

# Optimale Nutzung von forstlichem Vermehrungsgut der einheimischen Eichenarten

Praxisanleitung



Patrick Bonfils, Andreas Rudow, Stefan Studhalter, Urs Kamm,  
Stefan Kellner, Peter Ammann, Andrea De Boni, Jörg Hirt,  
Thomas Peter, Gabor Reiss und Christian Rellstab



# Optimale Nutzung von forstlichem Vermehrungsgut der einheimischen Eichenarten

Praxisanleitung

Patrick Bonfils, Andreas Rudow, Stefan Studhalter, Urs Kamm,  
Stefan Kellner, Peter Ammann, Andrea De Boni, Jörg Hirt,  
Thomas Peter, Gabor Reiss und Christian Rellstab

Herausgeberin

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

Verantwortlich für dieses Heft:

Kurt Bollmann, Leiter Forschungseinheit Biodiversität und Naturschutzbiologie a.i.

Schriftleitung: Sandra Gurzeler, Gruppenleiterin Publikationen

Zitierung

Bonfils P., Rudow A., Studhalter S., Kamm U., Kellner S., Ammann P., De Boni A., Hirt J., Peter T., Reiss G., Rellstab C. (2024) Optimale Nutzung von forstlichem Vermehrungsgut der einheimischen Eichenarten. WSL Ber. 162: 50 S. doi.org/10.55419/wsl:38587

Autoren

Patrick Bonfils (Naturavali LTDA), Andreas Rudow (Departement Umweltsystemwissenschaften, ETH Zürich), Stefan Studhalter (Abteilung Wald, Kanton Zürich), Urs Kamm (Abteilung Wald, Kanton Zürich), Stefan Kellner (Abteilung Wald, Kanton Aargau), Peter Ammann (Fachstelle Waldbau, Lyss), Andrea De Boni (Abteilung Wald, Bundesamt für Umwelt BAFU), Jörg Hirt (Emme Forstbaumschulen), Thomas Peter (Forstgarten Lobsigen), Gabor Reiss (Versuchsgarten, Eidg. Forschungsanstalt WSL), Christian Rellstab (Ökologische Genetik, Eidg. Forschungsanstalt WSL)

Fachbeiträge

Andrea De Boni (BAFU), Antonello Speroni (BAFU), Thomas Wohlgemuth (WSL), Christian Rellstab (WSL), Gabor Reiss (WSL), Christoph Sperisen (WSL), Peter Brang (WSL), Andreas Rudow (ETH), Jörg Hirt (Forstbaumschule Emme), Thomas Peter (Forstgarten Lobsigen), Dimitri Herzog (Forstpflanzgarten Finsterloo), Stefan Studhalter (Abteilung Wald ZH), Urs Kamm (Abteilung Wald ZH), Stefan Kellner (Abteilung Wald AG), Ruedi Bättig (Abteilung Wald AG), Peter Ammann (Fachstelle Waldbau, Lyss), Pascal Junod (Fachstelle Waldbau, Lyss), Thomas Kuhn (Forstdienst, Bülach), Urs Steck (Forstbetrieb Region Möhlin), Oliver Eichenberger (Forstbetrieb Region Muri), Peter Schenkel (Forstbetrieb Birretholz)

Begutachtung

Felix Gugerli und Kathrin Streit, Eidg. Forschungsanstalt WSL

Kontakt

Christian Rellstab, Eidg. Forschungsanstalt WSL, christian.rellstab@wsl.ch

Patrick Bonfils, Naturavali LTDA, Verein proQuercus, naturavali@gmail.com

Stefan Studhalter, Abteilung Wald Kanton Zürich, Verein proQuercus, stefan.studhalter@bd.zh.ch

Titelbild: Christian Rellstab, Eidg. Forschungsanstalt WSL

Download: [wsl.ch/berichte](https://wsl.ch/berichte)

ISSN 2296-3448 (Print)

ISSN 2296-3456 (Online)

Die Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL forscht lösungsorientiert zu Wald, Landschaft, Biodiversität, Naturgefahren sowie Schnee und Eis in einer Welt im Wandel. Als Forschungsinstitut des Bundes und Teil des ETH-Bereichs verpflichtet sie sich der Exzellenz in Forschung und Umsetzung.



Diese Publikation ist Open Access und alle Texte und Fotos, bei denen nichts anderes angegeben ist, unterliegen der Creative-Commons-Lizenz CC BY 4.0. Sie dürfen unter Angabe der Quelle frei vervielfältigt, verbreitet und verändert werden.

# Inhalt

---

<b>Inhalt .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Forstliches Vermehrungsgut für die Zukunft .....</b>	<b>5</b>
1.1 Anpassung an eine sich ändernde Umwelt.....	5
1.2 Nutzungskonzepte entwickeln.....	5
1.3 Gesetzliche Rahmenbedingungen .....	5
1.4 Praxisanleitung .....	6
1.5 Forschung, Praxis und Verwaltung .....	7
<b>2 Genetische Vielfalt für Anpassung und Resilienz .....</b>	<b>7</b>
2.1 Veränderte Wuchsbedingungen und Standorte.....	7
2.2 Verjüngung als waldbaulicher Schlüsselprozess.....	7
<b>3 Nutzung des forstlichen Vermehrungsguts der Eiche.....</b>	<b>8</b>
3.1 Grundlagen und Anbaustrategien .....	8
3.1.1 Ökologie der einheimischen Eichenarten.....	8
3.1.2 Eichenanbau .....	10
3.1.3 Genetik .....	12
3.1.4 Gross- und kleinräumige Differenzierung.....	13
3.1.5 Chancen und Risiken .....	14
3.1.6 Kantonale Umsetzung .....	14
3.1.7 Generhaltungsgebiete.....	19
3.2 Bestehende Quellen für forstliches Vermehrungsgut .....	21
3.2.1 Samenerntebestände .....	21
3.2.2 Ausgewähltes und quellengesichertes Vermehrungsgut .....	22
3.2.3 Potenzial von Samenerntebeständen .....	22
3.2.4 Kantonale Umsetzung .....	25
3.3 Waldbau in Samenerntebeständen .....	30
3.3.1 Bestände von besonderem Interesse.....	30
3.3.2 Aktiver Eichen-Waldbau .....	31
3.3.3 Kantonale Umsetzung .....	32
3.4 Kantonale Nutzungsstrategien .....	33
3.4.1 Strategien und Konzepte .....	33
3.4.2 Art- und Herkunftsempfehlung .....	35
3.4.3 Dokumentation .....	36
3.4.4 Kantonale Umsetzung .....	37
3.5 Kantonale Fachstellen für forstliches Vermehrungsgut.....	37
3.5.1 Administration und Organisation .....	37
3.5.2 Interne und externe Kommunikation.....	37
3.5.3 Kantonale Umsetzung .....	40
3.6 Beerntung, Produktion und Vermarktung .....	40
3.6.1 Beerntung.....	40
3.6.2 Produktion.....	42
3.6.3 Vermarktung.....	43
<b>4 Ausblick.....</b>	<b>44</b>
<b>5 Anhang.....</b>	<b>45</b>
<b>6 Quellen.....</b>	<b>46</b>

## **Zusammenfassung**

Genetische Vielfalt ist Voraussetzung für die evolutive Anpassung von Baumpopulationen an die lokale und sich verändernde Umwelt. Die Verwendung von geeignetem forstlichen Vermehrungsgut bei der künstlichen Verjüngung von Waldbäumen hat grossen Einfluss auf die genetische Vielfalt der angelegten Bestände. Mit Hilfe eines strukturierten Fragenkatalogs (Praxisanleitung) werden die wesentlichen Aspekte angesprochen, welche für eine optimale Nutzung von forstlichem Vermehrungsgut der einheimischen Stiel-, Trauben- und Flaumeiche von Bedeutung sind. Diskutiert werden ökologische, organisatorische, verwaltungs- und produktionstechnische Aspekte von der Samenernte bis zur Vermarktung des forstlichen Vermehrungsguts. Die relevanten Punkte werden mit Praxisbeispielen aus den Kantonen Aargau und Zürich illustriert.

## **Résumé**

La diversité génétique est une condition préalable à l'adaptation évolutive des populations d'espèces d'arbres à l'environnement local et changeant. L'utilisation appropriée du matériel forestier de reproduction lors du rajeunissement artificiel exerce une grande influence sur la diversité génétique des peuplements d'arbres forestiers. À l'aide d'un catalogue structuré de questions (guide pratique), les aspects essentiels pour une utilisation optimale du matériel forestier de reproduction des chênes pédonculés, sessiles et pubescents sont abordés. Les aspects écologiques, organisationnels, administratifs et techniques de la récolte des semences à la commercialisation du matériel forestier de reproduction sont abordés. La discussion des points pertinents est illustrée par des exemples pratiques tirés des cantons d'Argovie et de Zurich.

## **Abstract**

Genetic diversity is a prerequisite for the evolutionary adaptation of tree populations to the local and changing environment. The use of suitable forest reproductive material in the artificial regeneration of forest trees has a major influence on the genetic diversity of the established stands. With the help of a structured catalogue of questions (practical guide), the essential aspects that are important for the optimal use of forest reproductive material of the native English oak, sessile oak and downy oak are addressed. Ecological, organisational, administrative and production-related aspects are discussed, from seed harvesting to the marketing of forest reproductive material. The discussion of the relevant points is illustrated with practical examples from the cantons of Aargau and Zurich.

# 1 Forstliches Vermehrungsgut für die Zukunft

---

## 1.1 Anpassung an eine sich ändernde Umwelt

Die Verwendung von geeignetem forstlichen Vermehrungsgut (foV) beeinflusst die genetische Vielfalt in künstlich begründeten Waldbaumpopulationen. Diese Vielfalt ist Voraussetzung für die evolutive Anpassung der angelegten Bestände an die lokale und sich verändernde Umwelt. Die Optimierung aller Prozesse im Zusammenhang mit der Bereitstellung von geeignetem forstlichen Vermehrungsgut wird damit zu einem wichtigen Element der nachhaltigen Bereitstellung der Waldleistungen (Brang *et al.* 2016).

**Genetische Vielfalt ist eine Grundlage zur nachhaltigen Bereitstellung der Waldleistungen.**

## 1.2 Nutzungskonzepte entwickeln

In Zusammenarbeit mit den Kantonen Zürich und Aargau hat der Verein proQuercus das vom Bundesamt für Umwelt BAFU finanzierte Praxisprojekt «*Geeignetes forstliches Vermehrungsgut für die Eiche*» realisiert. Die vorliegende Publikation hat zum Ziel, die Erfahrungen aus diesem Projekt über die Bereitstellung von geeignetem forstlichen Vermehrungsgut zusammenzutragen. Im Sinne einer *Praxisanleitung* wird aufgezeigt, welche Elemente das Erarbeiten eines konsistenten Konzeptes über die *optimale Nutzung von forstlichen Genressourcen* erlauben. Struktur und Ablauf dieser Praxisanleitung (1.4) sind dabei nicht eichenspezifisch, sondern im Grundsatz auch auf andere Baumarten übertragbar.

**Die Erfahrungen eines Praxisprojektes mit den Kantonen Aargau und Zürich wird genutzt, um eine Praxisanleitung zur Umsetzung von Nutzungskonzepten genetischer Ressourcen zu formulieren.**

Diese Publikation richtet sich in erster Linie an die Fachverantwortlichen für das forstliche Vermehrungsgut bei den Kantonen und an die Forstbaumschulen. Sie soll aber auch das waldbaulich tätige Forstpersonal dazu motivieren, sich mit der künstlichen Verjüngung und entsprechend mit der Verwendung von forstlichem Vermehrungsgut auseinanderzusetzen.

## 1.3 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Die Grundlagen zum Umgang mit forstlichem Vermehrungsgut sind in der Waldgesetzgebung geregelt und bilden den Rahmen für die im Folgenden gemachten Vorschläge zur Optimierung der Gewinnung und Nutzung von forstlichem Vermehrungsgut.

**Die kantonalen Forstbehörden gestalten und kontrollieren – der Bund koordiniert.**

Das Waldgesetz WaG (SR 921.0), die Waldverordnung WaV (SR 921.01) und die Verordnung über das forstliche Vermehrungsgut (SR 921.552.1) definieren die Bedingungen für den Umgang mit dem forstlichen Vermehrungsgut. Besondere Bedeutung hat dabei die Aufgabenverteilung zwischen Bund und Kantonen. Die Kantone sind für die Versorgung mit geeignetem forstlichem Vermehrungsgut verantwortlich. Sie sind damit für die *Leitung, Planung* und *Organisation* aller Prozesse zuständig, welche mit der Bereitstellung von forstlichem Vermehrungsgut zu tun haben. Dem Bund kommt eine beratende Funktion zu (Waldverordnung WaV, Art. 21, SR 921.01).

Konkret heisst dies, dass etwa die Bezeichnung der Samenerntebestände, die Kontrolle der gewerblichen Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut und das Ausstellen von Herkunftszeugnissen Aufgaben der kantonalen Forstbehörde sind, während etwa der Bund den *Nationalen Kataster der Samenerntebestände* (NKS) führt.

## 1.4 Praxisanleitung

Die Optimierung der Produktionskette für forstliches Vermehrungsgut wird im Folgenden durch einen strukturierten Fragenkatalog unterstützt. Im Sinne einer *Praxisanleitung* wird den kantonalen Fachstellen ein Instrument zur Gestaltung dieser Produktionskette zur Verfügung gestellt, das unabhängig von der Baumart eingesetzt werden kann. Die Anwendung des nachfolgend dargestellten Fragenkatalogs wird im Kapitel 3 am Beispiel der Baumart Eiche vorgestellt.

Ein strukturierter Fragenkatalog unterstützt den Forstdienst bei der Bereitstellung von forstlichem Vermehrungsgut.

- [1] **Grundlagen und Anbaustrategien.** Was sind die Vorstellungen über die Entwicklung eines Baumartenvorkommens? Welche biologischen und ökologischen Besonderheiten zeichnen die Baumart aus? Welche Chancen und Gefahren sind mit dem Anbau einer betreffenden Baumart verbunden? Welche Waldbausysteme kommen zur Anwendung? Wie soll die Baumart verjüngt werden? Welchen Einfluss hat der Klimawandel?  
Anbaukonzept entwickeln.
- [2] **Bestehende Quellen für forstliches Vermehrungsgut.** Welche genetischen Ressourcen existieren? Sind die Informationen über diese Ressourcen (Samenerntebestände) aktuell und vollständig? Wie wird das Anpassungspotenzial einer Population eingeschätzt (genetische Vielfalt)? Mit welchem forstlichen Vermehrungsgut kann gerechnet werden (Verfügbarkeit)?  
Bestehende Samenerntebestände beschreiben und bewerten.
- [3] **Waldbau in Samenerntebeständen.** Gibt es besondere Ansprüche an die Bewirtschaftung von Samenerntebeständen? Müssen besondere Massnahmen (z. B. Pflege) zur Sicherung der Samenerntebestände getroffen werden?  
Besondere waldbauliche Massnahmen in Samenerntebeständen beschreiben.
- [4] **Kantonale Nutzungsstrategien**
  - a. **Kantonale Nutzungsstrategie formulieren.** Welches forstliche Vermehrungsgut ist gewünscht? Wie kann die gezielte Produktion gesteuert und unterstützt werden?  
Nutzungsstrategie der Samenerntebestände formulieren.
  - b. **Bedarf an forstlichem Vermehrungsgut abschätzen.** Welche Qualitäten und Eigenschaften werden nachgefragt? Welche Mengen werden benötigt?
  - c. **Herkunftsempfehlung formulieren.** Welche Empfehlungen werden der Praxis gemacht?
- [5] **Kantonale Fachstelle**
  - a. **Organisation und Administration auf Stufe Kanton.** Existieren angemessene Strukturen? Sind die Abläufe und Prozesse geeignet, um die genetische Vielfalt zu fördern?  
Organisation, Prozesse und Kommunikation optimieren.
  - b. **Interne und externe Kommunikation.** Sind das Thema und die Bedeutung des forstlichen Vermehrungsguts innerhalb und ausserhalb der zuständigen Fachstellen des Kantons bekannt?
- [6] **Beerntung, Produktion und Vermarktung**
  - a. **Beerntung.** Existieren Empfehlungen zur Beerntung des Saatguts? Sind diese bekannt und werden sie befolgt?  
Abläufe im Hinblick auf die Förderung genetischer Vielfalt anpassen
  - b. **Produktion.** Wie kann die Pflanzenproduktion gestaltet werden, damit möglichst wenig genetische Vielfalt verloren geht und unerwünschte Selektionsprozesse vermieden werden?
  - c. **Vermarktung.** Wie kann der Markt für forstliches Vermehrungsgut (insbesondere Pflanzgut) gestaltet werden, um die genetische Vielfalt zu fördern?

## 1.5 Forschung, Praxis und Verwaltung

Das Praxisprojekt «*Geeignetes forstliches Vermehrungsgut für die Eiche*» wurde von Fachleuten aus Forschung, Praxis und Verwaltung unterstützt und begleitet<sup>1</sup>. Die Umsetzung der Praxisanleitung wurde in den Kantonen Aargau und Zürich diskutiert und getestet.

## 2 Genetische Vielfalt für Anpassung und Resilienz

---

Innerartliche genetische Vielfalt ist Voraussetzung für die *evolutive Anpassung* von Baumartenpopulationen an die lokale und sich verändernde Umwelt. Eine grosse genetische Vielfalt erhöht auch die *Resilienz* gegenüber kurzfristig wirkenden biotischen und abiotischen Gefährdungen, da dann eine grosse Bandbreite an möglichen individuellen Reaktionen besteht.

### 2.1 Veränderte Wuchsbedingungen und Standorte

Der Klimawandel verändert die natürliche Umwelt in bisher unbekannter Masse und Tempo. Erhöhte Sommertemperaturen und ein verändertes Niederschlagsregime mit ausgeprägten Trockenperioden haben die standörtlichen Wuchsbedingungen im Wald verändert und werden dies auch in Zukunft tun (Pluess *et al.* 2016). Vor diesem Hintergrund haben die Kantone begonnen, ihre waldbaulichen Strategien zur Erhaltung der Waldleistungen anzupassen. Eine vergrösserte *Baumartenvielfalt*, *Strukturvielfalt* (z. B. Mischbestände) und eine erhöhte *genetische Vielfalt* sollen die Anpassungsfähigkeit und Resilienz der Wälder verbessern.

**Der Waldbau wird an die Herausforderungen des Klimawandels angepasst.**

### 2.2 Verjüngung als waldbaulicher Schlüsselprozess

Das waldbauliche Vorgehen bei der Verjüngung bzw. Neubegründung von Waldbeständen entscheidet darüber, aus welchem forstlichen Vermehrungsgut die zukünftigen Wälder aufgebaut sein werden. *Baumartenvielfalt* und *genetische Vielfalt* hängen von diesem Schlüsselprozess ab. Die getroffenen Entscheidungen sind von grosser Tragweite, da das gewählte Ausgangsmaterial Jahrzehnte bis Jahrhunderte in einer sich verändernden Umwelt wachsen, gedeihen und sich vermehren soll.

**Die Verjüngung oder Begründung eines Waldbestandes stellt die Weichen für die nächsten Jahrzehnte und Jahrhunderte.**

Die **Naturverjüngung** bietet Gewähr für eine grosse genetische Vielfalt und hat darüber hinaus Vorteile in Bezug auf die Wurzelentwicklung, was zur Vitalität und Stabilität der Bäume beiträgt. In der Regel fallen auch geringere Begründungskosten an.

---

<sup>1</sup> Andrea de Boni (BAFU), Antonello Speroni (BAFU), Thomas Wohlgemuth (WSL), Christian Rellstab (WSL), Gabor Reiss (WSL), Christoph Sperisen (WSL), Peter Brang (WSL), Andreas Rudow (ETH), Jörg Hirt (Forstbaumschulen), Thomas Peter (Forstbaumschulen), Dimitri Herzog (Forstbaumschulen), Stefan Studhalter (Abteilung Wald ZH), Urs Kamm (Abteilung Wald ZH), Daniel Guggisberg (Abteilung Wald AG), Ruedi Bättig (Abteilung Wald AG), Peter Ammann (Abteilung Wald AG und Fachstelle Waldbau, Lyss), Pascal Junod (Fachstelle Waldbau, Lyss), Thomas Kuhn (Forstdienst, Bülach), Urs Steck (Forstbetrieb Region Möhlin), Oliver Eichenberger (Forstbetrieb Region Muri), Peter Schenkel (Forstbetrieb Birretholz)

Die **künstliche Verjüngung** ist interessant, wenn keine oder zu wenige Mutterbäume vorhanden sind. Dies gilt sowohl bei der Verjüngung bereits präsenster Arten als auch bei der Einführung neuer Baumarten. Schliesslich wird in der Praxis bei schwieriger Naturverjüngung aufgrund starker Konkurrenzvegetation (z. B. Verunkrautung) oder Wildverbiss häufig auf künstliche Verjüngung zurückgegriffen.

Der Transfer von forstlichem Vermehrungsgut aus Regionen mit interessanten Standortigenschaften (z. B. Trockenstandorte) kann eine Bereicherung der lokalen Population darstellen und zur Erhöhung der genetischen Vielfalt beitragen.

Das absichtliche Bewegen von Populationen oder Teilpopulationen von Baumarten in Regionen jenseits ihres heutigen Verbreitungsgebiets (*Assisted Migration*) wird heute im Zusammenhang mit dem Klimawandel rege diskutiert. Diese Umsiedlung von Organismen ist bei Baumarten gezwungenermassen mit den Aspekten der künstlichen Verjüngung verbunden.

**Die zielgerichtete Gewinnung, Produktion und Verwendung von forstlichem Vermehrungsgut gewinnt in einer sich verändernden Umwelt vermehrt an Bedeutung.**

### **3 Nutzung des forstlichen Vermehrungsguts der Eiche**

---

Die Erfahrungen aus dem Praxisprojekt «*Geeignetes forstliches Vermehrungsgut für die Eiche*» (siehe 1.1) werden im Folgenden beschrieben. Als roter Faden dient dabei die Praxisanleitung aus Kapitel 1.4. In jedem der folgenden Kapitel werden allgemeine Grundlagen erarbeitet und Aspekte der praktischen Umsetzung am Beispiel der Eichen in den Kantonen Zürich und Aargau illustriert.

#### **3.1 Grundlagen und Anbaustrategien**

##### **3.1.1 Ökologie der einheimischen Eichenarten**

In der Schweiz finden sich im Waldareal vier einheimische Eichenarten: die Stieleiche (*Quercus robur* L.), die Traubeneiche (*Q. petraea* [Matt.] Liebl.), die Flaumeiche (*Q. pubescens* Willd.) und die Zerreiche (*Q. cerris* L.). Während Stiel-, Trauben- und Flaumeiche innerhalb der Untergattung *Quercus* zur gleichen taxonomischen Sektion *Lepidobalanus* (Weisseichen) gehören und damit eng miteinander verwandt sind, wird die Zerreiche der Untergattung *Cerris* zugeordnet und unterscheidet sich damit deutlich von ersteren.

Die Stiel-, Trauben- und Flaumeichen (Tab. 1) sind licht- und wärmeliebende Baumarten und benötigen eine lange Vegetationsperiode. Sie kommen auf verschiedenen geologischen Substraten vor (basisch bis sauer) und stellen mässige (Stieleiche) bis geringe Ansprüche an die Nährstoffversorgung des Standortes. Die Stieleiche erträgt im Gegensatz zur Traubeneiche auch vernässte, bindige Böden. Letztere besiedelt dafür auch trockenere Standorte und gilt unter den drei Arten als Generalist. Die Flaumeiche kommt häufig auf südexponierten, steilen, flachgründigen und kalkhaltigen Böden vor und toleriert damit sehr trockene Bedingungen (ETH Zürich 2002; Rudow 2024).

**Stiel-, Trauben- und Flaumeichen zählen zur Untergattung *Quercus* (Weisseichen), während die Zerreiche zur Untergattung *Cerris* gehört.**

**Die einheimischen Eichen sind generell licht- und wärmeliebende, oft Trockenheit ertragende Arten.**

Aus waldbaulicher Sicht sind vor allem die Stiel- und die Traubeneiche von Bedeutung. Die Flaumeiche könnte zukünftig im Schutzwald eine grössere Rolle spielen und wird bereits heute in Südeuropa für Brennholz genutzt. Auf die Zerreiche, welche im südlichen Tessin ein kleines Vorkommen aufweist, wird im Folgenden nicht weiter eingegangen. Stiel- und Traubeneiche kommen wirtschaftsbedingt auf unterschiedlichsten Standorten vor. Ohne die regulierenden Eingriffe des Menschen würden die konkurrenzschwachen Eichen vor allem auf wüchsigen Standorten vielerorts von der Buche verdrängt. Natürliche Eichenwälder sind oft auf Nischenstandorten zu finden, wo die geringen Ansprüche der Eiche an die Bodeneigenschaften zum Tragen kommen (z. B. trockenwarme Eichenwälder, Eichen-Hagebutchen-Mischwälder und Eichen-Birkenwälder).

**Stiel- und Traubeneiche sind die waldbaulich wichtigsten Eichenarten in der Schweiz.**

**Aufgrund ihrer geringen Konkurrenzkraft ist die Eiche heute meist nur auf Nischenstandorten dominierend.**

**Tab. 1: Die ökologischen Eigenschaften der drei wichtigsten Eichenarten in der Schweiz. Abgeändert nach ETH Zürich (2002) und Ökogramme nach Rudow (2024).**

Faktor	Stieleiche	Traubeneiche	Flaumeiche
Lichtbedarf	Lichtbaumart	Lichtbaumart	Lichtbaumart
Wärmebedarf	sommerwärmebedürftig	wärmebedürftig	sehr wärmebedürftig (vor allem Sommerwärme)
Winterkälte	mässig empfindlich	empfindlich; gefährdeter als Stieleiche	mässig empfindlich; dringt in kontinentale Klimaregionen vor
Spätfrost	mässig empfindlich	empfindlich	empfindlich
Wasserversorgung	bevorzugt gut versorgte Böden	anspruchlos	sehr anspruchslos
Überschwemmung / Vernässung	mässig resistent; erträgt Pseudogleyböden	wenig resistent; meidet vernässte Böden	kommt in Überschwemmungsgebieten nicht vor; meidet vernässte Böden
Trockenheit	mässig empfindlich	wenig empfindlich	kaum empfindlich
Nährstoffversorgung	geringe Ansprüche; bevorzugt fruchtbare Böden	anspruchlos	anspruchlos
Geologisches Substrat	indifferent	indifferent	häufig auf Kalkstandorten

**Ökogramme**

- Physiologische Nische
- Realisierte Nische dominierend
- beigemischt

Stieleiche

Traubeneiche

Flaumeiche

Der Klimawandel verändert die Wuchsbedingungen für die Waldvegetation (Frehner *et al.* 2018). Die meisten Standorte im tiefergelegenen Mittelland und Jura, welche sich heute noch in der submontanen bzw. im Übergangsbereich zur kollinen Höhestufe befinden, werden bis zum Ende des Jahrhunderts als kollin angesprochen werden. Diese Entwicklung wird den Eichenarten zugutekommen. Beim Eichenanbau sind die nach wie vor bestehenden Konkurrenzverhältnisse zu beachten, um den Pflegeaufwand in Grenzen zu halten. Die Standortempfehlungen der Kantone geben wichtige Hinweise dazu (S. 15).

**Der Klimawandel stärkt die Stellung der Eichenarten – die Konkurrenzverhältnisse sind nach wie vor zu beachten.**

### 3.1.2 Eichenanbau

#### Wald- und Forstgeschichte

Nach dem Ende der letzten Eiszeit vor ca. 10 000 Jahren kehrte die Eiche in das Gebiet der heutigen Schweiz zurück und erlebte im *Atlantikum* (vor 7500–5000 Jahren) während des nacheiszeitlichen Wärmeoptimums ihre maximale Ausbreitung (Eichenmischwaldzeit). Im *Subboreal* (vor 5000–2500 Jahren) wurde sie von konkurrenzstärkeren Baumarten wie Buche, Fichte und Tanne zurückgedrängt. Ab der mittleren Steinzeit begann der Mensch nachweisbar auf die Waldvegetation einzuwirken. Sein Einfluss wuchs im Laufe der Siedlungsgeschichte kontinuierlich. Die Eiche wurde ab dem Mittelalter stark gefördert und erlebte bis Mitte des 19. Jahrhunderts ihre Blütezeit (Meyer 1931). Mit dem einsetzenden Bau der Eisenbahnen fand dann aber ein radikaler Wandel statt. Um den enormen Bedarf an Schwellenholz zu decken, wurden viele Eichenwälder kahlgeschlagen. In diese Zeit fällt vielerorts die Umwandlung von eichenreichen Nieder- und Mittelwäldern in Nadelholzbestände aus Fichte und Föhre (Bürgi 1998). Mit diesem Baumartenwechsel wurde die Verjüngung des verbleibenden Eichenbestandes vernachlässigt, was sich heute insbesondere in einer flächenmässigen Untervertretung der jüngsten Altersklasse (0–40 Jahre) äussert (Bonfils *et al.* 2015).

Neben der natürlichen Verjüngung wurden viele Eichenbestände von je her über Saat und Pflanzung künstlich verjüngt oder begründet. Dabei wurde früher oft lokales Saatgut verwendet, denn bis zum Bau der Eisenbahnen war der Transport grösserer Mengen der empfindlichen Eicheln aufwändig und teuer. Ältere Eichenbestände (150–200 Jahre) können daher, solange keine gesicherten Angaben über die bedeutende Verwendung von auswärtigen Herkünften bestehen, als *autochthon* bezeichnet werden.

#### Autochthone Baumpopulationen

Eine Waldbaumpopulation wird als autochthon bezeichnet, wenn sie sich seit der Besiedelung ihres Habitats kontinuierlich natürlich verjüngt hat oder künstlich mit Vermehrungsgut aus der Population selbst oder aus einem nahen autochthonen Bestand erneuert wurde. Autochthone Populationen haben sich über viele Generationen hinweg an die Umweltbedingungen ihres Standortes angepasst (Koski *et al.* 1997).

Autochthone Waldbaumpopulationen gelten wegen ihrer Anpasstheit als wertvolle genetische Ressourcen (Mátyás *et al.* 2002). Sie sind in gewissem Sinne einzigartig, weil sie nicht nur die besonderen Wuchsbedingungen an ihrem Standort, sondern auch die Geschichte der nacheiszeitlichen Rückwanderung widerspiegeln. Die Autochthone einer Population kann mit historischen Dokumenten oder, auf grösserer räumlicher Skala, mit molekulargenetischen Methoden überprüft werden.

#### Aktuelle Entwicklung des Eichenvorkommens

Die in der Schweiz vorkommenden Eichenarten sind aktuell mit einem Stammzahl- und Vorratsanteil von rund 2 % am Schweizer Wald beteiligt. Ihre Stammzahl ist seit den Aufnahmen des dritten *Landesforstinventars* (LF13) in den Jahren 2004 bis 2006 um 8 % zurückgegangen, ihr Vorrat um 2 %. Die zwei häufigsten Eichenarten, die Stiel- und die

**Die Eiche wurde vom Menschen gefördert und stellt ein Kulturerbe dar.**

**Die Übernutzung der Eiche und die Umwandlung in Nadelholzbestände im 19. und 20. Jahrhundert hat zu einem Defizit an jüngeren Eichenbeständen geführt.**

**Trotz des grossen menschlichen Einflusses dürften in der Schweiz ursprüngliche Eichenpopulationen existieren.**

**Autochthone Populationen stellen wertvolle genetische Ressourcen dar und sind damit besonders erhaltenswert.**

**Die Eiche wird immer älter und ihr Anteil nimmt ab.**

Traubeneiche, zeigen vom LFI3 zum LFI4 eine Stammzahlabnahme um 15 % bzw. 10 % und eine Vorratsabnahme um 3.5 % bzw. 2.3 % (Tab. 2). Diese Entwicklung ist noch markanter, wenn die aktuellen Werte mit den Aufnahmen im LFI 1 aus den Jahren 1983 bis 1985 verglichen werden. Die Stammzahlabnahme beträgt dann 39 % bzw. 21 %, während der Vorrat der Eichenarten gesamthaft um 17 % abnimmt (in Tab. 2 nicht dargestellt) (Brändli *et al.* 2020). Diese Entwicklung lässt sich mit der Geschichte der Eiche (siehe *Wald- und Forstgeschichte* S. 10), ihrer geringen Konkurrenzkraft (Tab. 1), aber auch mit überhöhten Rehwildbeständen (Wildverbiss) erklären.

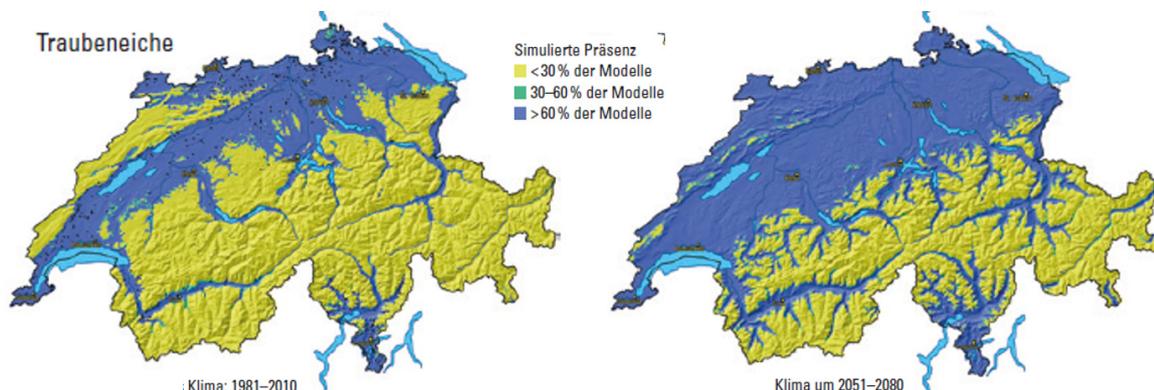
**Tab. 2: Kenngrößen zur Häufigkeit und Bedeutung der einheimischen Eichenarten. Vergleich Eidg. Landesforstinventar LFI3 2004/06 zu LFI 4 2009/2017. Auswertungseinheit: zugänglicher Wald ohne Gebüschwald (Brändli *et al.* 2020).**

	Vorrat LFI 4 2009/17		Vorrats- änderung		Stammzahl LFI 4 2009/17		Stammzahl- änderung	
	1000 m <sup>3</sup>	± %	%	± %	1000 Anz	± %	%	±
Stieleiche	3379	11	-3.5	6.3	2196	11	-15.1	4.8
Traubeneiche	4611	9	-2.3	4.4	5788	11	-9.5	2.9
Flaumeiche	319	20	3.5	11.6	1651	22	19.1	8.6
Zerreiche	47	56	-20.9	22.4	84	46	-39.0	20.7
<b>Total</b>	<b>8356</b>				<b>9719</b>			

Modelle über die Habitateignung von Baumarten zeigen, dass die Eiche aufgrund ihrer Trockentoleranz im Wald der Zukunft eine grössere Rolle spielen dürfte als heute (Allgaier *et al.* 2017). Die Fläche, auf der die Eiche zukünftig als wichtige oder gar dominierende Naturwaldbaumart vorkommen kann, wird sich ausweiten. Dies betrifft insbesondere die Traubeneiche (Abb. 1). Die Resultate dieser Zukunftsprojektionen kontrastieren mit den Feststellungen des Landesforstinventars, welche eine Abnahme und Überalterung der schweizerischen Eichenpopulation zeigen. Dies soll als Hinweis dafür gelten, dass ein Baumartenwechsel von einer Vielzahl natürlicher und anthropogener Faktoren abhängt, welche über den Begriff der Habitateignung hinausgehen. Die Eiche ist auch heute noch kein «Selbstläufer» und auf die Unterstützung durch den Forstdienst angewiesen.

**Die potenziell für die Eiche geeigneten Standorte werden im Klimawandel ausgeweitet.**

**Die Eiche als konkurrenzschwache Baumart muss auch heute noch waldbaulich gefördert werden.**



**Abb. 1: Simulierte Präsenz der Traubeneiche im aktuellen (links) und zukünftigen Klima (rechts) (Zimmermann *et al.* 2016). Die Darstellung beruht auf der Auswertung von 36 Kombinationen statistischer und klimatischer Modelle (Modell-Ensembles). Blau = geeignete Habitatbedingungen in mindestens 22 Modellen; Grün = geeignete Standortbedingungen in 11–21 Modellen; Gelb = geeignete Standortbedingungen in höchstens 10 Modellen.**

### 3.1.3 Genetik

**Genetische Vielfalt.** Die Eichen gehören zu den Waldbaumarten mit der grössten genetischen Vielfalt (Milesi *et al.* in 2024). Dieses sehr hohe Mass an genetischer Vielfalt wird auf die *grossen Populationen*, den weiträumigen *Genfluss* und die zwischenartliche *Hybridisierung* zurückgeführt (Ducouso *et al.* 2004). Genetische Untersuchungen in 28 Schweizer Eichenpopulationen zeigten in allen Beständen eine hohe genetische Vielfalt (Finkeldey 2001). Trotz der Verschiedenartigkeit der Bestände und der zum Teil kleinen und isolierten Flächen (Hochwald, ehemalige Mittelwälder, Weidewälder, ehemalige Niederwälder) konnten keine Hinweise auf einen Verlust genetischer Vielfalt aufgrund von Isolation oder genetischer Drift gefunden werden. Damit kann grundsätzlich von einem hohen evolutionären Anpassungspotenzial der Eichenpopulationen ausgegangen werden.

**Genfluss.** Zwischen Eichenpopulationen findet durch Pollenflug auch über grosse Distanzen ein bedeutender Genaustausch statt (z.T. mehrere Kilometer). Dieser grossräumige Genfluss führt dazu, dass oft mehr als die Hälfte des Pollens in einem Bestand von ausserhalb stammt (Holderegger *et al.* 2015). Da die Eichen unterschiedlichste Standorte besiedeln, erlaubt der weiträumige Genfluss den Eintrag neuer Genvarianten aus Beständen mit anderen Umweltbedingungen, was zur Erhöhung der anpassungsrelevanten genetischen Vielfalt beiträgt.

**Hybridisierung.** Stiel-, Trauben- und Flaumeiche bilden einen Arten-Komplex, in welchem häufig Teile des Erbguts ausgetauscht werden (Hybridisierung). Das Vorkommen und die Häufigkeit von Hybriden kann je nach Artzusammensetzung und Struktur der Bestände stark schwanken (Gerber *et al.* 2014). In einem gemischten Stiel- und Traubeneichenbestand in Büren a.A. wurde der Hybridanteil in der Verjüngung auf rund 10 % geschätzt (Gugerli *et al.* 2005). Aufgrund spezifischer Standortbedingungen findet aber wohl eine Selektion gegen Hybride statt, so dass die reinen Formen aller drei Eichenarten erhalten bleiben. In der Schweiz findet die Hybridbildung vor allem zwischen Trauben- und Flaumeiche und in geringerem Umfang auch zwischen Stiel- und Traubeneiche statt (Reutimann *et al.* 2020). Hybride zwischen Stiel- und Flaumeichen sind selten, was wohl auch auf die sehr unterschiedlichen Standortansprüche und die somit grössere räumliche Trennung zurückzuführen ist (siehe auch Kasten «Wertvolle Flaumeiche» auf S. 27). Über *Introgression* (Rückkreuzung von Hybriden mit einer der Elternarten) ist über Generationen hinweg ein Austausch von genetischem Material zwischen den Arten möglich. Dies ist ein normaler biologischer Vorgang und ermöglicht die genetische Durchmischung über Artgrenzen hinweg, was für das Gesamtsystem von Vorteil ist.

**Genetische Differenzierung.** Bei europäischen Eichen wird eine grosse Differenzierung bei äusseren Wuchsmerkmalen beobachtet (Kremer und Menozzi 2010). Untersuchungen in Herkunftsversuchen zeigen, dass bei der Traubeneiche die Zeitpunkte von Knospenbruch und Knospenbildung mit der geographischen Breite des Herkunftsortes korrelieren. Solche Merkmale, welche von der Fotoperiode oder der Wärmesumme kontrolliert werden, zeigen also grossräumige geographische Muster. Bei Unterschieden in Bezug auf Wachstum und Form der Herkünfte ist dies hingegen nicht der Fall. Vielmehr zeigt sich, dass lokale Standortfaktoren zur Differenzierung von Populationen beitragen. Dieser Selektionsprozess kann zu deutlichen Unterschieden im Anpassungsvermögen und Wachstum von Herkünften führen (Kremer *et al.* 2001).

Eine hohe genetische Vielfalt bei der Eiche spricht für eine grosse Anpassungsfähigkeit.

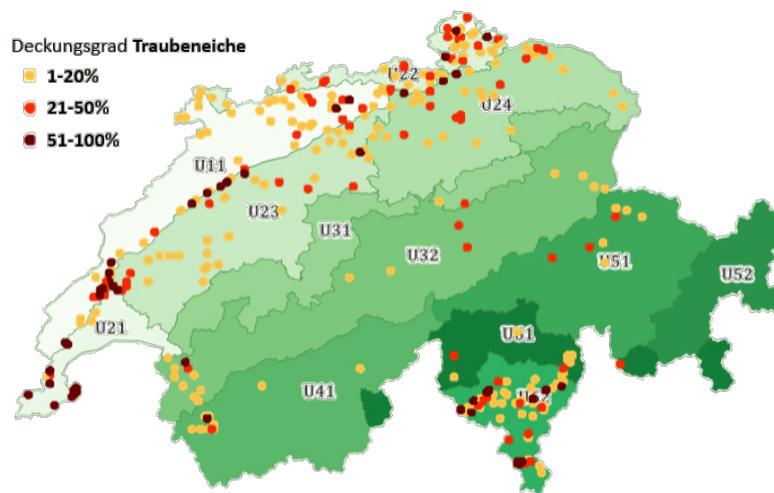
Der weiträumige Genfluss sorgt für eine Erhöhung der genetischen Vielfalt.

Die häufige Hybridisierung erhöht die genetische Vielfalt und ermöglicht die Übertragung artspezifischer Eigenschaften.

Die Selektion durch Standortfaktoren führt zu einer Differenzierung der Eichenpopulationen.

### 3.1.4 Gross- und kleinräumige Differenzierung

**Biogeographische Regionen.** Die Schweiz verfügt über eine grosse Vielfalt an Landschaften und Lebensräumen. Diese Diversität kann auf der Grundlage floristischer und faunistischer Kriterien in Form von biogeografischen Regionen dargestellt werden (BAFU 2022). Die in einer Region vorkommenden Organismen widerspiegeln die besondere Zusammensetzung biotischer, abiotischer und auch historischer Faktoren in diesem Gebiet. Die Schweiz wird üblicherweise in 6 Regionen bzw. 12 Unterregionen unterteilt (Abb. 2). Diese Einteilungen sind detaillierter, aber nicht grundsätzlich anders als die fünf Forstregionen der schweizerischen Forststatistik (Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen, Alpensüdseite), welche in der Verordnung über das forstliche Vermehrungsgut als Herkunftsgebiete bezeichnet werden. Die biogeografischen Regionen können bei der Auswahl von forstlichem Vermehrungsgut hilfreich sein, wenn Saatgut aus einem ähnlichen oder bewusst auch aus unterschiedlichem Wuchsgebiet gewünscht wird (Abb. 2).



**Abb. 2:** Biogeografische Regionen überlagert mit dem Vorkommen der Traubeneiche (Deckungsgrad) nach Aufnahmen des Landforstinventars LF13 (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald). Biogeografische Regionen bzw. Unterregionen (BAFU 2022): U11 Jura / Randen; U21 Genferseegebiet; U22 Hochrhein; U23 Westliches Mittelland; U24 Östliches Mittelland; U31 Voralpen; U32 Nordalpen; U41 Westliche Zentralalpen; U51 Östliche Zentralalpen; U52 Engadin; U61 Südalpen; U62 Südlicher Tessin

**Standort.** Der Standort bezeichnet die Gesamtheit aller ökologischen Faktoren, welche an einem bestimmten Ort auf einen Organismus einwirken. Die forstlichen Standorte werden in Form von Ökogrammen dargestellt (Abb. 3). Trotz der homogenisierenden Wirkung des starken Genflusses unterscheiden sich die Herkünfte der Eiche in ihrer äusserlichen Ausprägung teils stark voneinander (vgl. *Genetische Differenzierung*, S. 12). Dies kann nur mit der selektiven Wirkung des forstlichen Standorts an fitness-relevanten Genorten erklärt werden (Kremer und Menozzi 2001). Die Angaben zum Standort können also genutzt werden, um indirekt eine genetische Differenzierung zwischen Populationen anzusprechen. Davon abgeleitet können folgende Punkte angesprochen werden:

- Prüfung der Bandbreite der benötigten Samenerntebestände (3.2.4),
- Entwicklung von Strategien zur Beerntung und Produktion von forstlichem Vermehrungsgut (3.4.1) und
- Formulierung von Herkunftsempfehlungen (3.4.2).

### 3.1.5 Chancen und Risiken

#### Zukunftsfähige und wertvolle Bestände

Der Klimawandel wird den Wald in der Schweiz verändern. Die einheimischen Eichenarten verfügen über ein hohes Anpassungspotenzial und dürften aufgrund ihrer physiologischen und ökologischen Eigenschaften im Wald der Zukunft eine grössere Rolle spielen als heute (Bonfils *et al.* 2015). Sie werden die Resilienz des Waldes als Ganzes verbessern und einen wertvollen Beitrag zur Erhaltung der Waldleistung beisteuern. Besondere Bedeutung hat die Eiche in Bezug auf die Erhaltung und Förderung der *Biodiversität* und bei der Produktion von *Wertholz*.

Die Eichen können sich an den Klimawandel anpassen und erbringen wertvolle Waldleistungen.

#### Phytophanitäre Aspekte

Seit Jahrhunderten wird Europa periodisch von *Eichensterben* heimgesucht (Delatour 1983). Die Ursachen für solche Phänomene werden meist in einer Kombination mehrerer krankheitsfördernder Faktoren gesehen. Dazu zählen *Klimaextreme* (Winterfröste, Trockenheit), Befall durch *Insekten* (z. B. Kahlfrass) und *Pathogene* (z. B. Pilze, Bakterien) sowie *Nährstoff-Ungleichgewichte* (z. B. übermässige Stickstoffeinträge). Die Stieleiche scheint in der Regel stärkere Schadsymptome aufzuweisen als die Traubeneiche.

Die Eiche weist, wie andere Baumarten auch, phytophanitäre Probleme auf. Klima, Insekten, Pathogene und Nährstoff-Ungleichgewichte können Auslöser sein.

Die Schweiz ist bis jetzt von grossflächigem Eichensterben verschont geblieben. Meldungen von unspezifischen Kronenverlichtungen an Alteichen hat es aber immer wieder gegeben (Meier *et al.* 2013). Im Jahre 2023 wurden in verschiedenen Kantonen Phänomene des akuten Eichensterbens (*Acute Oak Decline*, AOD) nachgewiesen (Dennert *et al.* 2023a). Die Bakterien *Brenneria goodwinii*, *Gibbsiella quercinecans* und *Rahnella victoriana* gelten als hauptsächliche Verursacher der Krankheit, welche durch den Befall durch den Zweipunktigen Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) noch verstärkt wird. Vom AOD losgelöst bereiten auch die Pilzarten *Phytophthora cinnamomi* und *Phytophthora ramorum*, die vereinzelt in der Schweiz gefunden wurden, für die Zukunft gewisse Sorgen (Dennert *et al.* 2023b).

#### Betriebliche und waldbauliche Optionen

Die Eiche ist eine der wenigen Baumarten, welche sowohl im Niederwald, Mittelwald, Hochwald als auch im Dauerwald eingesetzt werden kann. Unterschiedliche Betriebsarten schaffen verschiedene Lebensräume und fördern die Biodiversität. Die menschlichen Eingriffe in die Waldstruktur und die natürlichen Selektionsbedingungen variieren mit der Betriebsart (siehe auch 3.3). Die Auswirkungen auf die genetischen Strukturen sind zum Teil konträr und noch wenig erforscht.

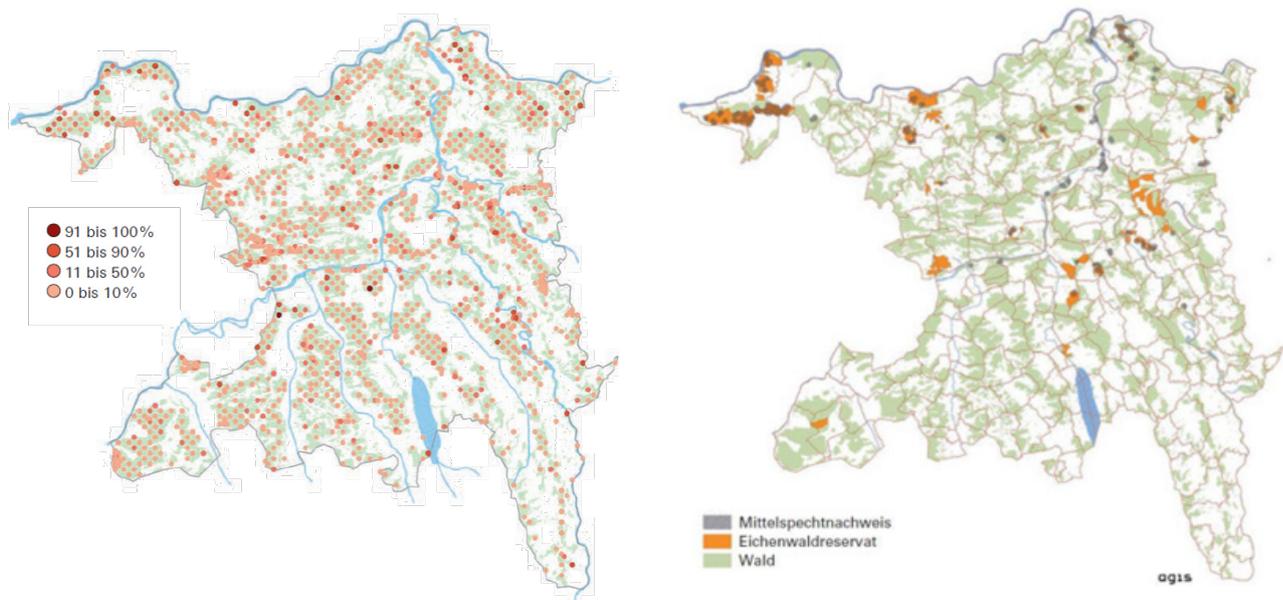
Die Eiche ist ein vielseitige Baumart, welche in verschiedenen Betriebsformen bewirtschaftet werden kann.

### 3.1.6 Kantonale Umsetzung

#### Kantonale Eichenbestände (AG und ZH)

Der Kanton Aargau weist in seinem Waldinventar 2016 für Stiel-, Trauben-, Flaum- und Roteiche zusammen einen Anteil von 6 % des Vorrates aus. Gemäss Waldentwicklungsplan (WEP 2015) hat im Kanton Zürich der Eichenanteil am Holzvorrat in der Periode 2010–2014 leicht von 4 % auf 5 % zugenommen. Beide Kantone liegen damit deutlich über dem gesamtschweizerischen Schnitt von rund 2 %. Zusammen mit den Kantonen Waadt, Thurgau, Tessin, Neuenburg und Genf beherbergen Aargau und Zürich 90 % der Eichenmischwälder in der Schweiz (Mühlethaler *et al.* 2008).

Die Kantone Aargau und Zürich weisen einen überdurchschnittlichen Eichenanteil auf.



**Abb. 3. Links: 2. Aargauer Waldinventur (2016). Basalflächenanteile der Eiche. Rechts: Übersichtskarte Eichenwaldreservate im Kanton Aargau (Stand 2018) (Departement Bau, Verkehr und Umwelt 2018a und 2018b)**

In beiden Kantonen wird eine zunehmende Überalterung der Bestände festgestellt, was dem gesamtschweizerischen Trend entspricht (3.1.2). Der Verjüngung der Bestände wird daher besonderes Gewicht beigemessen.

**Der Eichenwald wird immer älter und immer weniger.**

Der Kanton Aargau hat sich 1996 zum Ziel gesetzt, 7 % der Waldfläche (3500 ha) als Eichenwaldreservate auszuscheiden. Dieses Ziel wurde 2018 erreicht (Abb. 3). In diesen Reservaten soll langfristig ein Eichenanteil von mindestens 30 % sichergestellt werden (Naturschutzprogramm Wald, AG). Ausserhalb der Reservate unterstützt der Kanton die Begründung von Eichenjungwald. Im Rahmen des Projektes «Seltene und wertvolle Baumarten» (SWB) wurden von 2008 bis 2021 rund 334 ha Eichenwald neu begründet.

Der Waldentwicklungsplan des Kantons Zürich aus dem Jahre 2010 weist eine Vorrangfunktion *Biologische Vielfalt* aus. Diese nennt als besonderes Ziel die Eichenförderung auf einer Fläche von 3110 ha. Ein Eichenkonzept aus dem Jahre 2017 beziffert 15.5 ha/Jahr als minimale Eichen-Verjüngungsfläche, um den Bestand an eichenreichen Wäldern zu erhalten (Amt für Landschaft und Natur 2017). Infolge grossflächiger Sturmschäden und Borkenkäferkalamitäten wurden viele Eichenverjüngungsflächen geschaffen, so dass 2019 die festgelegte nachhaltige Verjüngungsfläche von 15.5 ha erstmals übertroffen wurde.

**Die Kantone Aargau und Zürich haben Zielgrössen formuliert (Flächen), die eine langfristige Erhaltung des Eichenvorkommens erlauben.**

Im Kanton Aargau wird die Naturverjüngung als bevorzugte Verjüngungsform genannt. Herkunftsempfehlungen gibt es weder im Kanton Zürich noch im Kanton Aargau.

**Vorgaben zur Verwendung von forstlichem Vermehrungsgut werden keine gemacht.**

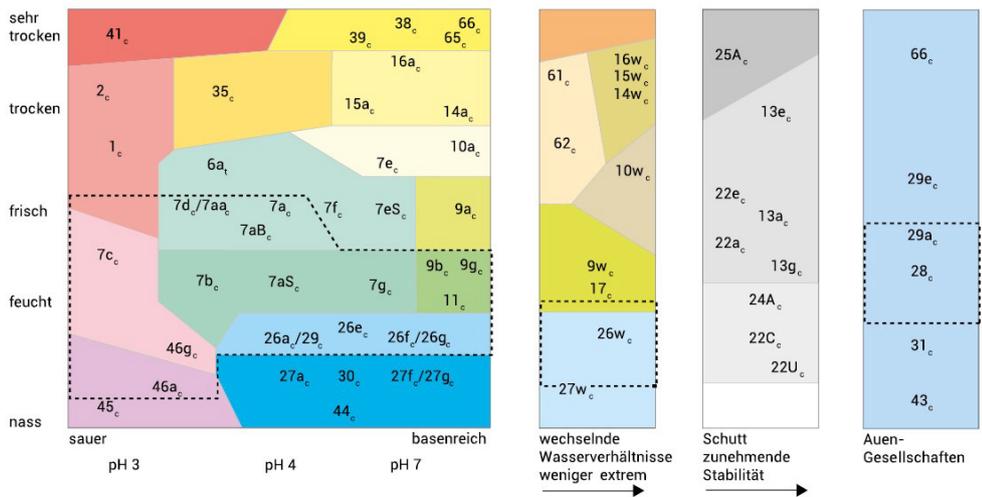
### **Geeignete Standorte für die Eiche**

Der Klimawandel verändert die Wuchsbedingungen an einem Standort (Frehner et al. 2018). Der Kanton Aargau – wie andere Kantone auch – hat seine Baumartempfehlungen entsprechend überarbeitet und neue Baumarten-Ökogramme erstellt (Abb. 4). Der Klimawandel führt zu einer Verschiebung der Vegetationsstufen, so dass die meisten Standorte im tiefergelegenen Mittelland und Jura, welche sich

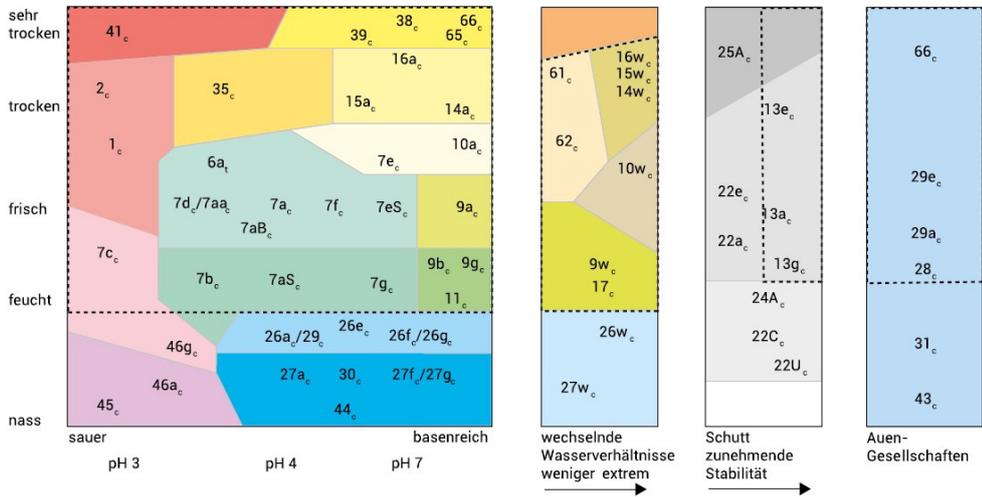
**Neue Baumarten-Ökogramme berücksichtigen den Einfluss des Klimawandels auf den Standort.**

heute noch in der submontanen bzw. im Übergangsbereich zur kollinen Höhestufe befinden, zukünftig als kollin angesprochen werden. In einem Online-Abfragetool werden die aktualisierten Informationen zu Standort und Baumartenempfehlung zur Verfügung gestellt ([ag.ch/app/standortabfrage](http://ag.ch/app/standortabfrage)). Der Bund stellt mit der *Tree-App* ein ähnliches Instrument zur Verfügung ([tree-app.ch](http://tree-app.ch)). Bei den Baumartenempfehlungen wird auch die gesellschaftliche Stellung einer (Eichen-)Art dargestellt, indem diese den Kategorien «Dominierende Baumart», «Wichtige Naturwaldbaumart» und «Weitere Baumart» zugeordnet wird. Diese Information ist bei den Eichen als konkurrenzschwache Baumarten besonders interessant, da so indirekt auf den zu erwartenden Pflegeaufwand an einem gegebenen Standort geschlossen werden kann.

### Stieleiche



### Traubeneiche



## Flaumeiche

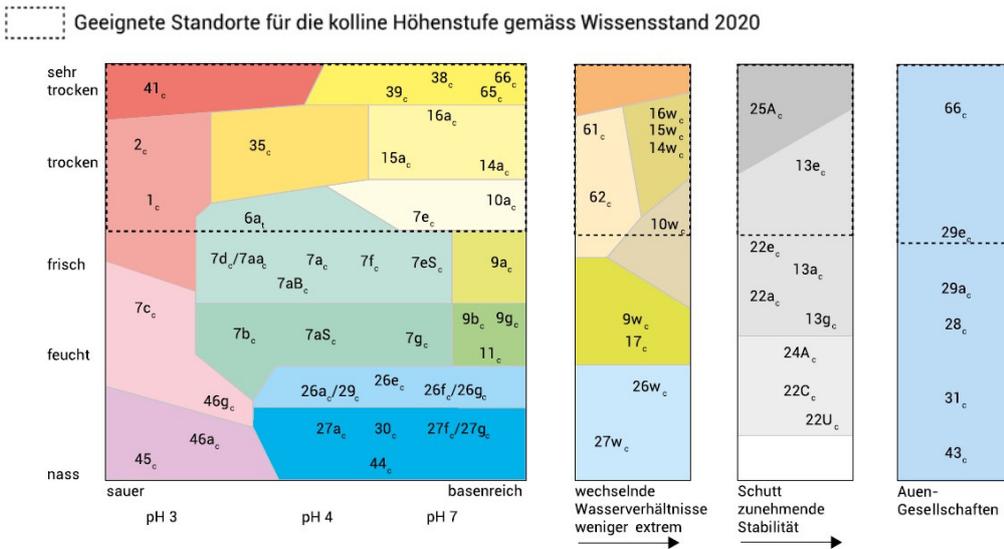


Abb. 4: Der Kanton Aargau hat seine Baumarten-Ökogramme überarbeitet und an die vom Klimawandel veränderten Standortbedingungen angepasst (Abbildungen von: [www.waldbau-sylviculture.ch](http://www.waldbau-sylviculture.ch))

### Aktuelles Eichenvorkommen und Samenerntebestände

Die meisten Eichen-Förderflächen im Kanton Zürich liegen in unterschiedlichen Ausprägungen des Waldmeister-Buchenwaldes (7a/as/d/e/f/g) und in Buchenwäldern auf eher sauren Böden (1, 6). Ebenfalls vertreten sind die Eichen-Hagebuchen-Mischwälder (35a/c/e, 39). Kleinere Flächen liegen auf feuchteren Erlen-Eschen-Standorten (26a/f, 29), die in Zukunft insbesondere für die Stieleiche eine wichtige Rolle spielen werden.

In Abb. 5 sind die Standorttypen der Eichenförderflächen im Kanton Zürich mit denjenigen der Samenerntebestände überlagert. Die Mehrzahl der Samenerntebestände stockt auf gut wasserversorgten, tiefgründigen und nährstoffreichen Standorten mit grosser Wuchskraft (z. B. Waldmeister-Buchenwälder). Dies entspricht der Erfahrung, dass auf diesen Standorten hinsichtlich Produktion und Qualität überdurchschnittliche Leistungen erwartet werden können. Dieses Verständnis muss dahingehend erweitert werden, dass Vermehrungsgut von Samenerntebeständen trockenerer Standorte bei wüchsigeren Umweltbedingungen ebenfalls gute Wuchsergebnisse erzielen kann und eine Verschiebung der Angepasstheit an zukünftig trockenere Bedingungen ermöglicht. Entsprechend sollten gerade für die Traubeneiche gezielt auch dort Samenerntebestände ausgeschieden und gefördert werden, wo eine etwas trockenere Komponente zum Tragen kommt [6(35), 7(35), 35a]. Beispiele dafür sind die Bestände in Bülach und Rheinau (Tab. 3).

Die Verfügbarkeit von trockenoleranteren Herkünften gibt der kantonalen Fachstelle die Möglichkeit, solche Herkünfte bei der Beerntung gezielt zu fördern und bei der Pflanzung zu berücksichtigen. So können diese in Mischung mit anderen Herkünften verwendet werden. Natürlich können auch Herkünfte aus anderen Kantonen genutzt werden. Die Abteilung Wald des Kantons Zürich prüft derzeit die Möglichkeit, trockenolerantere Herkünfte aus dem Kanton Schaffhausen zu

Eichen wachsen hauptsächlich auf Waldmeister-Buchenstandorten unterschiedlicher Ausprägung und auf sauren Buchenstandorten.

Die bestehenden Samenerntebestände stocken auf wüchsigen Standorten.

Herkünfte von trockeneren Standorten sind zukünftig von vermehrtem Interesse.

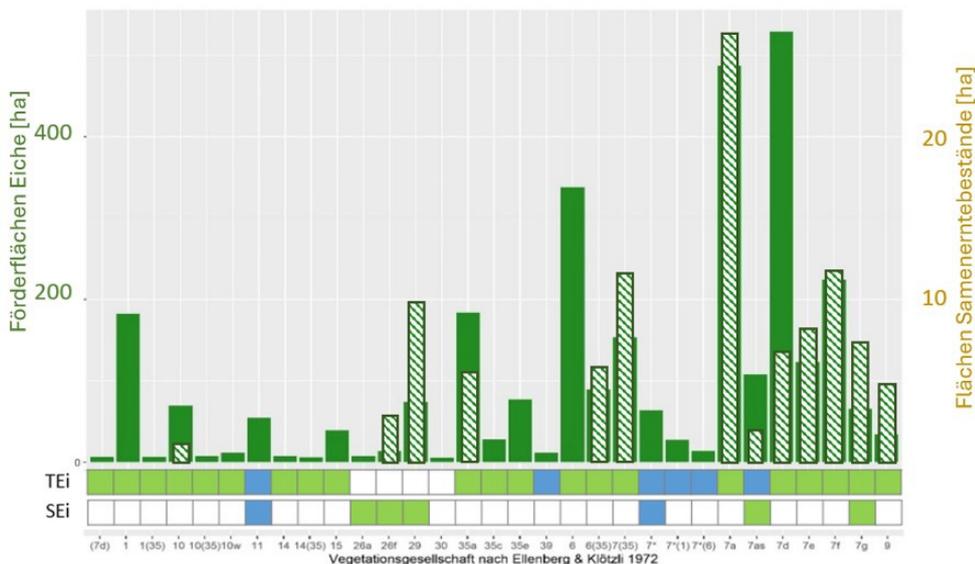
Die Samenerntebestände der Eiche im Kanton ZH decken ein grosses Standortsspektrum ab – mehr trockenolerante Herkünfte wären aber wünschenswert.

nutzen. Grundsätzlich können die Eichenfördergebiete aber mit geeignetem Vermehrungsgut aus dem eigenen Kanton versorgt werden (Abb. 5). Vorbehalten bleibt die Frage der Qualität der Samenerntebestände (siehe dazu 3.2.3).

**Tab. 3: Standorte der Samenerntebestände der Traubeneiche im Kanton Zürich (Bonfils et al. 2020). TEi= Traubeneiche, SEi = Stieleiche.**

Gemeinde	Name	Eichenart	Standortstyp ZH (aktuell)	Standortstyp NaiS* (aktuell)	Standort NaiS* Klimawandel, pessimistisches Szenario
Bachenbülach	Sunnhalden	TEi (SEi)	7a (7f/g)	7a (7a(9a) / 7S)	7ac (7ac(9ac) / 7Sc)
Bülach	Langgraben	TEi (SEi)	7(35) 6(35)	7a(35), 6(35)	7ac(35), 6c(35)
Rorbas	Dättenberg	TEi	7 (a/e/f)	7a, 7a(10a), 7a(9a)	7ac, 7ac(10ac),
Hüntwangen	Birchen	TEi	7d, 7a	7a(6), 7a	7ac(6c), 7ac
Rheinau	Geissert 2	TEi (SEi)	35a (35e)	35	35
Feuerthalen	Schwarzbrünneli	TEi	7d (7a)	7a(6) (7a)	7ac(6c) (7ac)
Rheinau	Bergholz	TEi (SEi)	7a (7g/f)	7a (7S/7a(9a))	7ac (7Sc / 7ac(9ac))
Winkel	Trübhalde	TEi	7a (7d)	7a (7a(6))	7ac, 7ac(6c)
Unterstammheim	Dettenbühl	TEi (SEi)	7f (7a, 15)	7a(9a) (7a, 15)	7ac(9ac) (7ac, 15c)
Birmensdorf	Rameren Süd	TEi	7a (7f)	7a(6) (7a)	7ac(6c) (7ac)
Maschwanden	Maschwanden	TEi	7g, (7as)	7S	7Sc
Winterthur	Eichbühl	TEi	7g (7a)	7S (7a)	7Sc (7ac)
Wädenswil	Hintere Au	TEi	7g (7a)	7S (7a)	7Sc (7ac)

\* Standortstypen basierend auf dem System von Ellenberg und Klötzli (1972),  
 \*\* Nomenklatur, welche im Rahmen des Projektes «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» (NaiS) entwickelt wurde und eine schweizweit anwendbare Systematik der Standortstypen anbietet.



**Abb. 5: Standorte der Eichenförderflächen (grüne Balken) und der Samenerntebestände (grün gestreifte Balken) im Kanton Zürich. Stellung der Stieleiche (SEi) und Traubeneiche (TEi) in den jeweiligen Standorttypen unter Berücksichtigung des Klimawandels. In Blau -> wichtige Naturwaldbaumart; in Grün -> dominierende Naturwaldbaumart (Bonfils et al. 2020)**

## Waldbaustrategie, Verjüngung und Pflanzbedarf

Im Kanton Zürich wird die Eiche vor allem als Hochwald bewirtschaftet und kommt sowohl in Misch- wie auch in Reinbeständen vor. Das Eichenkonzept des Kantons setzt die Priorität auf die Naturverjüngung (Amt für Landschaft und Natur 2017). Folgende Situationen erfordern allerdings den Einsatz künstlicher Verjüngung (vor allem Pflanzungen):

- teilweises oder vollständiges Fehlen von Samenbäumen (Neubegründung, Sturmschäden etc.);
- ungenügende Qualität der Samenbäume;
- schwache Mast / Fruktifikation oder zu grosser Abstand zwischen den Mastjahren;
- starke Konkurrenz durch Brombeere, Gräser und andere Baumarten, starker Wilddruck.

Aus diesen Gründen wird die Eiche oft künstlich verjüngt. Schätzungen des kantonalen Forstdienstes gehen davon aus, dass der Anteil künstlicher Verjüngung an der Gesamtverjüngung bei dieser Baumart rund 70 % beträgt (mündl. Kommunikation S. Studhalter). Bei den heute üblichen Pflanzverfahren werden zwischen 1500 (Weitverband) und 300 Pflanzen/ha (Trupppflanzung) benötigt (proQuercus 2019). Bei der jährlichen Neubegründung bzw. Verjüngung einer Fläche von 15.5 ha (siehe *Kantonale Eichenbestände*, S. 15) ergibt dies einen Bedarf von 4 650 bis 23 250 Pflanzen. Der Weitverband wird heute eher selten angewendet, so dass von einem geschätzten Pflanzbedarf von rund 10 000 Pflanzen/Jahr ausgegangen wird.

### 3.1.7 Generhaltungsgebiete

#### Hintergrund

Die Artenvielfalt der Waldbäume und ihre innerartliche genetische Vielfalt werden als *forstliche Genressourcen* bezeichnet. Sie bilden die Grundlage der Waldbiodiversität, sind Garant für die Anpassungsfähigkeit unserer Wälder und damit für die nachhaltige Sicherung von Waldleistungen. Das Alpenland Schweiz ist für die Erhaltung forstlicher Genressourcen gesamteuropäisch von Bedeutung und ist am europäischen Programm für forstliche Genressourcen (EUFORGEN) beteiligt. Im Rahmen des Projektes *Generhaltungsgebiete Schweiz* werden dynamische Generhaltungsgebiete erfasst. Diese repräsentieren die genetische Vielfalt wesentlicher Teilpopulationen einer Art, wobei natürliche Fortpflanzungs-, Anpassungs- und Migrationsvorgänge zugelassen werden.

#### Kriterien

Bei der Ausscheidung von Generhaltungsgebieten wird auf maximale Populationsgrösse und Standortvielfalt geachtet, wodurch die Pufferkapazität und damit die Absicherung gegenüber Umweltveränderungen erhöht wird. Die Evaluation und Etablierung geeigneter Generhaltungsgebiete erfolgten in Zusammenarbeit mit den Kantonen und aufgrund eines umfassenden Kriterienkatalogs. Sie werden im nationalen Generhaltungsgebiete-Kataster (NKG) sowie in der europäischen Datenbank (EUFGIS) festgehalten. Nebst dem direkten Erhaltungsziel steht das genetische Monitoring im Vordergrund. Die ausgeschiedenen Generhaltungsgebiete dienen als langfristiges Beobachtungsnetz für ein grossräumig (über die Landesgrenzen hinaus) koordiniertes Monitoring.

**Die künstliche Verjüngung ist wichtig für die Erhaltung und Ausweitung des Eichenvorkommens.**

**Der geschätzte Bedarf an forstlichem Vermehrungsgut im Kanton Zürich beträgt rund 10'000 Pflanzen pro Jahr.**

**Die genetische Diversität stellt die Grundlage der Anpassung und der Selbsterhaltung unserer Baumarten dar.**

**Mit dem Projekt *Generhaltungsgebiete Schweiz* wird ein pragmatisches Auswahl-Vorgehen in Zusammenarbeit mit den Kantonen verfolgt.**

## Eichen-Generhaltungsgebiete

Die Ausscheidung für Stiel-, Trauben- und Flaumeiche ist zurzeit in Bearbeitung. Aktuell werden 14 artspezifische Generhaltungsgebiete verzeichnet. Nebst der Abdeckung von Kernpopulationen (z. B. Tieflagen, Jura) und möglicherweise genetisch besonders wertvollen Randpopulationen (z. B. inneralpine Täler) sind auch Gebiete mit hybridisierenden Populationen unterschiedlicher Eichenarten von Interesse, weil sich hier wesentliche evolutive Prozesse abspielen und diese zu neuen Rekombinationen und damit zu erweitertem Anpassungspotenzial führen können.

Trotz des grossen menschlichen Einflusses scheinen in der Schweiz ursprüngliche Eichenbestände erhalten geblieben zu sein.

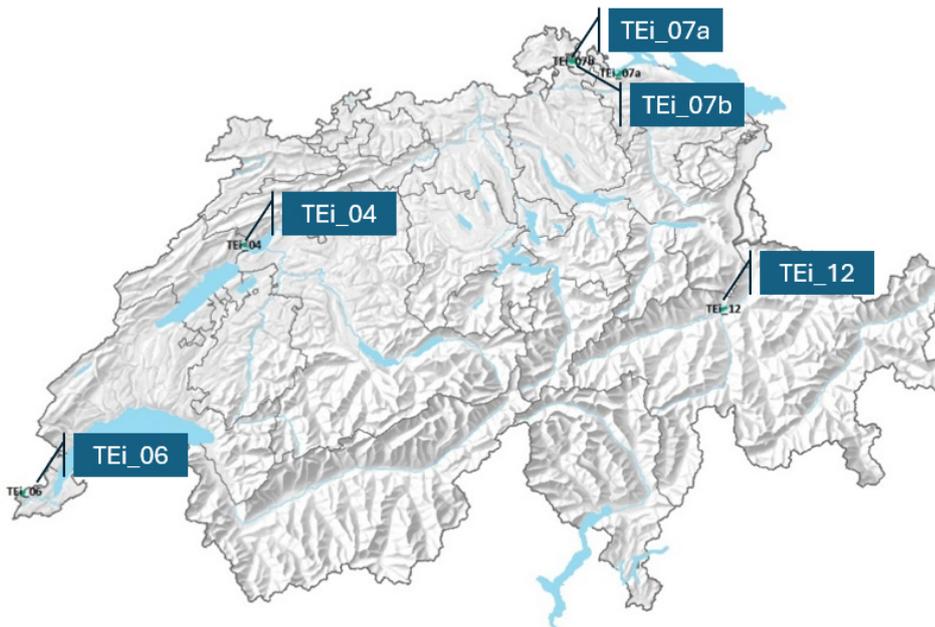


Abb. 6: Generhaltungsgebiete am Beispiel der Traubeneiche (Anzahl: 5, Stand 16.11.2023). NWR= Naturwaldreservat, SWR= Sonoderwaldreservat.

NKG_ID	KT	Name Generhaltungsgebiet	Fläche (ha)	SG-Typ	Laufzeit
TEi_04	NE	Le Chanet-Les Escaberts	128.9	NWR	2057
TEi_06	GE	Grands Bois de Satigny	90.8	NWR	
TEi_07a	TG	Mammernerwald/Ibtobel	273.1	NWR/SWR	2060
TEi_07b	TG	Region Paradies-Diessenhofen	280.9	NWR/SWR	
TEi_12	GR	Region Imboden	117.6	SWR	2034

## Generhaltungsgebiete und Samenerntebestände

Samenerntebestände können in Generhaltungsgebieten zu liegen kommen, wenn die Beerntung des Saatguts aufgrund geltender Bewirtschaftungsvorschriften möglich ist (z. B. in Waldreservaten). Dies ist im Kanton Neuenburg mit der Eichenpopulation in *Le Chanet* der Fall (Generhaltungsgebiet TEi 04 und Samenerntebestand CH-NE-1236). In diesem Beispiel profitiert der Samenerntebestand von einem umfassenderen Bestreben, die genetische Vielfalt der Zielpopulationen zu erhalten. In den Kantonen Zürich und Aargau ist die Ausscheidung von Generhaltungsgebieten zurzeit im Gange.

Samenerntebestände können von Generhaltungsgebieten profitieren.

### Wichtige Weblinks

Projekt Generhaltungsgebiete Schweiz (ETHZ/BAFU) und Nationaler Generhaltungsgebiete-Kataster (NKG) >> [genres.ethz.ch](https://genres.ethz.ch)

European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN) und European Information System on Forest Genetic Resources (EUFGIS) >> [euforgen.org](https://euforgen.org),  
>> [portal.eufgis.org](https://portal.eufgis.org)

Überblick zu aktuellen Informationen zur Erhaltung forstlicher Genressourcen.

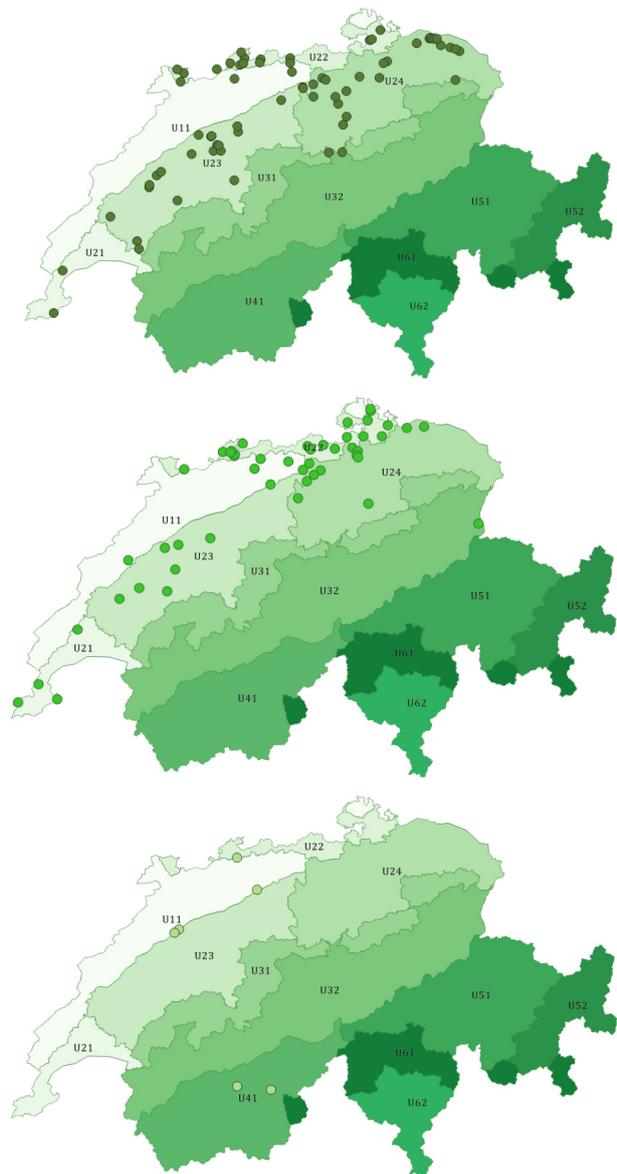
## 3.2 Bestehende Quellen für forstliches Vermehrungsgut

Bei der künstlichen Verjüngung der Eiche kommen heute hauptsächlich *Pflanzungen* zum Einsatz. Die *Saat* oder andere alternative Methoden wie etwa die Verwendung von *Wildlingen* werden seltener angewendet.

### 3.2.1 Samenerntebestände

Die Eicheln für die Pflanzenproduktion und den Handel stammen aus zugelassenen Samenerntebeständen. Im eigenen Wald gesammeltes forstliches Vermehrungsgut darf für den Eigenbedarf am Ort der Herkunft verwendet werden (V FoV).

In der Schweiz sind gemäss des *Nationalen Katasters für Samenerntebestände* 130 Samenerntebestände (SEB) für die Eiche ausgeschieden: 69 für die Stieleiche, 55 für die Traubeneiche (Abb. 7) und 6 für die Flaumeiche (Stand Februar 2024).



**Abb. 7: Biogeographische Regionen der Schweiz und Samenerntebestände für Stieleiche (oben), Traubeneiche (Mitte) und Flaumeiche (unten). Abfrage Nationaler Kataster für Samenerntebestände vom 02.02.2024.**

**Darstellung der biogeografischen Regionen der Schweiz (BAFU 2022). 12 Unterregionen: U11 Jura / Randen; U21 Genferseegebiet; U22 Hochrhein; U23 Westliches Mittelland; U24 Östliches Mittelland; U31 Voralpen; U32 Nordalpen; U41 Westliche Zentralalpen; U51 Östliche Zentralalpen; U52 Engadin; U61 Südalpen; U62 Südlicher Tessin**

### 3.2.2 Ausgewähltes und quellengesichertes Vermehrungsgut

In der Schweiz bietet der Handel vor allem *ausgewähltes* und *quellengesichertes* Vermehrungsgut an (OECD-Kategorien<sup>2</sup>). Die Samenerntebestände dieser zwei Kategorien unterscheiden sich gemäss der geltenden Verordnung für das forstliche Vermehrungsgut (siehe VfoV, 1.3) bei bestandesbildenden Baumarten in der Anzahl der potenziellen Erntebäume (100 für ausgewähltes und 25 für quellengesichertes Vermehrungsgut). Um den Umgang mit dieser Grösse zu erleichtern, wird in der Praxis vor allem die *reduzierte Fläche* des Samenerntebestandes angegeben, welche sich aus dem Deckungsgrad der betreffenden Baumart, multipliziert mit der Gesamtfläche des Bestandes, ergibt (mind. 100 Aren für ausgewähltes und 25 Aren für quellengesichertes Vermehrungsgut).

Morphologische Merkmale (z. B. Geradschaftigkeit) aber auch *Isolation*, *Homogenität* oder etwa *Autochthonie* werden genutzt, um die Qualität von Samenerntebeständen anzusprechen. Bestände geringerer Qualität wurden in der Vergangenheit öfters der Kategorie *quellengesichert* zugeordnet, auch wenn diese das Erntebaum-Kriterium für *ausgewähltes Vermehrungsgut* erfüllten.

### 3.2.3 Potenzial von Samenerntebeständen

Die Samenerntebestände unterscheiden sich in ihrem Potenzial, genetisch vielfältiges Vermehrungsgut zur Verfügung zu stellen und Qualitätsholz zu produzieren. Die Einteilung in *ausgewähltes* und *quellengesichertes* Vermehrungsgut wird der unterschiedlichen Qualität der Samenerntebestände nur ansatzweise gerecht. In einer Studie aus dem Jahre 2008 wurden alle Eichen-Samenerntebestände von denselben Experten besucht und beurteilt (Kaufmann *et al.* 2008). Dabei wurden die Samenerntebestände gutachtlich drei verschiedenen Kategorien zugeordnet: Vermehrungsgut, das zur Nutzung in einem 1) *lokalen*, 2) *regionalen* und 3) *nationalen Kontext* empfohlen wurde. Auf diese Weise wurde erstmals eine qualitative Wertung eingeführt, welche die Nutzung des Vermehrungsguts ansprach. Das hier vorliegende Praxisprojekt geht noch einen Schritt weiter, indem die Samenerntebestände mit Hilfe von vier verschiedenen Qualitätskriterien nach einem vorgegebenen Raster bewertet werden. Dabei werden Kriterien, welche auf eine erhöhte genetische Vielfalt und grosse Resilienz hinweisen, stärker gewichtet (Tab. 4). Dieses Vorgehen listet die Samenerntebestände nach ihrem Potenzial auf, geeignetes oder weniger gut geeignetes Vermehrungsgut zu produzieren (Tab. 5). Weitere Informationen zum verwendeten Beurteilungsfeld finden sich im Anhang.

Die qualitative Wertung von Samenerntebeständen ist zentral für die Entwicklung eines Nutzungskonzeptes für forstliches Vermehrungsgut und *eine gezielte Nutzung der bestgeeigneten Samenerntebestände und damit des Potenzials der vorhandenen genetischen Ressourcen*.

Die OECD-Kategorien für forstliches Vermehrungsgut beinhalten eine einfache qualitative Wertung der Samenerntebestände.

Die Samenerntebestände unterscheiden sich in ihrem Potenzial, genetisch vielfältiges Vermehrungsgut zu generieren.

Die qualitative Ansprache von Samenerntebeständen bildet die Grundlage für eine gezielte Nutzung genetischer Ressourcen.

---

<sup>2</sup> OECD, Forest Seed and Plant Scheme [<https://www.oecd.org/en/topics/forest-seed-and-plant.html>]

**Tab. 4: Ansprache der Qualität eines Samenerntebestandes in Bezug auf sein Potenzial, genetisch vielfältiges Vermehrungsgut zu generieren, das sich auch für die Produktion von Qualitätsholz eignet.**

Kriterium	Punktwertung	Gewichtung
<p><b>1) Population.</b> Die Beurteilung der Population setzt sich aus der Wertung ihrer <i>Grösse</i> und <i>Struktur</i> zusammen. Die Punkte werden addiert.</p> <p><b>A) Grösse.</b> Die Verordnung über forstliches Vermehrungsgut (VföV) sieht 25 bzw. 100 potenzielle Erntebäume als Mindestpopulation vor. Die Mindestanforderung des europäischen Programmes für forstgenetische Ressourcen (EU-FORGEN) beträgt 500 potenziell reproduzierende Bäume, d.h. 5 ha reduzierte Fläche* (Koskela <i>et al.</i> 2013). Um diesen verschiedenen Eckwerten Rechnung zu tragen, wurden fünf Klassen mit unterschiedlichen Punktwertungen gebildet.</p> <p>* Reduzierte Fläche = Deckungsgrad der betreffenden Baumart multipliziert mit der Gesamtfläche des Bestandes</p> <p><b>B) Struktur.</b> Strukturierte Bestände bzw. Populationen verschiedener Altersstufe weisen eine potenziell grössere genetische Vielfalt auf. Die Anzahl vorhandener Entwicklungsstufen wird entsprechend gewertet.</p> <p>** Stangenholz 2 <math>D_{dom}</math> 20–30 cm; schwaches Baumholz <math>D_{dom}</math> 31–40 cm; mittleres Baumholz <math>D_{dom}</math> 41–50 cm; starkes Baumholz <math>D_{dom}</math> &gt;50 cm, wobei <math>D_{dom}</math> den mittleren Durchmesser der 100 dicksten Bäume (Brusthöhendurchmesser BHD) pro Hektare angibt</p> <p><b>Beispiel:</b> Ein Samenerntebestand besteht aus 250 potenziellen Erntebäumen in zwei ungleich alten Teilbeständen (schwaches und starkes Baumholz).</p>	<p><b>Anzahl potenzielle Erntebäume</b></p> <p>&lt; 50 (1 Pkt.)            50-100 (2 Pkte.)            100-300 (3 Pkte.)            300-500 (4 Pkte.)            &gt; 500 (5 Pkte.)</p> <p><b>Anzahl Entwicklungsstufen**</b></p> <p>Ein Punkt pro Stufe (max. 4 Pkte). Berücksichtigt werden: <i>Stangenholz</i> sowie <i>schwaches, mittleres und starkes Baumholz</i>.</p> <p>A) Anz. pot. Erntebäume: 3 Pkte.            B) Struktur: 2 Pkte.</p>	<p>Faktor: 2</p> <p>Faktor: 1</p> <p>3 Pkte. x 2            2 Pkte x 1  <b>Total: 8 Pkte.</b></p>
<p><b>2) Vitalität und Regeneration</b></p> <p>Die Vitalität eines Bestandes erlaubt Rückschlüsse auf die Anpasstheit der Population an den Standort und seine Kapazität, auf Störungen zu reagieren (Resilienz). Beurteilt werden Schäden an Stamm und Krone sowie die Regenerationsfähigkeit (Gutachtliche Beurteilung und Erfahrungen des Forstpersonals).</p> <p><b>Beispiel:</b> Der Samenerntebestand hat während den Trockenperioden der letzten Jahre z.T. gelitten, hat sich aber immer wieder gut erholt (Kronenbild, Wachstum).</p>	<p><b>Vitalität:</b> 1 bis 5 Punkte            Ausgezeichnet (5 Pkte.), gut (4 Pkte.), normal (3 Pkte.), leichte Defizite (2 Pkte.), schlecht (1 Pkt.)</p> <p>«Normale» Vitalität: 3 Pkte.</p>	<p>Faktor: 2</p> <p>3 Pkte. x 2  <b>Total: 6 Pkte.</b></p>
<p><b>3) Herkunft</b></p> <p>Autochthone Populationen haben sich über viele Generationen an die Umweltbedingungen ihres Standortes angepasst. Diese <i>Angepasstheit</i> gilt als interessante Bestandes-Eigenschaft (Mátyás <i>et al.</i> 2002) und wird leicht höher bewertet als nicht-autochthones Material.</p> <p><b>Beispiel:</b> Die Bestandesgeschichte des Samenerntebestandes legt dar, dass dieser aus einem ehemaligen Mittelwald entstanden ist und teilweise über Saat verjüngt wurde (schwaches Baumholz).</p>	<p><b>Autochthonie:</b> 3 bis 5 Punkte            Autochthon (5 Pkte.), vermutlich autochthon (4 Pkte.), eingeführte und unbekannte Herkünfte werden gleich bewertet (3 Pkte.) und werden nicht mit geringer Punktzahl «bestraft».</p> <p>Autochthon: 5 Pkte.</p>	<p>Faktor: 1</p> <p>5 Pkte. X 1  <b>Total: 5 Pkte.</b></p>

#### 4) Qualität und Wuchs (Holzproduktion)

Die Beurteilung von Qualitätsmerkmalen wie Astigkeit, Astreinigung, Drehwuchs und Klebäste ebenso wie die erwartete Massenleistung führen zu einem Gesamteindruck von Qualität und Wuchs.

Wertung: 1 bis 5 Punkte.  
Sehr gut (5 Pkte.), gut bis sehr gut (4 Pkte.), gut (3 Pkte.), mässig (2 Pkte.), schlecht (1 Pkt.)

Faktor: 1

**Beispiel:** *Aufgrund seiner Herkunft (ehemaliger Mittelwald) ist das starke Baumholz tief beastet. Das deutlich jüngere schwache Baumholz zeichnet sich hingegen durch eine lange, astfreie Schaftachse ohne nennenswerten Drehwuchs aus. Über den ganzen Bestand werden Qualität und Wuchs als deutlich überdurchschnittlich beurteilt.*

*Beurteilung gut bis sehr gut: 4 Pkte.*

*4 Pkte. x Faktor 1*

**Total: 4 Pkte.**

**Die Gesamtwertung aus den Kriterien 1) bis 4) ergibt für das genannte Beispiel ein Punktetotal von 23 Punkten (Maximum: 34 Punkte).**

### 3.2.4 Kantonale Umsetzung

#### Aktualisierung und Bewertung der Samenerntebestände

Im Jahre 2020 wurden die Samenerntebestände für die Eiche in den Kantonen Zürich und Aargau von den jeweiligen Fachstellen besucht und neu beurteilt. In beiden Kantonen konnte festgestellt werden, dass ein Teil der Informationen aus dem nationalen Kataster der Samenerntebestände NKS nicht mehr aktuell oder lückenhaft war. Die Samenerntebestände waren sogar den Revierförstern teilweise nicht bekannt. Diese Erfahrung zeigt, dass eine periodische Begehung im Walde und die Überprüfung der Angaben aus dem NKS notwendig sind. Nur ein aktualisierter Kataster kann als Instrument zur Entwicklung einer zukunftsorientierten Nutzungsstrategie genetischer Ressourcen verwendet werden (3.4).

Mit Hilfe des Aufnahmeformulars für Samenerntebestände (siehe Anhang) wurde die Qualität der Samenerntebestände angesprochen und eine Liste der bestgeeigneten Bestände erstellt (Tab. 5). Diese Rangordnung ist nicht absolut zu verstehen, gibt aber dennoch Hinweise auf die prioritär zu nutzenden Bestände (siehe dazu 3.4.1).

Das Überprüfen der Angaben über die Samenerntebestände im Gelände erwies sich auch als wertvolle Gelegenheit, um mit dem lokalen Forstdienst Fragen zum forstlichen Vermehrungsgut zu erörtern und die individuellen Eigenschaften und Qualitäten der Bestände zu diskutieren.

Die Angaben im nationalen Kataster der Samenerntebestände müssen periodisch aktualisiert werden.

Die Wertung der einzelnen Samenerntebestände erlaubt einen qualitativen Vergleich.

Tab. 5: Bewertete und gewichtete Beurteilung der Traubeneichen-Samenerntebestände im Kanton Zürich.

	Gemeinde	Lokalname	OECD-Kat. <sup>1)</sup>	Baumart	Total Punktzahl (gewichtet) <sup>2)</sup>	Priorität (Nutzung)	Populationsgrösse (Pkte) <sup>3)</sup>	Vitalität und Regeneration (Pkte) <sup>3)</sup>	Autochthonie (Pkte) <sup>3)</sup>	Qualität und Wuchs (Pkte) <sup>3)</sup>
1	Bachenbülach	Sunnhalden	Q	TEi	32	1	8	4	3	5
2	Bülach	Langgraben	A	TEi	31	1	8	4	3	4
3	Rorbas	Dätteneberg	A	TEi	29	1	6	4	3	4
4	Hüntwangen	Birchen	Q	TEi	28	1	4	5	5	5
5	Rheinaus - Geissert	Geissert 2	A	TEi	27	1	5	4	5	4
6	Feuerthalen	Schwarzbrünneli	Q	TEi	26	2	5	4	3	5
7	Rheinau - Bergholz	Bergholz	A	TEi	26	2	5	4	3	5
8	Winkel	Truebhalde	Q	TEi	26	2	5	4	3	5
9	Unterstammheim	Dettenbühl	Q	TEi	23	2	4	4	3	4
10	Maschwanden	Maschwanden	Q	TEi	21	3	4	3	4	3
11	Birmensdorf	Rameren Süd	Q	TEi	21	3	3	4	3	4
12	Winterthur	Eichbühl	Q	TEi	20	3	2	3	5	5
13	Wädenswil	Hinter Au	Q	TEi	18	-	2	4	3	3

<sup>1)</sup> A = Ausgewähltes FoV, Q = Quellengesichertes FoV. <sup>2)</sup> Gewichtung gemäss Tab. 4. <sup>3)</sup> Punktzahl gemäss Tab. 4

## Mischbestände verschiedener Eichenarten

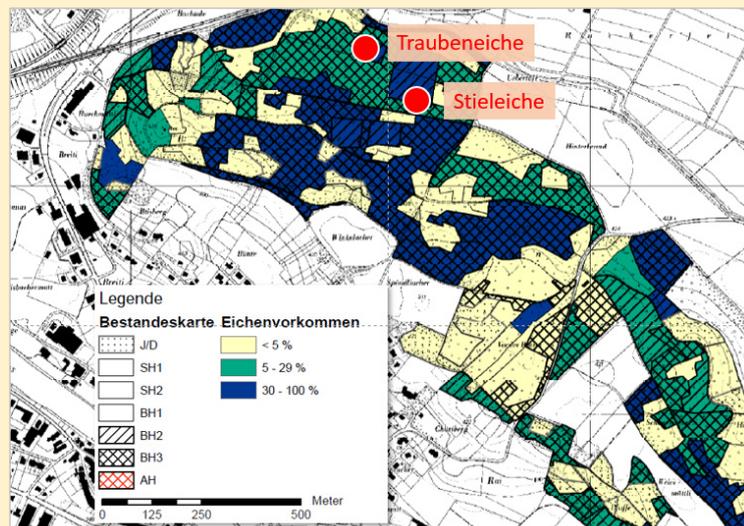
Bestände mit mehr als einer Eichenart kommen häufig vor. So findet sich etwa in Traubeneichenbeständen oft ein geringer Anteil Stieleichen. Diese stocken natürlicherweise auf den feuchteren Kleinstandorten oder am Waldrand. Auch Trauben- und Flaumeiche finden sich gemischt oder eng beieinander wachsend auf einem Mosaik trockener Standorte (Jura, Wallis). Alle diese Ausgangssituationen begünstigen die Bildung von Hybriden und fördern die Introgression (siehe Hybridisierung, S. 12).

Hybridisierung und Introgression bei Eichen sind natürliche Phänomene, die insbesondere bei Veränderungen der natürlichen Umwelt aufgrund des Klimawandels als biologische Vorteile gelten können. Ein gewisser Anteil einer jeweils anderen Eichenart in Samenerntebeständen stellt also an sich kein Problem dar, solange die Samenernte dadurch nicht erheblich erschwert wird (siehe dazu Kasten K1). Da sich der Verkauf von Forstpflanzen an der klassischen Artdefinition orientiert, sollten die Baumschulen bei der Samenernte potenzielle Hybridzonen meiden.

**In Samenerntebeständen für Eiche sollte ein gewisser Anteil einer jeweils anderen Eichenart toleriert werden.**

### K1 – Verschiedene Eichenarten im gleichen Waldkomplex

Im Staatswald *Buchberg* in Mellingen (AG) wurden in den Jahren 1914 bis 1918 von der damaligen *Centralanstalt für forstliches Versuchswesen* (heute WSL) wachstumkundliche Versuchsflächen mit verschiedenen einheimischen und ausländischen Herkünften der Stiel- und Traubeneiche angelegt. Zwei dieser Versuchsflächen sind im Nationalen Kataster NKS als Samenerntebestände für *Stieleiche* (CH-AG-908) und *Traubeneiche* (CH-AG-911) ausgeschieden. Die Bestände befinden sich in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander. Der Traubeneichenbestand weist eine sehr kleine Fläche von 0.32 ha auf, während im Stieleichenbestand auf einer Fläche von 2.43 ha mehr als 100 potenzielle Erntebäume stocken. Wie die Bestandeskarte zeigt (Abb. 8), sind auf dem Buchberg neben den kleinen Versuchsflächen ausgedehnte Eichenbestände einer lokalen Traubeneichenherkunft vorhanden. Anlässlich einer Experten-Begehung vor Ort am 15.06.2021 wurde daher vorgeschlagen, die mögliche Beerntung für den Traubeneichenbestand auf den gesamten Buchberg auszuweiten. Der Samenerntebestand für Stieleiche sollte in der heutigen Form belassen werden, während der Samenerntebestand für Traubeneiche ausgeweitet würde. Bei der Beerntung der jeweiligen Eichenart sind gute Ortskenntnisse notwendig (allenfalls Begleitung durch den lokalen Forstdienst), da die Orientierung im Gelände schwierig ist. Gutes Kartenmaterial erleichtert die sichere Orientierung.



**Abb. 8: Bestandeskarte vom Buchberg (Mellingen, AG) mit Eichenvorkommen und den beiden Samenerntebeständen für Stiel- und Traubeneiche (Bestandeskarte Kaufmann & Bader).**

Eine besonders interessante Situation ergibt sich bei Traubeneichenbeständen, welche in unmittelbarer Nachbarschaft zu Flaumeichen stocken. Genetische Untersuchungen legen nahe, dass bei dieser Ausgangslage ein reger Genaustausch stattfindet. Dieses Phänomen kann nicht nur im Saatgut, sondern auch im Altbestand nachgewiesen werden (Reutimann *et al.* 2020). Forstliches Vermehrungsgut der Traubeneichen aus solchen Regionen kann in einer vom Klimawandel geprägten Umwelt von besonderem Interesse sein (s. K2 auf S. 27).

**Traubeneichenherkünfte mit genetischem Einfluss von Flaumeichen können in einem trockeneren Klima von besonderem Interesse sein.**

## K2 – Wertvolle Flaumeiche

Die Flaumeiche ist eine submediterrane Baumart, welche besonders wärmebedürftig und trockenresistent ist (Tab. 1). Sie wächst überwiegend auf sommerwarmen, meist steilen und flachgründigen Südhängen, wo sie nicht von konkurrenzstärkeren Arten bedrängt wird, z. B. am Jurasüdfuss und im Wallis. In diesen Regionen kommt sie oft in unmittelbarer Nachbarschaft oder in Mischung mit der Traubeneiche vor. Genetische Untersuchungen zeigen, dass die beiden Eichenarten oft miteinander hybridisieren (Reutimann *et al.* 2020). Auch morphologische Studien zeigen einen kontinuierlichen Übergang zwischen den typischen Artausprägungen (Rellstab *et al.* 2016). Entsprechend weist etwa der Eichen-Bestimmungsschlüssel von Horisberger (2016) einen intermediären Eichentyp TEi x FEi auf. Traubeneichenherkünfte, die aus potenziellen Hybridzonen stammen, können also einen Anteil genetischer Information der Flaumeiche enthalten. Im Zusammenhang mit den vom Klimawandel veränderten Umweltbedingungen (Trockenheit) können solche Herkünfte von besonderem Interesse sein.



Abb. 9: Flaumeiche vor dem Austrieb auf südexponiertem Felskopf im niederschlagsarmen Wallis (Foto: A. Rigling, WSL)

### Mischbestände verschiedener Herkünfte

Die Eiche wird seit vielen Jahrhunderten vom Menschen gefördert (3.1.2). Entsprechend wurde auch immer wieder auswärtiges Saat- und Pflanzgut verwendet. Bestände, die aus einer Mischung verschiedener Herkünfte bestehen, haben aus genetischer Sicht sowohl Vor- als auch Nachteile. Die auswärtigen Herkünfte:

- können neue, interessante Eigenschaften mitbringen (Wachstum und Qualität) und tragen zur genetischen Vielfalt des Eichenvorkommens bei (Anpassung an zukünftige Umweltbedingungen);
- sind möglicherweise weniger gut an den Standort angepasst.

Wenn ein Samenerntebestand einen grossen Anteil auswärtiger Herkünfte aufweist (> 30 %), sollte der geographischen Bezeichnung (Lokalität) der Zusatz «*Sonderherkunft*» beigefügt werden (s. Kasten K3). Damit soll auf die besondere Zusammensetzung des Mutterbestandes hingewiesen werden.

### K3 – Samenerntekomplex aus unterschiedlichen Herkünften

Die Ortsbürgergemeinde Möhlin (AG) bewirtschaftet im Gebiet «Forst» auf 300 m ü. M. ein 420 ha grosses Waldareal mit einem mittleren Eichenanteil von 17.6 % (74.2 ha) (Ammann 2022). Die Eichenbestände verteilen sich über alle Entwicklungsstufen. Gemäss Standortkartierung handelt es sich zur Hauptsache um die Standorte 7a (typischer Waldmeister-Buchenwald). Häufig sind auch die etwas saureren Standorttypen 7aa (artenarm) und 7aB (Seegras) sowie die feuchtere Variante 7aS (Waldziest) und der trockenere, saurere Typ 6a (Hainsimse). Die Wuchsleistungen sind sehr gut. Die Gesamtpopulation besteht vor allem aus Stieleichen, wobei auch die Traubeneiche vorkommt. Die Eichen wurden sowohl natürlich verjüngt als auch künstlich eingebracht und stammen von verschiedenen Herkünften ab (Schweiz und Süddeutschland).

In Möhlin stockt ein für die Schweiz aussergewöhnlich grosser Eichenbestand mit mehreren tausend potenziell fruktifizierenden Eichen. Die Bestände sind vital, überaus wüchsig und weisen eine z.T. hervorragende Qualität auf. Damit sind alle Voraussetzungen gegeben, um ein genetisch vielfältiges Vermehrungsgut für mittlere Standorte der kollinen Höhenstufe zu produzieren. Entsprechend hat die zuständige Fachstelle die Fläche als «Samenerntekomplex» ausgeschieden und verschiedene Ernteorte definiert, welche sich durch besonders gute Qualität sowie sehr gute Beerntbarkeit auszeichnen (Hagebuchen-Nebenbestand mit «sauberem» Boden).

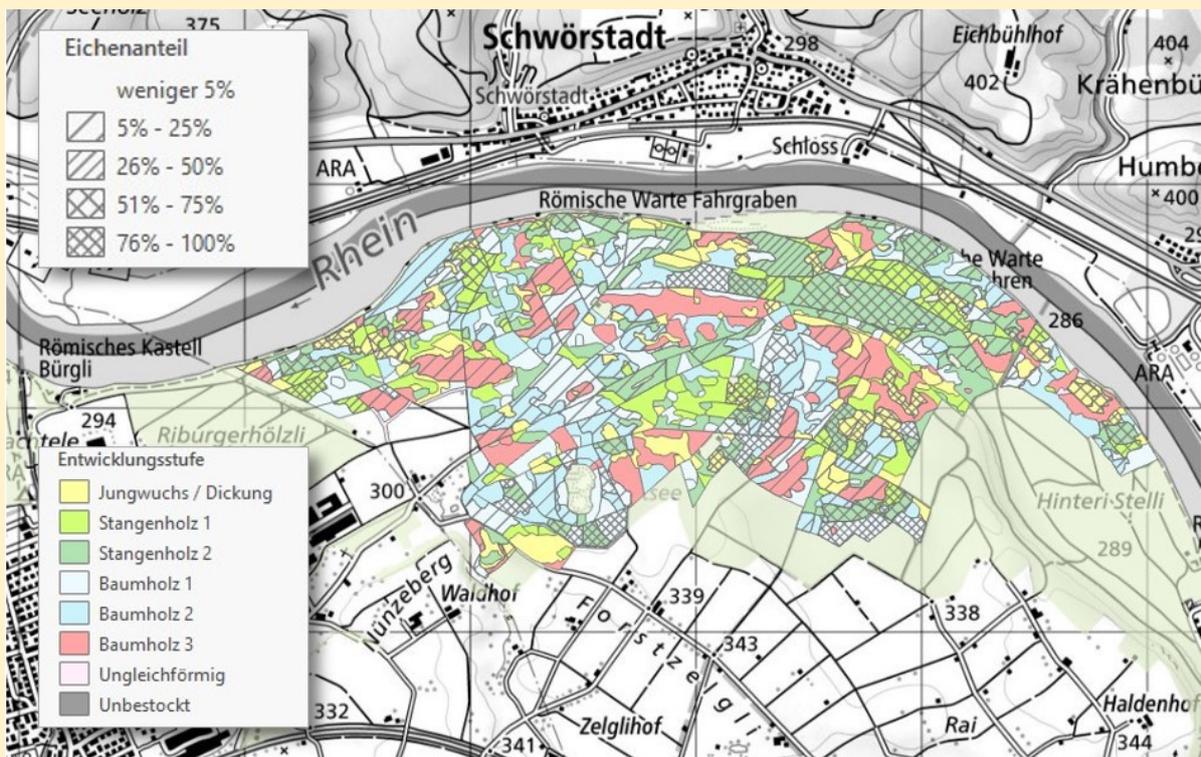


Abb. 10: Eichenanteile und Entwicklungsstufen im Unter- und Oberforst der OBG Möhlin (AG) (Abb: Abteilung Wald, AG)

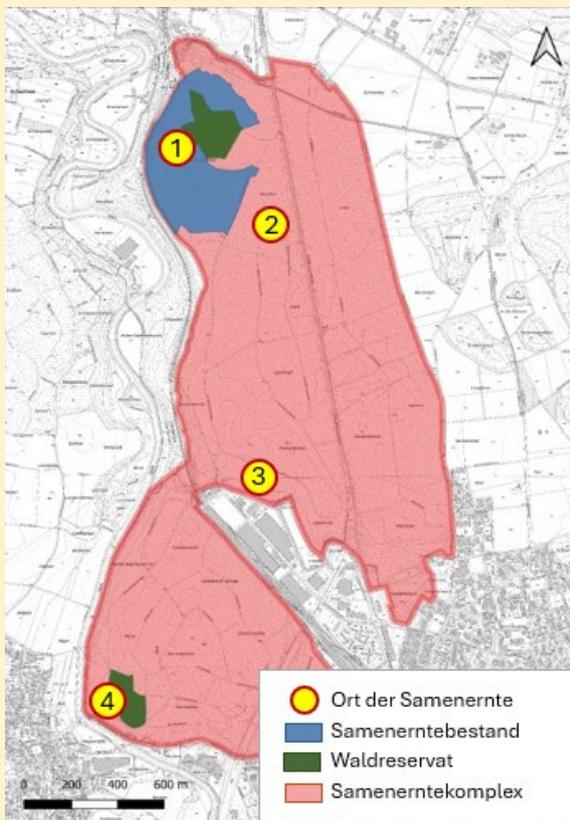
## Grösse der Samenerntebestände

Heute sind schweizweit 47 % der Samenerntebestände für Stiel- und Traubeneiche bis zu 2 ha gross (reduzierte Fläche). Solch kleine Bestände haben folgende Nachteile:

- kleine Population – geringe Anzahl potenzieller Erntebäume und kleine genetische Vielfalt des Bestandes;
- meist gleichaltrig, von einer einzigen Eichengeneration abstammend;
- die Verjüngung auf kleiner Fläche ist schwierig und nur selten realisiert;
- der unerwünschte Randeinfluss ist gross.

Aus diesen Gründen wird heute versucht, grössere Einheiten auszuscheiden bzw. bestehende Bestände zu erweitern (Kasten K4).

### K4 – Grosse Samenerntebestände erlauben eine nachhaltige Bewirtschaftung der lokalen Herkunft



**Abb. 11: Samenerntekomplex Bülach (ZH). Vier Ernteorte sollen die genetische Vielfalt der autochthonen Traubeneichenherkunft Bülach sicherstellen.**

Samenerntebestand *Langgraben* (Bülach, ZH), Traubeneiche: Waldmeister-Buchenwald (Typische Ausprägung 7 und Variante mit Hainsimse 6 mit Übergängen zum trockeneren Eichen-Hagebuchenwald. Reduzierte Fläche: 12 ha (DG 75 %). Autochthoner Charakter.

Der Samenerntebestand *Langgraben* gehört bereits heute zu den grösseren Samenerntebeständen der Schweiz. Die autochthone Population besteht zum überwiegenden Teil aus Baumholz, das zurzeit noch nicht verjüngt werden soll. Anlässlich einer Experten-Begehung am 23.09.2021 wurde die Möglichkeit diskutiert, den bestehenden Samenerntebestand zu erweitern. Die südlich gelegenen Eichenbestände einerseits, bestehende und zukünftige Eichenverjüngungsflächen andererseits, sollten in einen erweiterten Perimeter miteinbezogen werden (Abb. 11). Dadurch könnte das Eichenvorkommen mit Pflanzung der lokalen Herkunft erweitert und eine nachhaltige Altersstruktur zur langfristigen Erhaltung der autochthonen Herkunft geschaffen werden.

Der Vorschlag wurde von der Abt. Wald des Kantons Zürich umgesetzt und ein «Samenerntekomplex» ausgedehnt. Dabei wurde neben dem eigentlichen Samenerntebestand auch der südwestlich gelegene Spitalwald einbezogen. Es wurden vier Ernteorte bestimmt, welche nach Möglichkeit alle beerntet werden sollen. An jedem Ernteort sollen 15 bis 20 Mutterbäume beerntet werden.

## K5 – Versorgung für Notfälle sicherstellen

Samenerntebestand *Schachen* (Aristau, AG), Stieleiche, Fläche 24.7 ha, reduzierte Fläche 4.94 ha, 20 % Deckungsgrad.

Der Samenerntebestand liegt am Ufer der Reuss und zeichnet sich durch eine grosse Ausdehnung (Länge) und einen geringen Deckungsgrad aus. Die Stieleichen stocken meist in grossem Abstand voneinander und sind teils als Solitärbäume aufgewachsen. Charakteristisch für den lokalen Phänotyp sind eine gute Vitalität, aber geringe Höhe, grosse Kronen und Astigkeit (Abb. 12). Die Erfahrungen mit dieser Herkunft waren bisher sehr positiv (Wüchsigkeit), was aufgrund der Vitalität der Mutterbäume und der entsprechend guten Qualität des Saatguts auch zu erwarten war. Leider wurde die Qualität der getätigten Pflanzungen nicht dokumentiert (Astigkeit, Gedragschaftigkeit etc.).



Der Samenerntebestand Schachen wurde 2008 auf Vorschlag der Eidg. Forschungsanstalt WSL ausgeschieden, da der Bestand in der Regel auch dann Behang aufweist, wenn die meisten anderen Bestände keine Eicheln tragen. Diese Funktion als «Notnagel» erlaubt es, eine heimische Herkunft anzubieten, wenn keine Alternativen mehr zur Verfügung stehen. In dieser besonderen Situation kann die Beerntung dieses Bestandes trotz einer gewissen Unsicherheit bezüglich der zu erwartenden Qualität des Nachwuchses sinnvoll sein.

**Abb. 12:** Der Phänotyp der oft freistehenden Stieleiche im Samenerntebestand Schachen (AG) zeichnet sich durch Kurzschäftigkeit und eine grobe, tiefe Beastung aus. Wie sich dieses genetische Material in einem anderen Wuchskontext entwickelt, ist nicht dokumentiert (Foto: Patrick Bonfils).

## 3.3 Waldbau in Samenerntebeständen

### 3.3.1 Bestände von besonderem Interesse

Samenerntebestände sind in Bezug auf die Versorgung mit geeignetem Vermehrungsgut als Bestände *von besonderem Interesse* zu betrachten. Sie verdienen besondere Aufmerksamkeit, da ihre Bewirtschaftung dazu beitragen soll:

- die **Vitalität** des Bestandes und der Einzelbäume zu fördern;
- die **Produktion von Pollen und Samen** zu fördern;
- die **Beerntung von Samen** zu erleichtern.

**Samenerntebestände verdienen besondere Aufmerksamkeit.**

### 3.3.2 Aktiver Eichen-Waldbau

Der Eichen-Waldbau in Samenerntebeständen unterscheidet sich nicht grundlegend von einem *aktiven Eichen-Waldbau* in Hochwaldstrukturen, wie er anderswo möglich wäre. Einige Aspekte sollen aber besonders hervorgehoben werden, da sie direkten Einfluss auf Vitalität und Pollen- bzw. Samenproduktion haben:

- Nach einer Phase des relativen Dichtstandes im Dickungs- und Stangenholz-Stadium (*Qualifizierung*) wird – sobald sich ein Bodenstück von 6 bis 10 m herausgebildet hat – der Krone viel Platz zur Entwicklung gegeben (*Dimensionierung*).
- Die *Zukunftsbäume* werden – sobald diese erkennbar sind – bestimmt und konsequent freigestellt. Bei der Wahl des Z-Baumes gilt *Vitalität vor Qualität vor Abstand*. Vitale Bäume mit gut entwickelter Krone fruktifizieren früher und stärker als weniger vitale.
- Die *Eingriffsstärke* richtet sich nach der Dynamik der Baumartenmischung, welche durch den Standort vorgegeben ist (Anpassung des Bestandes an den Standort).
- Der *Nebenbestand* ist nicht nur für die Schaftpflege der Wertträger von Bedeutung, sondern erlaubt auch die Steuerung des Unterwuchses und einer unerwünschten Vorverjüngung. Das Begehen des Bestandes bzw. das Auslegen von Netzen zur Samenernte wird so erleichtert.

Ein aktiver und dynamischer Eichen-Waldbau unterstützt die Kronenbildung und fördert die Vitalität des Baumes.

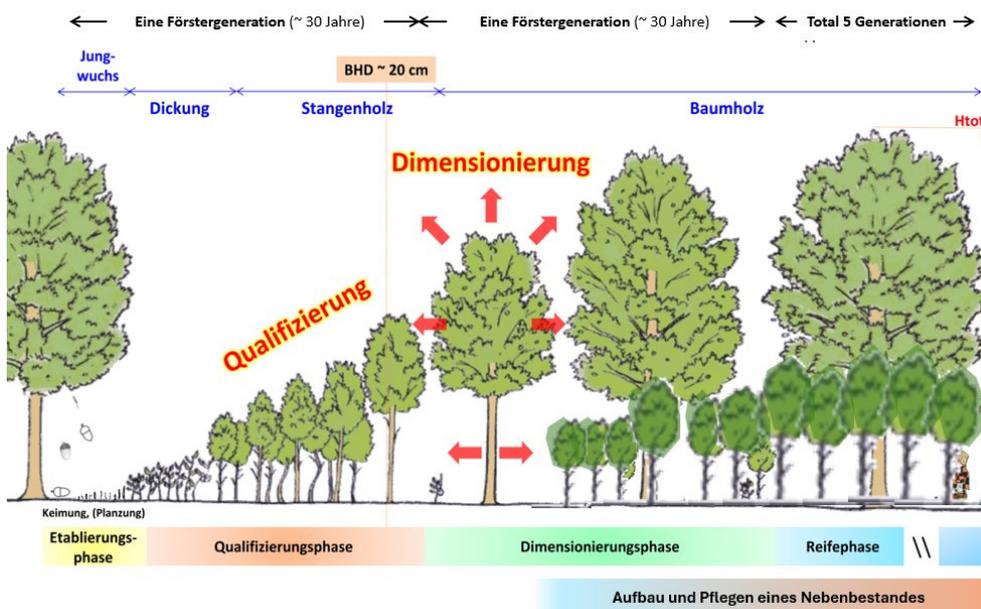


Abb. 13: Eine gut entwickelte, freigestellte Krone produziert mehr Pollen und fruktifiziert besser (Abb.: P. Junod; ergänzt P. Bonfils).

**Naturverjüngung.** Die Naturverjüngung bietet die beste Gewähr für eine möglichst vollständige Weitergabe der Gesamtheit aller Gene (Genpool) von einer Baumgeneration zur nächsten. Der intensive Pollentausch zwischen nahen und zum Teil weit entfernten Eichen sorgt für eine sehr gute Durchmischung des Erbguts innerhalb von Beständen (Gerber *et al.* 2014). Auch der Eichelhäher fördert mit dem Transport von Eicheln die genetische Durchmischung.

Die Naturverjüngung hat, wenn immer möglich, Priorität.

In Mastjahren wird eine grosse Menge von Nachkommen produziert, welche als Auslesebasis für natürliche Selektionsprozesse zur Verfügung stehen. Daher ist die Naturverjüngung der künstlichen Verjüngung, wenn immer möglich, vorzuziehen.

Wenn nötig, sind entsprechende Wildschutzmassnahmen zu treffen. Die waldbaulichen Aspekte der Naturverjüngung werden im *proQuercus-Merkblatt 03 – Die Naturverjüngung der Stiel- und Traubeneiche* – im Detail vorgestellt ([proquercus.ch](http://proquercus.ch)).

Autochthone Samenerntebestände oder Bestände mit besonderen Merkmalen sollten natürlich verjüngt werden, um deren Eigenschaften zu erhalten (z. B. Anpasstheit an den Standort, Form und Wuchseigenschaften; siehe dazu Kasten K6 auf S. 33).

**Altersstruktur.** Eichenbestände mit ungleicher Altersstruktur (verschiedene Generationen) sind genetisch vielfältiger als gleichaltrige Populationen (Nakanishi *et al.* 2006). Die zum Zeitpunkt der Verjüngung herrschenden Umweltbedingungen prägen sowohl die Reproduktion als auch die spätere Selektion von Sämlingen. Da sich diese Umweltbedingungen von Jahr zu Jahr unterscheiden und ausserdem nicht immer die gleichen Väter zu gleichen Teilen an der Reproduktion beteiligt sind (Gerber *et al.* 2014), spiegeln sich in der Nachkommenschaft die besonderen Verhältnisse zum Zeitpunkt der Verjüngung wider.

**Aus verschiedenen Generationen zusammengesetzte Eichenpopulationen sind genetisch vielfältiger.**

Die regelmässige Verjüngung grosser Eichenflächen und die räumliche Erweiterung bestehender Populationen erlaubt den Aufbau von strukturierten Eichenbeständen. Grosse Populationen haben zudem den Vorteil, potenzielle Fremdeinflüsse (Polleneintrag) aufzunehmen, ohne dadurch ihren eigenen Charakter zu verlieren.

### 3.3.3 Kantonale Umsetzung

**Begutachtung der Eichen-Samenerntebestände im Kanton Zürich.** Bei den Begehungen im Jahre 2020 wurde auch eine waldbauliche Beurteilung der Bestände vorgenommen. Es konnte festgestellt werden, dass die Samenerntebestände entsprechend der lokal üblichen Praxis gepflegt und durchforstet wurden. Auffällige Pflügerückstände konnten nicht beobachtet werden. Massnahmen zur Verbesserung des waldbaulichen Zustandes der Bestände (z. B. Kronenpflege) werden vom Forstdienst zurzeit nicht für notwendig erachtet. Ein aktiver und dynamischer Eichenwaldbau, der die Ausbildung grosser und vitaler Kronen zum Ziel hat, wird zur Förderung der Vitalität der Bäume bereits praktiziert.

Die Vitalität der Samenerntebestände wurde insgesamt als gut beurteilt. Die Eichen im Kanton Zürich haben auf mittleren Standorten zufriedenstellend auf die trockenen Jahre 2003 / 2015 / 2018 reagiert, was diesen eine gute Resilienz bescheinigt. Auf den trockeneren Standorten konnten hingegen im Spätsommer vermehrt Hinweise auf Trockenstress beobachtet werden (leichte Gelbfärbung der Blätter, Verlichtung im oberen Kronenbereich). Diese Merkmale waren jedoch stets weniger ausgeprägt als bei benachbarten Buchen. In keinem der Bestände wurden gravierende Probleme festgestellt.

## K6 – Besondere Eigenschaften erhalten

Samenerntebestand *Geisshof*, Zufikon (AG), autochthone Stieleiche; Standort 29, Fläche 6.2 ha, reduzierte Fläche 1.55ha, 25 % Deckungsgrad.



Der Samenerntebestand *Geisshof* ist aus mittelalten Erntebäumen (ca. 110 Jahre) guter Qualität aufgebaut. Die Eichen fallen auf, weil sie auch bei freigestellten, besonnten Stämmen kaum Wasserreiser bilden. Aufgrund der beschränkten Anzahl potenzieller Erntebäume wurde der Bestand als *quellengesichert* klassiert.

Anlässlich einer Begehung des Bestandes am 15. Juni 2021 wurde von Experten u. a. die Frage der Verjüngung diskutiert. Die vermutete *Autochthone* und die interessanten *qualitativen Merkmale* der Herkunft sprechen dafür, den besonderen Charakter der Population zu erhalten und zu nutzen. Die zur Verfügung stehende Fläche und der niedrige Eichenanteil von 25 % könnten genutzt werden, um den Bestand zu erweitern und so einen strukturierten Altersaufbau zu schaffen. Voraussetzung dafür ist die Verjüngung mit der lokalen Eichenherkunft.

**Abb. 14: Samenerntebestand Geisshof (Zufikon, AG). Hoher, gerader Wuchs und kaum Wasserreiser zeichnen die Stieleichen aus (Foto: Patrick Bonfils).**

## 3.4 Kantonale Nutzungsstrategien

### 3.4.1 Strategien und Konzepte

Der Eichenwaldbau steht bei der Verwendung von forstlichem Vermehrungsgut vor einem Dilemma. Auf der einen Seite spricht das deklarierte Ziel der Wertholzproduktion dafür, einige wenige Spitzenherkünfte und homogenes, wenig diverses Genmaterial zu verwenden. Andererseits erfordert die Anpassungsfähigkeit und Resilienz von Waldbaumpopulationen eine grosse genetische Vielfalt und damit die Nutzung einer grösseren Anzahl verschiedener Samenerntebestände. Mit dieser Dualität umzugehen und geeignete Strategien und Konzepte zu entwickeln, ist Aufgabe der Forstdienste. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel haben Verwaltung, Praxis und Forschung die Leitlinien der Waldbaupolitik bereits festgelegt und der Erhaltung und Förderung der Waldökosystemleistungen und damit der Resilienz von Waldbaumpopulationen Priorität eingeräumt (Brang *et al.* 2016). Besonders hervorgehoben werden die Bedeutung der Baumartenvielfalt, der Strukturvielfalt und der *genetischen Vielfalt*.

**Die kantonalen Forstdienste müssen Nutzungskonzepte entwickeln, die den vielfältigen Interessen der Waldbewirtschaftung gerecht werden.**

Das Angebot der auf dem Markt erhältlichen Herkunft wird heute meist von den Forstbauschulen bestimmt. Diese arbeiten vorzugsweise mit den ihnen (und den Kunden) bekannten und bewährten Herkunft; besondere Merkmale der Samenerntebestände wie etwa die Populationsgrösse spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Ernterapporte im nationalen Kataster der Samenerntebestände NKS zeigen, dass in den Jahren 1989 bis 2017 (Meldungen unvollständig) bei der Traubeneiche acht Bestände rund 80 % des gesamten Saatguts lieferten und 50 % des Angebots in nur drei Beständen beerntet wurden. Der Samenerntebestand *Hintere Au* (ZH), quellengesichert und nur zur lokalen Verwendung empfohlen (Kaufmann *et al.* 2008), wurde dabei bei weitem am häufigsten beerntet (Abb. 15). Das Potenzial der schweizweit vorhandenen genetischen Vielfalt wurde damit viel zu wenig genutzt. Es muss im Interesse des Forstdienstes sein, Strategien und Konzepte zu entwickeln, welche die breite Nutzung der geeignetsten Ressourcen unterstützen.

In der Vergangenheit wurde zu viel Saatgut von zu wenigen Samenerntebeständen beerntet und somit das Potenzial der genetischen Vielfalt zu wenig genutzt.

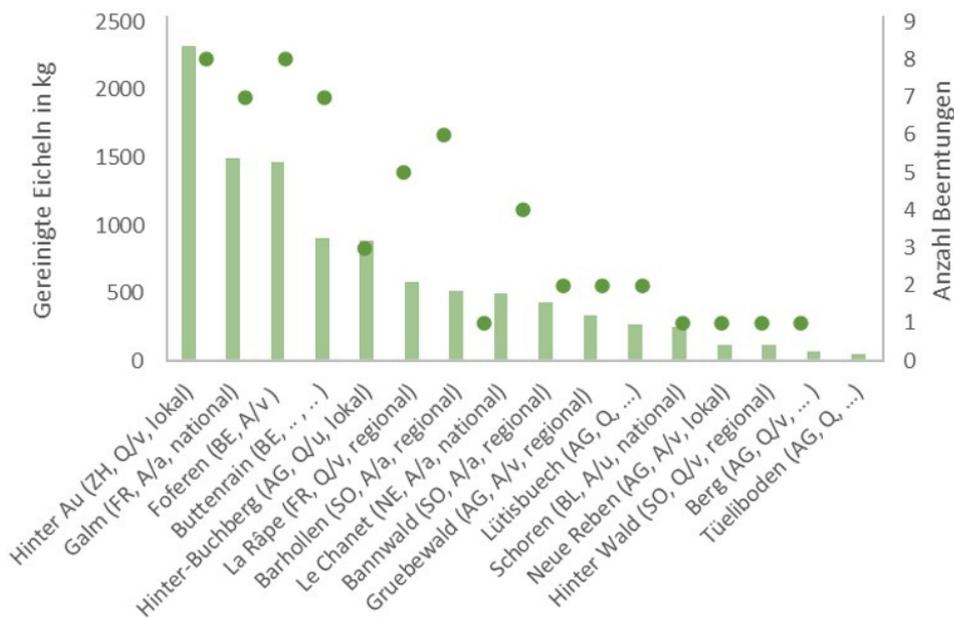


Abb. 15: Erntemengen (Balken) und Anzahl Beerntungen (Punkte) in Samenerntebeständen für Traubeneiche in den Jahren 1989-2017 (Quelle NKS). Abkürzungen: Q = Quellengesichertes FoV; A = Ausgewähltes FoV; a = autochthon; v = vermutlich autochthon; lokal, regional, national = empfohlene Einsatzgebiete gemäss Kaufmann *et al.* (2008).

Die Diskussion folgender Grundsatzfragen erlaubt es den kantonalen Forstdiensten, strategische Leitlinien zu entwickeln:

- [1] Was ist der angestrebte Anteil künstlicher und natürlicher Verjüngung?
- [2] Was ist der angestrebte Anteil des lokalen bzw. regionalen Vermehrungsguts? Wie gross ist entsprechend der Anteil des überregionalen resp. ausländischen Vermehrungsguts?
- [3] Welche kantonalen Samenerntebestände sollen prioritär beerntet werden? Wie kann sichergestellt werden, dass nicht immer die gleichen Bestände beerntet werden?

Drei strategische Grundsatzfragen für die Entwicklung eines Nutzungskonzeptes.

Auf diesen Leitlinien aufbauend lassen sich kurz- bis mittelfristige Ziele definieren und entsprechende Massnahmen ergreifen. Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung sind allerdings:

- die *Kontrolle* des verwendeten forstlichen Vermehrungsguts (z. B. über Förderprogramme);
- eine enge *Zusammenarbeit mit Forstbaumschulen* (Koordination Beerntung);
- und eine *aktive Kommunikation* gegenüber den lokalen Forstdiensten.

### 3.4.2 Art- und Herkunftsempfehlung

Die lokalen Forstdienste sind autonom in der Beschaffung des benötigten forstlichen Vermehrungsguts. In der Praxis zeigt sich, dass der Pflanzenbedarf oft kurzfristig mit dem in den Forstbaumschulen verfügbaren Material gedeckt wird. Eine bewusste und zielgerichtete Auswahl des geeignetsten Materials ist damit oft nicht möglich.

**Die Herkunftsempfehlung ist ein wichtiges Instrument zur Umsetzung einer übergeordneten Nutzungsstrategie für forstliches Vermehrungsgut.**

Die folgende Art- und Herkunftsempfehlung für die Eiche soll systematisches Vorgehen unterstützen:

- [1] **Verjüngungsart.** Die natürliche Verjüngung bestehender Eichenbestände erlaubt die Erhaltung und Nutzung des lokalen Erbguts und generiert eine ausgezeichnete Ausgangsbasis für Anpassungsprozesse (grosse Individuenzahl und genetische Vielfalt). Sie ist der künstlichen Verjüngung grundsätzlich vorzuziehen.<sup>3</sup>
- [2] **Eichenart.** Bei der Wahl der Eichenart sind primär ihre ökologischen Eigenheiten und ihre Standorteignung zu berücksichtigen (Tab. 1). Im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels sollte insbesondere die Stieleiche nur auf gut wasserversorgten Standorten gefördert werden. Die Ökogramme auf S. 16 (Abb. 4) zeigen die empfohlene Standortpalette.
- [3] **Herkunft**
  - a. **Lokale Herkunft.** Eine Herkunft, die sich an ihrem Standort bewährt hat und vital ist, kann bedenkenlos weiterverwendet werden. Lokal gesammeltes Vermehrungsgut darf am Ort der Herkunft verwendet werden. Die Beerntungsempfehlungen sind zu beachten (3.6.1).
  - b. **Auswärtige Herkunft.** Die Standorteignung der ausgewählten Herkunft ist wesentlich. Dabei ist die durch Klimawandel zu erwartende Veränderung der Standorte zu berücksichtigen. Die kantonalen Forstdienste und die im Auftrag des Bundes entwickelte [TreeApp](http://tree-app.ch)<sup>4</sup> geben Auskunft über diese Standortsveränderungen.

---

<sup>3</sup> Im proQuercus-Merkblatt Nr. 3 *Die Naturverjüngung der Stiel- und Traubeneiche* ist ein Entscheidungsdiagramm für die Verjüngung der Eiche dargestellt ([www.proquercus.ch](http://www.proquercus.ch)).

<sup>4</sup> [tree-app.ch](http://tree-app.ch)

Bei der **Wahl der auswärtigen Herkunft** sollten folgende Punkte beachtet werden:

- i. **Passend zum Standort.** Die gewählte Herkunft passt zum heutigen und v. a. zukünftigen Standort am Pflanzort.
- ii. **Aus der Region.** Wenn allfällige regionale Besonderheiten erhalten werden sollen, können Herkünfte aus der gleichen biogeographischen Region genutzt werden.
- iii. **Besondere Eigenschaften.** Die Wahl einer Herkunft, welche sich durch spezielle Eigenschaften auszeichnet, kann von besonderem Interesse sein (genetisch besonders vielfältig, besondere Wuchsmerkmale, trockenresistent, Beimischung Flaumeichenanteil etc.).

### Mischen von Herkünften

Das Mischen von verschiedenen Herkünften bei der Pflanzung kann zur Erhöhung der genetischen Vielfalt beitragen. Gerade auf Standorten, die sich im Zuge des Klimawandels verändern, entspricht die Verwendung verschiedener Herkünfte einer waldbaulichen Risikominderung. Die truppweise oder reihenweise Mischung hat dabei den Vorteil, dass die verschiedenen Herkünfte auch im Wald wiedergefunden und ihr Wucherfolg beurteilt werden können.

### 3.4.3 Dokumentation

Die Entwicklung von fundierten Strategien und Konzepten zur optimalen Nutzung von forstlichem Vermehrungsgut setzt voraus, dass Eigenschaften und Verhalten der Herkünfte an ihrem Wuchsort bekannt sind. Mit jeder neuen Pflanzung ergibt sich die Möglichkeit, die Entwicklung des verwendeten Materials zu beobachten und zu dokumentieren. Es ist wichtig, Angaben zu *Herkunft*, *Art der Pflanzung* (z. B. Trupppflanzung), *Standortstyp*, *Lokalität* (Koordinaten) etc. aufzunehmen. Nur so können Erfahrungen in Bezug auf *Ausfälle*, *Wüchsigkeit*, *Qualität* usw. festgehalten und kommuniziert werden. Diese Dokumentation kann jeder Förster, jede Försterin selbst in die Hand nehmen. Eine grössere Reichweite hat eine solche Massnahme allerdings, wenn diese vom kantonalen Forstdienst propagiert bzw. eingefordert wird.

Im Zusammenhang mit dem Klimawandel und der Auswahl von Zukunftsbaumarten hat die *Eidgenössische Forschungsanstalt WSL* zusammen mit den beiden *Fachstellen Waldbau und Gebirgswaldbau* sowie der *Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL* ein *DokuTool* entwickelt, das auch im Zusammenhang mit der Auswahl von Herkünften verwendet werden kann (Projekt Testpflanzungen WSL<sup>5</sup>).

Erwähnenswert ist hier auch, dass im Aargau seit 2008 bei allen Eichenförderungsprojekten obligatorisch die Provenienz in einer Datenbank erfasst wird.

---

<sup>5</sup> [www.wsl.ch/de/projekte/testpflanzungen/](http://www.wsl.ch/de/projekte/testpflanzungen/)

### 3.4.4 Kantonale Umsetzung

Der Kanton Zürich hat folgende Leitlinien für die Verwendung von forstlichem Vermehrungsgut formuliert:

- Rund 30 % des Eichenvorkommens sollen natürlich verjüngt werden.
- Für die künstliche Verjüngung sollen ca. 70 % lokale und regionale Herkünfte aus Samenerntebeständen guter Qualität genutzt werden.

Der Kanton empfiehlt den Forstbaumschulen, die fünf bestgeeigneten Bestände abwechselnd zu beernten (Tab. 5) und will so einen breiten Ausschnitt der kantonsintern vorhandenen genetischen Vielfalt nutzen.

- Im langjährigen Durchschnitt sollen 30 % des verwendeten Materials überregionaler (auch ausländischer) Herkunft sein und so zu einer erweiterten genetischen Vielfalt beitragen.

## 3.5 Kantonale Fachstellen für forstliches Vermehrungsgut

### 3.5.1 Administration und Organisation

**Administration.** Die Kantone sind gemäss Waldverordnung für die Versorgung mit geeignetem forstlichem Vermehrungsgut zuständig. Sie sind dafür verantwortlich, dass dieses Thema in *Planung* und *Organisation* Eingang findet und *administrative Prozesse* in geeigneter Art und Weise gestaltet werden. *Die Kontrolle und die Dokumentation der Samenernte* sind zwei Beispiele dafür. Dazu gehören etwa *Herkunftszeugnisse* zu erstellen, *Ernterapporte* zu kontrollieren und die *Samenernte* zu begleiten. Diese Aufgaben werden heute in den Kantonen in unterschiedlicher Weise wahrgenommen. *Administrative Prozesse*, welche mit der Eichenförderung einhergehen, werden noch zu wenig genutzt, um etwa Angaben über verwendete Herkünfte zu erfassen. So würde etwa eine Dokumentation des Wuchsverhaltens der verwendeten Herkünfte wertvolle Informationen für deren Verwendung liefern (3.4.3), wodurch die gezielte Förderung der genetischen Diversität erleichtert würde.

**Aufbau- und Ablauforganisation.** Die Sachfragen zum forstlichen Vermehrungsgut und die Wahrnehmung der damit verbundenen Aufgaben betreffen verschiedene Stellen, Personen und Prozesse. In Tab. 6 sind Aufgaben dargestellt, welche beispielhaft kantonalen, kommunalen und auch privaten Organisationsstrukturen zugeordnet wurden.

### 3.5.2 Interne und externe Kommunikation

Der Anteil künstlicher Verjüngung ist seit den 1970er-Jahren kontinuierlich gesunken. Die Anzahl gepflanzter Bäume hat von rund 20 Mio. auf rund 1 Mio. im Jahre 2015 abgenommen (Frank *et al.* 2017). Entsprechend ist das Thema Forstliches Vermehrungsgut in den letzten Jahrzehnten vielerorts in Vergessenheit geraten. Dies äusserst sich z. B. darin, dass vielen Förster/innen die Samenerntebestände in ihrem Revier nicht bekannt sind. Entsprechend sind sie sich der besonderen Verantwortung für diese genetischen Ressourcen nicht bewusst. Mit dem aufgrund des Klimawandels erstarkten Interesse an der künstlichen Verjüngung sollten kommunikative Instrumente genutzt werden, um den Kenntnisstand zum forstlichen Vermehrungsgut (Information) und dessen Bedeutung (Bewusstsein) zu verbessern.

Die Kantone sind für die Bereitstellung von geeignetem Vermehrungsgut zuständig und gestalten die administrativen Prozesse entsprechend.

Instrumente der internen und externen Kommunikation sollen genutzt werden, um den Kenntnisstand über das forstliche Vermehrungsgut und das Bewusstsein für dessen Bedeutung zu verbessern.

Die Kantone als Hauptverantwortliche für das forstliche Vermehrungsgut haben diverse Möglichkeiten, ihre *interne Kommunikation* zu nutzen. Informationsveranstaltungen, Weiterbildungen, Newsletters usw. sind mögliche Instrumente. Von grosser Bedeutung ist die *externe Kommunikation* insbesondere zu den Forstbauschulen, aber auch zu den anderen Kantonen. Im Zentrum stehen hier die Absprache und Koordination der Beerntungen und die Bereitstellung des von den Kantonen gewünschten forstlichen Vermehrungsguts (3.4.1). Damit sollen auch Forstpflanzen produzierende Betriebe hinsichtlich ihrer Verantwortung für die Zukunft der Wälder sensibilisiert werden. Das BAFU hat hierfür bereits eine Plattform für den Informationsaustausch geschaffen («Koordinationsgespräche»).

Organisation & Stelle		Aufgaben
<b>Kantonaler Forstdienst</b>		
<b>[1]</b>	<b>Fachstelle forstliches Vermehrungsgut (foV)</b> > Sachverständige/r foV	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Anlaufstelle für alle Fragen zum foV</li> <li>✓ Koordiniert die Anliegen der Fachstelle intern und extern</li> <li>✓ Entwickelt und formuliert Strategien zur Nutzung des foV</li> <li>✓ Führt und aktualisiert den NKS - Bestand und Zustand Samenerntebestände (SEB)</li> <li>✓ Stellt Herkunftszeugnisse aus</li> <li>✓ Kommuniziert Bedürfnisse und Vorstellungen des Kantons bezüglich der gezielten Nutzung von SEB</li> <li>✓ Klärt Bedarf für foV ab (z. B. Umfragen)</li> <li>✓ Koordiniert und organisiert Weiterbildung zum FoV</li> </ul>
<b>[2]</b>	<b>Waldplanung &amp; Bewirtschaftung</b> > Sachverständige/r Planung > etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Übernimmt das Thema in die kantonalen Planungsinstrumente (Waldentwicklungsplan WEP etc.)</li> <li>✓ Stellt das Thema in Bewirtschaftungsinstrumenten, Projektrichtlinien, Datenbanken etc. dar</li> </ul>
<b>[3]</b>	<b>Forstl. Informationssysteme</b> > Sachverständige/r GIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Stellt das Thema in bestehenden Informationssystemen wie etwa dem GIS dar</li> </ul>
<b>[4]</b>	<b>Kreisforstämter</b> > Kreisförster/in	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prüft in Abstimmung mit der Fachstelle foV [1] und dem lokalen Forstdienst [5] periodisch den Zustand der SEB und meldet Aktualisierungen</li> </ul>

Lokaler Forstdienst (Forstreviere)		
[5]	Revierförster/in	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bewirtschaftet Samenerntebestände gemäss Betriebsplan (BP)</li> <li>✓ Meldet Fachstelle foV besondere Veränderungen im SEB</li> <li>✓ «Begleitet» Forstbaumschulen bei der Beerntung</li> <li>✓ Meldet die Beerntung der Fachstelle foV</li> </ul>
Forstbaumschulen		
[6]	Baumschulist/in	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Informiert lokalen Forstdienst und Fachstelle über Beerntung</li> <li>✓ Führt Samenernte gemäss <i>Merkblatt Beerntung</i> durch (s. 3.6.1)</li> <li>✓ Erstellt Ernterapport im NKS und beantragt Herkunftszeugnis</li> <li>✓ Berät in Fragen zur Lohnnachzucht</li> </ul>

**Tab. 6: Beispiele von Aufgaben und Zuständigkeiten (Organisation), welche im Zusammenhang mit der Bereitstellung von forstlichem Vermehrungsgut von Bedeutung sind. Die Zuordnung zu den verschiedenen Stellen hat hier beispielhaften Charakter.**

### 3.5.3 Kantonale Umsetzung

**Planung & Kontrolle.** Eine Umfrage aus dem Jahre 2016 zeigt, dass die Samenerntebestände in nur vier von 21 Kantonen in einer Planungsgrundlage festgehalten sind (Frank *et al.* 2017). Angesprochen sind hier insbesondere der *Waldentwicklungsplan* (WEP) und die *betriebliche Planung* (BP). Der Kanton Zürich hat beschlossen, das Thema *forstliches Vermehrungsgut* in die WEP-Revision 2023 einfliessen zu lassen und hat seinem Muster-Betriebsplan ein Themenblatt foV beigelegt, das über bestehende Samenerntebestände informiert. Die im zehnjährigen Turnus stattfindenden BP-Revisionen sollen dazu genutzt werden, die Aktualität der Angaben zum Samenerntebestand zu überprüfen und notwendige Änderungen und Anpassungen vorzunehmen.

Das forstliche Informationssystem des Kantons Zürich (FOMES) soll genutzt werden, um die im Rahmen der Eichenförderung verwendeten *Eichenherkünfte* festzuhalten.

**Kommunikation.** Der Kanton Zürich will folgende Instrumente und Möglichkeiten der Kommunikation nutzen:

Intern:

- *Weiterbildungen* bei Bedarf (z. B. anlässlich von Försterrapporten).

Extern:

- *Koordination mit Forstbauschulen.* Kantonale *Liste der prioritär zu beerntenden Samenerntebestände* (Tab. 5) und Leitfaden «*Vorgehen bei der Beerntung*» (siehe Anhang).
- *Begleitung Beerntung* wenn immer möglich (lokaler Förster / Fachstelle / Kreisforstamt).
- Die Anliegen des Kantons sollen in die *Koordinationsgespräche* Bund – Forstbauschulen eingebracht werden (über Forstgarten *Finsterloo*).

## 3.6 Beerntung, Produktion und Vermarktung

Die Pflanzenproduktion beinhaltet verschiedene Schritte, welche grossen Einfluss auf die genetische Vielfalt des Vermehrungsguts haben können.

### 3.6.1 Beerntung

Die Beerntung von Saatgut entscheidet in hohem Masse über die genetische Vielfalt im forstlichen Vermehrungsgut. Die Verordnung über das forstliche Vermehrungsgut (SR 921.552.1) enthält qualitative Anforderungen zu Samenerntebeständen; die Art der Beerntung ist hingegen nicht geregelt. Genetische Untersuchungen geben wichtige Hinweise auf eine optimierte Samenernte. Die folgenden Erkenntnisse bilden die Grundlage für die *Beerntungsempfehlungen* in Kasten 7 (S. 42).

- Die **Anzahl beernteter Mutterbäume** hat grossen Einfluss auf die im Saatgut enthaltene genetische Vielfalt. Mit jedem zusätzlich beernteten Mutterbaum nimmt diese zu. Je grösser die Anzahl Bäume, desto geringer wird allerdings die zusätzlich erfasste Vielfalt. Untersuchungen in zwei Schweizer Samenerntebeständen zeigen, dass mit 19 Erntebäumen sicher 75 % der genetischen Vielfalt erfasst werden. Um 95 % der Vielfalt zu erfassen, sind aber mehr als doppelt so viele Erntebäume nötig (Haldemann *et al.* 2024).

**Die effiziente Samenernte stellt einen Kompromiss dar zwischen dem Aufwand und der erfassten genetischen Vielfalt.**

- Mit 100 Eicheln einer Einzelbaumabsaat wird ein Grossteil (95 %) der vorhandenen genetischen Vielfalt aller Eicheln des Mutterbaums erfasst (Haldemann *et al.* 2024). Diese *Erntemenge pro Mutterbaum* entspricht höchstens einem Kilogramm Eicheln und stellt nur einen Bruchteil der Menge dar, welche die Forstbaumschulen üblicherweise pro Baum ernten. Um ein Gleichgewicht zwischen der Repräsentanz der Einzelbaumabsaaten in der gesamten Beerntung sicherzustellen, sollte die Menge des gesammelten Saatguts pro Erntebaum etwa gleich sein. **Die Erntemenge pro Mutterbaum sollte etwa gleich sein.**
- Auch wenn Eichenpollen über mehrere Kilometer weit verbreitet werden kann, stammt *der überwiegende Teil des erfolgreichen Pollens aus der näheren Umgebung* des Mutterbaumes (Gerber *et al.* 2014). Bei drei in Deutschland untersuchten Eichenbeständen stammten 22 bis 31 % des Pollens aus einer Entfernung von 20 m, während rund 50 % des Pollens aus maximal 60 m stammte (Degen *et al.* 2012). Dies ist eine Erklärung dafür, dass manche wissenschaftliche Studien in natürlich verjüngten Eichenbeständen *kleinräumliche genetische Strukturen* beobachten (Eusemann und Liesebach 2021). Bäume am Waldrand erhalten eher Pollen von ausserhalb des Bestands. Als einfache Schätzung lässt sich sagen, dass ca. ein Drittel des Pollens von ausserhalb eines Bestandes kommen kann (in Abhängigkeit der Bestandesgrösse und des Umfelds) (Holderegger *et al.* 2015). **Der Abstand zwischen Erntebäumen erhöht die Wahrscheinlichkeit, genetisch diverses Erbmateriale zu erfassen.**
- In grossen Samenerntebeständen kann die Samenernte in verschiedenen Waldsektoren durchgeführt werden. Dies lohnt sich insbesondere dann, wenn sich die Umweltbedingungen (Boden, Exposition etc.) in den Sektoren unterscheiden, weil die Teilbestände an ihre kleinräumigen Bedingungen angepasst sein können. Sind die Bedingungen allerdings sehr ähnlich, lohnt sich dieser zusätzliche Aufwand kaum (Haldemann *et al.* 2024). **Mit der Beerntung unterschiedlicher Standorte in grossen Beständen wird zusätzliche anpassungsrelevante genetische Vielfalt erfasst.**
- Untersuchungen haben ergeben, dass Beerntungen von nahe beieinander stehenden Halbgeschwistern bei der Beerntung mit Netz, im Vergleich zu zwei nicht verwandten Erntebäumen nur einen kleinen Verlust (10 %) der genetischen Vielfalt des Saatguts mit sich bringt (Haldemann *et al.* 2024). Grund dafür sind wohl die verschiedenen Väter, die den Mutterbaum befruchten und damit den mütterlichen Effekt der Halbgeschwister verdecken. **Die Beerntung nebeneinanderstehende Erntebäume (allfällige Halb- oder Vollgeschwister) reduziert die genetische Vielfalt nur wenig.**
- Die *Anzahl Väter*, die an einer Einzelbaumabsaat beteiligt sind, kann zwischen Mutterbäumen und von Jahr zu Jahr sehr stark variieren; von ganz wenigen Vätern bis zu mehr als 100 Individuen (Degen *et al.* 2012, Gerber *et al.* 2014, Haldemann *et al.* 2024). Entsprechend kann sich auch die genetische Vielfalt im beernteten Saatgut stark unterscheiden. Die Beerntung einer grossen Anzahl von Mutterbäumen mindert diesen Effekt. **Eine grosse Anzahl Erntebäume garantiert die Beteiligung einer grossen Anzahl Väter an der Nachkommenschaft.**

**Sprengmast oder schwache Halbmast.** Der Markt verlangt eine kontinuierliche Versorgung mit Pflanzgut. Auch wollen die Forstbaumschulen aus betrieblichen Gründen möglichst gleichmässige Umsatzzahlen generieren (Sachkosten, Löhne, Investitionen etc.). Sprengmasten oder schwache Halbmasten können diese betriebliche Kontinuität gefährden. Umso wichtiger wird die Kommunikation zwischen Forstbaumschulen, kantonalen Fachstellen und dem Bund (3.5.2). Der Austausch von Saatgut und Pflanzmaterial zwischen den Forstbaumschulen, das

Ausnutzen regionaler Unterschiede in der Fruktifikation, das Beernten von Samenerntebeständen, welche «immer» fruktifizieren (siehe Kasten 5 auf S. 30), und der Import von forstlichem Vermehrungsgut aus dem Ausland sind Möglichkeiten, um Engpässe beim Pflanzenangebot zu vermeiden. Auch die kantonalen Fachstellen und die Forstbetriebe können ihren Beitrag leisten, indem sie mit mittelfristiger Planung und Bestellung, Lohnnachzucht und Abnahmeverträgen die betriebliche Sicherheit der Forstbaumschulen unterstützen.

#### K7 – Beerntungsempfehlungen für das forstliche Vermehrungsgut der Eiche

- [1] **Mastjahre nutzen.** Die Beerntung sollte vorzugsweise in Jahren mit starkem Fruchtanhang stattfinden (Mastjahr). Bei ungenügender Fruktifizierung ist auf andere Samenerntebestände auszuweichen. Der Import aus dem Ausland ist eine mögliche Alternative.
- [2] **Hochwertige Samenerntebestände beernten.** Einige Kantone verfügen über Listen von prioritär zu beerntenden Samenerntebeständen. Die *Fachstelle forstliches Vermehrungsgut* am BAFU gibt weitere Auskünfte.
- [3] **Anzahl Samenerntebäume.** Die höchste Priorität gilt der Anzahl Erntebäume. Es sollten mindestens 30 Samenbäume beerntet werden (40 sind ideal).
- [4] Die Menge **Eicheln pro Erntebaum** muss nicht gross (mind. 1 kg), sollte aber für alle Bäume etwa gleich sein. Auf das übermässige Sammeln von Eicheln pro Erntebaum sollte zu Gunsten einer höheren Anzahl Erntebäume verzichtet werden.
- [5] **Verteilung der Erntebäume im Bestand.** Die Erntebäume sollten gleichmässig im Bestand verteilt sein. Die Beerntung bei überlappenden Kronen stellt kein Problem dar, solange genug Erntebäume berücksichtigt werden (siehe Punkt 3). Bei grossen Samenernte-Komplexen kann der lokale Forstdienst oder die kantonale Fachstelle Angaben zu den geeigneten Erntesektoren machen.
- [6] Bei **wiederkehrenden Beerntungen** sollten nicht immer dieselben Samenbäume beerntet werden (Rotation).
- [7] **Randbäume** sollten nicht beerntet werden.

### 3.6.2 Produktion

**Pflanzbeet.** Die Wuchsbedingungen im Pflanzbeet unterscheiden sich gezwungenermassen von den Bedingungen im Wald; insbesondere die Licht-, Wasserversorgungs- und Konkurrenzbedingungen. Der Boden unterscheidet sich nicht grundsätzlich vom Waldboden (keine Düngung). Eine Ausnahme bilden hier Pflanzen, welche im *Quick-Pot* produziert werden (Substrat). Gegen den Mehltau wird bei Bedarf Schwefel gespritzt. Grundsätzlich sind aber die Möglichkeiten beschränkt, «natürlichere» Anzuchtbedingungen zu schaffen.

Die Möglichkeit der gerichteten Selektion im Pflanzbeet ist vor allem bei der Sortierung nach Grösse (Vitalität und Qualität) gegeben. Der Kauf von ganzen Beeten kann das Problem der Grössensortierung entschärfen und einen Beitrag zur Erhaltung der genetischen Vielfalt leisten. Die Erfahrung zeigt sowieso, dass die kleinen, einjährigen Pflanzen später besser anwachsen als grössere Pflanzen.

**Der Kauf von ganzen Saatbeeten noch vor einer Höhensortierung unterstützt die genetische Vielfalt. Die einjährigen Pflanzen wachsen zudem besser an.**

Alles in allem dürfte die Saatgutbehandlung, Stratifizierung und das Aufzuchtverfahren einen weniger ausgeprägten Einfluss auf die genetische Diversität des Pflanzguts haben als die Samenernte (Konnert und Hosius 2010).

**Verschiedene Herkünfte mischen.** Je nach Erntebestand, Wetterbedingungen bei der Ernte, Lagerung und Transport der frisch geernteten Eicheln kann die Qualität des Saatguts stark variieren. Gerade bei feuchtem Wetter ist die Gefahr eines Pilzbefalls gross. Wird Saatgut unterschiedlicher Qualität vor der Aussaat gemischt, kann bereits vor der Keimung im Boden oder dann im Saatbeet eine Entmischung stattfinden. Es erscheint daher sinnvoller, die Pflanzen getrennt nach Herkunft beim Produzenten zu bestellen und erst beim Auspflanzen zu mischen. Die truppweise Mischung (eine Herkunft pro Trupp) erleichtert die Identifikation und Beurteilung der Herkunft zu einem späteren Zeitpunkt (siehe *Dokumentation*, S. 36).

### 3.6.3 Vermarktung

Die Forstbaumschulen produzieren Pflanzgut in aller Regel ohne deren garantierten Absatz. Sie arbeiten darum vorzugsweise mit den ihnen (und den Kunden) bekannten und bewährten Herkünften. Dies führt tendenziell dazu, dass immer wieder dieselben Samenerntebestände beerntet werden (Abb. 15). Dieses Verhalten ist aus betriebswirtschaftlichen Gründen nachvollziehbar, führt aber aus biologischer Sicht zu einer unerwünschten Einengung und Homogenisierung der genetischen Vielfalt. Es liegt nun an der Nachfrageseite – das heisst am *Forstdienst* – diese Situation zu verändern. Folgende Hebel können angesetzt werden.

- **Lohnnachzucht.** Die Forstbaumschulen sind gerne bereit, bestimmte Herkünfte im Auftrag eines Kunden nachzuziehen. Sie gewähren in der Regel auch entsprechende Rabatte, da die Abnahme der Pflanzen vertraglich garantiert ist.
- **Mindestmengen.** Wenn der Absatz garantiert ist und der Förster und die Försterin das Saatgut liefern, sind die Forstbaumschulen bereit, auch nur 1 kg pro Herkunft auszusäen. Wenn im Auftrag eines Kunden gesammelt werden soll, liegen die Mindestmengen bei 30 bis 40 kg. Das sind die Mengen, welche etwa bei besonderen Projekten in einem Forstrevier benötigt werden. Seitens der Forstbaumschule werden normalerweise pro Herkunft zwischen 150 bis 250 kg ausgesät (Hirt 2018).

**Planung in den Forstbetrieben.** Eine verbesserte waldbauliche Planung der künstlichen Verjüngung erlaubt es, sich vorzeitig mit Fragen der Herkunftswahl und der Pflanzenproduktion auseinanderzusetzen. Im Idealfall werden die Verjüngungsflächen erst geräumt, wenn das gewünschte Material in der Forstbaumschule produziert ist.

**Die Mischung von Herkünften zur Erhöhung der genetischen Vielfalt sollte vorzugsweise erst beim Auspflanzen im Bestand vorgenommen werden.**

**Lohnnachzucht garantiert der Baumschule die Abnahme der produzierten Pflanzen, so dass auch Kleinmengen produziert werden können.**

## 4 Ausblick

---

Die Bedeutung des forstlichen Vermehrungsguts hat lange Zeit stetig abgenommen. Wurden 1970 in der Schweiz noch mehr als 20 Millionen Waldbäume pro Jahr gepflanzt, waren es 2015 gerade noch 1 Mio. (Frank *et al.* 2017). Heute werden über neunzig Prozent des Waldes natürlich verjüngt (Landesforstinventar LFI 2023). Folglich hat auch das Interesse am forstlichen Vermehrungsgut kontinuierlich abgenommen; das entsprechende Know-how ist im Forstdienst teilweise verloren gegangen.

Der Wald ist heute weit mehr als ein Holzlieferant. In den letzten Jahrzehnten hat seine Bedeutung für Schutz und Wohlfahrt, Biodiversität und Klima stark zugenommen. In einer vom Klimawandel geprägten Umwelt bildet die Resilienz von Waldökosystemen die Voraussetzung für die Erhaltung dieser Waldleistungen. Forschung und Forstpraxis sind sich einig, dass neben der Arten- und Strukturvielfalt des Waldes zukünftig auch die genetische Vielfalt eine entscheidende Rolle spielen wird (Pluess *et al.* 2016).

Dank grossen Forstschritten in der Forschung sind heute neue und grundlegende Einblicke in die genetischen Prozesse von Waldbaumpopulationen möglich. Dabei zeigt sich, dass genetisch vielfältige Waldbaumpopulationen besser geeignet sind, um Klima- und Witterungsextremen zu trotzen und mit Pathogenen und anderen Schädlingen umzugehen. Es ist also folgerichtig, wenn waldbauliche Eingriffe in Zukunft vermehrt auf ihre genetischen Wirkungen hin überprüft werden. Dies gilt insbesondere für Verjüngungsprozesse und dabei vor allem für die künstliche Verjüngung und den Umgang mit forstlichem Vermehrungsgut.

Wissenschaftliche Kenntnisse sind wesentlich für die Entwicklung zielgerichteter Massnahmen in der Forstwirtschaft. Nicht minder wichtig für deren Entwicklung und Umsetzung ist aber die Zusammenarbeit zwischen Forschung, Forstpraxis, Forstbauschulen und Verwaltung. Der institutionalisierte Austausch von Wissen und Erfahrung, das Gestalten von geeigneten Handlungsanleitungen, das Anpassen von Organisationsstrukturen und Arbeitsabläufen sowie das Verbessern administrativer Abläufe bilden die Basis für den optimalen Einsatz von forstlichem Vermehrungsgut. Die erfolgreiche Umsetzung dieser Prozesse setzt das Vertrauen aller beteiligten Personen und Organisationen voraus und die Bereitschaft, sich auch mit neuen Themen und Fragen auseinanderzusetzen. Beispiele dafür sind etwa das bewusste Ausnutzen von Hybridisierung und Introgression, das Einbringen von Herkünften aus trockeneren Klimagebieten und die Verwendung von Vermehrungsgut mit bestimmten Eigenschaften. Der schnell fortschreitende Umweltwandel soll als Hinweis darauf verstanden werden, dass die genannten Aufgaben nun zügig in Angriff genommen werden. Aufgrund der gesetzlichen Grundlagen kommt dabei den kantonalen Forstdiensten eine besondere Verantwortung zu.

## 5 Anhang

---

Folgende, im Laufe des Projektes «Geeignetes forstliches Vermehrungsgut für die Eiche» entwickelten Produkte (Formulare, Checklisten usw.) können von der DORA Website (<https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A38587>) heruntergeladen werden.

- Aufnahmeformular (Samenerntebestände Eiche)
- Waldbauliche Beurteilung und Planung in Samenerntebeständen (für Eiche)
- Samenerntebestände für die Eiche in der betrieblichen Planung (Beiblatt)
- Beerntung von SEB Eiche (Leitfaden ZH)

## 6 Quellen

---

- Allgaier Leuch B., Streit K., Brang P. (2017) Der Schweizer Wald im Klimawandel: Welche Entwicklungen kommen auf uns zu? Merkbl. Prax. 59. 12 S.
- Ammann P. (2022) Samenernte-Komplex Stieleiche Möhlin - Forst. Datenblatt für Forstbaumschulen und Forstbetrieb Region Möhlin. Abteilung Wald, Aargau. Nicht veröffentlicht.
- Ammann P., Arnet A., Bienz R., Dietiker F. (2019) Waldbewirtschaftung im Klimawandel – aktuelle Haltung der Abteilung Wald. Departement Bau, Verkehr und Umwelt. Abteilung Wald, Aarau. 19 S.
- Amt für Landschaft und Natur (2017) Eichenkonzept Kanton Zürich. Abteilung Wald, Zürich. 19 S.
- BAFU (2022) Die biogeografischen Regionen der Schweiz. Umwelt-Wissen Nr. 2214. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU. 28 S.
- Bonfils P., Horisberger D., Ulber M. (2005) Förderung der Eiche. Strategie zur Erhaltung eines Natur- und Kulturerbes der Schweiz. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL. 102 S.
- Bonfils P., Rigling A., Brändli U.-B., Brang P., Forster B., Engesser R., Gugerli F., Junod P., Müller R., Günthardt-Goerg M.S. (2015) Die Eiche im Klimawandel. Zukunftschancen einer Baumart. Merkbl. Prax. 55: 12 S.
- Bonfils P., Mumenthaler J., Kamm U., Studhalter S. (2020) Forstliches Vermehrungsgut für die Eiche im Kanton Zürich. Projekt-Bericht (Arbeitspapier). pro-Quercus. Nicht publiziert. 33 S.
- Brändli U.-B., Abegg M., Allgaier Leuch, B. (2020) Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der vierten Erhebung 2009–2017. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL; Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU. 341 S.
- Brang P., Küchli C., Schwitter R., Bugmann H., Ammann P. (2016) Waldbauliche Strategien im Klimawandel. In: Pluess A.R., Augustin S., Brang P. (Eds.) Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptationsstrategien. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU; Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL; Bern: Haupt. 341–364.
- Bürgi M. (1998) Bestandesgeschichte des Bülacher Hards: was bringt der Einsatz von GIS? Schweiz. Z. Forstwes. 149, 4: 263–283.
- Curtu A., Craciunesc I., Enescu C., Vidalis A., Șofletea N. (2015) Fine-scale spatial genetic structure in a multi-oak-species (*Quercus* spp.) forest. iForest – Biogeosci. For. 8, 3: 324–332.
- Degen B., Jolivet C., Fussi B., Konnert M., Cremer E., Kätzel R. (2012) Etablierung einer Standardmethode zur genetisch nachhaltigen Ernte von forstlichem Vermehrungsgut in zugelassenen Saatgutbeständen. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Forstgenetik. Projekt-Endbericht. 60 S.
- Delatour, C. (1983) Les dépérissements de chênes en Europe. Rev. for. fr. 35, 4: 365–283.

- Dennert F., Beenken L., Dubach V., Queloz V., Stroheker S. (2023a) Akutes Eichensterben AOD. Factsheet Waldschutz Schweiz. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 2 S.
- Dennert F., Beenken L., Queloz V. (2023b) *Phytophthora cinnamomi* an Eichen in der Schweiz. Waldschutz aktuell: Vol. 3. Birmensdorf: Waldschutz Schweiz, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 3 S.
- Departement Bau, Verkehr und Umwelt (2018a) Zustand und Entwicklung des Aargauer Waldes. Ergebnisse der 2. Aargauer Waldinventur 2016. Aarau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Wald. 128 S.
- Departement Bau, Verkehr und Umwelt (2018b) 20 Jahre Naturschutzprogramm Wald. Eine Zwischenbilanz. Sondernummer Umwelt Aargau. 72 S.
- Ducouso A., Bordacs S. (2004) Technical Guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks (*Quercus robur* and *Q. petraea*). EUFORGEN. Rome, International Plant Genetic Resources Institute IPGRI, Italy. 6 S.
- ETH Zürich (2002) Mitteleuropäische Waldbaumarten. Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. ETH Zürich, Professur für Waldbau, Professur für Forstschutz und Dendrologie. Reprint der Ausgabe von 1995. 125 S.
- Eusemann P., Liesebach H. (2021) Small-scale genetic structure and mating patterns in an extensive sessile oak forest (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl.). Ecol. Evolut. 11, 12: 7796–7809.
- Finkeldey R. (2001) Genetic variation of oaks (*Quercus* spp.) in Switzerland. For. Genet. 8, 3: 185–195.
- Finkeldey R. (2001) Genetic variation of oaks (*Quercus* spp.) in Switzerland. Genetic structures in “pure” and “mixed” forests of pedunculate oak (*Q. robur* L.) and sessile oak (*Q. petraea* [Matt.] Liebl.). Silvae Genetica 50, 1: 22–30.
- Frank A., Brang P., Sperisen C., Heiri C. (2017) Schlussbericht des Pilotprojektes Umgang mit forstlichem Vermehrungsgut in einem sich ändernden Klima (FoVeKlim) im Forschungsprogramm Wald und Klimawandel. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL; Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU. 112 S.
- Frehner M., Brang P., Kaufmann G., Kuchli C. (2018) Standortkundliche Grundlagen für die Waldbewirtschaftung im Klimawandel. WSL Berichte 66. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL. 49 S.
- Fussi B., Konner M., Cremer E. (2012) Genfluss in Waldbeständen. LWF Wissen 74. 22–26.
- Gerber S., Chadoeuf J.J., Gugerli F., Lascoux M., Buiteveld J., Cottrell J., Dounavi A., Fineschi S., Forrest L.L., Fogelqvist J., Goicoechea P.G., Jensen J.S., Salvini D., Vendramin G.G., Kremer A. (2014) High rates of gene flow by pollen and seed in oak populations across Europe. PLoS ONE, 9: e91301. [doi.org/10.1371/journal.pone.0091301](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091301)
- Gugerli F., Brodbeck S., Holderegger R. (2005) Die unerträgliche Leichtigkeit, eine reine Eiche zu sein. Inf.bl. Forsch.bereich Landsch. 63. 5 S.

- Haldemann C., Rudow A., Bonfils P., De Boni A., Reiss G., Streit K., Studhalter S., Rellstab C. (2024) Einfluss der Erntestrategie auf die genetische Vielfalt des Saatguts bei Eichen. *Schweiz. Z. Forstwes.* 175, 3: 116–123.
- Hattemer H.H., Ziehe M., Gehle T., Fromm M. (2000) Genetische Aspekte der Erhaltungsbiologie von Holzpflanzen. *For. Snow Landsc. Res.* 75, 1/2: 9–28.
- Hirt J. (2018) Rückmeldung zum Interview «Pflanzenproduktion» mit P. Bonfils vom 21.11.2018 in Lobsigen. Pers. Mitteilung.
- Holderegger R., Bolliger M., Gugerli F. (2015) Wie weit fliegen Pollenkörner? *Wald Holz* 3/15: 31–33.
- Horisberger D. (2016) Artbestimmung bei den Eichen. Bestimmungsschlüssel und praktische Anwendung. Hrsg. proQuercus. 10 S.
- Kaufmann G., Horisberger D., Howald M. (2008) Beurteilung der Eichen-Samen-erntebestände in der Schweiz. Bericht proQuercus, nicht veröffentlicht.
- Kavaliuskas D., Fussi B., Westergren M., Aravanopoulos F., Finzgar D., Baier R., Alizoti P., Bozic G., Avramidou E., Konnert M. (2018) The interplay between forest management practices, genetic monitoring, and other long-term monitoring systems. *Forests.* 9, 3.
- Konnert M., Hosius B. (2010) Contribution of forest genetics for a sustainable forest management. *Beitrag der Forstgenetik für ein nachhaltiges Waldmanagement.* *Forstarchiv* 81, 4: 170–174.
- Koskela J., Lefèvre F., Schueler S., Kraigher H., Olrik D., Hubert J., Longauer R., Bozcano M., Yrjänä L., Alizoti P., Rotach P., Vietto L., Bordács S., Myking T., Eysteinsson T., Souvannavong O., Fady B., De Cuyper B., Heinze B., Ditlevsen B. (2013) Translating conservation genetics into management: pan-European minimum requirements for dynamic conservation units of forest tree genetic diversity. *Biol. Conserv.* 15, 7: 39–49.
- Koski V., Skrøppa T., Paule L., Wolf H., Turok J. (1997) Technical Guidelines for genetic conservation of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.). EUFORGEN. International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 42 S.
- Kremer A., Corre V., Petit R.J., Ducousso A. (2010) Historical and contemporary dynamics of adaptive differentiation in European oaks. In: *Molecular Approaches in Natural Resource Conservation and Management* (ed. DeWoody A., Bickham J., Michler C., Nichols K., Rhodes G., Woeste K.). Cambridge University Press. 101–117.
- Kremer A., Kleinschmit J., Cottrell J., Cundall E., Deans J., Ducousso A., König A., Lowe A., Munro R., Petit R., Stephan B.R. (2002) Is there a correlation between chloroplastic and nuclear divergence, or what are the roles of history and selection on genetic diversity in European oaks? *For. Ecol. Manag.* 156, 1–3: 75–87.
- Kremer A., Menozzi P. (2001) Genetic processes promoting genetic diversity in oak and beech forest. In: *Borelli S., Kremer A., Geburek T., Paule L., Lipman E., compilers. Report of the Third EUFORGEN Meeting on Social Broadleaves, 22–24 June 2000, Borovets, Bulgaria.* International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 31–42.

- Landesforstinventar LFI (2013) Spezialauswertung und Datenbankauszug der Erhebung 2004/2006 vom 30. Oktober 2013 durch Urs-Beat Brändli. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.
- Landesforstinventar LFI (2023) Zwischenergebnisse der fünften Erhebung des Landesforstinventars (LFI5). [[lfi.ch/de](http://lfi.ch/de)] Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU; Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Mátyás G., Bonfils P., Sperisen, C. (2002) Autochthon oder allochthon? Ein molekulargenetischer Ansatz am Beispiel der Eichen (*Quercus* spp.) in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 153, 3: 91–96.
- Meier F., Engesser R., Forster B., Odermatt O., Angst A. (2013) Forstschutz-Überblick 2012. WSL Ber. 2. 28 S.
- Meyer K.A. (1931) Geschichtliches von den Eichen in der Schweiz. Mitt. Eidgenöss. Anst. forstl. Vers.wes. 16, 2: 231–451.
- Milesi P, Kastally C, Dauphin B, Cervantes S, Bagnoli F, Budde KB, Cavers S, Fady B, Faivre-Rampant P, González-Martínez SC, Grivet D, Gugerli F, Jorge V, Lesur Kupin I, Ojeda DI, Olsson S, Opgenoorth L, Pinosio S, Plomion C, Rellstab C, Rogier O, Scalabrin S, Scotti I, Vendramin GG, Westergren M, Lascoux M, Pyhäjärvi T., GenTree Consortium (2024) Resilience of genetic diversity in forest trees over the Quaternary. Nat. Commun.
- Mühlethaler U., Reisner Y., Rogiers, N. (2008) Potenzielle Eichenwuchsgebiete und aktuelle Eichenmischwälder der Schweiz. Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, Zollikofen. 95 S.
- Nakanishi A., Tomaru N., Yoshimaru H., Manabe T., Yamamoto S. (2006) Interannual genetic heterogeneity of pollen pools accepted by *Quercus salicina* individuals. Mol. Ecol. 14, 14: 4469–78.
- Pluess A.R., Augustin S., Brang P. (Eds.) (2016) Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptationsstrategien. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU; Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL; Bern: Haupt. 447 S.
- proQuercus (2019) Die künstliche Verjüngung der einheimischen Eichenarten. Merkblatt 04. Version Dezember 2019. 9 S.
- Rellstab C., Zoller S., Walthert L., Lesur I., Pluess A.R., Graf R., Bodénès C., Sperisen C., Kremer A., Gugerli F. (2016) Signatures of local adaptation in candidate genes of oaks (*Quercus* spp.) with respect to present and future climatic conditions. Mol. Ecol. 25, 23: 5907–5924.
- Rellstab C., Bühler A., Graf R., Folly C., Gugerli F. (2016) Using joint multivariate analyses of leaf morphology and molecular-genetic markers for taxon identification in three hybridizing European white oak species (*Quercus* spp.). Ann. For. Sci. 73, 3: 669–679.
- Reutimann O., Dauphin B., Baltensweiler, A. Gugerli F., Kremer A., Rellstab C. (2023) Abiotic factors predict taxonomic composition and genetic admixture in populations of hybridizing white oak species (*Quercus* sect. *Quercus*) on regional scale. Tree Genet. Genom. 19: 22.

- Reutimann O., Gugerli F., Rellstab, C. (2020) A species-discriminatory single-nucleotide polymorphism set reveals maintenance of species integrity in hybridizing European white oaks (*Quercus* spp.) despite high levels of admixture. *Ann. Bot.* 125, 4: 663–676.
- Rudow A. (2024) Dendrologie Artenportraits. Morphologische und ökologische Eigenschaften der Gehölzarten Mitteleuropas. Online-Zugriff unter [dendro.ethz.ch](https://dendro.ethz.ch). Hrsg. Dendrologie und Vegetationskunde, ETH Zürich. 197 S.
- Zimmermann N.E., Schmatz D.R., Gallien L., Körner Chr., Huber B., Frehner M., Küchler M., Psomas A. (2016) Baumartenverbreitung und Standortseignung. In: Pluess A.R., Augustin S., Brang P. (Eds.) (2016) Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptationsstrategien. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU; Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL; Bern: Haupt. 198–221.

## Verzeichnis der neusten WSL Berichte

Météo, manteau neigeux et danger d'avalanche dans les Alpes suisses. Année hydrologique 2023/24. Zweifel B., Techel F., Marty C., Stucki T. (2024) WSL Ber. 161.

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2023/24. Zweifel B., Techel F., Marty C., Stucki T. (2024) WSL Berichte 160. 71 S. doi.org/10.55419/wsl:38525

Reimann X., Pütz M. (2024) Abgleich der Ziele und Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel mit den Zielen der nachhaltigen Entwicklung (SDG). WSL Berichte 159. 63 p. doi.org/10.55419/wsl:38469

Rickli C., Graf F., McArdell B., Steeb N., Rickenmann D., Badoux A. (2024) Erosion an steilen Hängen. WSL Ber. 158. 80 S. doi.org/10.55419/wsl:38390

Forum für Wissen 2024. Herausforderungen und Lösungsansätze im Umgang mit Risiken. Bründl M., Kleinn J. (Red.) WSL Ber. 157: 31 S. doi.org/10.55419/wsl:38144

Einfluss der Geschiebefracht auf die Gerinneform und die Morphologie Schweizer Gewässer. Könz A.L., Rickenmann D. (2024) WSL Berichte 156. 104 S. doi.org/10.55419/wsl:38154

Fachtagung Wildbäche 2024: Modellierung von Wildbachprozessen. Schalko I., Farshi D., Badoux A. (Red.) (2024) WSL Ber. 155. 58 S. doi.org/10.55419/wsl:37761

Natural debris flows and field experiments in Kazakhstan. Rickenmann D., Yafyazova R.K., McArdell B.W., Stepanov B. (2024) WSL Ber. 154. 142 p.

Umweltbericht 2021–2023. Environmental Report 2021–2023. Zurlinden A. (2024) WSL Ber. 153. 56 S. doi.org/10.55419/wsl:37359

Digitale Seillinienplanung mit Seilaplan. SEILAPLAN Version 3.5. Ramstein L., Moll P., Schweier J., Bont L. (Eds) (2024). WSL Ber. 152. 43 S. doi.org/10.55419/wsl:37355

Situazione fitosanitaria dei boschi 2023. Dubach V., Blaser S., Dennert F., Beenken L., Stroheker S., Sanasilva, ... (2024) WSL Ber. 151: 67 p.

Protection des forêts – Vue d'ensemble 2023. Dubach V., Blaser S., Dennert F., Beenken L., Stroheker S., Sanasilva, ... (2024) WSL Ber. 150: 67 S.

Überwachung von besonders gefährlichen Schadorganismen für den Wald – Jahresbericht 2023. Surveillance des organismes nuisibles particulièrement dangereux pour la forêt – Rapport annuel 2023. Monitoraggio degli organismi nocivi particolarmente pericolosi per il bosco – Rapporto annuale 2023. Queloz V., Beenken L., Hölling D., Ruffner B., Dubach V., Cornejo C., ... (2024) WSL Ber. 149. 51 S.

Waldschutzüberblick 2023. Dubach V., Blaser S., Dennert F., Beenken L., Stroheker S., Sanasilva, ... (2024) WSL Ber. 148. 67 S.

Geschäftsbericht der Eidg. Forschungsanstalt WSL 2023. Eidg. Forschungsanstalt WSL (Hrsg.) (2024) WSL Ber. 147. 97 S. doi.org/10.55419/wsl:36152

Météo, manteau neigeux et danger d'avalanche dans les Alpes suisses. Année hydrologique 2022/23. Pielmeier C., Zweifel B., Techel F., Marty C., Stucki T. (2024) WSL Ber. 146. 42 p. doi.org/10.55419/wsl:36150

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2022/23. Pielmeier C., Zweifel B., Techel F., Marty C., Grüter S., Stucki T. (2024) WSL Ber. 145. 86 S. doi.org/10.55419/wsl:36046

Aus Störungen und Extremereignissen im Wald lernen. Bebi P., Schweier J. (Eds.) (2023) WSL Ber. 144. Forum für Wissen 2023. doi.org/10.55419/wsl:35217

Technical report. Equations for improving the accuracy of Decagon MPS-2 matric potential readings in dry soils. Walthert L., Cobos D.R., Schleppi P. (2023) WSL Ber. 143. 27 p. doi.org/10.55419/wsl:33724

PDF Download: [wsl.ch/berichte](https://wsl.ch/berichte)

ISSN 2296-3448 (Print)

ISSN 2296-3456 (Online)