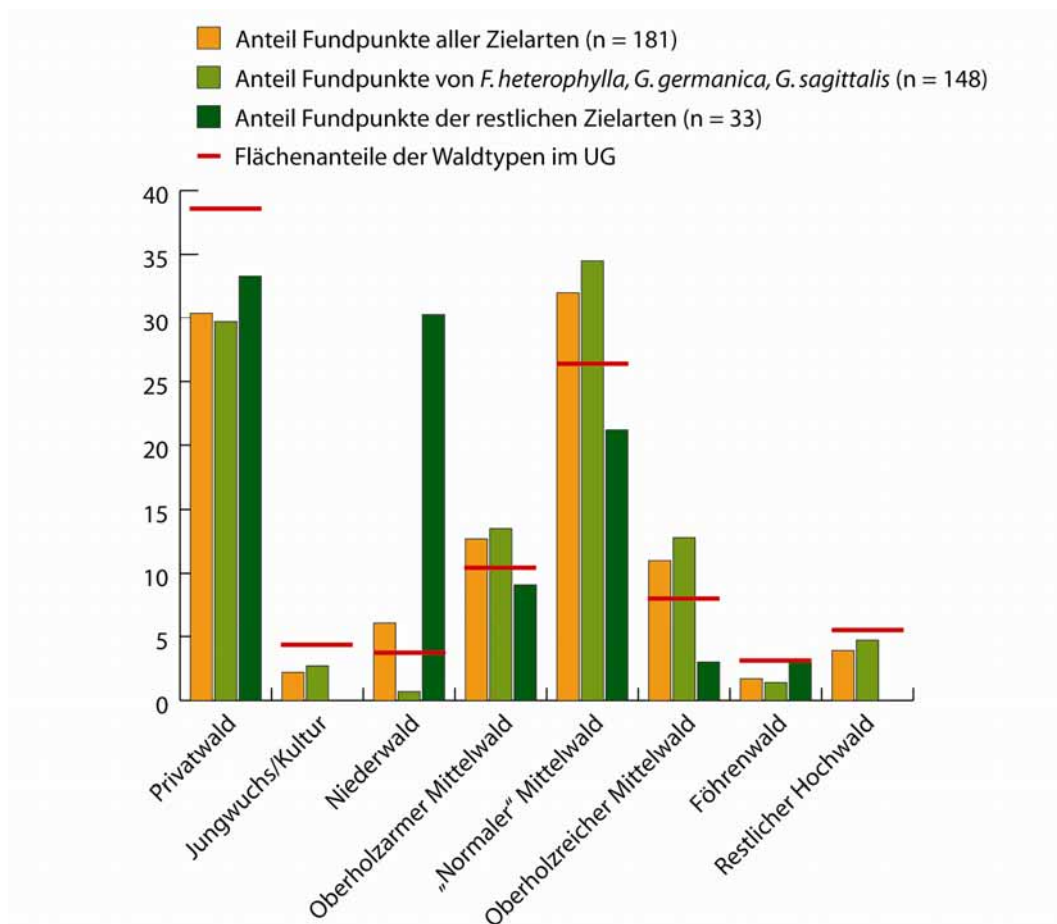


Abbildung 5: Anteile der historischen Zielarten-Fundpunkte in Relation zu den Flächenanteilen der quantifizierten Wald-Typen im Untersuchungsgebiet des beginnenden 20. Jahrhunderts.

5 Analyse der Zielarten-Verbreitung

Die räumliche Verteilung der Zielarten-Gemeinschaft *Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis* im beginnenden 20. Jahrhundert wurde hinsichtlich ihrer Beziehung zu unterschiedlichen Umwelt-Parametern analysiert. Dies erfolgte auf zwei räumlichen und inhaltlichen Ebenen.

Die von RIKLI (1907) in den öffentlichen Wäldern dokumentierten Fundpunkte wurden hinsichtlich charakteristischer Bestandes-Parameter analysiert. Hierbei stellten sich die Anteile von Rottanne und Eiche am Gesamt-Holzvolumen als die zentralen erklärenden Parameter für die räumliche Verteilung dieser Artengruppe heraus (Abbildung 6). Die beiden Parameter zeigen bezüglich des Vorkommens der Zielarten-Gemeinschaft ein Optimum bei Anteilen von ca. 40% resp. 20% (Abbildung 6). Der mittlere Holzvorrat pro Hektar sowie der Anteil an Föhren und Lärchen hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen dieser Zielarten-Gruppe.

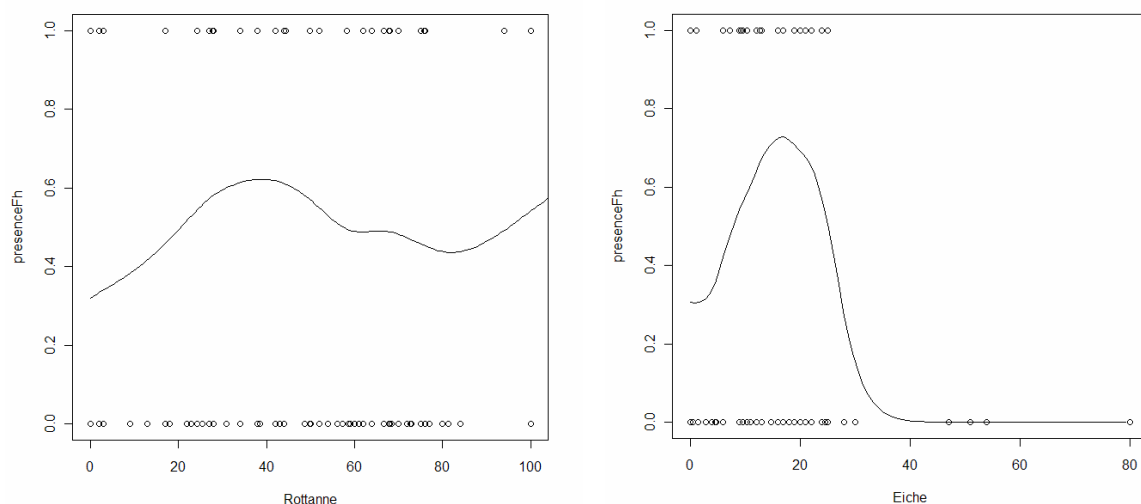


Abbildung 6: Zusammenhang zwischen dem Vorkommen der Zielarten-Gemeinschaft *Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis* im beginnenden 20. Jahrhundert („presenceFh“; Präsenz = 1, Pseudoabsenz = 0) und den beiden signifikanten Anteilen (in %) von Rottanne und Eiche am Gesamt-Holzvolumen. (Linie = „response-curve“)

Zum anderen wurde unter Berücksichtigung aller Waldflächen im Untersuchungsgebiet getestet, ob weitere Umwelt-Parameter (Hangneigung, Distanz zum Waldrand, Distanz zu Rebbergen, Bodeneigenschaften) einen Einfluss auf die räumliche Verteilung der Vorkommen der Zielarten-Gemeinschaft *Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis* zu Beginn des 20. Jahrhunderts haben. Von diesen Parametern sind Hangneigung („slope“) sowie Distanz zum Waldrand („dist-fo“) signifikante Einflussgrößen. Während eine Hangneigung von ca. 10 Grad für das Vorkommen der Zielarten-Gemeinschaft optimal ist, ergeben sich bezüglich der Distanz zum Waldrand zwei Optima (Waldrand-Nähe und in grösserer Distanz zum Waldrand; Abbildung 7). Distanz zu Rebbergen und Bodeneigenschaften liefern keinen signifikanten Beitrag zur Erklärung der räumlichen Verteilung der Zielarten-Gemeinschaft.

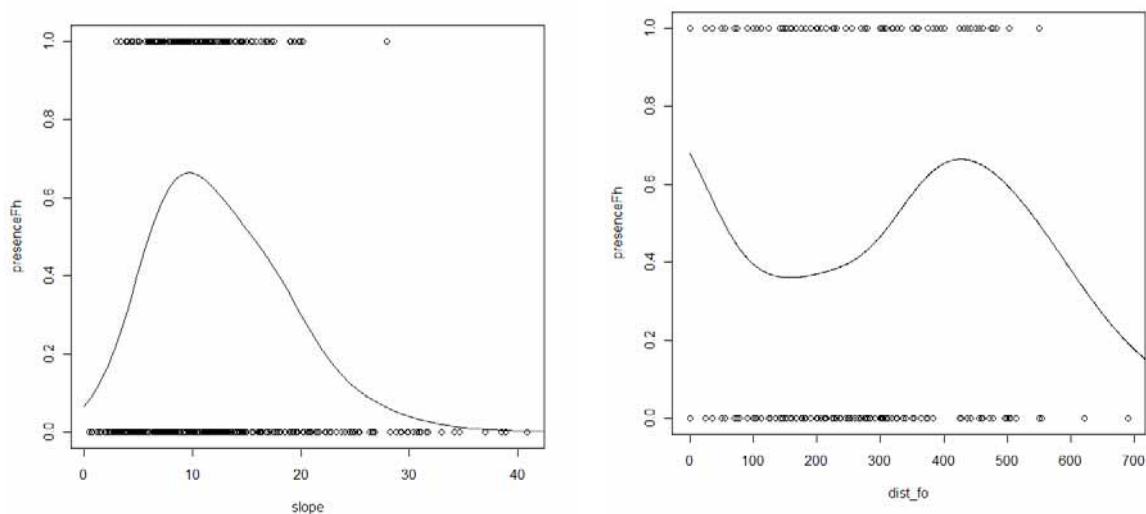


Abbildung 7: Zusammenhang zwischen dem Vorkommen der Zielarten-Gemeinschaft *Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis* im beginnenden 20. Jahrhundert („presenceFh“; Präsenz = 1, Pseudoabsenz = 0) und der beiden signifikanten Einflussgrößen Hangneigung („slope“) und Distanz zum Waldrand („dist-fo“). (Linie = „response-curve“)

4.6 Walddtypen und Zielartenvorkommen in den Lichte-Wald Objekten des Untersuchungsgebietes

Die Analyse der Wirtschaftspläne zeigt, dass es sich bei allen Beständen, die heute im Untersuchungsgebiet Lichte-Wald Objekte sind, historisch um Nieder- und Mittelwälder handelte (Abbildung 8). Die Objekte „Hirzenrain“ und „Alter Steinbruch / Pfifferrütiflue“ befinden sich am oberen Lägerhang und wurden früher als Niederwald bewirtschaftet. Das Objekt „Hangrütli“ kann für die Zeit anfangs des 20. Jahrhunderts dem Walddtyp „oberholzarmer Mittelwald“ (sensu BÜRGI 2008) zugeordnet werden. Bei den beiden Objekten Wackeren und Mötschen handelte es sich historisch um „normale Mittelwälder“.

Im Bereich der heutigen Lichte-Wald Objekte sind von RIKLI (1907) einige Vorkommen von Zielarten verzeichnet. Aktuelle Vegetationsaufnahmen ergaben in den Objekten z.T. deutlich höhere Artenzahlen und Artendichten (Tabelle 7).

Das Spektrum der historisch für das Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Zielarten des „Aktionsplans Lichte Wälder“ deckt sich in weiten Teilen mit den heute in den Lichte-Wald Objekten vorkommenden Zielarten (Tabelle 8). Aktuell kommen in den Objekten 24 Zielarten vor. Davon sind 6 Zielarten historisch nicht durch RIKLI (1907) für das Untersuchungsgebiet belegt. 17 der aktuell vorkommenden Zielarten sind durch RIKLI (1907) auch historisch für das Untersuchungsgebiet (i.w.S.) belegt. Für 20 in RIKLI (1907) aufgeführte Zielarten (inkl. der Arten, die nicht exakt lokalisiert werden konnten) existiert kein aktueller Nachweis in den Lichte-Wald Objekten des Untersuchungsgebietes.

In Abbildung 9 sind beispielhaft Ausschnitte aus Luftbildern zusammengestellt, die einen auf Grund der Bildqualität etwas eingeschränkten Blick auf die zeitliche Entwicklung der vorhandenen Gehölzstrukturen im Lichte-Wald Objekt „Alter Steinbruch / Pfifferrütiflue“ ermöglichen. Die Bilder stammen aus den Jahren 1943, 1952 und 2006.

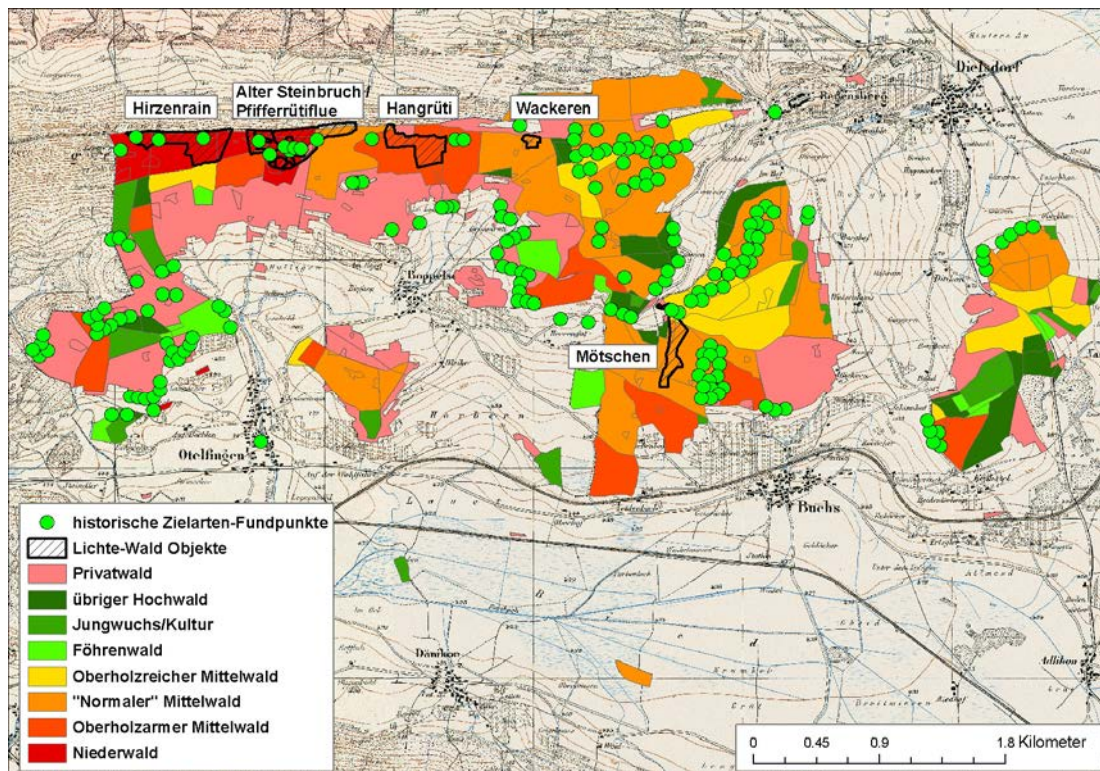


Abbildung 8: In RIKLI (1907) dokumentierte Zielartenvorkommen und aktuelle Lichte-Wald Objekte im Untersuchungsgebiet.

Tabelle 7: Artendichte (Artenzahl pro Hektar) und Artenzahlen pro Objekt (in Klammern) in den Lichte-Wald Objekten des Untersuchungsgebietes.

Lichte-Wald Objekt	Zielarten pro Hektar (Artenzahlen pro Objekt)	
	Historisch (RIKLI 1907)	Aktuell
Alter Steinbruch / Pfifferrütiflue 1 & 2 (ca.11,8 ha)	0.6 (7)	1.7 (20)
Hirzenrain (ca. 9,6 ha)	0.1 (1)	1.3 (12)
Hangrütli (ca. 6,5 ha)	- (-)	1.1 (7)
Wackeren (ca. 0,9 ha)	- (-)	5.6 (5)
Mötschen (ca. 4,7 ha)	0.6 (3)	0.9 (4)

Tabelle 8: Einige aktuell in den Lichte-Wald Objekten nachgewiesene Zielarten sind nicht durch RIKLI (1907) für das Untersuchungsgebiet dokumentiert (dunkelgrün hinterlegt). Zielarten, die sowohl historisch für das Untersuchungsgebiet als auch aktuell für die Lichte-Wald Objekte nachgewiesen sind, sind hellgrün hinterlegt. Weitere Zielarten sind durch RIKLI (1907) sicher für das Untersuchungsgebiet belegt (orange) oder kamen historisch mit hoher Wahrscheinlichkeit vor (gelb), sind aber aktuell nicht in den Lichte-Wald Objekten nachgewiesen.

Zielarten	Alter Steinbruch 1	Alter Steinbruch 2	Hangrüti	Wackeren	Hirzenrain	Mötschen
<i>Aconitum altissimum</i>	X	X	X	X	X	
<i>Adenostyles alliariae</i>						
<i>Alnus viridis</i>						
<i>Anthericum ramosum</i>	X	X		X	X	
<i>Anthericus liliago</i>						
<i>Asplenium fontanum</i>	X					
<i>Ballota nigra</i>						
<i>Bupleurum longifolium</i>		X	X		X	
<i>Campanula cervicaria</i>						
<i>Campanula persicifolia</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Carduus defloratus</i>	X	X			X	
<i>Carduus personata</i>	X					
<i>Crepis praemorsa</i>						
<i>Cypripedium calceolus</i>						
<i>Digitalis grandiflora</i>		X	X	X	X	
<i>Digitalis lutea</i>	X				X	
<i>Epipactis atrorubens</i>						X
<i>Festuca duriuscula</i>						
<i>Festuca heterophylla</i>						
<i>Fragaria viridis</i>						
<i>Genista germanica</i>						X
<i>Genista sagittalis</i>						
<i>Gentiana cruciata</i>						
<i>Goodyera repens</i>						
<i>Heraclerus sphondylium</i>		X				
<i>Hypericum pulchrum</i>						
<i>Lactuca perennis</i>	X					
<i>Lathyrus heterophyllus</i>	X					
<i>Leucanthemum adustum</i>		X			X	
<i>Lilium croceum</i>	X	X				
<i>Melica ciliata</i>	X					
<i>Orchis purpurea</i>						
<i>Pulsatilla vulgaris</i>						
<i>Quercus pubescens</i>			X			
<i>Rosa glauca</i>						
<i>Rosa pimpinellifolia</i>		X			X	
<i>Seseli libanotis</i>	X	X			X	
<i>Sorbus torminalis</i>			X	X	X	
<i>Teucrium montanum</i>	X					
<i>Thalictrum minus</i>	X		X		X	
<i>Thesium alpinum</i>						
<i>Thymus polytrichus</i>						
<i>Trifolium alpestre</i>	X					X
Anzahl	15	11	7	5	12	4

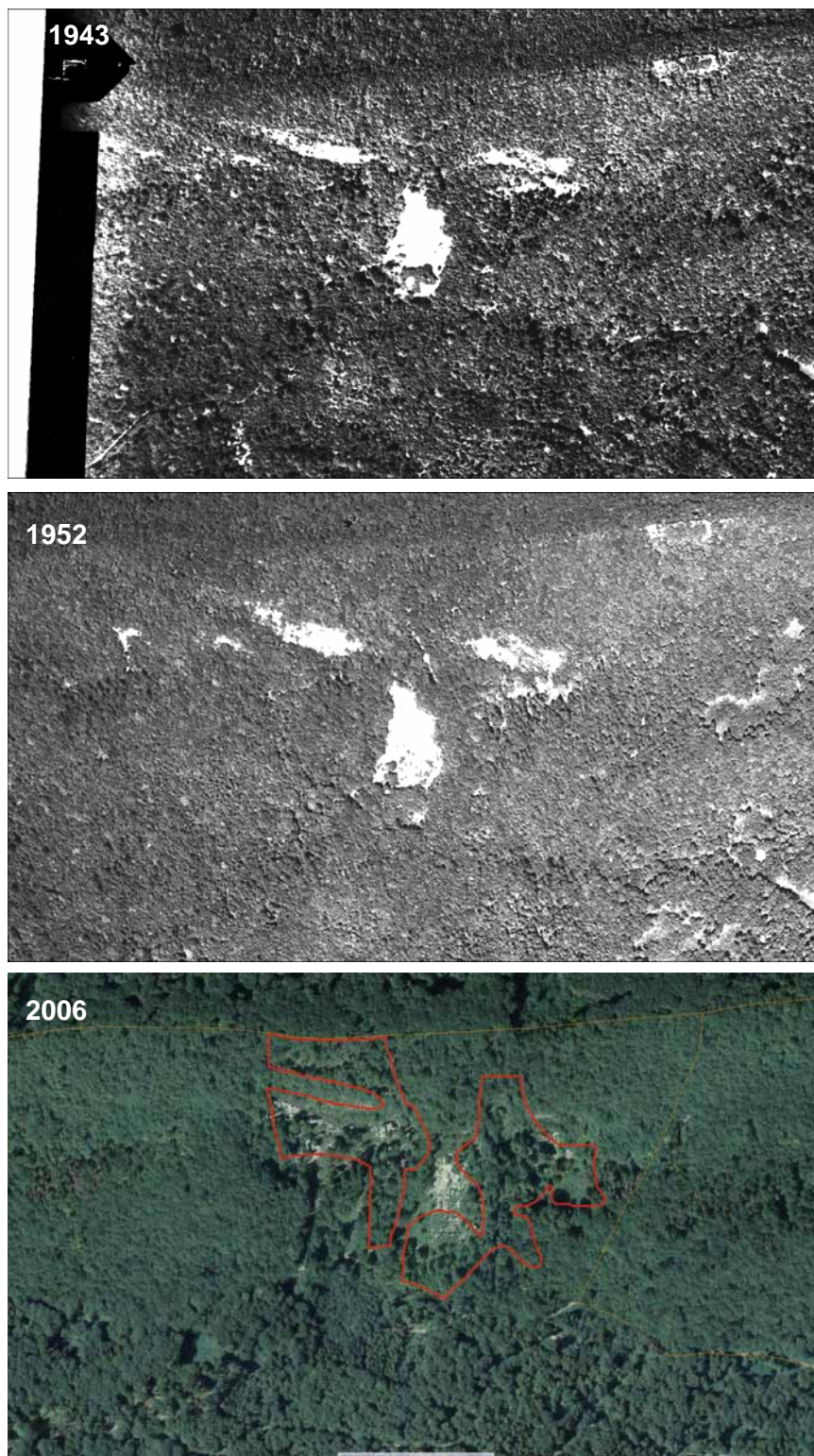


Abbildung 9: Das Lichte-Wald Objekt „Alter Steinbruch / Pfifferrütflue 1“ im zeitlichen Verlauf.

4.7 Ökologische Zeigerwerte der nachgewiesenen Zielarten

Um zu prüfen, ob die in RIKLI (1907) dokumentierten Zielarten hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche ein anderes Spektrum an Standortansprüchen repräsentieren als die aktuell in den Lichte-Wald Objekten des Untersuchungsgebietes nachgewiesenen Zielarten, wurden die ökologischen Zeigerwerte der einzelnen Zielarten (Quelle: LANDOLT 1977) gegeneinander aufgetragen.

Hinsichtlich der Lichtzahlen und der Feuchtezahlen sind die Werte der beiden „Artengruppen“ recht ähnlich (Abbildung 10). Die Nährstoffansprüche der Zielarten deuten darauf hin, dass sowohl nährstoffliebende Arten wie auch an extrem nährstoffarme Standorte angewiesene Zielarten heute in den Lichte-Wald Objekten des Untersuchungsgebietes im Vergleich zum gesamten Untersuchungsgebiet unterrepräsentiert sind. Heute kommen in den Objekten zudem vor allem Arten mit relativ hoher Reaktionszahl vor (Abbildung 10).

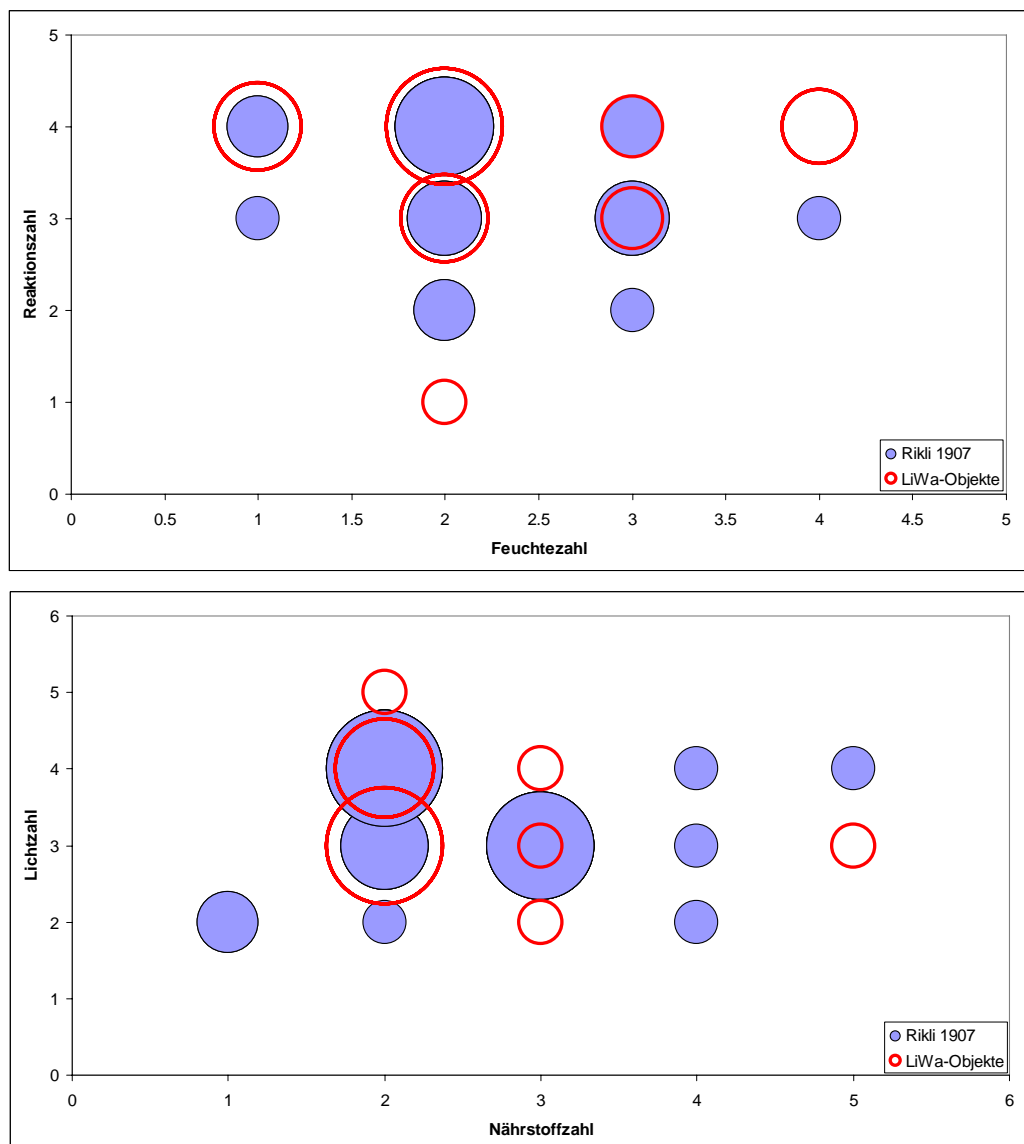


Abbildung 10: Ökologische Zeigerwerte der aktuell in den Lichte-Wald Objekten des Untersuchungsgebietes nachgewiesenen und der restlichen, von Rikli (1907) im gesamten Untersuchungsgebiet dokumentierten Zielarten. (Der Durchmesser der Signaturen repräsentiert die jeweilige Anzahl Zielarten)

5 Diskussion

5.1 Früher im Untersuchungsgebiet vorkommende Wald-Typen

Anhand der Auswertung der Waldwirtschaftspläne aus dem beginnenden 20. Jahrhundert konnten in den öffentlichen Wäldern des Untersuchungsgebietes neben Hochwäldern und Jungwuchs-Beständen bzw. Kulturen auch fünf Wald-Typen identifiziert werden, die nach BÜRG (2009) zu den lichten Wald-Typen zu zählen sind: Niederwald, Oberholzarmer Mittelwald, „Normaler“ Mittelwald, Oberholzreicher Mittelwald, und Föhrenwald. Diese lichten Bestände nahmen anfangs des 20. Jahrhunderts in den öffentlichen Wäldern zusammen ca. 80% der Fläche ein.

Erstaunlicherweise weisen die Daten aus den Wirtschaftsplänen des 19. Jahrhunderts auf eine damals höhere Bedeutung des Hochwaldes hin (im Vergleich mit dem beginnenden 20. Jahrhundert). Dieser Unterschied kann einerseits darauf zurückgeführt werden, dass nach 1884 noch als Hochwald bewirtschaftete Bestände in Mittelwald überführt wurden (vgl. z.B. WP Regensberg 1893). Es ist jedoch auch zu berücksichtigen, dass für das 19. Jahrhundert die Unterscheidung anhand der Betriebsart erfolgte, während die Typisierung für das beginnende 20. Jahrhundert basierend auf den Bestandesbeschreibungen erfolgte; ein direkter Vergleich der Flächenanteile ist damit nicht uneingeschränkt möglich. Basierend auf den Bestandesbeschreibungen in den WP aus dem 19. Jahrhundert ist prinzipiell von einer Überschätzung der damaligen Bedeutung des Hochwaldes auszugehen, da einige als „Hochwald“ bewirtschaftete Waldbestände tatsächlich immer noch die für Mittelwälder typische Bestandesstruktur aufwiesen.

In den ausgewerteten Waldwirtschaftsplänen des beginnenden 20. Jahrhunderts wird für die Nieder- und Mittelwälder eine Umtriebszeit der Hauschicht von 20 bis 30 Jahren angegeben. Vorausgesetzt, dass im Untersuchungsgebiet die Schlagflächen jedes Jahr gleich gross waren, kann bei einer Gesamtfläche der Nieder- und Mittelwälder von 486 Hektar von einer jedes Jahr neu geschlagenen Fläche von 16 bis 25 Hektar ausgegangen werden. Angenommen, dass die Schlagflächen auch in den bodennahen Bestandes-Schichten nach dem Schlag mindestens 4 Jahre lang einen lichten Charakter aufwiesen, ergibt sich daraus eine zeitlich (jedoch nicht räumlich) konstant vorhandene Fläche von mindestens 64 bis 100 Hektar lichter Bestände in den öffentlichen Wäldern. Hinzu kommen noch Flächen mit dauerhaft lichten Strukturen („Blössen, Weiden“) und die lichten Privatwald-Bestände, die jedoch nicht vergleichbar quantifiziert werden konnten.

Als gebiets-spezifische Besonderheit kann gelten, dass das Oberholz der Mittelwälder des Untersuchungsgebietes anfangs des 20. Jahrhunderts von der Rottanne dominiert wurde. Die Eiche spielte mit etwa 15% Anteil am Gesamtvorrat eine relativ geringe Rolle. Im Zürcher Weinland oder beispielsweise auch in der Oberrheinebene war die Eiche die dominierende Oberholz-Baumart der historischen Mittelwälder.

5.2 Zielarten-Vorkommen im Untersuchungsgebiet

Historisch zeichnete sich das Untersuchungsgebiet durch eine grosse Zahl vorkommender Zielarten des „Aktionsplans Lichte Wälder“ aus. Einige Arten (z.B. die beiden Ginster-Arten *Genista germanica* und *G. sagittalis*) dürften zu Beginn des 20. Jahrhunderts relativ häufig anzutreffen gewesen sein. Für einige andere Zielarten sind durch RIKLI (1907) nur einzelne konkrete Fundpunkte verzeichnet. Jedoch kann daraus nicht zwingend auf eine Seltenheit im Gebiet geschlossen werden, da nicht bekannt ist wie intensiv bzw. flächendeckend das Untersuchungsgebiet durch Rikli kartiert wurde. Eine fehlende Systematik in der Arten-Erhebung ist anzunehmen, weshalb auch die Ergebnisse zur räumlichen Verteilung der Zielarten vorsichtig zu interpretieren sind.

Aktuell kommen in den Lichte-Wald Objekten des „Aktionsplans Lichte Wälder“ des Kantons Zürich, welche sich innerhalb des Untersuchungsgebiets befinden, insgesamt 24 Zielarten vor. In den Lichte-Wald Objekten sind teilweise sehr hohe Artendichten zu verzeichnen. Die Wald-Auflichtungen, die allesamt auch historisch bereits „lichte Wälder“ (sensu BÜRGI 2009) waren, fanden folglich an zielführenden Standorten statt. Die aktuell höchsten Artendichten sind in Beständen zu verzeichnen, die historisch „Niederwälder auf trockenen Standorten“ und „oberholzarme Mittelwälder“ (sensu BÜRGI 2009) waren. Historisch wiesen die Niederwälder des Untersuchungsgebietes bereits die höchsten Artendichten auf. Daher könnten sich historisch niederwaldartig bewirtschaftete Waldbestände auf trockenen Standorten heute in besonderem Masse als Lichte-Wald Objekt eignen.

Auf das gesamte Untersuchungsgebiet bezogen sind vor allem diejenigen Arten unterrepräsentiert, die relativ saure Standorte bevorzugen. Dies erstaunt nicht, da es sich bei den Lichte-Wald Objekten ganz überwiegend um Kalk-Standorte mit geringer Humusdecke handelt. In diesen Objekten am Lägern-Hang können vor dem Hintergrund der Daten von RIKLI (1907) vermutlich nur wenige zusätzliche Arten erwartet werden (z.B. *Thesium alpinum*).

Grundsätzlich ist im Untersuchungsgebiet jedoch von einem deutlichen Rückgang der Zielarten innerhalb des 20. Jahrhunderts auszugehen. EGLOFF (1991), der eigene Erhebungen mit denen von RIKLI (1907) und anderen früheren Autoren vergleicht, weist insbesondere auf einen merklichen Rückgang der Lichtzeiger unter den Pflanzenarten des Lägergebietes hin. Er führt dies unter anderem auf den Wandel der Forstwirtschaft zurück, die zu Veränderungen in der Waldstruktur und damit auch im Mikroklima und Lichtangebot in den bodennahen Waldschichten führte.

5.3 Historische räumliche Verteilung der Zielarten

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts dokumentierte RIKLI (1907) die Zielarten vor allem in den nach BÜRGI (2009) als lichte Wald-Typen zu klassifizierenden Nieder- und Mittelwäldern des Untersuchungsgebietes. Auch unter Einbezug der Flächenanteile der einzelnen Wald-Typen kann eine Präferenz für die lichten Wald-Typen (Nieder- und Mittelwälder) abgeleitet werden. Dies entspricht auch den Erwartungen, da es sich bei den Zielarten des „Aktionsplans Lichte Wälder“ ausschliesslich um lichtliebende Arten handelt.

Bemerkenswert sind die unterschiedlichen Präferenzen der Zielarten, die hier ganz grob in zwei Gruppen eingeteilt wurden: die Zielarten-Gemeinschaft *Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis* sowie die restlichen Zielarten. Die erstgenannte Artengruppe präferierte zu Beginn des 20. Jahrhunderts offenbar die drei Mittelwald-Typen, während die restlichen Arten vorwiegend im Niederwald anzutreffen waren. Dies kann zumindest teilweise mit den ökologischen Ansprüchen dieser Arten erklärt werden. Die Arten *Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis* sind an relativ saure Bodenverhältnisse angepasst und waren daher vor allem auf den Molasse-Hügeln zu finden. Auf den kalkreichen und sehr kargen Steilhängen der Lägern waren die Wuchs-Bedingungen eingeschränkt, so dass hier in weiten Teilen nur die Niederwald-Wirtschaft betrieben wurde. Und in diesem lichten Wald-Typ fanden vor allem die kalkliebenden restlichen Zielarten einen geeigneten Lebensraum.

Die Analyse der historischen räumlichen Verteilung der Zielarten-Gemeinschaft *Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis* ergab innerhalb des Untersuchungsgebietes auf der Ebene der Waldstruktur eine „Präferenz“ für mittlere Oberholz-Volumenanteile der Rottanne und geringere Anteile der Eiche. Dies zeigt einerseits, dass Bestände mit der Rottanne im Oberholz nicht prinzipiell gemieden werden, sondern sich erst ein Anteil von über ca. 50% negativ auf das Vorkommen dieser Zielarten im Untersuchungsgebiet auswirkt. Es kann prinzipiell davon ausgegangen werden, dass bei hohen Anteilen der Rottanne im Oberholz die Verschattung der bodennahen Bestandesschichten erhöht ist und damit die lichtliebenden Pflanzenarten keine günstigen

Bedingungen mehr vorfinden; für Bestände mit hohen Rottannenanteilen ist die Vorhersagekraft des Modells auf Grund geringer Datenlage jedoch gering.

Auch mit Zunahme des Eichenanteils am Oberholz-Volumen steigt die Vorkommenswahrscheinlichkeit der berücksichtigten Zielarten-Gemeinschaft. Bereits bei ca. 20% ist jedoch ein Optimum erreicht – der weitere Verlauf bei höheren Anteilen ist nicht sicher zu benennen, da in jenem Bereich kaum Daten vorliegen und damit die Aussagekraft durch einen grossen Fehlerbereich eingeschränkt ist. Eine positive Korrelation des Eichenanteils im Oberholz ist zu erwarten, da die Eiche in der Regel eine lichte Kronenstruktur aufweist, die vergleichsweise viel Licht in die unteren Bestandesschichten durchlässt.

Hinsichtlich der „abiotischen“ Faktoren Bodeneignung (als Indikator für Wuchsbedingungen), Distanz zu Rebbergen (Austragsnutzung), und Distanz zum Waldrand (seitlicher Lichteinfall, Austragsnutzung, Beweidung) und Hangneigung (Bewirtschaftsintensität, Wuchsbedingungen) konnte eine signifikante Präferenz der untersuchten Zielartengemeinschaft für um die 10 Grad geneigte Hanglagen sowie für geringe und mittlere bis höhere Distanzen zum Waldrand ermittelt werden. Offensichtlich waren die Arten *Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis* historisch im Untersuchungsgebiet nicht auf topographische Extremstandorte (Steilhänge) angewiesen. Eine moderate Hangneigung war für ihre Vorkommen jedoch förderlich, was vermutlich an diesen Standorten leicht erhöhten Bodenstörungen im Zusammenhang steht; solche Bodenstörungen können beispielsweise während der Holznutzung, durch Trittschäden (Wild, Vieh), oder durch natürliche Erosionsprozesse entstehen.

Offensichtlich waren auch Waldränder günstiger Lebensraum für die genannte Zielarten-Gemeinschaft. Dies ist vermutlich zu einem grossen Teil auf die randlichen Einwirkungen seitens Landwirtschaft (Beweidungsdruck, Humus-Entzug, etc.) und auf das naturgegeben erhöhte Lichtangebot am Waldrand zurückzuführen. Jedoch fanden sich auch innerhalb geschlossener Waldbestände geeignete Standorte für diese Arten.

5.4 Hat sich die „Typisierung der historisch lichten Wälder im Kanton Zürich“ bewährt?

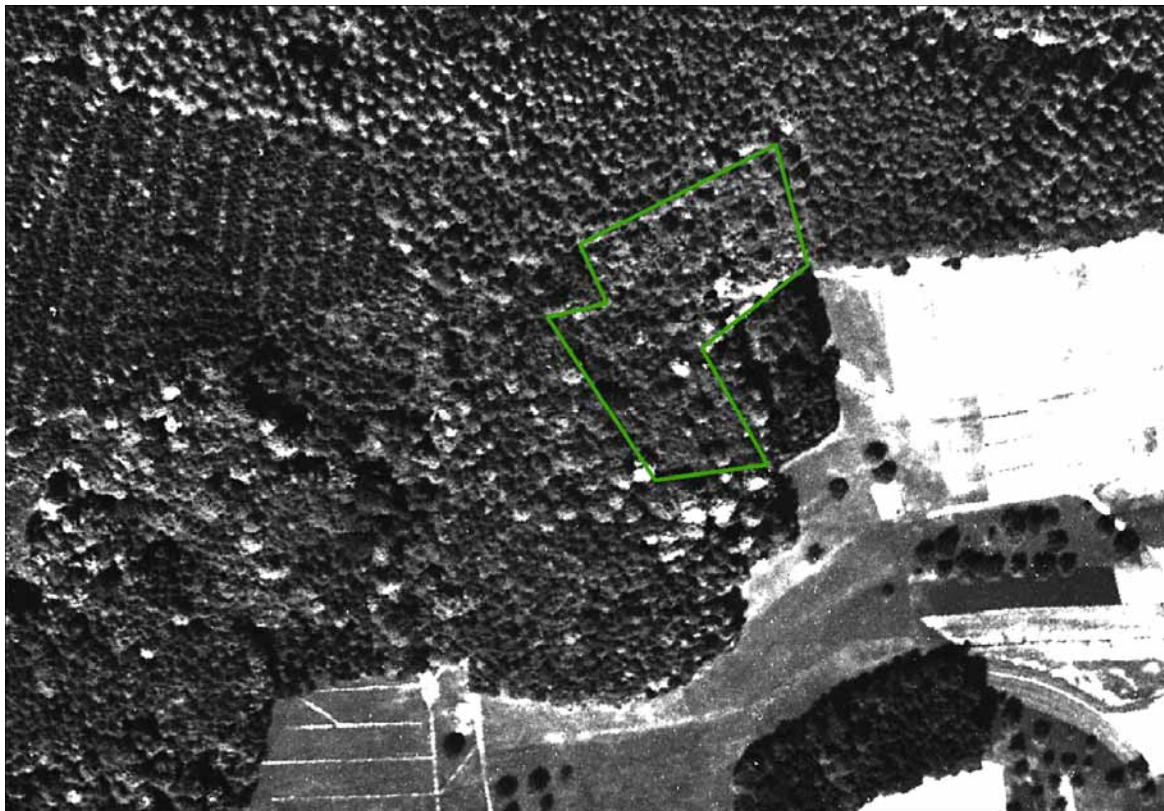
Die in den ausgewerteten Waldwirtschaftsplänen des beginnenden 20. Jahrhunderts beschriebenen Waldbestände wurden in Anlehnung an BÜRGI (2009) unterschiedlichen Wald-Typen zugeordnet. Für die Zuweisung eines Bestandes zu einem definierten Typ wurden zunächst die Bestandesbeschreibungen interpretiert und dann – sofern notwendig bzw. möglich – noch die Vorrats-Angaben berücksichtigt. Eine stichprobenhafte Prüfung der Ergebnisse anhand der Luftbilder aus den 1940er und 1950er Jahren bestätigte diese Einstufungen in all den Fällen, in denen die Bestandes-Struktur auf dem Luftbild eindeutig zu erkennen war.

Anhand der Luftbilder lassen sich die Waldbestände in vielen Fällen den von BÜRGI 2009 definierten Wald-Typen zuordnen. Auf Grund der nicht immer ausreichenden Bildqualität kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass mittels Luftbild-Interpretation prinzipiell alle Waldbestände auch tatsächlich einem Typ zugeordnet werden können. Zudem spielt beispielsweise beim Mittelwald die seit dem letzten Schlag verstrichene Zeit eine grosse Rolle für die Identifizierbarkeit im Luftbild. Ein frischer Mittelwald-Schlag offenbart die Oberholz-Dichte wesentlich deutlicher als eine seit zwanzig oder dreissig Jahren nicht mehr geschlagene Fläche. Auch die Anteile der im Oberholz vertretenen Laub- und Nadelhölzer kann in den historischen Luftbildern nicht immer eingeschätzt werden. Dennoch sind Luftbilder eine grosse Hilfe für eine solche Studie, weil neben der Validierung der vorgenommenen Bestandes-Typisierung auch die Bestandes-Grenzen kontrolliert werden können.

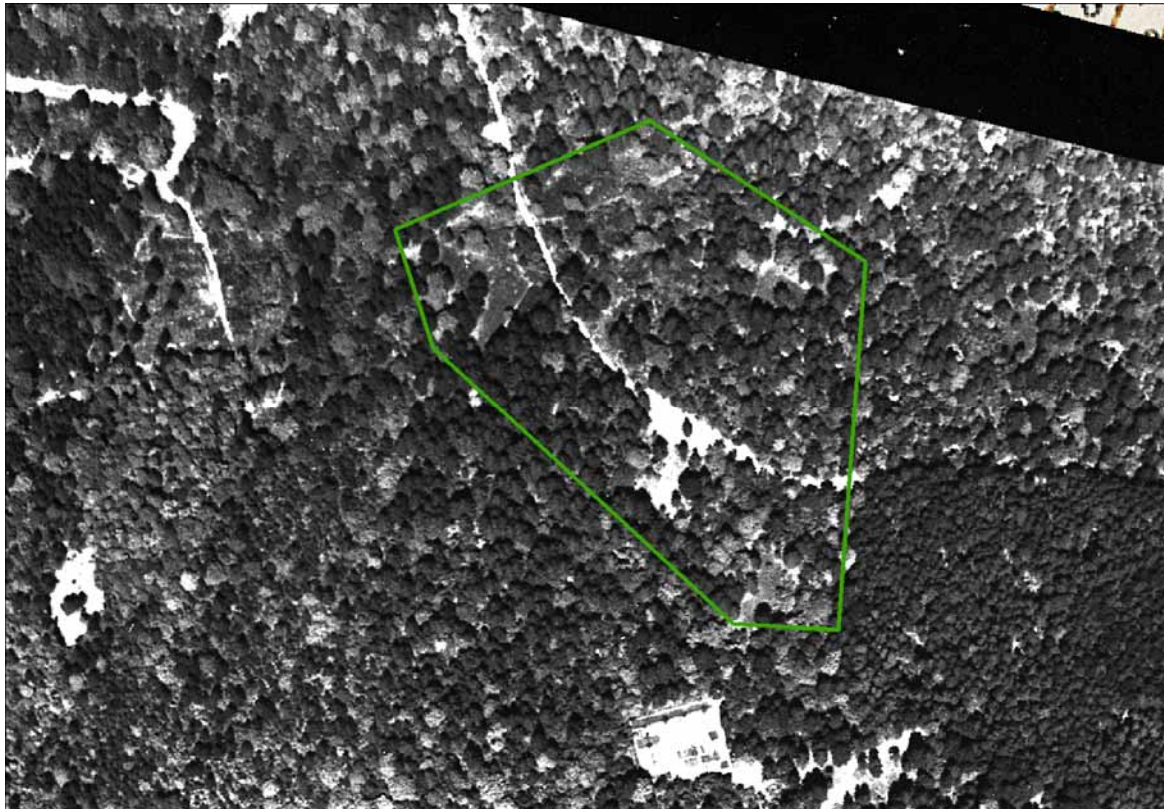
In den folgenden Abbildungen werden die anfangs des 20. Jahrhunderts im Untersuchungsgebiet vorhandenen Wald-Typen anhand von Luftbild-Ausschnitten illustriert.

Hierbei wird deutlich, dass zum Beispiel ein Föhren-Hochwald im hier ausgewerteten Luftbild kaum als solcher anzusprechen ist, während sich ein Oberholzreicher Mittelwald durchaus gut vom „Normalen“ Mittelwald unterscheiden lässt. Für die beiden in BÜRGI (2009) aufgeführten Wald-Typen „Niederwald auf wechselfeuchten Standorten“ und „Eichenhochwald“ können keine Luftbild-Beispiele gezeigt werden, da diese beiden Typen im Untersuchungsgebiet im beginnenden 20. Jahrhundert nicht vorhanden waren.

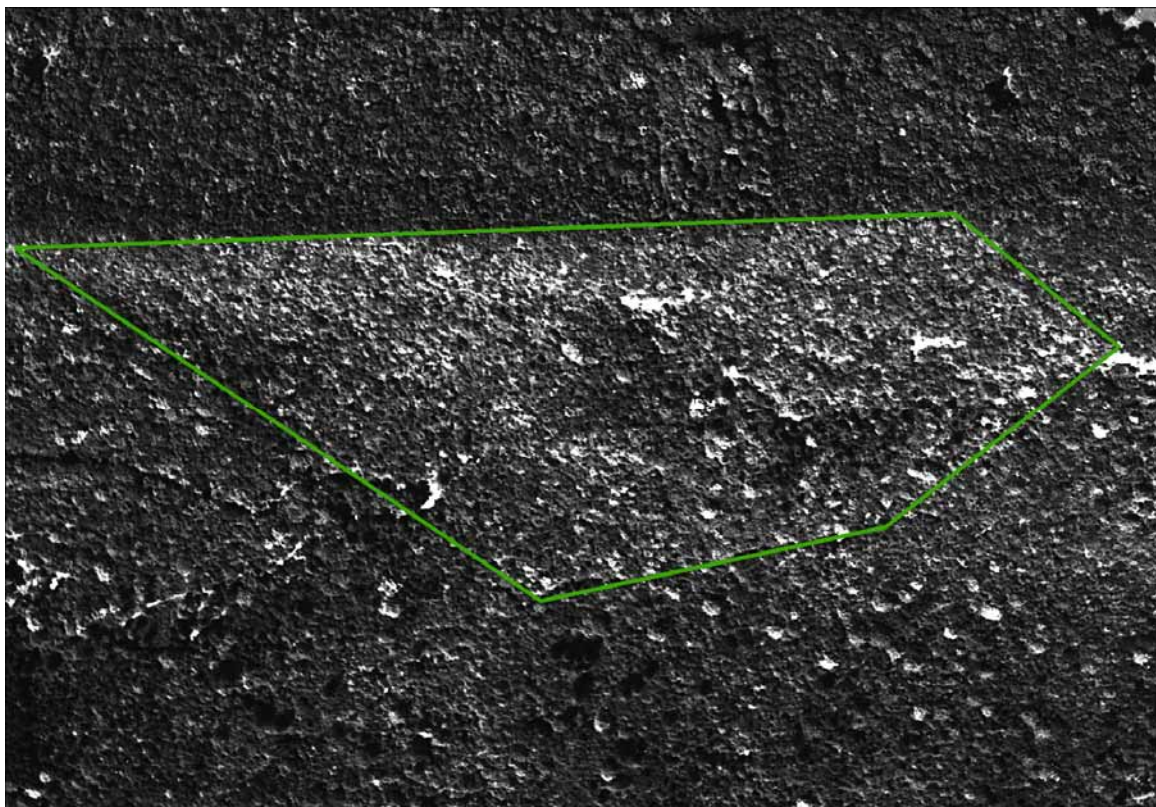
„Plünderwald“ (Privatwald) - 1943



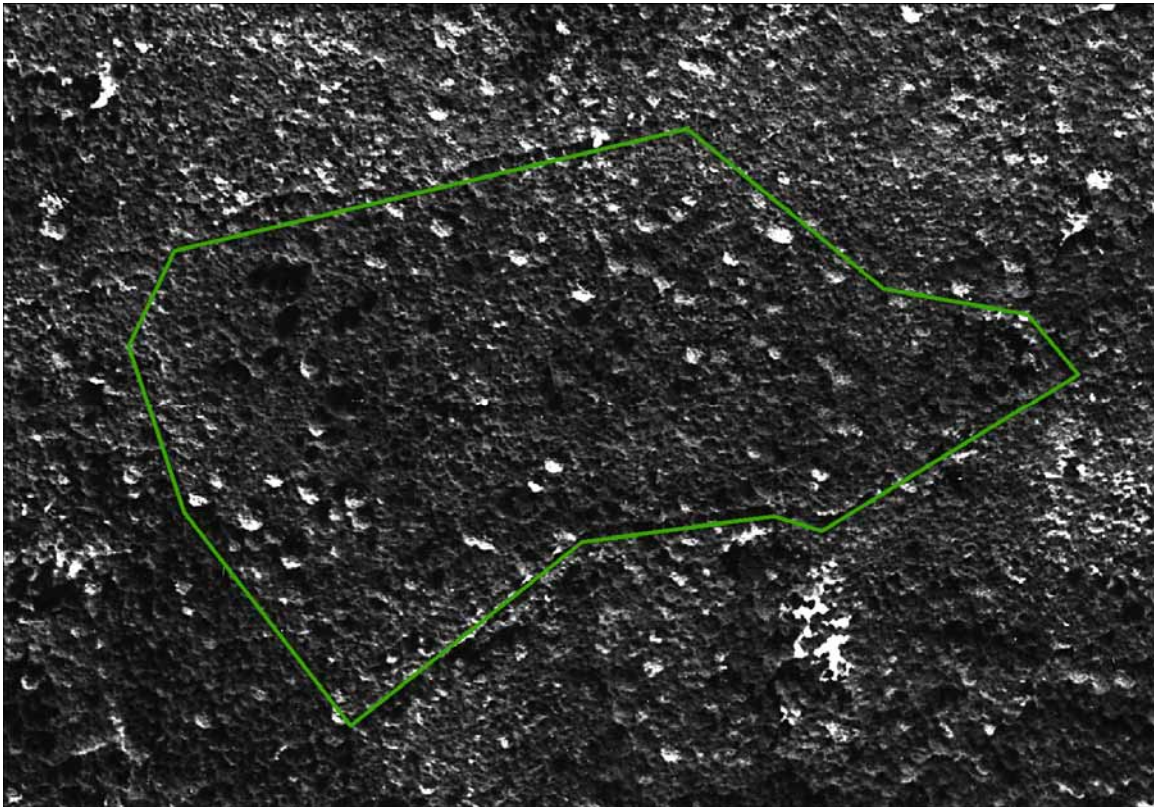
Bestände mit Blössen bzw. Weiden - 1944



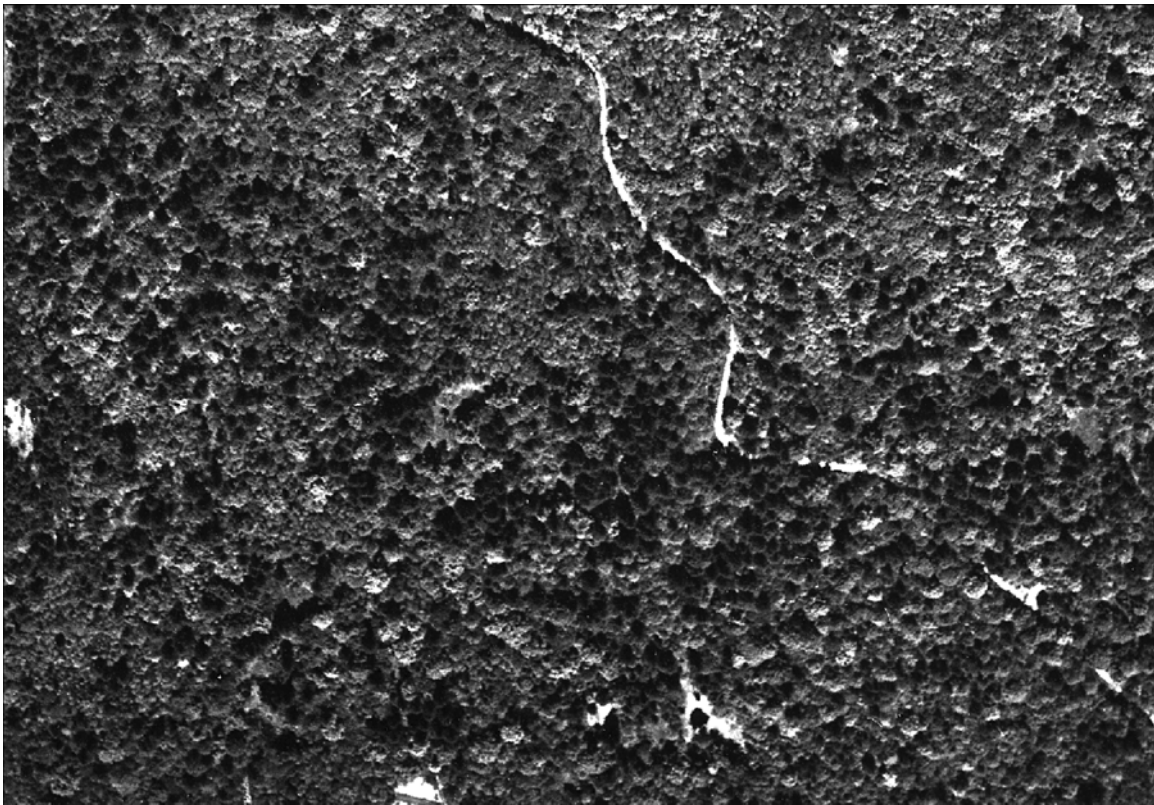
Niederwald auf trockenen Standorten - 1943



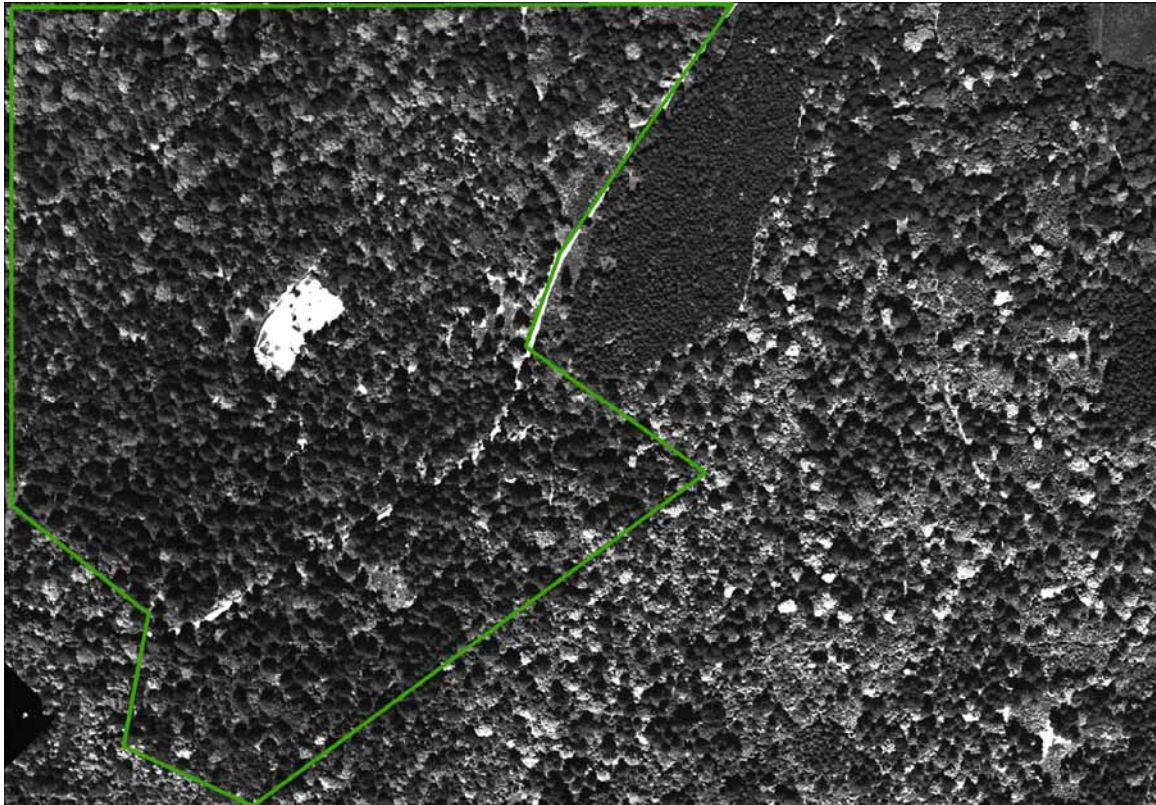
Oberholzärmer Mittelwald - 1943



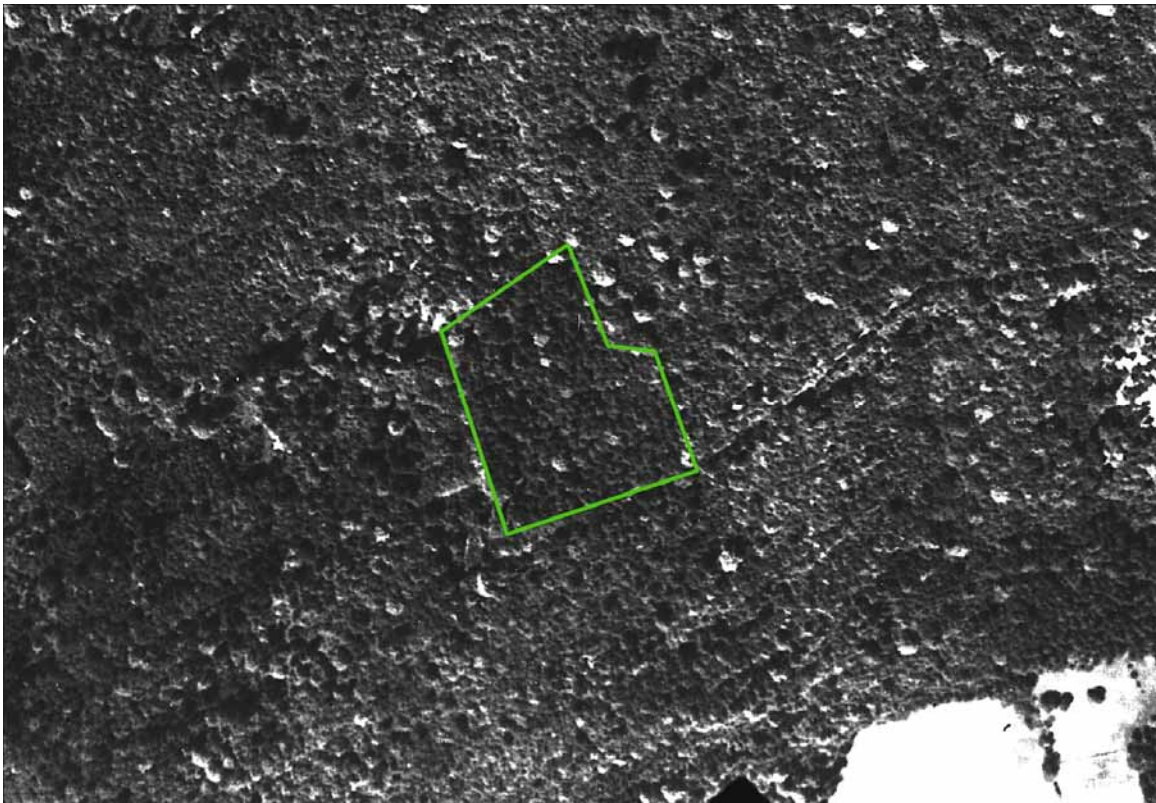
„Normaler“ Mittelwald - 1944



Oberholzreicher Mittelwald - 1943



Föhrenwald - 1943



6 Ausblick: Zielarten-Förderung durch Schaffung lichter Waldbestände

Aus den Ergebnissen lassen sich konkrete Anhaltspunkte für die Förderung von Zielarten des „Aktionsplans Lichte Wälder“ im Untersuchungsgebiet und auch darüber hinaus ableiten:

- Das bestehenden Objekte am Lägern-weisen hinsichtlich der Anzahl Zielarten nur ein relativ geringes weiteres Aufwertungs-Potenzial auf.
- Innerhalb des Untersuchungsgebietes könnten Zielarten ganz wesentlich mit der Etablierung weiterer Objekte an kalkärmeren Standorten (Molasse) gefördert werden.
- Die Kriterien für die Auswahl von Lichte-Wald Objekten können ggf. erweitert werden. Insbesondere sind die regionale Vielfalt der Bodenverhältnisse und die Baumarten-Zusammensetzung zu berücksichtigen. Ganz generell können historisch bereits lichte Wald-Bestände (Niederwälder und oberholzarme Mittelwälder) auf geeignete Standorte hinweisen.

6.1 Zielarten-Potenzial des Lichte-Wald Objekts „Alter Steinbruch / Pfifferrütflue“

Im Objekt „Alter Steinbruch / Pfifferrütflue“ könnten noch weitere, früher im Untersuchungsgebiet bereits nachgewiesene Pflanzenarten vorkommen. Bei diesen Arten handelt es sich um diejenigen, die RIKLI (1907) für die Bereiche der „Felsfluren“, des „oberen Bergwaldes“, den „Buschwald“ und den „Grat“ beschreibt (vgl. Tabelle 5). Sofern eine Besiedlung von aussen oder durch Aktivierung der Samenbank zu erwarten ist, kann eine Ausdehnung der Objektfläche die Auftretenswahrscheinlichkeit dieser Arten erhöhen.

Auf Grund dessen, dass aktuell bereits eine sehr hohe Artendichte vorhanden ist, kann nicht zwingend mit dem Auftreten weiterer Zielarten gerechnet werden. Prinzipiell wäre zu empfehlen, vor einer Ausdehnung der Objektfläche zunächst zu prüfen, ob eine hinreichende Besiedlungswahrscheinlichkeit durch die „fehlenden“ Zielarten tatsächlich gegeben ist. Gegebenenfalls könnten die Untersuchung der vorhandenen Samenbank und/oder die gezielte Suche nach Vorkommen der „fehlenden“ Zielarten im Umfeld des Objektes Hinweise auf die Wahrscheinlichkeit einer natürlichen Besiedlung des Objektes liefern.

6.2 Zielarten-Potenzial an anderen Standorten im Untersuchungsgebiet

Die Förderung von im Untersuchungsgebiet bislang unterrepräsentierten Zielarten des „Aktionsplans Lichte Wälder“ - insbesondere von Arten, die nicht explizit kalkliebend sind - wäre im Untersuchungsgebiet durch die Aufflichtung von weiteren Waldbeständen auf den Molasse-Hügeln oder in tieferen Lagen des Lägern-Hanges am Erfolg versprechendsten. Denn durch die aktuellen Lichte-Wald Objekte konnten vor allem kalkliebende, jedoch nicht alle an relativ saure Standorte angepasste Zielarten oder Zielarten mit relativ hohen Nährstoffzahlen gefördert werden.

Bei den Molasse-Hügeln handelt es sich vermutlich um vergleichsweise produktive Standorte. Daher ist der Aufwand, einen lichten Bestand in diesen Gebieten mittel- bis langfristig zu etablieren wahrscheinlich mit einem höheren Pflegeaufwand verbunden als auf einem Extremstandort. Auch wenn für die Molassehügel in den historischen WP zum Teil Probleme mit Dominanzbeständen (z.B. Brombeere) verzeichnet sind, war das Nährstoffangebot damals im Allgemeinen vermutlich weniger gross als heute. Dies ist auf Grund der in früheren Jahrhunderten praktizierten Nebennutzungen (Waldweide, Streunutzung) sowie den damals geringeren atmosphärischen Stickstoffeinträgen

anzunehmen. Somit ist davon auszugehen, dass der Konkurrenz-Druck in der Kraut-Schicht historisch geringer war und dass damit die Bedingungen für die Ansiedlung von Zielarten günstiger waren als heute.

Dennoch sollte geprüft werden, ob das Auflichten von Waldbeständen auf unterschiedlichen Standorten bzw. eine entsprechende Anpassung der Kriterien bei der Objekt-Auswahl einen Beitrag zur Zielerfüllung des Aktionsplans leisten könnte.

6.3 Allgemeine Kriterien für die Auswahl von Lichte-Wald Objekten

6.3.1 Standörtliche Voraussetzungen

Bezogen auf die Gesamt-Strategie des „Aktionsplans Lichte Wälder“ des Kantons Zürich kann eine Evaluation der bislang profitierenden und der noch nicht hinreichend durch die Massnahmen geförderten Arten zielführend sein. Eine Analyse der ökologischen Zeigerwerte aller Zielarten vor dem Hintergrund ihres jeweiligen Förderungs-Status' kann Hinweise dafür liefern, ob man mit der bisherigen Auswahl von Lichte-Wald Objekten das standörtliche Anspruchs-Portfolio der Zielarten repräsentiert, oder ob noch zentrale Anspruchs-Typen unberücksichtigt bleiben. Möglicherweise lassen sich „Zielarten-Cluster“ mit spezifischen Standort-Ansprüchen bilden, die konkrete Hinweise für die weitere Objekt-Auswahl geben.

Konkret lässt sich aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie ableiten, dass im Untersuchungsgebiet bislang vor allem kalkliebende Zielarten gefördert werden. Es ist zudem nicht auszuschliessen, dass die Analyse aller Zielarten auch einen Hinweis darauf liefert, dass das Etablieren von Lichte-Wald Objekten nicht nur auf eher sauren sondern auch auf relativ produktiven Standorten einen wesentlichen Beitrag zur Zielerfüllung leisten könnte. Denn während derzeit ein zentrales Kriterium bei der Objekt-Auswahl die Produktivität des Standorts ist („Für lichten Wald eignen sich vor allem [...] wenig wüchsige Waldgesellschaften“; ABEGG et al. 2004), handelt es sich nicht bei allen Zielarten um ausgesprochene Magerkeits-Zeiger (vgl. Abbildung 10).

6.3.2 Potenzielle Zielkonflikte bei Objekten auf „durchschnittlichen“ (relativ produktiven) Standorten

Bei Auflichtungen von Waldbeständen auf durchschnittlichen bzw. relativ gut wüchsigen Standorten sind zwei zentrale Aspekte zu berücksichtigen. Einerseits erhöht sich auf solchen Standorten sehr wahrscheinlich der Pflegeaufwand zur Erhaltung des lichten Zustandes. Zum anderen ist dem aktuellen Naturschutzwert dieser Flächen auf Grund des potenziellen Vorkommens seltener oder gefährdeter „Waldarten“ erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

Auch in den heute vielerorts typischen Waldbeständen mit geschlossenem Kronendach und folglich geringem Licht-Einfall in den niederen Bestandesschichten kommen seltene und gefährdete Arten vor. Durch das Auflichten solcher Bestände werden zwar lichtliebende Arten gefördert, zugleich möglicherweise jedoch andere Arten beeinträchtigt. So führte die Wiederaufnahme der Mittelwaldbewirtschaftung in einem Eichen- Hainbuchenbestand in Südwest-Deutschland zu einer reduzierten Aktivitätsdichte typischer Wald-Fledermausarten (hier die „gleaning-species“ wie z.B. Bechsteinfledermaus, Fransenfledermaus und Langohren; vgl. STECK et al. 2008). In einer weiteren Studie konnte für das Grosse Mausohr (*Myotis myotis*; Rote Liste Nordschweiz: stark gefährdet) nachgewiesen werden, dass diese heute bevorzugt in „dunklen“, hallenartig aufgebauten Waldbeständen jagende Fledermausart Ende des 19. Jahrhunderts viel häufiger im Offenland jagte. Dies lag zum einen sicherlich daran, dass damals das Beute- und Jagdhabitatangebot im Offenland grösser war als heute. Zum anderen muss jedoch auch davon ausgegangen werden, dass das Jagdhabitats-Angebot im Wald Ende des 19. Jahrhunderts auf Grund der verbreiteten

Nieder- und Mittelwaldwirtschaft deutlich geringer war als heute (STECK & GÜTTINGER 2006). Daher wäre bei geplanten Auflichtungen von aktuell „dunklen“ Waldbeständen zunächst zu prüfen, ob schützenswerte Arten vorkommen, die durch eine Auflichtung beeinträchtigt werden könnten.

Sofern in Zukunft auch Waldbestände auf wüchsigeren Standorten im Aktionsplan berücksichtigt werden sollen, könnte das Etablieren von dauerhaft lichten Beständen auf Sturmwurf-Flächen oder durch sonstige Störungen entstandenen „lichten“ Beständen eine geeignete Strategie sein. Dadurch könnten z.B. in Sturmwurf-Flächen durch Aufforsten und/oder durch Verbiss-Schutzmassnahmen der Naturverjüngung anfallenden Kosten eingespart werden und zugleich eine projektbedingte Beeinträchtigung von typischen Arten „dunkler“ Wälder ausgeschlossen werden.

6.3.3 Baumartenzusammensetzung

Die Analyse der räumlichen Verteilung der Vorkommen des Zielarten-Kollektivs *Festuca heterophylla*, *Genista germanica* und *G. sagittalis* verdeutlicht, dass auch Bestände mit Rottannen im Oberholz günstige Lebensräume für Zielarten des „Aktionsplans Lichte Wälder“ sein können. Nadelholz-Bestände sind aktuell hingegen nicht im Kriterien-Katalog zur Etablierung von Lichte-Wald Objekten genannt (ABEGG et al. 2004).

Sofern die Boden-Eigenschaften durch das Vorkommen von Rottannen in einem Bestand nicht stark zu Ungunsten der Zielarten verschoben sind, können sich jedoch auch Rottannen-reiche Waldbestände prinzipiell für die Entwicklung eines Lichte-Wald Objektes eignen. Auf Grund dessen, dass die Rottanne in vielen Teilen des Kantons-Gebietes nicht standortheimisch ist und zudem andere Baumarten (v.a. die Eiche) durch eine grössere Zahl an gefährdeten oder seltenen Tier-Arten besiedelt werden, ist jedoch auch in Beständen mit im Oberholz dominierenden Rottannen eine langfristige Umwandlung hin zu zielführenderen Baumarten anzustreben.

7 Literatur

- Abegg, B., S. Wegmann, M. Fehr, H.-P. Stutz, A. Hofmann & A. Keel 2004. Aktionsplan Lichte Wälder im Kanton Zürich. Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich, 30 Seiten.
- Bertiller, R. & A. Keel 2006. 1000 ha Lichte Wälder für den Kanton Zürich. Zürcher Wald 5: 9-12.
- Bürgi, M. 1998. Waldentwicklung im 19. und 20. Jahrhundert. Veränderungen in der Nutzung und Bewirtschaftung des Waldes und seiner Eigenschaften als Habitat am Beispiel der öffentlichen Waldungen im Zürcher Unter- und Weinland. Beiheft Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 84, 234 Seiten.
- Bürgi M. 1999. A case study of forest change in the Swiss lowlands. Landscape Ecology 14: 567-575.
- Bürgi, M. 2009. Typisierung der historisch lichten Wälder im Kanton Zürich. Unveröffentlichter Bericht zuhanden der Fachstelle Naturschutz, Kanton Zürich, 32 Seiten.
- Egloff, F.G. 1991. Dauer und Wandel der Lägerflora. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 136 (4): 207-270.
- Engler, R., A. Guisan & L. Rechsteiner 2004. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. J. Appl. Ecology 41: 263-274.
- Gaston, K.J. & P.H. Williams 1996. Spatial patterns in taxonomic diversity. Pp. 202-229 in: Gaston, K.J. (Ed). Biodiversity: A biology of numbers and difference. Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Hastie, T. & R. Tibshirani 1986. Generalized additive models. Statistical Sciences 1: 297-318.
- Josefsson T., E. Hellberg & L. Östlund 2005. Influence of habitat history on the distribution of *Usnea longissima* in boreal Scandinavia: a methodological case study. The Lichenologist 37: 555-567.
- Landolt, E. 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich, 64. Heft, 208 Seiten.
- R Development Core Team 2005. R: A language and environment for statistical computing. Version 2.2.0. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rikli, M. 1907. Das Lägergebiet. Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft 17: 5-83.
- Steck, C.E. & R. Güttinger 2006. Heute wie vor hundert Jahren: Laufkäfer sind die Hauptbeute des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*). Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 157 (8): 339-347.
- Steck, C.E., H. Schauer-Weissahn & R. Brinkmann 2008. Einfluss der Wiederaufnahme der Mittelwaldbewirtschaftung im Opfinger Mooswald auf die Fledermaus-Artenvielfalt. Pp. 48-74 in: Konold, W. & P. Groß: Wald als Kulturlandschaft und Biodiversität – Revitalisierung der vollständigen Dynamik einer traditionellen Mittelwaldwirtschaft als Walderlebniskonzept für stadtnahe Erholungswälder. Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg.