

Forschungsprojekt Adaptive genetische Variation von Buche, Tanne und Fichte

Dokumentation der Samenernte und -behandlung

Christine Arnold, Michael Dicht, Christoph Sperisen, Anton Burkart,
Andreas Boner, Caroline Heiri, Urs Mühlethaler, Dirk Schmatz,
Lorenz Walthert, Pascale Weber, Peter Brang



Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee
und Landschaft WSL



Berner Fachhochschule
Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL

Birmensdorf und Zollikofen, Juni 2010

Autoren: Christine Arnold¹, Michael Dicht¹, Christoph Sperisen¹, Anton Burkart¹, Andreas Boner¹, Caroline Heiri¹, Urs Mühlethaler², Dirk Schmatz¹, Lorenz Walthert¹, Pascale Weber¹, Peter Brang¹

1 Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf

2 Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, Länggasse 85, 3052 Zollikofen.

Ein Bericht aus dem Projekt «Adaptive genetische Variation» (http://www.wsl.ch/forschung/forschungsprojekte/wsl_genetische_variation)

Zitierung: Arnold, C., Dicht, M., Sperisen, C., Burkart, A., Boner, A., Mühlethaler, U., Schmatz, D., Walthert, L., Weber, P., Brang, P. 2010. Forschungsprojekt Adaptive genetische Variation von Buche, Tanne und Fichte. Dokumentation der Samenernte und -behandlung. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL; Zollikofen, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, 44 S. unveröff.

Wir danken folgenden Personen für die Mithilfe bei der Samenernte und Klengung: Marc Audeoud und Team, Regina Brücker, Tobias Brütsch, Hans Bärtschi, Claudio Cattaneo, Janina Fuchs, Jürg und Juri Gees, Jörg Hirt und Team, Frank Hirtreiter, Urs Kamm, LWF-Team der WSL, Werner Läuchli, Sylvain Meier, Josef Nussbaumer, Toni Schmidlin und Team, Peter Suter, Giuseppe Tettamanti und Team, Galina Wüthrich sowie Kari Wüthrich.

Ein besonderer Dank geht auch an jene, die uns bei der Auswahl und Beurteilung einzelner Populationen unterstützt haben: Siegfried Bellwald, Max Büchel, Ueli Bühler, Flurin Cathomas, Ivo Ceschi, Brigitte Commarmot, Martin Flury, Ernst Fürst, Francis Girardin, Wendelin Hürlimann, Christian Pernstich, Andreas Rigling, Giuseppe Tettamanti, Jürg Walcher, Clemens Winzeler, Andreas Zingg und Kurt Zumbrunn. Thomas Wohlgemuth und Barbara Moser danken wir für das Überlassen von Samen aus ihrem Forschungsprojekt. Falls jemand vergessen wurde, bitten wir um Entschuldigung dafür.

Ein grosser Dank geht auch an das Bundesamt für Umwelt, welches dieses Forschungsprojekt im Rahmen des Forschungsprogramms «Wald und Klimawandel» grosszügig unterstützt.

Titelbild: Tannensamen bei der Klengung (Photo Peter Brang)

Die Dateien, aus denen die Abbildungen in diesem Bericht stammen, sind in der Word-Datei «Dokumentation Adapt 2009 V10.docx» als ausgeblendeter Text dargestellt.

©Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf, 2010

Abstract

Arnold, C., Dicht, M., Sperisen, C., Burkart, A., Boner, A., Heiri, C., Mühlethaler, U., Schmatz, D., Walther, L., Weber, P., Brang, P. 2010. Forschungsprojekt Adaptive genetische Variation von Buche, Tanne und Fichte. Dokumentation der Samenernte und -behandlung. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL; Zollikofen, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, 44 S. unveröff.

Das Ziel des Forschungsprojekts «Adaptive genetische Variation von Buche, Tanne und Fichte» ist es, aus Sämlingsexperimenten genökologische Modelle herzuleiten und mit Hilfe der Modelle das Risiko schlechter Anpassung an das zukünftige Klima für heutige Populationen der drei Baumarten abzuschätzen. Dieser interne Bericht dokumentiert die Auswahl der Populationen, die Samenernte und die Klengung und damit die erste Projektphase von August 2009 bis März 2010.

Die gleichzeitigen Spreng- bis Halbmasten von Tanne, Buche und Fichte in der Schweiz waren für dieses Projekt ein seltener Glücksfall. Ziel war, je drei Bäume von ca. 80 Populationen pro Baumart zu beernten. Die Populationen wurden aufgrund folgender Kriterien ausgewählt: Autochthonie, gute Abdeckung der natürlichen Vorkommen der Baumarten in der Schweiz bezüglich räumlicher Verteilung, Klima und Höhenlage sowie der Bodentypen, gute Zugänglichkeit, minimale Populationsgrösse, Nutzung in anderen Forschungsprojekten und Auflistung im Nationalen Kataster der Samenerntebestände (NKS). Insgesamt wurden 223 Populationen neu beerntet: 74 bei Buche, 90 bei Tanne und 59 bei Fichte. Dazu kommen in anderen Projekten oder früher beerntete Populationen (6 bei der Buche, 3 bei der Tanne, 39 bei Fi).

Die Auswahl und Beerntung der Populationen stellten eine grosse organisatorische und logistische Herausforderung dar. An der Auswahl waren ca. 10 Fachleute der WSL und ca. 15 externe Fachleute beteiligt, an der Samenernte in der ganzen Schweiz ca. 15 Kletterer (Fichte und Tanne) und 10 Helfer (Buche). Die Tanne wurde vom 31.8. bis 1.10.2009 beerntet, die Buche vom 5.10. bis 20.11.2009, die Fichte vom 14.10.2009 bis 3.3.2010.

Der Bericht beschreibt auch die Markierung der beernteten Bäume und die Behandlung der geernteten Zapfen bzw. Buchheckern: Ihre Verpackung, den Transport an die WSL, die weitere Lagerung, die Trocknung, die Klengung sowie das Abwägen und Verpacken der Samen für die Aussaat bzw. ihre Einlagerung. Im Weiteren beschreibt der Bericht die Dokumentation der beernteten Populationen und Einzelbäume.

Inhalt

Abstract	3
1 Einleitung	5
2 Auswahl der Populationen und Einzelbäume	5
2.1 Anzahl Populationen und Bäume pro Population	5
2.2 Auswahlkriterien für Populationen	5
2.3 Vorgehen bei der Auswahl der Populationen.....	9
2.4 Besonderheiten der Auswahl der Tannenpopulationen.....	9
2.5 Besonderheiten der Auswahl der Buchenpopulationen.....	11
2.6 Besonderheiten der Auswahl der Fichtenpopulationen CS	12
2.7 Auswahl der Einzelbäume.....	16
3 Samenernte	16
3.1 Vorbereitungsarbeiten.....	16
3.2 Auswahl und Markierung der beernteten Bäume	17
3.3 Bei der Beerntung erhobene Daten	18
3.4 Dokumentation der Lage der beernteten Populationen	19
3.5 Zeitaufwand und zeitlicher Ablauf der Samenernte	19
4 Samenaufbereitung	19
4.1 Lagerung	19
4.2 Klengung und Tausendkorngewicht.....	21
4.2.1 Tanne	21
4.2.2 Buche	23
4.2.3 Fichte	24
4.3 Abwägen der Saatmengen.....	24
4.4 Zeitlicher Ablauf der Samenaufbereitung.....	25
5 Einschätzung der beernteten Populationen	25
5.1 Allgemeine Einschätzung.....	25
5.2 Tanne	26
5.3 Buche	27
5.4 Fichte.....	28
6 Literatur	30
7 Anhang	31
7.1 Dokumentation der Arbeiten und Datenmanagement	31
7.2 Abkürzungen	33
7.2.1 Namenskürzel	33
7.2.2 Weitere Abkürzungen	34
7.3 Begründung der Auswahl der Populationen	34
7.4 Anleitungen für die Samenernteteams.....	42
7.4.1 Version für Tanne und Fichte	42
7.4.2 Version für Buche	43

1 EINLEITUNG

Das Ziel des Forschungsprojekts «Adaptive genetische Variation von Buche, Tanne und Fichte» ist es, aus Sämlingsexperimenten genökologische Modelle herzuleiten und mit Hilfe der Modelle das Risiko schlechter Anpassung an das zukünftige Klima für heutige Populationen der drei in der Schweiz häufigsten Baumarten Fichte (*Picea abies*), Tanne (*Abies alba*) und Buche (*Fagus sylvatica*) abzuschätzen. Details zu den Zielen, zum methodischen Ansatz und zum Hintergrund können dem Full Proposal entnommen werden (Brang et al. 2009). Dieser interne Bericht dokumentiert die Auswahl der Populationen, die Samenernte und die Klengung. Die weitere Behandlung des Saatgutes und die Aussaat ist nicht Thema dieses Berichtes.

2 AUSWAHL DER POPULATIONEN UND EINZELBÄUME

2.1 Anzahl Populationen und Bäume pro Population

Im Full Proposal (Brang et al. 2009) wurde vorgeschlagen, in 50 Populationen¹ je 5 Bäume pro Baumart zu beernten. Aufgrund des starken Reliefs der Schweiz wäre das natürliche Verbreitungsgebiet von Fichte, Tanne und Buche in der Schweiz jedoch mit 50 Populationen nur mit grossen Lücken abdeckbar, besonders wenn auch Vorkommen an den ökologischen Grenzen bezüglich Temperatur und Niederschlag berücksichtigt werden sollen. St.Clair et al. (2005, 2007) haben in einer ähnlichen Studie im Westen der USA mit 1048 Populationen der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) nur einen Baum pro Population beerntet, bei 291 Populationen aber 2 Bäume. St.Clair hält dies für sachlich richtig, weil die Vielzahl von Vätern pro Mutterbaum die Variation der Population gut abdecken sollte (schriftliche Auskunft, St.Clair 2009). St.Clair teilt aber auch mit, dass Reviewer seiner Publikationen genau dies kritisiert haben und empfiehlt daher, mehrere Bäume pro Population zu beproben.

Mit je 3 Bäumen pro Population suchten wir einen Kompromiss zwischen einer möglichst grossen Anzahl Populationen und der Erfassung der Variabilität der Merkmale innerhalb der Populationen.

2.2 Auswahlkriterien für Populationen

Oberste Priorität bei der Auswahl der Populationen hatte deren **Autochthonie**. Diese zuverlässig abzuklären ist aber sehr schwierig – streng genommen kann mit den heute zur Verfügung stehenden Methoden (Forstgeschichte und genetische Muster) einzig Nicht-Autochthonie bewiesen werden. Die Frage der Autochthonie stellte sich massgeblich bei der Fichte, welche in der Schweiz häufig gepflanzt wurde, vor allem im Mittelland aber auch in Schutzwäldern. Zur Abklärung der Autochthonie nutzten wir Expertenwissen, sei es durch direkte Befragung oder durch Konsultation anderer Datenquellen. Eine wichtige Datenquelle war der Nationale Kataster für Samenerntebestände (NKS, Abbildung

¹ In diesem Bericht wird «Bestand» synonym zu «Population» verwendet.

1d-f). Bestände sind im NKS mit «autochthon», «vermutlich autochthon» oder «eingeführt» gekennzeichnet. Für einen grossen Teil der Bestände liegen aber keine Angaben vor. Eine weitere Datenquelle waren frühere Studien, bei denen Autochthonie wichtig war (s. unten). LFI1- und LFI3²- Daten erlaubten ebenfalls eine vage Autochthonie-Angabe (PNV³, MID331, Art der Waldentstehung, und MID404⁴, Art der Bestandesentstehung, WSL 2010). In einigen Fällen ergänzten wir diese Angaben mit Luftbildern, um Hinweise auf Pflanzungen zu finden (map.search.ch).

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt bei der Auswahl der Populationen war deren **geographische Verteilung**. Innerhalb des Verbreitungsgebietes der Baumarten (Grundlage: LFI1, WSL 2009, Abbildung 1a-c) wurde eine möglichst gleichmässige Verteilung über die Schweiz angestrebt. Um diese zu erreichen, legten wir ein Raster mit einer Rasterquadratlänge von 25 km über die Schweiz,

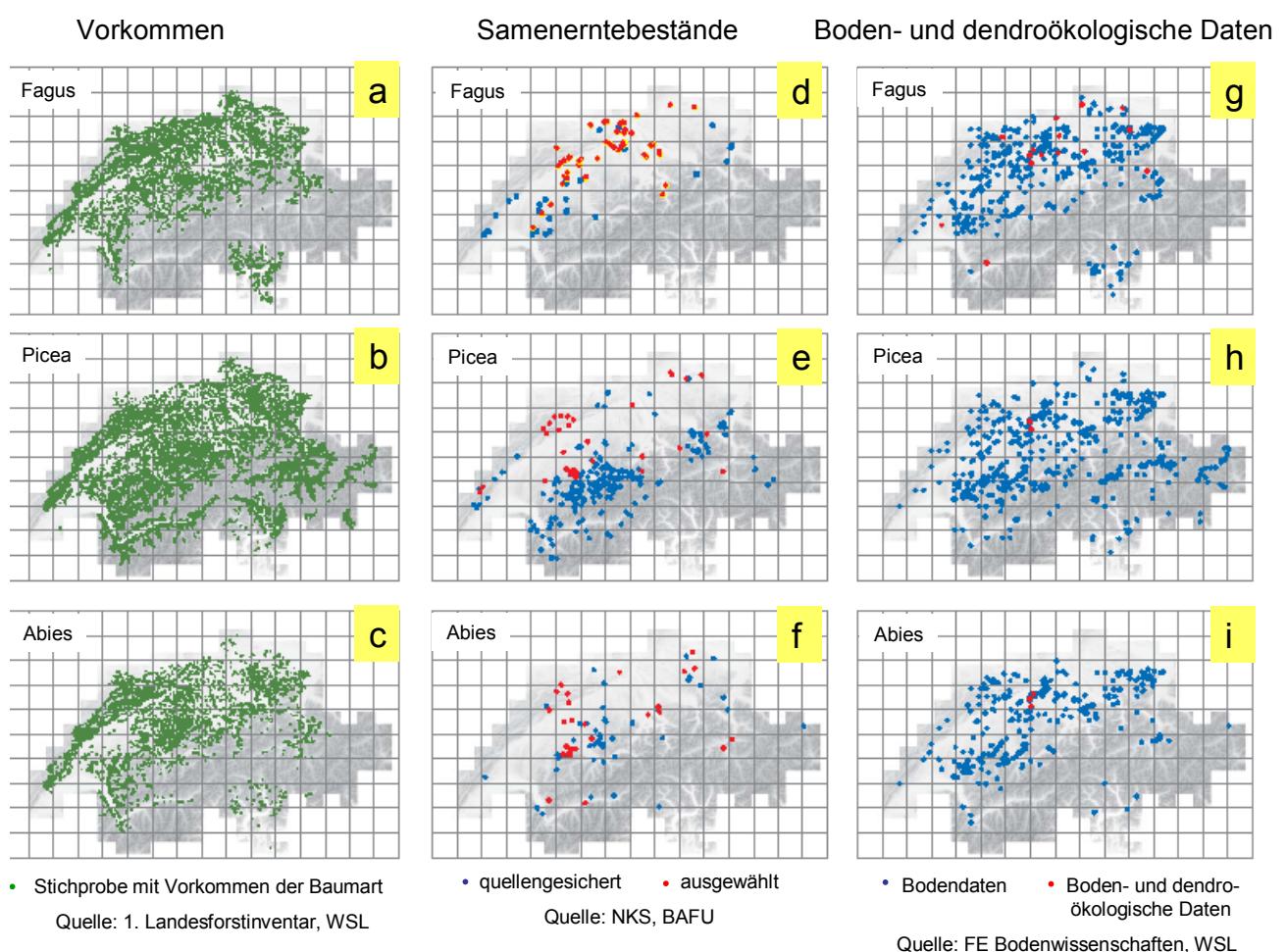


Abbildung 1. 1a-1c Verbreitung von Buche, Fichte und Tanne in der Schweiz (Brändli 1998). 1d-1f Samenerntebestände, 1g-1i Standorte mit Boden- und dendroökologischen Daten. Die im Projekt «Konkurrenzkraft und Standortsensivität von Baumarten» zu beprobenden Fichten- und Tannenpopulationen (1h-1i) waren bei der Beprobung erst zum kleinen Teil festgelegt.

² Landesforstinventar

³ Potentiell natürliche Vegetation

⁴ Merkmals-Identifikationsnummer

was insgesamt 96 Rasterquadrate (RQ) ergab (Abbildung 1). Mit dieser grossen Maschenweite des Rasters erreichten wir im Vergleich zu feinmaschigeren Rastern eine grössere Flexibilität in der Auswahl der Populationen nach den übrigen Kriterien. Nach Abzug von Gebieten ohne Vorkommen der jeweiligen Baumart blieben 50-70 Quadrate übrig.

Zusätzlich strebten wir eine gute Abdeckung der **Klimagradianten** der Baumartenvorkommen (Niederschlag, Temperatur und Sommertrockentage), der Höhenlage und der Exposition an. Als Grundlage für die Beurteilung dieser Gradienten dienten flächig modellierte Klimaparameter, wobei folgende berücksichtigt wurden: mittlerer Jahresniederschlag, mittlere Anzahl aufeinander folgende Sommertrockentage, mittlere Jahrestemperatur und mittlere Sommertemperatur-Maxima für die Periode 1996-1990 (Abbildung 2, von D. Schmatz, Methode gemäss Thornton et al. 1997). Innerhalb jedes Rasterquadrats wurde ein möglichst grosser Klimagradient abgedeckt, indem Populationen in stark unterschiedlichen Höhenlagen gewählt wurden. In Regionen mit grossen Gradienten (z.B. Höhe) wählten wir mehr Populationen als in solchen mit kleinen Gradienten.

Ein weiteres Kriterium war die **Populationsgrösse**: Die ausgewählten Populationen wurden nur beerntet, wenn mindestens 20 Bäume der auszuwählenden Art in Sichtweite und in der Oberschicht vorhanden waren. Ausnahmen bildeten Extremstandorte mit wenigen Bäumen.

Zudem mussten die Populationen angemessen **zugänglich** sein, vor allem bei Tanne und Fichte, da zum Beklettern der Bäume viel Ausrüstung mitgetragen werden musste.

2.3 Information zu Buchen-, Tannen- und Fichtenbeständen

Im Full Proposal (Brang et al. 2009) wurde vorgeschlagen, den **NKS**, die **Bodendatenbank der WSL** (Walther, WSL) und **Bestände mit dendroökologischen Daten** (Projekt Weber & Walther⁵, Abbildung 1g-i) als Grundlagen zur Auswahl der Populationen zu verwenden. Das Integrieren von NKS-Beständen soll eine Umsetzung der Resultate in die Forstpraxis garantieren. Bestände mit Bodendaten sollen es ermöglichen, Sämlingsmerkmale nicht nur mit Klimavariablen, sondern auch mit Bodenvariablen in Beziehung zu setzen. Dendroökologische Daten sollen für vereinzelte Bestände eine vertiefte Analyse von Sämlingsmerkmalen und Wachstumsparametern von adulten Bäumen ermöglichen.

Bei der Auswahl von Populationen aus dem **NKS** wurden «ausgewählte» gegenüber «quellengesicherten» Beständen bevorzugt und «autochthone» gegenüber «vermutlich autochthonen». Ebenfalls bevorzugten wir heute nachweislich zur Samenernte genutzte Bestände gegenüber nicht mehr genutzten. Bei der Buche und Tanne wurde der NKS stark gewichtet, bei der Fichte geringer. Bei der Fichte nutzten wir vor allem Information von früheren Studien, bei welchen die Autochthonie abgeklärt wurde.

⁵ «Konkurrenzkraft und Standortsensitivität von Baumarten»

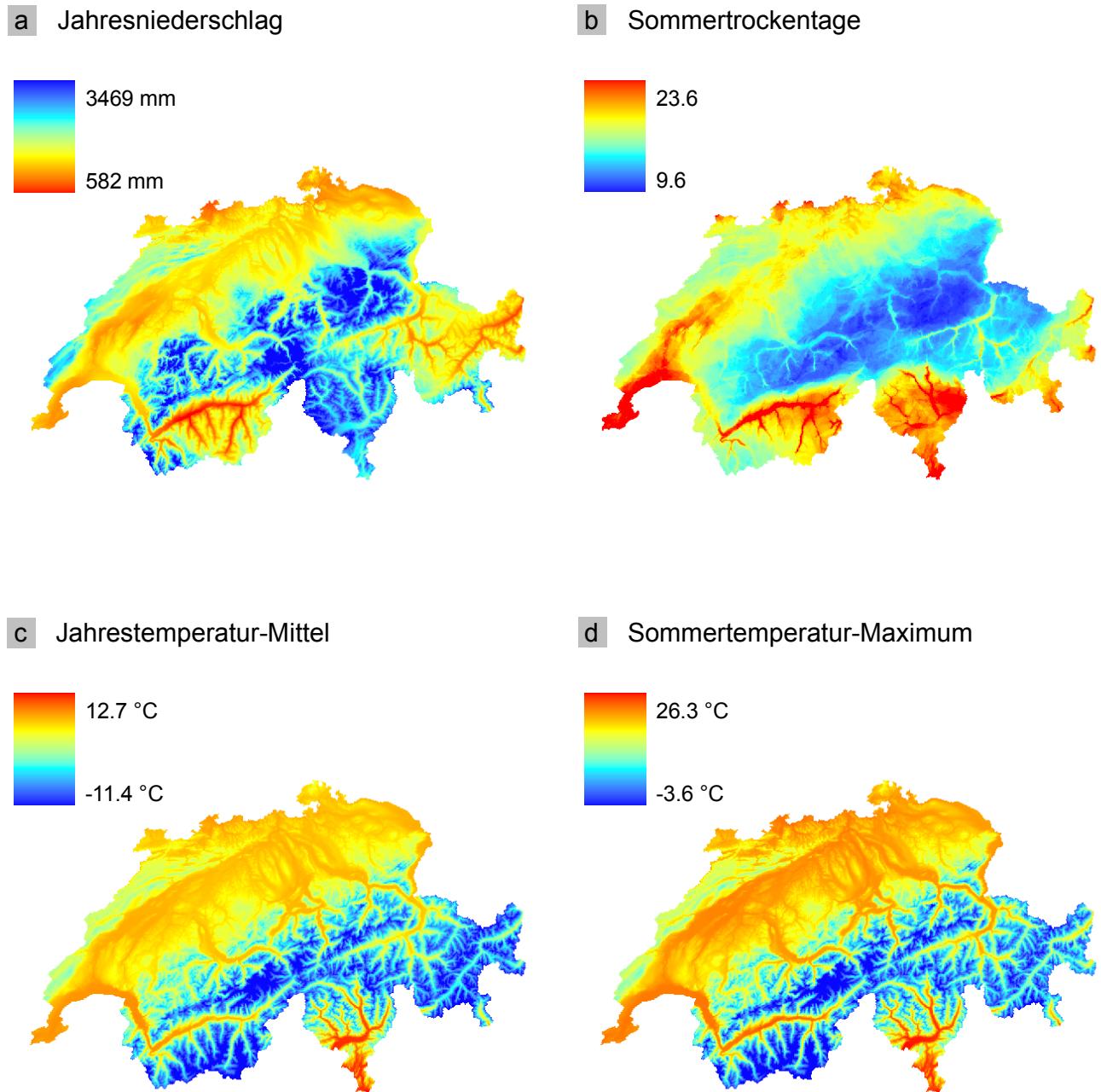


Abbildung 2. Modellierte Klimaparameter der Periode 1961-1990: a Mittlerer Jahresniederschlag; b mittlere Anzahl aufeinander folgende Sommertrockentage; c mittlere Jahrestemperatur; d mittlere Sommertemperatur-Maxima. Quelle: D. Schmatz, WSL.

Da bei Beständen der **Bodendatenbank der WSL** keine Angaben zur Autochthonie vorliegen, stand diese Datenquelle einzig bei der Buche im Vordergrund. Sie wurde aber bei der Tanne und Fichte mitberücksichtigt.

Als wichtige Grundlage zur Auswahl der Populationen verwendeten wir Information aus **genetischen Studien**. Bei der Tanne (Hussendorfer 1994, 1997, 1999) und Fichte (Müller-Starck 1995) wurden Isoenzymatische Untersuchungen durchgeführt, dies als Grundlage zur Einrichtung von «Wäldern mit besonderem genetischen Interesse» (Bonfils & Bolliger 2003). Bei beiden Studien wurde die Autochthonie der untersuchten Bestände aufwändig abgeklärt (Begehung der Bestände durch Experten, forstgeschichtliche Recherchen). Bei der Fichte verwendeten wir zwei weitere genetische Studien, welche zum Ziel hatten, die

nacheiszeitliche Einwanderung der Fichte zu rekonstruieren: Stutz (1990) benutzte dazu Isoenzyme, Sperisen et. (2005) und Tollefsrud et al. (2008) mitochondriale DNA (mtDNA). Geographische Muster von mtDNA-Variation lassen indirekt Hinweise auf die Autochthonie von Beständen zu.

Bei der Tanne und Fichte wurde zudem Information von **Provenienzversuchen** genutzt. Bei der Tanne handelt es sich um einen internationalen Tannenprovenienzversuch (Commarmot 2008), bei der Fichte um einen Provenienzversuch des Kantons Waadt (Bossel 1983, Fouvy & Jeantet 1997, Auskünfte von M. Meylan).

Weitere Grundlagen bildeten die **Forschungsprojekte** «Langfristige Waldökosystemforschung» LWF (www.lwf.ch), «Forschung und Wirkungskontrolle in Naturwaldreservaten» (www.waldreservate.ch), «Trockenheit als limitierender Faktor für An- und Aufwuchs von Hauptbaumarten» (Moser & Wohlgemuth 2009) und Expertenwissen; im Kanton Uri entnahmen wir z.B. die Verbreitung der Tanne einer Publikation von Oechslin (1927).

Für Kantone/Regionen/Rasterquadrate ohne NKS-Angaben⁶, ohne Informationen von anderen Studien und ohne Expertenangaben von WSL-Mitarbeitern wurden Forstämter und Förster kontaktiert (Graubünden: U. Bühler, Glarus: K. Winzeler und J. Walcher, Wallis: C. Pernstich und mehrere Kreisförster, Jura: F. Girardin, Tessin: G. Tettamanti, F. Riva und I. Ceschi).

2.4 Vorgehen bei der Auswahl der Populationen

Die Anwendung der in Kap. 2.2 aufgeführten Kriterien erforderte ein iteratives Vorgehen. Die Datengrundlage zur Auswahl wurde dabei immer besser, z.B. standen die modellierten Klimakarten zu Beginn noch nicht zur Verfügung. Die Auswahl und Beurteilung erfolgten unter grossem Zeitdruck, denn der Erntebeginn fiel zeitlich mit der Projektgenehmigung am 1.9.2010 zusammen.

Wenn eine Baumart in einem Rasterquadrat vorhanden war, wurde je nach Klima- und Höhengradient im Rasterquadrat die Anzahl darin zu wählender Populationen festgelegt. Im Mittelland wurde eine Population pro Rasterquadrat gewählt, in Jura und Alpen in der Regel zwei. In Ausnahmefällen wurden mehr als zwei Populationen gewählt, zum Beispiel bei grossem Standortsgradienten, in Rasterquadranten mit Extremstandorten (Höhe, Klima) oder in solchen mit isolierten Populationen. War eine Baumart nur in einem Teil eines Rasterquadrates vorhanden, wurde die Anzahl Populationen reduziert. Bei der Auswahl innerhalb eines Rasterquadrats wurde auch auf die Lage der Populationen in benachbarten Rasterquadranten geachtet.

Die Tabellen 2, 3 und 5 in Kap. 7.3 enthalten für jede Population eine Begründung, weshalb sie gewählt wurde.

2.5 Besonderheiten der Auswahl der Tannenpopulationen⁷

Die Gründe für die Auswahl jeder Tannenpopulation finden sich in Tabelle 2⁸. Die geographische Lage der Populationen ist in Abbildung 3 dargestellt. Klima-

⁶ Der NKS beruht auf Angaben der Kantone, die unterschiedlich viele Informationen lieferten.

⁷ Die Baumarten sind jeweils in Reihenfolge der Beprobung aufgeführt.

daten standen bei der Auswahl noch nicht zur Verfügung. Zu Beginn erfolgte die Auswahl mit Hilfe folgender Datengrundlagen:

- Im NKS aufgelistete Bestände
- 12 Populationen aus der genetischen Studie von Hussendörfer (1999)⁹

Die im NKS aufgelisteten Tannenbestände sind sehr uneinheitlich über das Tannenverbreitungsgebiet verteilt. Für viele Bestände fehlten zudem die Koordinaten. Für den Kanton Graubünden stellte uns U. Bühler (Amt für Wald Graubünden) Karten mit Bestandesangaben zur Verfügung. In anderen Regionen wurden ebenfalls bei Bedarf die Forstämter konsultiert oder die Koordinaten mit Hilfe von Lokalnamen aus der Karte gelesen.

Später im Auswahlverfahren kamen folgende Datengrundlagen dazu:

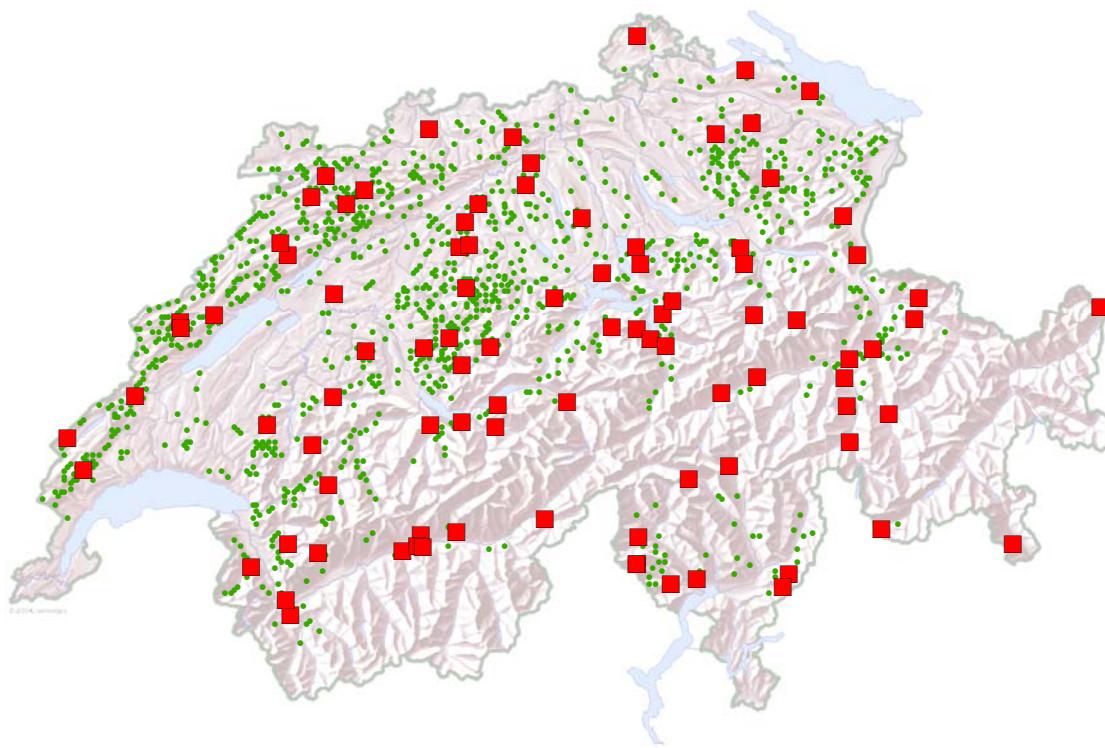
- Ausgewählte Bestände mit Bodendaten (Walther, WSL)
- Dendroökologisch beprobte Bestände (Projekt Weber & Walther)
- 10 Bestände aus einem IUFRO-Tannenprovenienzversuch (Rütz et al. 1998, Commarmot 2008). Diese Herkünfte figurierten aber ausnahmslos auch in anderen Quellen (z.B. NKS).
- Von Experten genannte Bestände

Das Hinzukommen neuer Datenquellen führte dazu, dass z.T. in bereits genügend abgedeckten Rasterquadrate zusätzliche Populationen beerntet wurden. In einigen wenigen Beständen (Bödmerenwald, Arbedo und Bergün) fanden die Kletterer keine oder nur sehr wenige Tannen. An einem der Extremstandorte (Pfynwald) konnte nur eine Tanne beerntet werden, da nur diese Samen trug.

Insgesamt stehen Samen aus 93 Populationen zur Verfügung (Abbildung 4). Davon wurden 90 Populationen im Projekt selbst beerntet, bei 3 Populationen stammen die Samen aus dem Projekt von Moser & Wohlgemuth (2009). Wichtigste Quelle für die selbst beernteten Tannenpopulationen war der NKS (41 Populationen, davon nach NKS 16 «autochthon» und 25 «vermutlich autochthon»). Für 28 beerntete Populationen dienten andere Untersuchungen als Quelle (s. oben). An 5 dieser 28 Populationen existiert ein Bodenprofil, in 3 Populationen stammen aus dem Projekt von Weber & Walther. 23 Populationen wurden aufgrund von Informationen von Forstämtern, Forstbaumschulen und Förstern ausgewählt. 7 weitere wurden aufgrund von Angaben von Experten an der WSL bestimmt.

⁸ Weitere Details zu den Tannenpopulationen finden sich unter
N:\PRJ\Adapt\Tanne\Prjadapt_Tanne_Bestände_2.xls

⁹ 6 Weitere von Hussendörfer aufgeführte Populationen sind auch im NKS aufgelistet



- Beerntete Tannenpopulationen
- Tannenvorkommen >20% (LFI3)

Abbildung 4. Lage von 92 beernteten Tannenpopulationen. Eine weitere Population ist nicht dargestellt. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA082265).

2.6 Besonderheiten der Auswahl der Buchenpopulationen

Die Gründe für die Auswahl jeder Buchenpopulation finden sich in Tabelle 3, der Grund für das Weglassen einzelner Populationen in Tabelle 4¹⁰. Die geographische Lage der Populationen ist in Abbildung 5 dargestellt. Die 18 von P. Weber dendroökologisch beprobten Populationen waren bei der Auswahl gesetzt. Für die restlichen Populationen galten folgende Prioritäten:

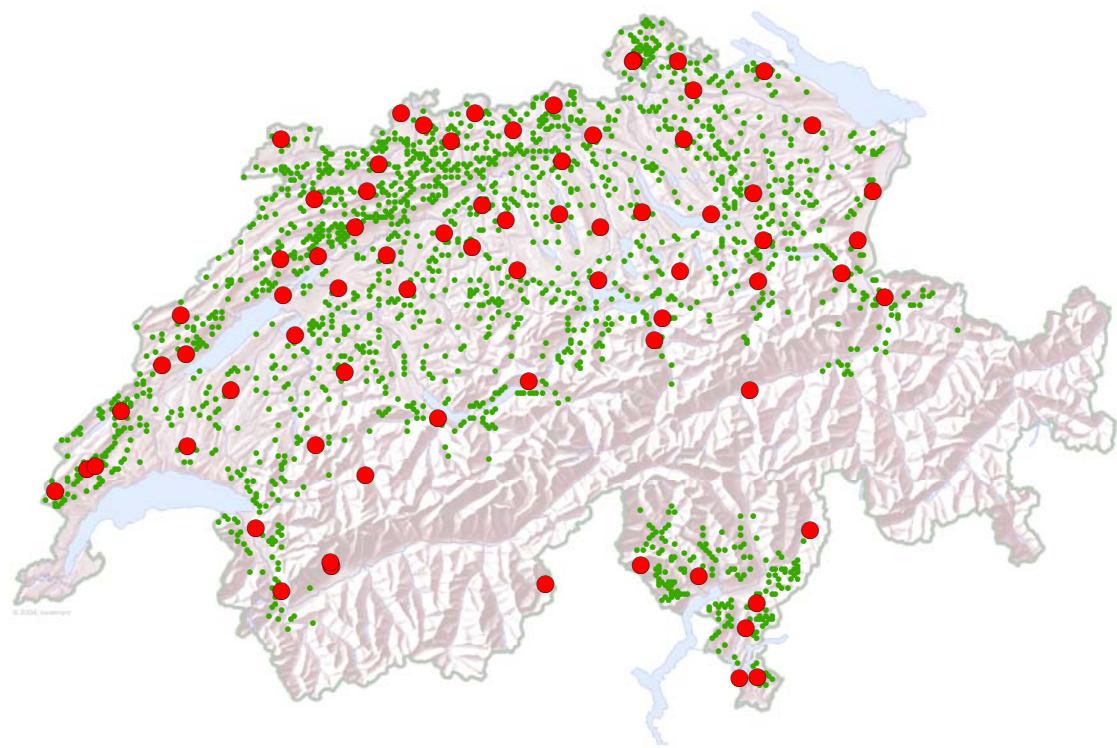
- Bestände in der Bodendatenbank der WSL
- Im NKS verzeichnete Samenerntebestände
- Bereits bei der Tanne beerntete Populationen
- Von Experten genannte Populationen
- LWF-Flächen

Die Auswahl in der Region um Bern wurde vorgezogen, wobei autochthone Buchenbestände aus dem NKS ausgewählt wurden, damit die Mitarbeiter der Hochschule für Landwirtschaft (SHL) mit der Beprobung beginnen konnten. Bei der weiteren Auswahl wurden Populationen mit Bodendaten gegenüber NKS-Populationen bevorzugt. Im Kanton Tessin wählte G. Tettamanti die Populationen weitgehend selbstständig aus. Im Rahmen seiner Beerntung für Eigen-

¹⁰ Weitere Details zu den Buchenpopulationen finden sich unter N:\PRJ\Adapt\Buche\Prjadapt_Buche_Bestände_1.xls.

bedarf sammelte er auch Samen für unser Projekt. Aus klimatischen und geographischen Gründen ergänzten wir diese mit zwei von uns selbstbeernteten Populationen (Vergeletto und Avegno). Von den ursprünglich 92 festgelegten Populationen wurden einige aus Kapazitätsgründen, wegen Schneefall oder fehlender Samen nicht beerntet (Tabelle 4).

Insgesamt steht Saatgut aus 80 Buchenpopulationen zur Verfügung (Abbildung 5). Davon wurden 74 Populationen im Projekt selbst beerntet, bei 6 Populationen stammen die Samen aus dem Projekt von Mühlethaler & Stampfli (2009). Von den 18 Populationen mit dendroökologischen Untersuchungen konnten 15 beerntet werden. An 24 weiteren Standorten sind Bodenprofile vorhanden, darunter 2 LWF-Flächen. Für 6 weitere Populationen dienten frühere Untersuchungen als Quelle, wobei diese zum Teil auch im NKS aufgenommen sind. 21 Populationen figurierten im NKS, 4 davon waren Experten an der WSL bekannt. Auf eine Population wies uns ein Forstamt hin, 3 wählte G. Tettamanti aus und auf 4 weitere wurden wir im Buch von Steiger (1994) aufmerksam. Die Population Dagmersellen konnte aufgrund sehr steilen Geländes und zu wenig Samen nicht einzelbaumweise beerntet werden. Da sie aber dendroökologisch beprobt worden war und seltene Bodeneigenschaften aufweist (sehr sauer), wurde sie doch bestandesweise beerntet.



- Beerntete Buchenpopulationen
- Buchenvorkommen >20% (LFI3)

Abbildung 5. Lage der 74 in der Schweiz beernteten Buchenpopulationen. Weitere 6 Populationen in Italien und Slowenien sind nicht dargestellt. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA082265).

An der SHL läuft ein SBF-COST-Projekt mit einem Provenienzversuch, bei welchem Buchensaatgut von je 6 Mutterbäumen von einem trockenen und feuchten Standort unter verschiedenen klimatischen Bedingungen getestet wird (Mühlethaler & Stampfli 2009). Diese gepaarten Provenienzen stammen aus

Slowenien (Dinarisches Gebirge), Italien (Mt. Terminio, Montagna Fiorentina und Passo del Melogno) sowie aus der Schweiz (Osterfingen SH, Oberried BE, Serpiano TI). Die Bucheckern von je 3 Mutterbäumen mit der höchsten Samenausbeute können voraussichtlich für das in diesem Bericht beschriebene Projekt zur Verfügung gestellt werden.

2.7 Besonderheiten der Auswahl der Fichtenpopulationen

Die Gründe für die Auswahl jeder Fichtenpopulation finden sich in Tabelle 5¹¹. Die geographische Lage der Populationen ist in Abbildung 6 dargestellt. Bei der Fichte wurde der Autochthonie besonders Beachtung geschenkt. Dabei stützten wir uns massgeblich auf früher durchgeführte Studien, bei welchen die Autochthonie neu abgeklärt (Müller-Starck 1995, Stutz 1990) oder mittels mtDNA indirekt nachgewiesen wurde (Sperisen et al. 2005 und Tollefsrud et al. 2008). Priorität hatten folgende Populationen:

- 17 Populationen verteilt über den Alpenraum und den Jura (Müller-Starck 1995; bei einer dieser Populationen (Simplon) erfolgte die Beernung jedoch in einer Distanz von 1,4 km zum Originalstandort, so dass hier ein direkter Bezug nicht möglich ist)
- 13 Populationen im Wallis (Stutz 1990)
- Ausgewählte Populationen aus den genetischen Studien von Sperisen et al. (2005) und Tollefsrud et al. (2008)

Zusätzlich dienten folgende Datengrundlagen zur Auswahl:

- Im NKS aufgelistete Populationen (bei Populationen aus den Kantonen Jura, Obwalden und Waadt wurden Angaben zur Autochthonie bei den Forstämtern eingeholt)
- 18 Populationen des Fichtenprovenienzversuches im Kanton Waadt (Bossel 1983, Fouvy & Jeantet 1997)
- Von Experten genannte Populationen
- 4 LWF-Flächen
- Populationen mit dendroökologischer Beprobung (Projekt Weber & Walther, 2 Bestände zur Auswahl)
- Literaturangaben (vor allem Steiger 1994)

Mit den oben aufgeführten Grundlagen konnte eine günstige geographische und klimatische Verteilung der Populationen erreicht werden. Eine Ausnahme bildete das Tessin, für welches nur wenige Daten verfügbar waren.

Aus Zeitmangel und Kostengründen beernteten wir die von Stutz (1990) untersuchten Populationen nicht neu, sondern integrierten das 1985 beerntete Saatgut (Einzelbaum-Absaaten von bis zu 10 Bäumen). Zwei von Stutz (1990) untersuchte Populationen (Fully und Oberwald) wurden erneut beerntet, um einen Vergleich zwischen den beiden Beerntungen zu ermöglichen. Fälschlicherweise

¹¹ Weitere Details zu den Fichtenpopulationen finden sich unter
N:\PRJ\Adapt\Fichte\Prjadapt_Fichte_Bestände_9.xls.

wurde im Gebiet von Oberwald aber nicht der von Stutz (1990) untersuchte Bestand beerntet, sondern ein benachbarter Bestand.

Im Full Proposal (Brang et al. 2009) wurde vorgeschlagen, die Populationen des Fichten-Provenienzversuches des Kanton Waadt im Projekt zu integrieren, um zu evaluieren, inwieweit von Sämlingsmerkmalen auf Merkmale adulter Bäume geschlossen werden kann. Da sich die Provenienzen aber auf ein relativ kleines Gebiet beschränken, wurden letztlich nur 5 Populationen ausgewählt. Im Grand Risoux wurde die von Müller-Starck (1995) untersuchte Lokalität derjenigen des Provenienzversuches vorgezogen. Da der Grand Risoux ein grosses zusammenhängendes Waldgebiet bildet, kann hier aber von einer einzigen Population ausgegangen werden.

An zwei Lokalitäten (Nax und Murg) wurde angestrebt, drei Populationen entlang eines Höhengradienten zu beernten. Im Gebiet von Murg konnte dann aber kein geeigneter tief gelegener Bestand ausfindig gemacht werden.

Während der Beerntung stellte sich heraus, dass der Samenbehang in einigen Regionen ungenügend war (Graubünden, tiefe Lagen im Wallis). Der relativ späten Beerntung wegen waren zudem bei einigen Populationen die Samen schon ausgeflogen (Tessin, südliche Täler im Graubünden, Region Zürich). Wie bei den anderen Baumarten wählte G. Tettamanti die Populationen im Tessin selbstständig aus. Ab Anfang Dezember 2009 waren dann die höheren Lagen wegen Schnee nur noch beschränkt zugänglich, und es konnten nicht alle ausgewählten Populationen beerntet werden. In einigen Fällen mussten wir auf tiefer gelegene Populationen ausweichen (Rüscheegg, Schrattenfluh, Simplon, Zermatt).

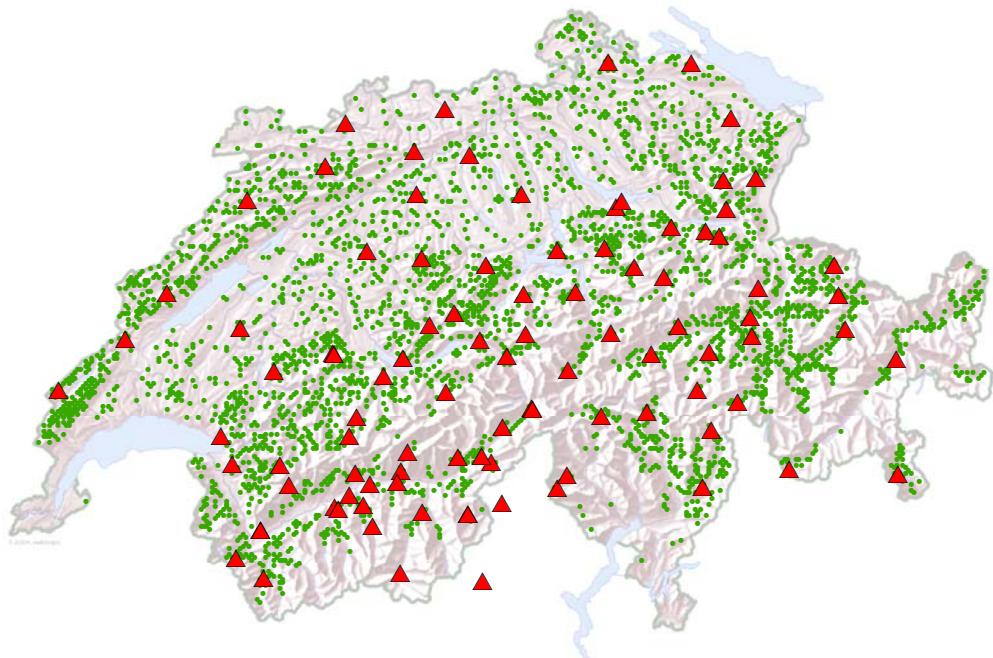
Verbleibende geographische und klimatische Lücken wurden mit an der WSL eingelagerten Samen geschlossen. Diese Samen stammen aber nicht von Einzelbäumen, sondern stellen ein Gemisch von mehreren Bäumen dar. Für einige dieser Saatgutgemische ist die Anzahl der beernteten Bäume bekannt (Samenernteformulare von A. Burkart). Die meisten der Bestände mit Mischsaatgut sind im NKS aufgeführt, oft aber ohne Angaben zur Autochthonie. Mit der Ausnahme von Beständen im Mittelland kann aber gemäss Experten von Autochthonie ausgegangen werden.

Am Schluss wurden 3 Bestände aus dem Projekt von Moser & Wohlgemuth (2009) hinzugefügt (Leuk, Bonaduz, Wienerwald).

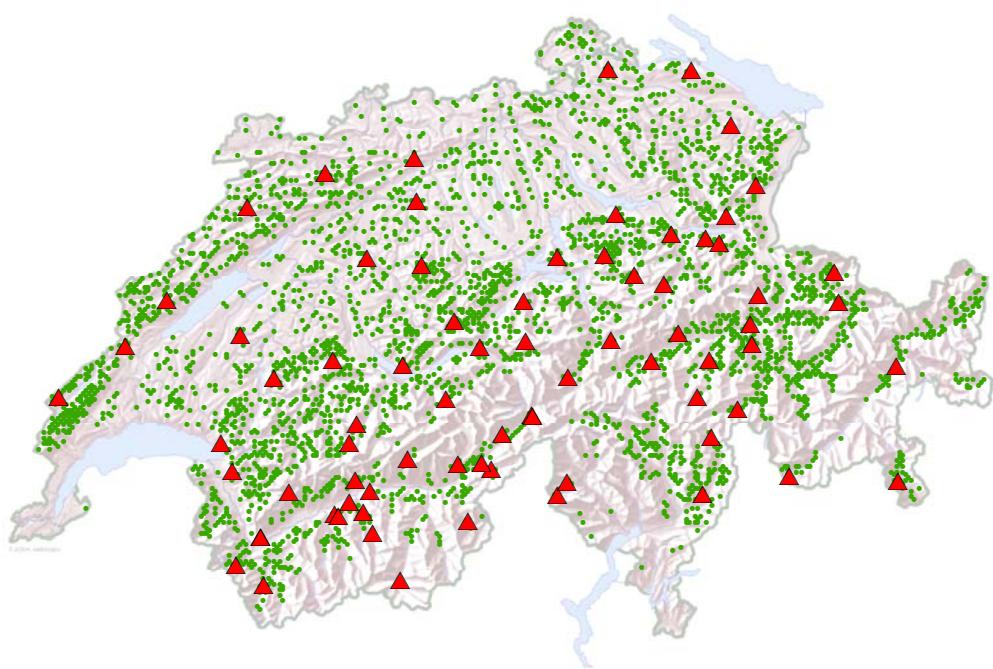
Insgesamt stehen Samen aus 98 Populationen zur Verfügung. 3 davon (Pfäffikon, Ruscheegg, Simplon) dienen als Ergänzung zu Populationen, bei welchen nicht die angestrebte Anzahl Samen gewonnen werden konnte. Bei 2 weiteren Populationen (Fully und Oberwald) wurden in bereits früher beernteten Populationen Samen neu geerntet. Entsprechend liegen Samen von 93 geographisch unterschiedlichen Lokalitäten vor. Von 76 Populationen stehen Samen von Einzelbäumen zur Verfügung: 59 Populationen wurden im Projekt selbst beerntet, bei 13 Populationen stammt das Saatgut aus den Untersuchungen von Stutz (1990), bei 3 weiteren aus dem Projekt von Moser & Wohlgemuth (2009) und bei einer Population aus dem Samenlager der WSL. Das Saatgut der restlichen 22 Populationen ist ein Gemisch von Samen mehrerer Mutterbäume. Wichtigste Quelle für die Populationen mit Einzelbaum-Absaaten waren genetische Studien (37 Populationen). Es folgen der NKS (12 Populationen), der Provenienzversuch im Kanton Waadt (4), LWF-Flächen (2) und das Projekt

von Weber & Walthert (1). 14 Populationen wurden aufgrund von Information von Experten oder Literaturangaben ausgewählt.

a Alle Populationen



b Populationen mit Einzelbaum-Absaaten



- ▲ Beerntete Fichtenpopulationen
- Fichtenvorkommen >20% (LFI3)

Abbildung 6. Lage der 98 in der Schweiz und in Norditalien beernteten Fichtenpopulationen. a Alle Populationen (Einzelbaum-Absaaten und Samengemische); b Populationen mit Einzelbaum-Absaaten. Eine weitere Population aus der Region Wien ist nicht dargestellt. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA082265).

2.8 Auswahl der Einzelbäume

Um Verwandtschaftsbeziehungen möglichst gering zu halten, wurden die Kletterer beauftragt, Bäume in einem Abstand von minimal 100 m zu beernten. Die Höhendifferenz sollte nicht mehr als 20 m betragen (Kap. 7.4). Ab dem 13.10.2009 wurden gleiche Standortparameter für alle drei beernteten Bäume einer Population aber dem Kriterium des Minimalabstandes von 100 m zwischen ihnen vorgezogen. Bei kleinräumigem Standortsmosaik wurden also fortan drei möglichst weit auseinander stehende Bäume gewählt, welche gleiche Hangneigung und -exposition, ähnliche Krautvegetation und ähnliches Relief aufwiesen. Auf LWF-Flächen und in Beständen, in welchen dendroökologische Untersuchungen (Bohrkernentnahme) durchgeführt worden waren, wurde der 100 m-Abstand zugunsten von bereits untersuchten oder beprobten Bäumen unterschritten. Der Abstand zwischen den einzelnen Bäumen sollte aber mindestens 40 m betragen. Ob die beprobten Bäume in der Mitte oder am Rand eines Bestandes standen, spielte keine Rolle.

Die Buchen im Projekt von Mühlenthaler & Stampfli (2009) wurden mit einem Raster von 50 m oder 100 m im Buchenbestand festgelegt, wobei ab diesem Stichprobenpunkt der dickste und ergiebigste Baum bestimmt wurde, innerhalb eines Kreises mit Radius unter 20 m (ausnahmsweise auch unter 30 m).

3 SAMENERNTE

3.1 Vorbereitungsarbeiten

Die Samenernte an derart vielen Standorten war organisatorisch aufwändig. Schon vor der definitiven Projektbewilligung am 1.9.2009 wurde mit der Auswahl der Populationen begonnen. Aufgrund des unterschiedlichen Reifungszeitpunktes der Samen (Burkart 2000) fand die Ernte in der Reihenfolge Tanne-Buche-Fichte statt.

Nadelbäume mussten durch ausgebildete Baumkletterer beerntet werden, da sich die Samen in den Zapfen zuoberst im Baum befinden. Dazu engagierten wir fünf Kletterteams. Ein möglichst geringer Fahraufwand wurde angestrebt, war aber aufgrund der rollenden Planung nicht immer möglich. Die Teams wurden vor der Ernte mit einem Mäppchen für jede Population ausgestattet, welches eine Landeskarte im Massstab 1:25'000 und Ernteformulare enthielt. Sie erhielten auch Spraydosen, gelbes Plastikband und Stifte zur Baummarkierung sowie Jutesäcke zur Lagerung der geernteten Zapfen und Etiketten zu deren Beschriftung. Die Etikette enthielt die Identifikationsnummer der Population (POP_ID), die politische Gemeinde, auf deren Grund sich der Bestand befindet sowie die Nummer des beernteten Baumes (1, 2 oder 3).

Für die technisch weitaus einfachere, aber ebenfalls zeitaufwändige Ernte der Buchenkerne durften wir auf die Hilfe von U. Mühlenthaler (SHL) zählen, welcher uns mit zeitweise drei Mitarbeitenden und zwei Aushilfen unterstützte. Als etwa die Hälfte der Buchenpopulationen beerntet war, wurden diese von Praktikanten und Zivildienstleistenden der WSL abgelöst.

Auch für die Ernte der Buchen wurden die Teams mit Ernteformularen und Landeskarten im Massstab 1:25'000 ausgestattet. Die Buchen wurden gleich markiert wie die Tannen und Fichten. Anstatt Jutesäcken und Etiketten erhielten

die Buchensammelteams Sammelgefässe für die Bucheckern und beschriftete Papiersäcke für deren Transport an die WSL (gleiche Information wie auf den Etiketten für die Ernte der Zapfen).

Bei allen Baumarten wurde grosser Wert darauf gelegt, dass die Teams bei ihrem ersten Ernteeinsatz von jemandem aus dem Projektteam oder jemandem, der bereits Erfahrung mit dem Sammeln hatte, begleitet wurden.

Die Forstdienste informierten wir meist über die kantonalen Waldämter, mit der Bitte, diese Information an die betroffenen Förster weiterzuleiten. Dies klappte meist.

3.2 Auswahl und Markierung der beernteten Bäume

Die Beernter mussten zuerst entscheiden, ob drei Bäume der zu beerntenden Baumart vorhanden waren, welche die Auswahlkriterien erfüllten: Oberschicht, gleiche Exposition, gleiche Standortbedingungen (s. oben), mindestens 20 Bäume der gleichen Art in Sichtweite. Wenn mehrere Baumarten im selben Bestand beerntet wurden, wurde die Distanz zwischen den Arten möglichst gering gehalten.

Die Kletterer, welche die Tannen und Fichten beernteten, mussten neben oben stehenden Kriterien auch auf die Erkletterbarkeit der Bäume Rücksicht nehmen. Pro Baum ernteten sie ca. 2-3 kg Zapfen, zuweilen auch mehr, und füllten sie in einen Jutesack. Dieser wurde mit der vorbereiteten Etikette beschriftet.

Bei den Buchen gab es ein zusätzliches Kriterium: Sie mussten isoliert stehen. «Isoliert stehen» heisst, dass beim Auflesen von Bucheckern vom Boden unter dem Baum mit einiger Sicherheit nur Saatgut dieses Baumes gesammelt wurde (Abbildung 7 links). Wir vermuteten, dass dies am ehesten bei Beständen mit dicken Bäumen der Fall sein würde (Altholz, besonders nach Schirmhieb), in mittleren Baumhölzern nach starken Durchforstungen oder wenn Buchen (mit ca. 25-50% der Stammzahl) mit anderen Baumarten (mit ca. 50-75% der Stammzahl) gemischt sind. In der Praxis stellte sich dann heraus, dass Buchen am Wegrand oder gar am Waldrand am einfachsten zu beernten waren. Waren die Eckern auf den Weg gefallen, waren sie einfach aufzulesen und meist gut zuzuordnen. Zudem hatten diese Bäume oft mehr Eckern als andere. Zu Beginn wurden 5 dl Eckern pro Baum gesammelt, ab dem 13.10.2009 aus Zeitgründen nur noch 3 dl, was für die Aussaat reichen sollte. Die gesammelten Samen wurden in vorbereitete, beschriftete Papiersäcke abgefüllt und darin an die WSL transportiert. Wie sich in den abgezählten Samenzahlen zeigt (Kap. 4.2.2), war es teilweise schwierig, die benötigte Menge Eckern zu sammeln.

Um die drei beprobten Bäume später wieder zu finden, wurden sie mit schwarzem Filzstift nummeriert (1, 2 oder 3, ca. 10 cm hoch, Abbildung 7 rechts) und diese Nummern möglichst genau in eine Landeskarte im Massstab 1:25'000 eingetragen. Zudem wurden alle beernteten Bäume auf zwei Seiten mit einem gelben Punkt (Spraydose) und einem Vogelschreckband auf Brusthöhe markiert (Abb. Abbildung 7 rechts). Die Markierung ist in den Anleitungen für die Samenernteteams beschrieben (Kap. 7.4).

Wer an welchem Tag welchen Bestand beerntete, ist dokumentiert (s. Dateien in Kap. 7.1).

Im Projekt von Mühlethaler & Stampfli (2009) wurden von jedem Mutterbaum wenn möglich ca. 1000 Bucheckern vom Boden aufgelesen, wobei offensichtlich leere und wormstichige Samen ausgeschieden wurden. Von allen Mutterbäumen wurden GPS-Koordinaten und Referenzpunkte erfasst. Sie sind von 1 bis 6 nummeriert (rot auf dem Trockenstandort, blau auf dem Feuchtstandort) und wurden photographiert.



Abbildung 7. Links: Isoliert stehende, beerntete Buche (Population Malans GR). Rechts: Markierung einer beernteten Tanne (Population Wartau SG).

3.3 Bei der Beerntung erhobene Daten

Während der Buchenernte wurden auch Merkmale der beprobten Bäume erhoben¹². An jedem Baum wurde mit einem Umfangmessband der Brusthöhen-durchmesser (BHD) auf cm genau und mit einem Vertex-Höhenmessgerät die Höhe auf dm genau gemessen sowie die soziale Stellung nach Kraft bestimmt (Assmann 1961). Bei Nadelbäumen führten die Kletterer diese Messungen bei der Zapfenernte nicht durch. Die Bestände müssen zu diesem Zweck nochmals besucht werden.

Um kein Plastik im Wald zurückzulassen, müssen nach Abschluss der Messungen die Vogelschreckbänder entfernt werden. Viele Buchenstandorte müssen deshalb nochmals besucht werden.

Bei den Buchen im Projekt von Mühlethaler & Stampfli (2009) wurden von allen Mutterbäumen GPS-Koordinaten und Referenzpunkte erfasst.

¹² Die Buchen im Kanton Tessin wurden bei der Ernte nicht vermessen.

3.4 Dokumentation der Lage der beernteten Populationen

Die Landeskarten, auf denen die Ernteteams die Lage der Samenbäume eingetragen hatten, wurden gescannt und digital abgelegt.

3.5 Zeitlicher Ablauf der Samenernte

Der Zeitdruck zwang uns während fast der ganzen Samenernte zu einer rollenden Planung. Wir mussten meistens mit dem nächsten Arbeitsschritt anfangen, bevor der vorhergehende abgeschlossen war. Das Sammeln und Klettern war sehr wetterabhängig. Während der Zeit der Tannenernte im September 2009 herrschte etwa drei Wochen lang durchgehend schönes Wetter. Während der Buchenernte war das Wetter wechselhaft. Dies verzögerte die Ernte und führte gegen Schluss zu Problemen mit Kälte und Schnee, weshalb auch einige Populationen gestrichen wurden. Die Ernte der Fichtenzapfen zögerte sich wegen Schnee und Regen und wegen der Verfügbarkeit der Kletterer hinaus.

Die Samenernte lief zeitlich wie folgt ab:

12./13.8.2009	Arbeitsbeginn C. Arnold und M. Dicht, Beginn der Auswahl der Populationen
31.8.-1.10.2009	Ernte Tanne (total 40-43 Arbeitstage für die Kletterteams)
5.10.-20.11.2009	Ernte Buche (total 43-44 Arbeitstage für die Sammelteams)
14.10.2009-3.3.2010	Ernte Fichte (ca. 28-29 Arbeitstage für die Kletterteams)

4 SAMENAUFBEREITUNG

4.1 Lagerung

Zwischen Ernte und Aussaat wurden die Zapfen, Samen und Eckern so gelagert, dass ihre Keimfähigkeit möglichst erhalten blieb. Dabei half uns die langjährige Erfahrung von A. Burkart und seines Teams (s. Burkart 2000).

Die Zapfen der **Tanne** wurden vor der Klengung relativ lange und, je nachdem wer sie geerntet hatte, unterschiedlich gelagert. Die Zapfen waren zum Teil recht feucht, einige fingen im dichten Gewebe des Jutesacks zu schimmeln an. Es war daher oberstes Ziel der Lagerung, dass sich dieser Schimmelbefall nicht ausdehnte und die Zapfen trockneten.

Von P. Suter (WSL) gesammelte Zapfen wurden fortlaufend an die WSL gebracht. Dort wurden sie schnellstmöglich aus den Jutesäcken in luftigere Zwiebelsäcke umgefüllt und in ausrangierten Metallkörben im ungeheizten «Fürhüsli» auf dem WSL-Areal gelagert (Abbildung 8). Die Zwiebelsäcke verbesserten die Luftzirkulation zwischen den Zapfen, förderten so deren Trocknung und verminderten den Schimmelbefall. Bei einigen Tannen waren derart viel Zapfen gesammelt worden, dass einige Zapfen weggeworfen wurden. Die Türe zum «Fürhüsli» hielten wir offen, um die Luftzirkulation zu fördern. M. Audeoud, dessen Team in der Romandie Tannen beerntete, lagerte die Zapfen bis zum Ende der Ernte in einer Scheune. Auch er hatte mit Schimmelbefall zu kämpfen,

befreite die Zapfen aber in einer aufwändigen Prozedur manuell so gut wie möglich davon und bewahrte sie danach in den offenen Jutesäcken auf, bevor C. Arnold und M. Dicht sie an die WSL transportierten. In der Ostschweiz von Jürg und Juri Gees und im Tessin von G. Tettamanti und seinem Team gesammelte Zapfen wurden nach der Ernte ausgepackt und in Schachteln offen zwischengelagert. T. Schmidlin, der vor allem in der Nordwestschweiz sammelte, öffnete die Jutesäcke zur Lagerung ebenfalls.

Die von T. Schmidlin und M. Audeoud gesammelten Zapfen wurden nach dem Transport nach Zürich ebenfalls in Zwiebelsäcke gefüllt und für die restliche Zeit im «Führhüsli» gelagert. Von J. Gees gesammelte Zapfen wurden bis 27.11.2009 in Rodels gelagert und an der WSL vor dem Klingen nicht mehr ausgepackt. G. Tettamanti klengte die Zapfen aus dem Tessin bereits vor und übergab sie uns in Plastiksäcke abgepackt.

Sämtliche Zapfen wurden von Zeit zu Zeit bewegt, um eine bessere Durchlüftung zu erreichen. Während der Lagerung im «Führhüsli» an der WSL wurde ein Teil der Tannenzapfen von Maden befallen, welche aber von selbst wieder verschwanden. Auch taten sich Mäuse daran gütlich, was aber zu keinem wesentlichen Verlust an Samen führte.



Abbildung 8. Lagerung der Tannenzapfen im «Führhüsli» auf dem WSL-Areal.

Die **Buchheckern** wurden in den beschrifteten Papiersäckchen belassen (Abbildung 9), nachdem sie an die WSL gelangt waren. Um Schimmel zu verhindern und eine gute Belüftung zu gewährleisten, wurden die Säckchen geöffnet und die Eckern einige Tage bei Raumtemperatur getrocknet. Während dieser Zeit wurden sie mehrmals geschüttelt. Waren die Samen trocken, wurden die Säckchen wieder verschlossen und in die Kälte gestellt (PA C09, unbeheiztes Büro im «Palazzo», ca. 0-5 °C).

Im Projekt von Mühlenthaler und Stampfli wurden die Eckern über Nacht auf Zeitungspapier zum Trocknen ausgelegt. Nach Ankunft an der SHL wurden die Samen auf Dörrex-Gitter ausgeleert und bei ca. 17 °C Umgebungstemperatur 2 bis 3 Tage lang getrocknet.

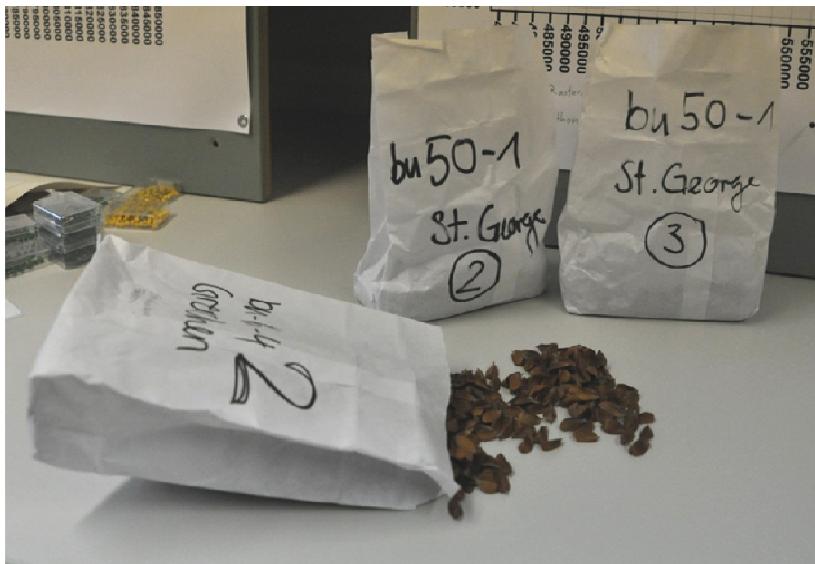


Abbildung 9. Lagerung der Bucheckern in Papiersäckchen.

Bei den **Fichtenzapfen** war keine Zwischenlagerung nötig. Jene, die direkt nach dem Sammeln an die WSL gelangten, wurden bald geklengt und bis dahin in den Jutesäcken gelagert. M. Audeoud, T. Schmidlin und J. Gees öffneten die Jutesäcke bis zum Transport an die WSL und bewegten die Zapfen ab und zu.

Bei Fichtenpopulationen, die nicht im Jahr 2009 beerntet wurden, ist die Behandlung der Zapfen und Samen nicht mehr eruierbar. Die Erfahrung von A. Burkart hat aber gezeigt, dass dieses Saatgut immer noch gut keimfähig ist.

4.2 Klengung und Tausendkorngewicht

4.2.1 Tanne

Nach der Lagerung im «Für Hüsli» wurden die Zapfen jedes Baumes im Gewächshaus (Temperatur 20 °C) während mindestens 2 Tagen nachgetrocknet. Je trockener die Zapfen sind, desto einfacher ist es, die Zapfenschuppen von Hand von der Spindel zu trennen (Abbildung 10). Die Spindeln wurden entsorgt, die Schuppen und Samen in Schalen gesammelt. Waren die Zapfen schon sehr trocken, erübrigte sich dieser Schritt, da sich die Schuppen von selbst von der Spindel gelöst hatten. Anschliessend wurden die geflügelten Samen mit Hilfe eines Siebes von den Schuppen getrennt und die Schuppen entsorgt.

Die noch geflügelten Samen wurden danach auf einem feinmaschigen, festen Metallgitter gerieben (Abbildung 11). Die Flügel zerbröselten und fielen durch die Maschen. Zurück blieben Samen und einige Flügelfragmente. Ein besseres Säubern der Samen wäre sehr aufwändig gewesen und war für die Aussaat unnötig. Da beim Entflügeln ätherische Öle aus den Samen gedrückt wurden, waren die Samen nach dem Klengen wieder feucht. Um sie zu trocknen, wurden sie während mindestens 2 Tagen in offenen Schalen (Abbildung 12) bei

Raumtemperatur (auf ca. 19 °C geheiztes Gewächshaus) gelagert. Damit die Samen nicht zusammenklebten, wurden sie von Zeit zu Zeit geschüttelt und gemischt.



Abbildung 10. Trennen der Tannensamen von den Schuppen. Samen und von den Spindeln gelöste Schuppen werden gesiebt. Feinteile inkl. Samen fallen durch das Sieb, die Schuppen werden in die Schale links geschüttet.

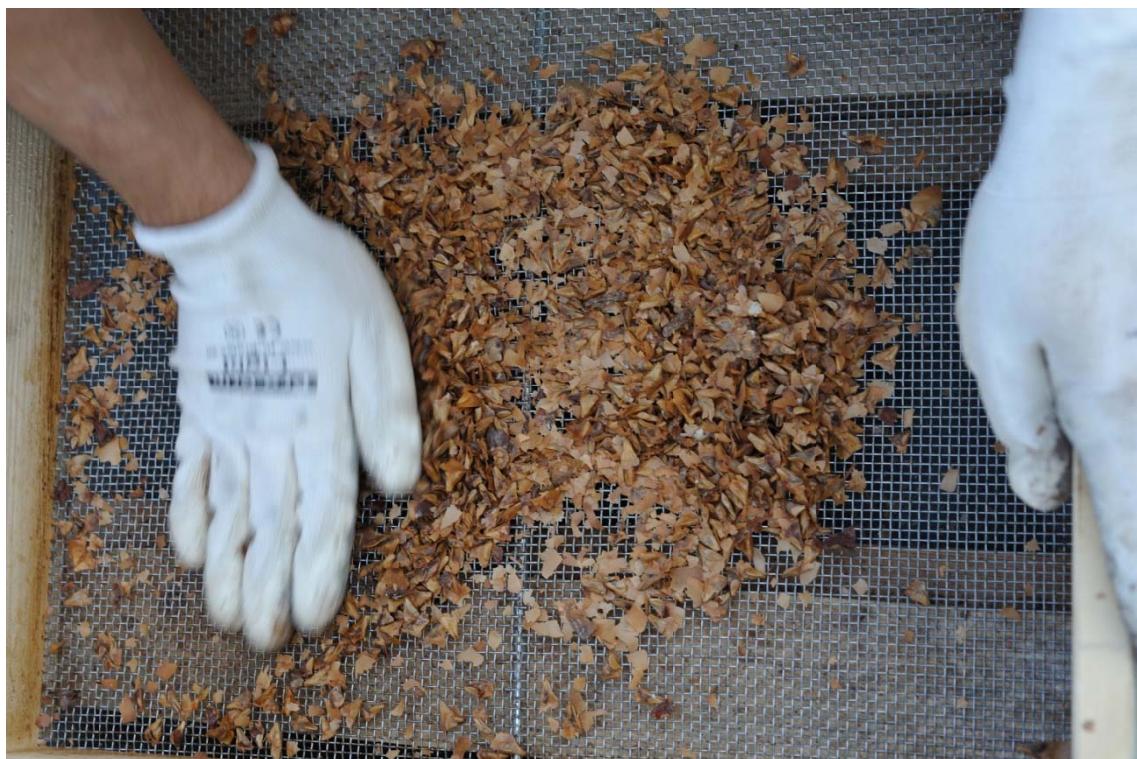


Abbildung 11. Entflügeln der Tannensamen mittels sanftem Reiben auf einem Sieb.



Abbildung 12. Trocknen der Tannensamen in offenen Schalen.

Die Tannensamen wurden dann in Papiersäcke abgefüllt und im unbeheizten Büro PA C4 im «Palazzo» an der WSL gelagert. Am 21./22. Januar 2010 wurde das Tausendkorngewicht (TKG) bestimmt, um für jeden Baum etwa die gleiche Saatmenge abwägen zu können. Dazu wurden 250 Samen von Hand abgezählt. Es wurde darauf geachtet, dass der Verschmutzungsgrad dieser Stichprobe etwa demjenigen der restlichen Samen desselben Baumes entsprach. Dazu musste den abgezählten Samen manchmal auch Schmutz (beispielsweise Flügelfragmente oder kleine Schuppen) hinzugefügt werden. Die 250 Samen wurden inkl. Verschmutzung im Samenlabor mit der Samenwaage (Busch Typ 40, Genauigkeit 0.05 g) gewogen. Das Vervierfachen des 250-Korn-Gewichts ergab das TKG.

Bei allen Arbeitsschritten wurde peinlich darauf geachtet, dass keine Samen in wieder verwendeten Gefäßen hängenblieben.

4.2.2 Buche

Die Bucheckern wurden nach dem Sammeln für die Aussaat nicht weiter behandelt. Wie bei Tanne und Fichte wurde das TKG anhand von 250 abgezählten Samen bestimmt. Auch massen wir das Gesamtgewicht der gesammelten Samen. Aus Erfahrungswerten von A. Burkart wussten wir, dass etwa 600 Samen für die Aussaat nötig sein würden, was etwa den gesammelten 3 dl Samen entsprach.

Im Projekt von Mühlethaler & Stampfli (2009) wurde das TKG pro Mutterbaum anhand von Stichproben einige Tage nach der Ernte bestimmt. Anschliessend erfolgte eine Zwischenlagerung in einer Garage bei ca. 5° C, bevor die Samenpakete zum Pflanzgarten Lobsigen (Kanton Bern) transportiert wurden. Dort befinden sie sich in Plastikboxen und werden bei -6° C bis zu ihrer Verwendung gelagert. Vor der Einlagerung wurde in Lobsigen noch der Feuchtigkeitsgehalt der Bucheckern in Prozenten bestimmt. Von den 2009 ausgesäten Bucheckern

wurde aus einer Stichprobe der Samen jedes Baumes die Vitalität mittels Tetrazolium getestet. Sämtliche Daten und Photos sind an der SHL abrufbar.

4.2.3 Fichte

Damit sich die Zapfen öffneten, wurden die Fichten während 24 Stunden im Klengofen erwärmt (Temperatur 38-40 °C). Mit Hilfe der Klengtrommel wurden die Samen aus den Zapfen gelöst und ausgesiebt. Anschliessend wurden die ausgesiebten Samen in beschriftete Papiersäcke abgefüllt und bis zum Entflügeln zwischengelagert (meist im geheizten Gewächshaus bei 19 °C, über Weihnachten im unbeheizten Büro PA C4 bei ca. 0 bis 5 °C). Danach wurden die geflügelten Samen (wie die Tannensamen) auf einem feinmaschigen, festen Metallgitter gerieben. Die Flügel zerbröselten und fielen durch die Maschen, zurück blieben Samen und Flügelfragmente. Teilweise mussten noch Schuppen mit Hilfe eines Siebes entfernt werden. Nach dem Entflügeln wurden die Samen in einen Papiersack abgefüllt und bis zum Wägen im Gewächshaus (19 °C) zwischengelagert. Das TKG wurde wie bei der Tanne bestimmt (Kap. 4.2.1).

In der Saison 2009/2010 geerntete Samen könnten sich von früher geernteten, im Besonderen von denjenigen von H.-P. Stutz aus dem Jahr 1985, unterscheiden. Diese Samen wurden seit 1985 im Kühlraum (B18, 0° C) in verschlossenen Gläsern gelagert. Die Keimfähigkeit dieser Samen dürfte inzwischen etwas reduziert sein. Mögliche Unterschiede zwischen früher und 2009 gesammelten Samen werden bei den Auswertungen zu prüfen sein.

4.3 Abwägen der Saatmengen

Das provisorische Versuchsdesign erfordert 135 Sämlinge pro Einzelbaum. Aufgrund der Erfahrungen von A. Burkart mit Keimprozenten wurde entschieden, für die Aussaat von Tanne und Fichte für jeden Baum 2000 Samen abzuwägen, bei der Buche 600 (Samenwaage Hartner, Genauigkeit 0,5 g). Die abgewogenen Samen wurden in verschliessbare Plastikbeutel abgefüllt und im Samenkühlraum (0° C) gelagert. Überschüssige Samen wurden ebenfalls gewogen (Samenwaage Hartner, Genauigkeit: 5 g) und in verschliessbaren Plastikbeuteln eingelagert (Kühlraum A19, 0° C).

Bei der Tanne wurden die Plastiksäcke so gross gewählt, dass sie genügend Platz für die spätere Beigabe des Stratifiziersubstrats boten. So lagerten die Samen vor dem Stratifizieren noch etwa 3 Wochen im Kühlraum.

Bei allen **Tannen** ausser 4, die wir aus dem Projekt von Moser & Wohlgemuth 2009 erhielten, steht die angestrebte Menge Saatgut zur Verfügung.

Bei der **Buche** wurde bei Bäumen mit bis zu 650 Samen alle vorhandenen abgefüllt und eingelagert. Von den Populationen, die vor dem 13.10.2009 oder von G. Tettamanti beerntet worden waren, hatten wir einen Überschuss, welcher wie bei der Tanne separat in Plastiksäcke abgefüllt wurde. Folgende Anzahl Buchensamen pro Baum steht für die Aussaat bereit: Bei 11 Bäumen weniger als 300, bei 36 Bäumen zwischen 300 und 400, bei 44 Bäumen zwischen 400 und 500 und bei 131 Bäumen zwischen 500 und 650.

Bei der **Fichte** zeigte sich schon bei der Samenernte, dass die Samenmenge teilweise knapp sein würde. Bei 25 Bäumen wurde die angestrebte Anzahl von 2000 Samen nicht erreicht. Bei 5 Populationen liegen für alle drei beernteten

Bäume weniger als 2000 Samen vor. Für drei dieser Populationen stehen aber Samengemische von früheren Beerntungen zur Verfügung (siehe oben).

4.4 Zeitlicher Ablauf der Samenaufbereitung

Die Samenaufbereitung ist in den Dateien in Kap. 7.1 für jeden Bestand dokumentiert. In groben Zügen verliefen Klengung, Wägen und Einlagern der Samen wie folgt:

- 23.11.2009-19.1.2010 Klengung Tanne, Arbeitsbeginn A. Boner am 23.11., 4.-19.1.2010 unterstützt durch J. Nussbaumer, total 16 Arbeitstage
- 23.11.2009-9.2.2010 Klengung Fichte, total 19 Arbeitstage
- 21.-22.1.2010 Auszählen, wägen und einlagern Tanne: 2 Arbeitstage (A. Boner, J. Nussbaumer, C. Arnold, M. Dicht, W. Läuchli)
- 4.2.2010 Auszählen, wägen und einlagern Buche: 1 Arbeitstag (A. Boner und C. Arnold)
- 24.2./3.+9.3./21.-22.4. Auszählen, wägen und einlagern Fichte: 5 Arbeitstage (A. Boner, J. Born, R. Brücker, C. Heiri, M. Hobi, M. Lévesque, R. Pellegrino, H. Schmid, C. Sperisen, R. Tinner)

5 EINSCHÄTZUNG DER BEERTETEN POPULATIONEN

5.1 Allgemeine Einschätzung

Ziel dieses Kapitels ist eine provisorische Beurteilung, wie gut die beernteten Populationen das beerntete Gebiet geographisch und klimatisch abdecken. Die Klimadaten für die Abbildung 13, 15 und 17 wurden von D. Schmatz zu einem Zeitpunkt zur Verfügung gestellt, als noch nicht alle beernteten Populationen bekannt waren. Es wurde aber entschieden, bzgl. Klimadaten vorderhand auf Vollständigkeit zu verzichten, weil die Klimadaten später ohnehin für jede Population plausibilisiert werden müssen, was Aufgabe der/s Doktorand/in ab 2011 sein wird.

Dass im Herbst und Winter 2009/2010 alle drei Hauptbaumarten der Schweiz eine Mast aufwiesen¹³, die Tanne und Buche gar eine Vollmast, ist ein aussergewöhnlicher Glücksfall. Bei der Tanne, die auch den besten Samenbehang aufwies, ist das Ziel von 80 Populationen übertroffen. Bei der Buche erreichten wir dieses Ziel knapp, bei der Fichte verfehlten wir es, vor allem wegen mangelndem Samenbehang. Es wurde daher entschieden, bei der Fichte auf früher gesammeltes Saatgut zurückzugreifen, das z.T. nicht aus einzelbaumweiser Beerntung stammt. Es ist zu beachten, dass bzgl. Keimfähigkeit der geernteten Samen naturgemäß eine gewisse Unsicherheit besteht.

¹³ Gemäss den Erhebungen von A. Burkart und E. Fürst (WSL): Buche ganze Schweiz Vollmast, Tanne ganze Schweiz Halb- bis Vollmast, Fichte unterhalb 1000 m ü.M. Spreng- bis Halbmast, oberhalb 1000-1300 m ü.M. Halb- bis Vollmast;

Bei allen drei Baumarten deckt das Saatgut fast alle Regionen der Schweiz ab. Klimatische Lücken sind selten. Wieweit unterschiedliche Bodentypen abgedeckt sind, wird erst die Bodenbeprobung zeigen. Welche Populationen als isoliert betrachtet werden können (z.B. Tanne im Binntal und Buche bei Conthey), wird auch später genauer zu prüfen sein.

5.2 Tanne

Die Autochthonie bietet bei der Tanne kaum Probleme, weil Tannen in der Schweiz nicht oft gepflanzt wurden. Klimatisch sind die beernteten Buchenpopulationen relativ gut verteilt, es sind sowohl feuchte und trockene als auch warme und kalte Standorte abgedeckt (Abbildung 13).

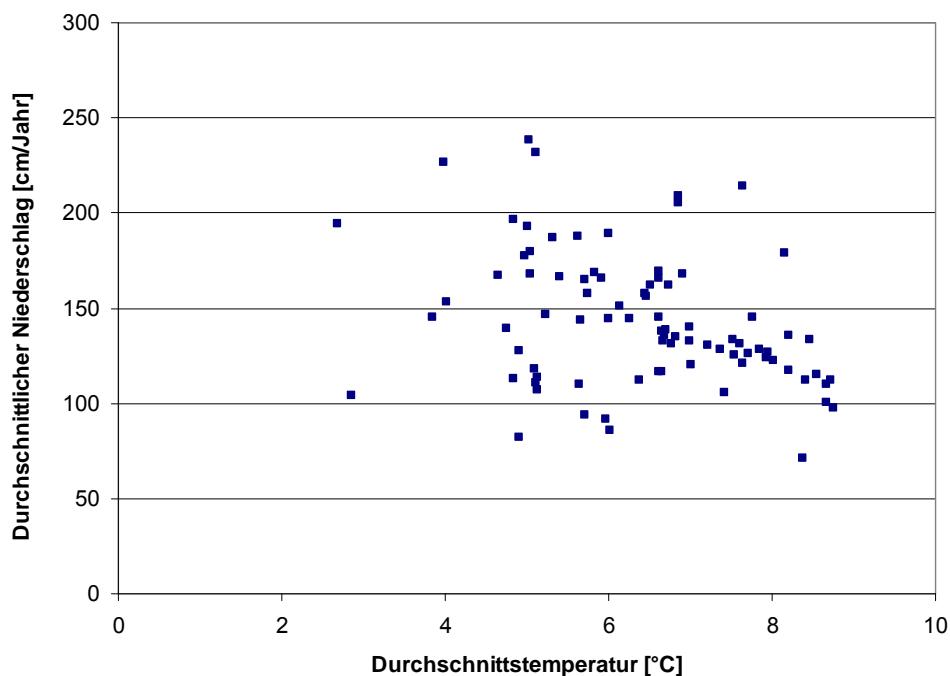


Abbildung 13. Modellierte Durchschnittstemperaturen und Niederschläge der beernteten Tannenstandorte.

In der Schweiz kommen Tannen von knapp 400 bis ca. 1800 m ü.M. vor (Brändli 1998). Die Höhenverteilung der beernteten Tannenpopulationen deckt diesen Höhengradienten recht gut und gleichmässig ab (Abbildung 14 links). Einzig ab 1400 m ü.M. sind etwas wenige Standorte vertreten. In Anbetracht dessen, dass die Tanne oberhalb von 1400 m ü.M. nur noch 5% des Holzvorrats ausmacht (Brändli 1998), sind die 7 Populationen oberhalb dieser Marke ein guter Wert.

Bezüglich Exposition sind alle Expositionen abgedeckt, aber es findet sich – wie bei allen Schweizer Tannenvorkommen Brändli (1998) – eine Häufung bei Nordost- bis Nordwestexponierten Standorten (Abbildung 14 rechts).

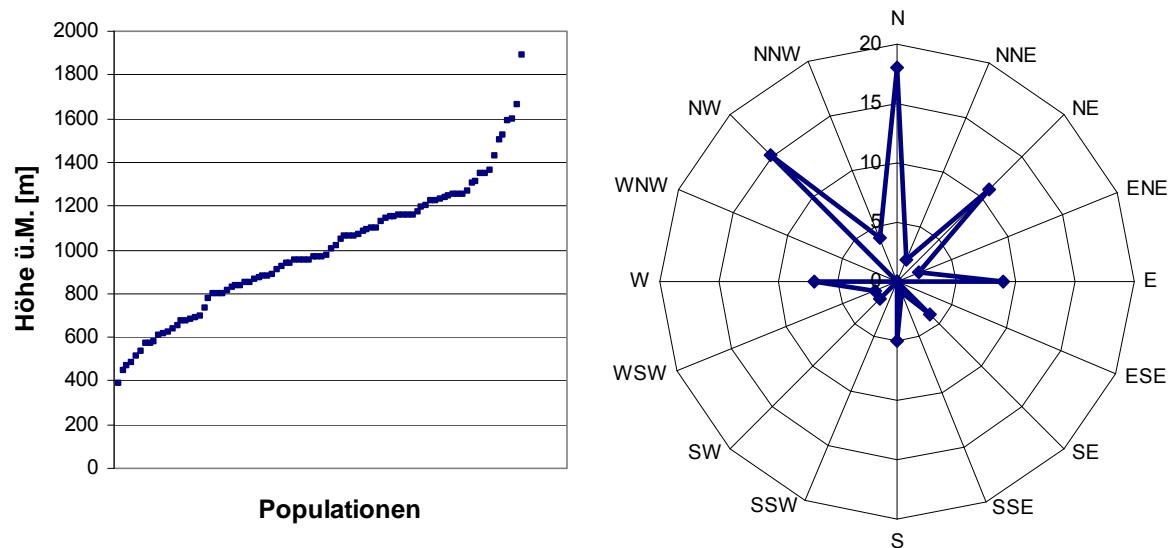


Abbildung 14. Links: Höhenverteilung der beernteten Tannenpopulationen (Durchschnittswert zwischen oberster und unterster Höhenangabe der Einzelbäume). Rechts: Expositionen der beernteten Tannenpopulationen. 8 weitere Population liegen in ebenem Gelände (nicht dargestellt).

5.3 Buche

Die Autochthonie ist bei der Buche wenig problematisch. Klimatisch sind die beernteten Buchenpopulationen relativ gut verteilt, es sind sowohl feuchte und trockene als auch warme und kalte Standorte abgedeckt (Abbildung 15). Im Vergleich zu den Tannen- und Fichtenpopulationen sind die Buchenpopulationen allgemein an etwas wärmeren Orten angesiedelt, was aufgrund der ökologischen Ansprüche der Buche zu erwarten war (Brändli 1998).

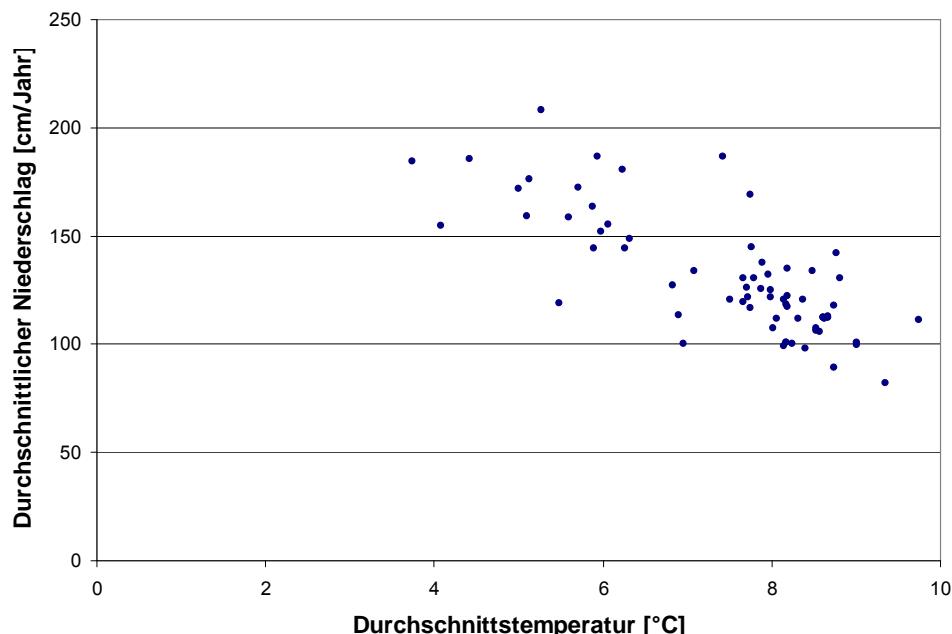


Abbildung 15. Modellierte Durchschnittstemperaturen und Niederschläge der beernteten Buchenpopulationen.

Von der Höhenverbreitung der Buche in der Schweiz (knapp 400 bis ca. 1600 m ü.M., Brändli 1998) sind Standorte bis 1400 m ü.M. abgedeckt (Abbildung 16 links). Oberhalb von 1400 m ü.M. macht aber der Buchenvorrat nur noch 3.5% des Holzvorrats aus (Brändli 1998). Bei den beernteten Populationen etwas spärlich vertreten ist der Höhenbereich zwischen 700 und 1000 m ü.M., gut abgedeckt sind hingegen die Bereiche von 400 bis 700 m und von 1000 bis 1300 m ü.M. Die Populationen sind recht gleichmässig über alle Expositionen verteilt (Abbildung 16 rechts). 22 Populationen im flachen Gelände habe keine Expositionsangabe.

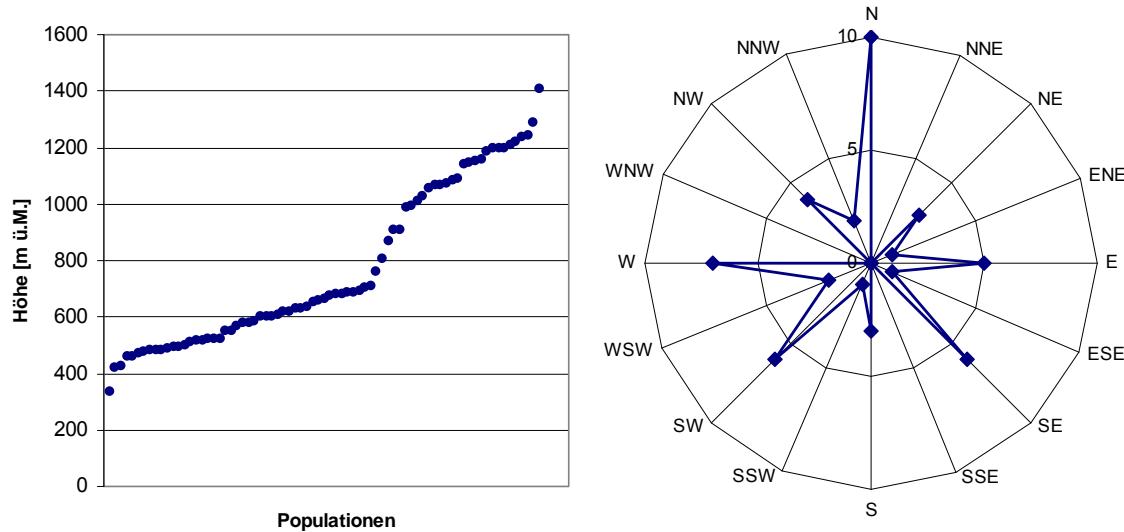


Abbildung 16. Links: Höhenverteilung der beernteten Buchenpopulationen (Durchschnittswert zwischen oberster und unterster Höhenangabe der Einzelbäume). Rechts: Exposition der beernteten Buchenpopulationen. 22 Populationen liegen in flachem Gelände (nicht dargestellt).

5.4 Fichte

Bezüglich Autochthonie war die Auswahl der Fichtenpopulationen am schwierigsten, da Fichten in der Schweiz häufig angepflanzt wurden. Aufgrund früherer Studien, der vielen konsultierten Quellen während der Auswahl und der Rückmeldungen der Kletterer nach der Ernte sind wir aber relativ sicher, dass die meisten beernteten Populationen autochthon sind. Klimatisch sind die Fichtenpopulationen gut verteilt (Abbildung 17); in den Daten fehlen aber noch etliche Populationen.

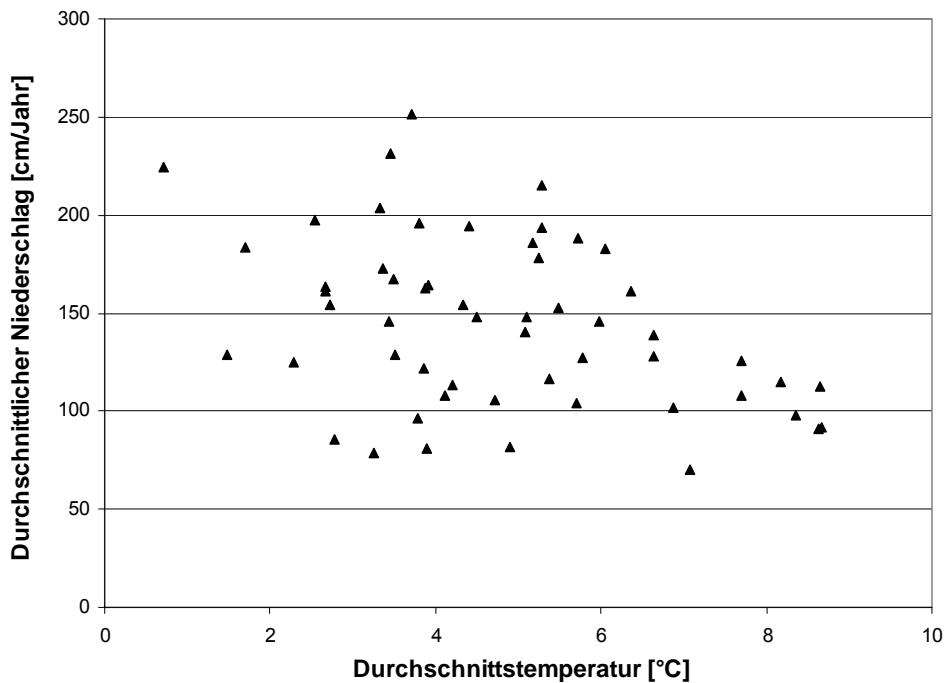


Abbildung 17. Modellierte Durchschnittstemperaturen und Niederschläge von ca. 60% der beernteten Fichtenpopulationen.

In der Schweiz kommt die Fichte von knapp 400 bis über 1800 m ü.M. vor (Brändli 1998). Die Höhenlage der im Projekt verwendeten Populationen reicht von 400 bis 2000 m ü.M. (Abbildung 18 links). Bei den Expositionen sind Südexpositionen leicht übervertreten, aber dabei sind die Grundlagendaten erst für 70% der Populationen aufbereitet (Abbildung 18 rechts).

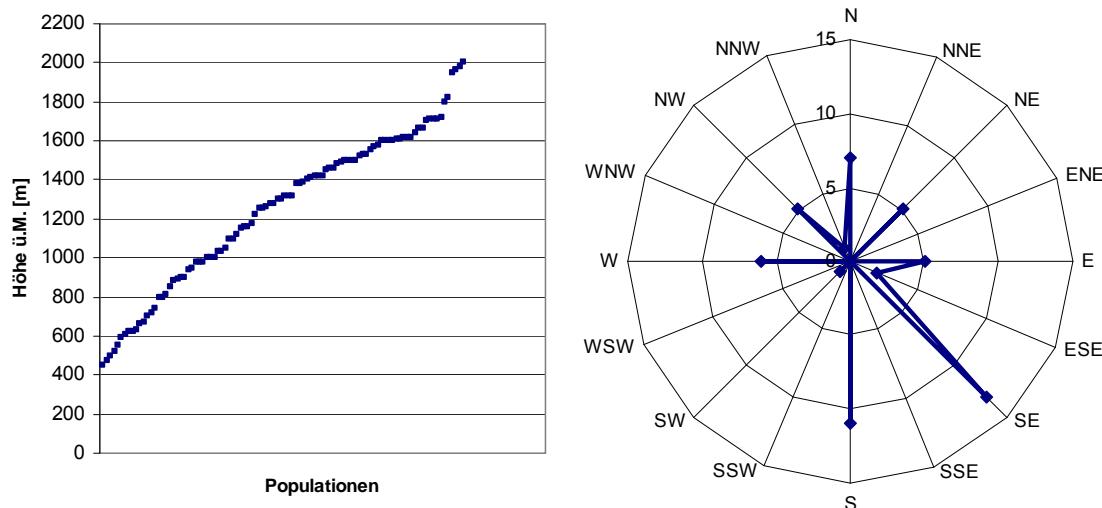


Abbildung 18. Links: Höhenverteilung der beernteten Fichtenpopulationen (Durchschnittswert zwischen oberster und unterster Höhenangabe der Einzelbäume). **Rechts:** Exposition von 68 der 98 verwendeten Fichtenpopulationen. 12 der 68 Populationen liegen in flachem Gelände (nicht dargestellt).

6 LITERATUR

- Assmann E. 1961. Waldertragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. München, Bayer Landwirtschaftsverlag.
- Brändli U-B. 1998. Die häufigsten Waldbäume der Schweiz. Ber Eidg Forsch.anst WSL 279.
- Bonfils P, Bolliger M (Red.) 2003. Wälder von besonderem genetischem Interesse (BGI-Wälder). Bundesamt Umwelt, Wald Landsch, BUWAL, Bern.
- Bossel F. 1983. Tests comparatifs de provenances vaudoises d'épicéa. Schweiz Z Forstwes 134: 339-360.
- Brang P, Sperisen C, Mühlenthaler U, Schmatz D, Walther L, Weber P. 2009. Adaptive genetische Variation bei Buche, Fichte und Tanne. Full Proposal im BAFU/WSL Forschungsprogramm Wald und Klimawandel. Eidg Forsch.anstalt WSL, Birmensdorf, 14 S. (unveröff.)
- Burkart A. 2000. Kulturblätter. Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Samenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Eidg Forsch.anst WSL, Birmensdorf.
- Commarmot B. 2008. IUFRO Weisstannen-Provenienzversuch 1982 – Versuchsfläche Malans. Kurzbericht. Eidg Forsch.anst WSL, Birmensdorf, unveröff., 7 S.
- Fouvy P, Jeantet G. 1997. Provenances vaudoises d'épicéa: Bilan de 30 ans de tests comparatifs. Schweiz Z Forstwes 148(2): 103-130.
- Frey H-U. 2003. Die Verbreitung und die waldbauliche Bedeutung der Weisstanne in den Zwischenalpen. Ein Beitrag für die waldbauliche Praxis. Schweiz Z Forstwes 154: 90–98.
- Hussendorfer E, Müller-Starck G. 1994. Genetische Inventuren in Beständen der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) - Aspekte der nacheiszeitlichen Wanderungsgeschichte. Schweiz Z Forstwes 145: 1021-1029.
- Hussendorfer E. 1997. Untersuchungen über die genetische Variation der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) unter dem Aspekt der *in situ* Erhaltung genetischer Ressourcen in der Schweiz. Beih Schweiz Z Forstwes 83: 151 S.
- Hussendorfer E. 1999. Genetic variation of silver fir populations (*Abies alba* Mill.) in Switzerland. For Genetics 6: 101-113.
- Lingg W. 1986. Dendroökologische Studien an Nadelbäumen im alpinen Trockental Wallis (Schweiz). Ber Eidg Anst forstl Vers.wes 81.
- Moser B, Wohlgemuth T. 2009. TroLiFa-Verjüngung: Trockenheit als limitierender Faktor für An- und Aufwuchs von Hauptbaumarten. Full Proposal im Forschungsprogramm Wald und Klimawandel. Eidg Forsch.anst WSL, Birmensdorf. 12 S., unveröff.
- Mühlenthaler U, Stampfli A. 2009. Regenerationsfähigkeit von Buchen aus dem Mittelmeerraum im Schweizer Wald (Buchensaatprojekt). Berner Fachhochschule, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHI, Zollikofen, 2 S.

- Müller-Starck G. 1995. Genetic variation in high elevated populations of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Switzerland. *Silvae Genetica* 44(5-6): 356-362.
- Oechslin M. 1927. Die Wald- und Wirtschaftsverhältnisse im Kanton Uri. *Beitr Geobot Landesaufn Schweiz* 14: 209 S.
- Rütz WF, Franke A, Stimm B, 1998. Der Süddeutsche Weißtannen (*Abies alba* Mill.)-Provenienzversuch. Jugendentwicklung auf den Versuchsflächen. *Allg Forst- Jagdztg* 169: 116-126.
- Sperisen C, van der Knaap WO, Scrob E, Lampart T, van Leeuwen JFN. 2005. Einwanderungsgeschichte der Bödmerenfichten. In: Liechti T. Urwaldcharakteristiken des Bödmerenwaldes, Stiftung Urwald-Reservat Bödmeren: 81-93.
- St.Clair JB, Mandel NL, Vance-Borland KW. 2005. Genecology of Douglas Fir in western Oregon and Washington. *Ann Bot* 96: 1199-1214.
- St Clair JB, Howe GT. 2007. Genetic maladaptation of coastal Douglas-fir seedlings to future climates. *Global Change Biology* 13: 1441-1454.
- Steiger P. 1994. Wälder der Schweiz. Ott Verlag Thun.
- Stutz HPB. 1990. Genetische Differenzierung und natürliche Selektionsfaktoren der Fichte in einem zentralalpinen Gebiet der Schweiz. Dissertation, ETH Zürich, Zürich.
- Tollefsrud MM, Kissling R, Gugerli F, Johnsen Ø, Skrøppa T, Cheddadi R, van der Knaap WO, Latałowa M, Terhürne-Berson R, Litt T, Geburek T, Brochmann C, Sperisen C. 2008 Genetic consequences of glacial survival and postglacial colonization in Norway spruce: combined analysis of mitochondrial DNA and fossil pollen. *Mol Ecol* 17: 4134 - 4150
- Thornton PE, Running SW, White MA. 1997. Generating surfaces of daily meteorological variables over large regions of complex terrain. *J Hydrology* 190: 214-251.
- WSL. 2009: Schweizerisches Landesforstinventar LFI. Daten der Erhebungen 1983-1985 und 2004-2006. 240809UU. Eidg Forsch.anst WSL, Birmensdorf (unveröff.)

7 ANHANG

7.1 Dokumentation der Arbeiten und Datenmanagement

Alle Arbeiten wurden und werden weiterhin in einem Tagebuch dokumentiert («Tagebuch Adapt.xls»). Weitere wichtige Dateien sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Bei der bisherigen Arbeit im Projekt wurden zahlreiche Dateien und Dateiversionen kreiert. Wichtige Dateien und Dateiversionen sind im Tagebuch im Arbeitsblatt «Dateinamen» verzeichnet und verlinkt. Falls Diskrepanzen zwischen Daten in verschiedenen Dateien auftauchen, dürften folgende Dateien gelten (Reihenfolge abnehmender Aktualität):

- Bestandestabelle: z.B. [..\\Fichte\\Prjadapt_Fichte_Bestände_9.xls](#)
- Einzelbaumtabelle: z.B. [Prjadapt_Fichte_Einzelbäume_6.xls](#)

- Digitale Ernteformulare beernteter Standorte, z.B. [N:\PRJ\Adapt\Fichte\Zapfenernte Fichte\Formulare Fi_Zapfenernte geerntet \fi-16-1_geerntet.xls](#)
- Daten im GIS, z.B. Auslese_Fichte_100201.dbf in [N:\PRJ\Adapt\GIS\Samenernte Fi 20.mxd](#)
- Handschriftlich ausgefüllte (im Ordner) bzw. leere Ernteformulare, z.B. (digitale Version) [N:\PRJ\Adapt\Fichte\Zapfenernte Fichte\Formulare Fi_Zapfenernte leer\Zapfenernte fi-12-1.xls](#)

Tabelle 1. Liste wichtiger Dateien.

Pfad und Dateiname	Dateibeschreibung
N:\PRJ\Adapt*.*	Verzeichnis auf dem Server mit allen Projektinformationen
Dokumentation Adapt 2009 V10.docx	Aktuelle Version der Dokumentation Adapt 2009 (dieser Bericht)
..\Tagebuch Adapt.xls	Excel-Datei mit sämtlichen wichtigen Informationen zum Projekt Adapt: Personen, Pendenzen, Daten-Struktur etc.
..\Dokumentation\Anleitung_Datenerfassung.doc	Anleitung zur Vorbereitung und Durchführung der Datenerfassung vor bzw. nach Beerntung einer Population
..\Dokumentation\Anleitung für GIS-Dateneingabe.doc	Anleitung zur Aktualisierung von GIS-Daten der Populationen
..\Fichte\Zapfenernte_Fichte	Verzeichnis der Ernteformulare der Fichtenzapfenernte.
..\Tanne\Zapfenernte_Tanne	Verzeichnis der Ernteformulare der Tannenzapfenernte.
..\Bestände_Rohdaten	Verzeichnis aller Rohdaten zu den Populationen
..\Buche	Verzeichnis mit allen wichtigen Daten zur Buchensamenernte
..\Buche\Prjadapt_Buche_Bestände_1.xls	Aktuelle Übersichtstabelle mit Detailinformationen aller für das Projekt Adapt verwendeten Buchenpopulationen
..\Buche\Prjadapt_Buche_Einzelbäume_1.xls	Aktuelle Übersichtstabelle mit Detailinformationen zu den einzelnen beernteten Mutterbäumen aller für das Projekt Adapt verwendeten Buchenpopulationen
..\Fichte	Verzeichnis mit allen wichtigen Daten zur Fichtenzapfenernte
..\Fichte\Prjadapt_Fichte_Bestände_9.xls	Aktuelle Übersichtstabelle mit Detailinformationen aller für das Projekt Adapt verwendeten Fichtenpopulationen
..\Fichte\Prjadapt_Fichte_Einzelbäume_6.xls	Aktuelle Übersichtstabelle mit Detailinformationen zu den einzelnen beernteten Mutterbäumen aller für das Projekt Adapt verwendeten Fichtenpopulationen
..\GIS	Verzeichnis mit allen GIS-Daten zum Projekt Adapt. Beschreibung der Daten siehe Tabellenblatt «GIS-Daten» im «Tagebuch Adapt.xls»

Pfad und Dateiname	Dateibeschreibung
..\Tanne	Verzeichnis mit allen wichtigen Daten zur Tannenzapfenernte
..\Tanne\Priadapt_Tanne_Bestände_2.xls	Aktuelle Übersichtstabelle mit Detailinformationen aller für das Projekt Adapt verwendeten Tannenpopulationen
..\Tanne\Priadapt_Tanne_Einzelbäume_2.xls	Aktuelle Übersichtstabelle mit Detailinformationen zu den einzelnen beernteten Mutterbäumen aller für das Projekt Adapt verwendeten Tannenpopulationen

7.2 Abkürzungen

7.2.1 Namenskürzel

Die folgenden Namenskürzel werden in diesem Bericht stellenweise verwendet, können aber auch in anderen Projektdokumenten auftauchen.

AB	Anton Burkhart (WSL)
AnB	Andreas Boner (WSL, Zivildienstleistender)
AR	Andreas Rigling (WSL)
AZ	Andreas Zingg (WSL)
CA	Christine Arnold (WSL, Praktikantin)
CP	Christian Pernstich (VS, Dienststelle für Wald und Landschaft)
CS	Christoph Sperisen (WSL)
FC	Flurin Cathomas (GR, Revierförster Sumvitg)
FG	Francis Girardin (JU, Office de l'environnement)
GT	Giuseppe Tettamanti (TI, Vivaio forestale cantonale, Lattecaldo)
HB	Hans Bärtschi (SHL, Buchenernter)
IC	Ivo Ceschi (TI, ehemaliger Kantonsoberförster)
JF	Janina Fuchs (WSL, Praktikantin)
JG	Jürg & Juri Gees (GR, Beernter Tanne und Fichte)
JW	Jürg Walcher (GL, Abteilung Wald)
KuZ	Kurt Zumbrunn (BE, Förster Waldabteilung 1)
KW	Klemens Winzeler (GL, Abteilung Wald)
LW	Lorenz Walthert (WSL)
MA	Marc Audeoud (VD, Entreprise Forestière, Beernter)
MB	Max Büchel (SZ, Revierförster Muotatal)
MD	Michael Dicht (WSL, Aushilfe)
MF	Martin Flury (GR, Revierförster Jenaz)
MM	Micheline Meylan (VD, Service des forêts, de la faune et de la nature)
PB	Peter Brang (WSL)
PS	Peter Suter (WSL, Beernter Tanne und Fichte)
PW	Pascale Weber (WSL)
RB	Regina Brücker (WSL, Praktikantin)
RT	Raphaela Tinner (WSL)
SB	Siegfried Bellwald
SN	Josef Nussbaumer (WSL, Aushilfe)
ToB	Tobias Brütsch (WSL, Buchenernter Zivildienst)
TS	Toni Schmidlin (Beernter Tanne und Fichte)
UB	Ueli Bühler (GR, Amt für Wald)

UK Urs Kamm (SHL, Buchenernter)
 UW Ueli Wasem (WSL)
 WH Wendelin Hürlimann (GR, Revierförster Breil/Brigels)

7.2.2 Weitere Abkürzungen

Adapt Adaptive genetische Variation von Buche, Tanne und Fichte
 BHD Brusthöhendurchmesser (Durchmesser eines Baumes auf 1,30 m Höhe, bergseits gemessen)
 IUFRO International Union of Forest Research Organizations
 LFI Landesforstinventar
 mtDNA mitochondriale DNA
 NKS Nationaler Kataster der Samenerntebestände
 RQ Rasterquadrat
 SHL Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft (Zollikofen BE)
 TKG Tausendkorngewicht (Gewicht von 1000 Samen in Gramm, mit Beimengungen von Zapfenschuppen, Samenflügeln etc.)

7.3 Begründung der Auswahl der Populationen

Tabelle 2. Auswahlgründe beernteter Tannenpopulationen. POP_ID=Identifikationscode der Population. «Hussendörfer» bezeichnet in Hussendörfer (1997) verwendete, Oechslin in Oechslin (1927) genannte Populationen. PW steht für das dendroökologische Projekt von Weber und Walther. «in RQ» steht für «in diesem Rasterquadrat», «genutzt» heisst, dass in einer Population regelmässig Samen geerntet werden.

POP_ID	Ort	Auswahlgrund
ta-01-1	Beggingen	AB kannte die Population, NKS
ta-03-1	Homburg	Einige NKS-Population in RQ
ta-07-1	Liestal	Einige NKS-Population in RQ
ta-08-1	Herznach	Einige NKS-Population in RQ
ta-11-1	Aadorf (Ettenhausen)	Autochthonieangabe «a» im NKS
ta-11-2	Tobel (Bettwiesen)	NKS, vermutlich räumliche Abdeckung
ta-12-1	Güttingen	Einige NKS-Population in RQ
ta-15-1	Rebevelier	Einige NKS-Population in RQ
ta-16-1	Perrefitte	Zufällige Auswahl aus 2 NKS-Populationen mit Autochthonieangabe «a/v» in RQ
Ta-16-2	Bassecourt	IUFRO-Population, NKS
ta-16-3	Rebeuvelier	Später dazugekommen, Standort mit Ta-, Bu- und Fi-Populationen, anfangs mit Rebévelier verwechselt, deshalb 3 Populationen in RQ; Population war FG bekannt
ta-17-1	Vordemwald	PW, LWF-Fläche, Hussendörfer (Zofingen)
ta-17-2	Roggwil	PW
ta-18-1	Muhen	Bereitsbeerntet vor Hinzunahme der von LW angegebenen Population ta-18-2
ta-18-2	Suhr	Bodendaten vorhanden
ta-19-1	Beinwil	NKS, AB kannte die Population
ta-21-1	Oberhelfenschwil	IUFRO, NKS, Autochthonie-Info AB
ta-22-1	Gams	Einige NKS-Population in RQ
ta-25-1	Neuchâtel (Boudry)	Hussendörfer
ta-26-1	Nods	2 Populationen benötigt für RQ 26, 2 NKS-Populationen vorhanden und beerntet

POP_ID	Ort	Auswahlgrund
ta-26-2	Cormoret	s. ta-26-1
ta-27-1	Radelfingen	Genutzte NKS-Population
ta-28-1	Madiswil	IUFRO-Population, Hussendörfer, NKS, wird genutzt
ta-28-2	Sumiswald	Zufällige Auswahl aus mehreren NKS-Populationen in RQ
ta-28-3	Reisiswil	PW
ta-29-1	Schwarzenberg	Hussendörfer, Bodenprofil
ta-30-1	Zug	NKS, von AB bestätigt
ta-30-2	Küssnacht am Rigi	NKS, von AB bestätigt
ta-31-1	Walchwil	NKS, Bodenprofil, von AB bestätigt
ta-31-2	Riemenstalden	PS kannte die Population, Oechslin
ta-31-3	Muotatal	MB kannte die Population
ta-32-1	Bilten	JW und KW kannten die Population
ta-32-2	Näfels	JW und KW kannten die Population
ta-32-3	Betschwanden	JW und KW kannten die Population
ta-33-1	Wartau	Einige NKS-Population in RQ
ta-34-1	Schiess	UB kannte die Population
ta-36-1	Tschlin	IUFRO- und NKS-Population, Hussendörfer, von AB bestätigt
ta-38-1	Couvet (Südhang)	Hussendörfer
ta-38-2	Couvet (Nordhang)	Hussendörfer
ta-40-1	Köniz (Oberbalm)	Einige quellengesicherte NKS-Population in RQ
ta-41-1	Niederhünigen	IUFRO- und NKS-Population
ta-41-2	Röthenbach im Emmental (Eggiwil)	Zufällige Auswahl aus verbleibenden NKS-Populationen in RQ
ta-41-3	Signau	Hussendörfer
ta-42-1	Marbach (LU)	Einige NKS-Population in RQ, von AB bestätigt
ta-43-1	Wolfenschiessen	PS kannte die Population
ta-43-2	Isenthal	Oechslin
ta-44-1	Seedorf	Einige NKS-Population in RQ
ta-44-2	Schattdorf	Oechslin
ta-45-1	Sumvitg	UB und FC kannten die Population, Frey (2003)
ta-45-2	Breil/Brigels	UB und WH kannten die Population
ta-45-3	Elm	JW und KW kannten die Population
ta-46-1	Chur	NKS-Population, von AB bestätigt
ta-46-2	Präz	IUFRO- und NKS-Population, Hussendörfer, von AB bestätigt
ta-47-1	Jenaz	UB und MF kannten die Population
ta-50-1	Longirod	NKS, Angabe MM, 1 von 2 nötigen Populationen in RQ
ta-50-2	Le Chenit (Le Brassus)	Hussendörfer, von AB bestätigt, wird noch genutzt
ta-51-1	Bretonnières	Hussendörfer
ta-53-1	Charmey	Zufällige Auswahl aus NKS-Populationen in RQ
ta-53-2	Maules	Bodendaten vorhanden
ta-54-1	Oberschrot	NKS-Population, von AB bestätigt, wird genutzt
ta-55-1	Aeschi bei Spiez	2 Populationen benötigt für RQ 55, 2 NKS-Populationen vorhanden undbeerntet
ta-55-2	Därligen	s. ta-55-1
ta-56-1	Iseltwald	Einige NKS-Population in RQ
ta-56-2	Lütschental	Bodendaten vorhanden, Population KuZ bekannt
ta-57-1	Innertkirchen	Population AB bekannt

POP_ID	Ort	Auswahlgrund
ta-59-1	Olivone (Camperio)	Population GT bekannt
ta-60-1	Masein	Population UB bekannt
ta-60-2	Andeer	Population UB bekannt
ta-61-1	Tiefencastel	Population UB bekannt
ta-67-1	Gryon	NKS-Population, von AB bestätigt
ta-68-1	Sierre	IUFRO- und NKS-Population, Hussendörfer, von AB bestätigt
ta-68-2	Gstaad (Saanen)	Hussendörfer
ta-69-1	Leuk	IUFRO- und NKS-Population, Hussendörfer, von AB bestätigt
ta-69-2	Niedergesteln	Lingg (1986)
ta-70-1	Grengiols (Binntal)	Population SB bekannt
ta-71-1	Cerentino	Population IC bekannt
ta-72-1	Prato (Leventina)	IUFRO, Hussendörfer, von AB bestätigt
ta-75-1	Bondo	Hussendörfer, von UB bestätigt
ta-76-1	Poschiavo (Le Prese)	Population UB bekannt
ta-81-1	Troistorrents (Cheparlier)	Vermutlich wegen räumlicher Verteilung als 3. Population in RQ ausgewählte NKS-Population ta-81-4 kam erst später hinzu
ta-81-2	Martigny	Hussendörfer
ta-81-3	Derborence	Waldreservat, Population PB und RT bekannt
ta-81-4	Martigny	Population CP bekannt, später hinzugekommen
ta-85-1	Vergeletto	IUFRO- und NKS-Population, Hussendörfer, Population IC und PB bekannt, von AB bestätigt
ta-85-1a	Vergeletto	s. ta-85-1
ta-86-1	Locarno (Cardada)	Population IC bekannt
ta-86-2	Intragna	Bodendaten vorhanden, Population IC bekannt
ta-87-1	Roveredo	Population UB bekannt
ta-87-2	Sant'Antonio	Population IC bekannt

Tabelle 3. Auswahlgründe beernteter Buchenpopulationen. POP_ID=Identifikationscode der Population. «PW» steht für das dendroökologische Projekt von Weber & Walther. Populationen aus dem Projekt von Mühlethaler sind nicht enthalten.

POP_ID	Ort	Auswahl
bu-01-1	Neunkirch	PW / LWF-Fläche
bu-01-2	Neunkirch	PW
bu-02-1	Diessenhofen	Einige NKS-Population in RQ
bu-03-1	Ermatingen	PW
bu-05-1	Courtemaîche	Population aus Bodendatenbank, wegen räumlicher Verteilung gewählt
bu-06-1	Allschwil	Steiger, PB (in Buchenprovenienzversuchen verwendet), klimatisch interessant
bu-07-1	Zeiningen	Wegen räumlicher Verteilung zufällig aus NKS-Populationen Möhlin und Zeiningen ausgewählt
bu-07-2	Münchenstein	Wegen räumlicher Verteilung Entscheid für Münchenstein, 1 von 2 Münchensteiner NKS-Populationen zufällig ausgewählt.
bu-07-3	Lausen	NKS-Population, wegen räumlicher Verteilung gewählt
bu-08-1	Othmarsingen	PW / LWF-Fläche

POP_ID	Ort	Auswahl
bu-08-2	Mandach	PW
bu-08-3	Gipf-Oberfrick	Einige quellengesicherte NKS-Population in RQ
bu-09-1	Wettingen	NKS-Opulation, wegen räumlicher Verteilung gewählt
bu-10-1	Niederneunforn	Bodenprofil, wegen räumlicher Verteilung und als klimatisch interessant gewählt
bu-10-2	Kyburg	Zufällig zwischen klimatisch ähnlichen Bodenprofilen 688 und 696 gewählt
bu-12-1	Hauptwil-Gottshaus	Einige NKS-Population in RQ
bu-15-1	Rebévelier	Einige NKS-Population in RQ, Tanne auchbeerntet
bu-16-1	Bärschwil	PW
bu-16-2	Rebeuvelier	Ta/Fi-Populationen, genutzter Samenerntebestand, war FG bekannt
bu-16-3	Grenchen	NKS-Population, von AB bestätigt
bu-17-1	Vordemwald	PW / LWF-Fläche
bu-17-2	Herzogenbuchsee	NKS-Population, von AB bestätigt
bu-18-1	Dagmersellen	PW, zu wenig Samen/zu dichter Bestand für einzelbaumweise Beerntung, aber wegen sehr saurem Boden bestandesweise beerntet
bu-18-2	Schwarzenbach	PW
bu-19-1	Horgen/Sihlwald	PW, Ertragskundefläche WSL
bu-19-2	Auw	Geographische Lücke, klimatisch interessant, zufällig aus 2 NKS-Populationen in Auw gewählt
bu-20-1	Jona	Bodenprofil, geographische Lücke, klimatisch interessant
bu-21-1	Wattwil	Bodenprofil, geographische Lücke, klimatisch interessant
bu-21-2	Schänis	Geographische Lücke, klimatisch sehr interessant, LWF-Fläche
bu-22-1	Rüthi (SG)	NKS-Population, geographische Lücke, klimatisch nicht uninteressant
bu-25-1	Couvet	Bodenprofil, geographische Lücke, klimatisch interessant
bu-26-1	Tüscherz-Alfermé	Einige NKS-Population in RQ
bu-26-2	Gampelen	Bodenprofil, geographische Lücke, klimatisch interessant
bu-26-3	Nods	Bodenprofil, geographische Lücke, klimatisch sehr interessant
bu-27-1	Aarberg	NKS-Population, von AB bestätigt
bu-27-2	Mühledorf (SO)	NKS-Population, geographische Lücke
bu-28-1	Reisiswil	PW
bu-28-2	Krauchthal	Einige NKS-Population in RQ
bu-29-1	Menznau	Aus geographischen Gründen Bodenprofilnummer 756 nicht ausgewählt, dann zufällig eine der beiden anderen Standorte (Profilnr. 655/764)
bu-30-1	Meggen	Bodenprofil, geographische Lücke
bu-31-1	Sisikon	Einige NKS-Population in RQ
bu-31-2	Alptal	Bodenprofil, klimatisch sehr interessant
bu-32-1	Glarus	Einige quellengesicherte, autochthone NKS-Population in RQ, klimatisch interessant, von AB bestätigt
bu-33-1	Mels	PW
bu-33-2	Buchs (SG)	NKS-Population, geographische Lücke
bu-34-1	Malans	Einziges Bodenprofil in RQ, geographische Lücke

POP_ID	Ort	Auswahl
bu-37-1	Sainte-Croix	Einige NKS-Population in RQ
bu-38-1	Champagne	Einige NKS-Population in RQ
bu-38-2	Praratoud	Geographische Lücke, zufällige Auswahl zwischen Bodenprofilnummern 590 und 282
bu-39-1	Courgevaux	Geographische Lücke führte zu Bodenprofilen 329, 33 und 330, aus diesen zufällig gewählt
bu-40-1	Wahlern	Zufällige Auswahl zwischen den Bodenprofilen in RQ
bu-42-1	Hofstetten bei Brienz	Bodenprofil, klimatisch sehr interessant
bu-44-1	Seedorf	Einige NKS-Population in RQ (ehemals Attinghausen)
bu-45-1	Trun	Geographische Lücke, Steiger
bu-50-1	Saint-George	NKS-Population, Fi-Provenienzversuch
bu-51-1	Saint-George	NKS-Population, Fi-Provenienzversuch
bu-51-2	Vaulion	NKS-Population, Fi-Provenienzversuch
bu-52-1	Lausanne	PW / LWF-Fläche
bu-53-1	Charmey	Bodenprofil, geographische Lücke, klimatisch interessant
bu-55-1	Spiez (Faulensee)	Einige NKS-Population in RQ
bu-64-1	Saint-Cergue	Bodenprofil, geographische Lücke, klimatisch interessant
bu-67-1	Yvorne	Geographische Lücke, Steiger
bu-68-1	St. Stephan	Bodenprofil, geographische Lücke, klimatisch interessant
bu-74-1	Lostallo	Geographische Lücke, klimatisch interessant, zufällig zwischen den beiden Bodenprofilen in RQ 74 gewählt
bu-81-1	Collonges	Bodenprofil, geographische Lücke, klimatisch interessant
bu-82-1	Vétroz	PW
bu-82-2	Conthey	PW
bu-84-1	Zwischenbergen	Geographische Lücke, Steiger
bu-85-1	Vergeletto	NKS, Nähe Tannen-Population, von AB bestätigt
bu-86-1	Avegno	Bodenprofil, klimatisch sehr interessant
bu-87-1	Cagiallo	Ausgewählt von GT / LWF-Fläche
bu-87-2	Vaglio	Ausgewählt von GT
bu-96-1	Mendrisio (Monte Generoso)	Ausgewählt von GT
bu-96-2	Meride (Serpiano)	Ausgewählt von GT

Tabelle 4. Nicht beerntete Buchenpopulationen.

x-Koordinate	y-Koordinate	Ort	Quelle / Grund für Interesse am Bestand	Grund für Ernteverzicht
730875	256170	Oberbüren	PW/LW	Zu wenig Samen
602200	249150	Bärschwil	PW/LW	Bestand abgeholt
629300	230500	Roggwil	PW/LW/TB	Zu wenig Samen, Brombeeren im Unterwuchs
668000	176120	Gadmen	LW/klimatisch interessant	Zu viel Schnee
695000	115000	Intragna	LW/IC/klimatisch interessant	Zu wenig Samen
760860	190320	Chur	LW/klimatisch interessant	Kapazitätsgründe

Tabelle 5. Auswahlgründe beernteter Fichtenpopulationen. POP_ID=Identifikationscode der Population. PW steht für das dendroökologische Projekt von Weber & Walther. «in RQ» steht für «in diesem Rasterquadrat», «genutzt» heisst, dass in einer Population regelmässig Samen geerntet werden.

POP_ID	Ort	Auswahlgrund
fi-02-1	Basadingen-Schlattingen	mtDNA untersuchte Population
fi-03-1	Tägerwilen	ausgewählte vermutlich autochthone NKS-Population
fi-12-1	Waldkirch	vermeintlich mtDNA untersuchte Population, Autochthonie fraglich
fi-15-1	Courtelary (Les Breuleux)	von AB vorgeschlagene Population
fi-16-1	Rebeuvelier	von Forstamt vorgeschlagene Population
fi-17-1	Roggwil	PW
fi-17-2	Eptingen	quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-18-1	Gränichen	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene liquidierte quellengesicherte NKS-Population
fi-19-1	Beinwil (Freiamt)	Schliessung geographische Lücke, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene ausgewählte NKS-Population
fi-20-1	Feusisberg (Etzel) / Einsiedeln	mtDNA untersuchte Population
fi-20-2	Pfäffikon	Ergänzung zu Etzel, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene quellengesicherte NKS-Population
fi-22-1	Alt St. Johann	mtDNA untersuchte Population
fi-22-2	Schwende	von Steiger beschriebene Population
fi-22-3	Krummenau	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, auslaufende quellengesicherte NKS-Population, genaue Lokalität unsicher
fi-28-1	Burgdorf	ausgewählte autochthone NKS-Population
fi-28-2	Sumiswald	quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-29-1	Schwarzenberg	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, liquidierte quellengesicherte NKS-Population
fi-30-1	Arth (Rigi)	von CS vorgeschlagene Population, Beerntung aber in benachbarter Population
fi-31-1	Muotathal	isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck), Waldreservat
fi-31-2	Alptal	LWF
fi-32-1	Quarten (Murg)	ausgewählte NKS-Population, Höhengradient Murg
fi-32-2	Braunwald	mtDNA untersuchte Population
fi-32-3	Oberurnen	quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-33-1	Quarten	mtDNA untersuchte Population, Höhengradient Murg
fi-34-1	St. Antönien	von Steiger beschriebene Population
fi-37-1	L'Abergement	VD Provenienzversuch, quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-38-1	Provence	VD Provenienzversuch, quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-39-1	Montagny-Les-Monts	von AB vorgeschlagene Population, im Versuchsgarten WSL verwendete Population
fi-41-1	Schangnau	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, quellengesicherte NKS-Population
fi-42-1	Flühli	von CS vorgeschlagene Population
fi-42-2	Brienzwiler	von AB vorgeschlagene quellengesicherte NKS-Population

POP_ID	Ort	Auswahlgrund
fi-43-1	Innertkirchen	isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck)
fi-43-2	Kerns	ausgewählte autochthone NKS-Population
fi-44-1	Silenen	von AB vorgeschlagene Population
fi-44-2	Isenthal	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene Population
fi-45-1	Breil/Brigels	isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck), Waldreservat
fi-46-1	Präz	ausgewählte autochthone NKS-Population
fi-46-2	Pfäfers (Vättis)	mtDNA untersuchte Population
fi-46-3	Bonaduz	Projekt Trockenheit (Wohlgemuth)
fi-47-1	Conters i. Pr.	isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck)
fi-47-2	Davos (Sertig)	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene quellengesicherte NKS-Population
fi-50-1	Le Chenit (Le Brassus)	Isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck), VD Provenienzversuch
fi-53-1	Cerniat (FR)	quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-54-1	Rüscheegg	ausgewählte autochthone NKS-Population
fi-54-2	Adelboden	Isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck)
fi-54-3	Rüscheegg	Ergänzung zu Rüschegg, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene quellengesicherte NKS-Population
fi-55-2	Beatenberg	LWF-Fläche
fi-55-3	Aeschi bei Spiez	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene quellengesicherte NKS-Population
fi-56-1	Grindelwald	isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck)
fi-57-1	Göschenen	quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-57-2	Oberwald	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-57-2a	Oberwald	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), Neuberntung, Beerntung erfolgte aber in Nachbarpopulation
fi-57-3	Innertkirchen	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene quellengesicherte NKS-Population
fi-58-1	Quinto (Ambri)	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut
fi-59-1	Vals	von Steiger beschriebene Population
fi-59-2	Sumvitg	von AB vorgeschlagene Population, im Versuchsgarten der WSL verwendete Population
fi-59-3	Uors-Peiden	mtDNA untersuchte Population
fi-59-4	Olivone	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut
fi-60-1	Splügen	von AB vorgeschlagene Population, an der WSL verwendete Population
fi-6-1	Blauen	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, quellengesicherte NKS-Population
fi-62-1	Zernez	quellengesicherte autochthone NKS-Population, PW
fi-67-1	Conthey (Forêt de la Lui)	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), quellengesicherte autochthone NKS-Population, Waldreservat
fi-67-2	Montreux	VD Provenienzversuch
fi-67-3	Corbeyrier	VD Provenienzversuch
fi-67-4	Ormont-Dessus (Les Diablerets)	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene quellengesicherte NKS-Population
fi-68-1	Adelboden	mtDNA untersuchte Population
fi-68-2	Mollens (Essillettes)	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz),

POP_ID	Ort	Auswahlgrund
		quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-69-1	Kippel (Chipelwald)	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-69-2	Leuk	Projekt Trockenheit (Wohlgemuth)
fi-69-3	Steg (Gampel-Steg)	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene quellengesicherte NKS-Population
fi-69-4	Gampel-Steg	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene quellengesicherte NKS-Population
fi-70-1	Binn (Hasuwald)	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-70-2	Ernen (Senggwald)	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-70-3	Ried-Mörel (Riederalp)	isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck), Waldreservat
fi-71-1	Campo (Vallemaggia)	von GT vorgeschlagen, Saatguterntepopulation
fi-71-2	Bosco/Gurin	von GT vorgeschlagen, Saatguterntepopulation
fi-71-3	Reckingen	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-73-1	Mesocco (San Bernardino)	isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck)
fi-73-2	Santa Maria in Calanca (Valle Mesolcina)	klimatisch interessant, Grundlage für Auswahl nicht nachvollziehbar
fi-75-1	Bondo	isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck)
fi-76-1	Poschiavo	isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck)
fi-8-1	Gipf-Oberfrick	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, quellengesicherte NKS-Population
fi-81-1	Fully	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-81-1a	Fully	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), Neubeerntung, quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-81-2	Trient (Le Gilliod)	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-82-1	Nax (Forêt des Grands Pras)	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), Höhengradient Nax, quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-82-2	Chalais	Höhengradient Nax
fi-82-3	Nax	Höhengradient Nax
fi-83-1	Ayer (Les Mijonettes)	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-83-2	Vissoie (Les Landoux)	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-83-3	Grächen	Schliessung geographischer Lücke, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene quellengesicherte NKS-Population
fi-84-1	Simplon	isoenzymatisch untersuchte Population (Müller-Starck)
fi-84-2	Simplon	Ergänzung zu Simplon, Mischsaatgut, von AB vorgeschlagene quellengesicherte NKS-Population
fi-91-1	Orsières (Praz de Fort)	isoenzymatisch untersuchte Population (Stutz), quellengesicherte autochthone NKS-Population
fi-93-1	Zermatt	mtDNA untersuchte Population
fi-AT-1	Grünbach am Schneeberg (AT)	Projekt Trockenheit (Wohlgemuth)

POP_ID	Ort	Auswahlgrund
fi-IT-1	Varzo	Population aus italienischen Alpen, Mischsaatgut
fi-IT-2	Bannio-Anzino	Population aus italienischen Alpen, Mischsaatgut

7.4 Anleitungen für die Samenernteteams

7.4.1 Version für Tanne und Fichte

Samenernte für Projekt "Adaptive genetische Variation"

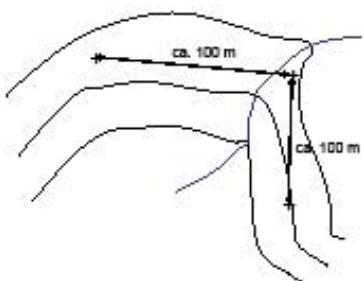
Version 7.9.2009

Hintergrund

In unserem Forschungsprojekt prüfen wir, ob sich die Buche und die Tanne, evtl. auch die Fichte aufgrund ihrer genetischen Variation an den Klimawandel anpassen können. Projektpartner sind die WSL (Birmensdorf), die SHL (Zollikofen) und das BAFU (Bern). Die Anpassungsfähigkeit wird anhand von Sämlingsmerkmalen von ca. 80 Populationen pro Baumart beurteilt. Dazu sind diese Populationen ab September 2009 zu beernten.

Samenernte Tanne

Es werden je 3 Tannen (+ in Abbildung) aus ca. 80 Beständen einzelbaumweise beerntet. Die Bestände sind über die ganze Schweiz verteilt und teilweise Samenerntebestände. Sie sollten unbedingt autochthon sein. Damit ein Bestand beerntet werden darf, müssen in Sichtweite mindestens 20 Tannen in der Oberschicht und in gleicher Exposition vorhanden sein. Wenn nicht, den Bestand nicht wählen. Die Kletterer wählen die Tannen selbst. Die 3 beernteten Tannen müssen voneinander je ca. 100 m entfernt sein (Schrittmaß, 100 m dürfen nicht wesentlich unterschritten werden), mit einer Höhendifferenz von höchstens 20 m (Abbildung).



Lage der 3 Bäume an einem Standort



Markierung jeder Tanne

Wichtige Punkte

1. Tannen der Oberschicht wählen (Krone erreicht oberes Drittel des Kronenraums)
2. Keine Tannen mit Stammkrebs
3. 2-3 kg Zapfen pro Baum ernten, keine von Insekten befallene Zapfen (Bohrmehl)
4. Die Zapfen jedes Baumes müssen unbedingt separat in Jutesäcke verpackt werden. Jeder Jutesack muss mit der vorbereiteten Etikette etikettiert werden (1 Baum = 1 Sack)
5. Der Standort und die Nummer jedes beernteten Baumes muss möglichst genau in einer Landeskarte eingetragen werden
6. Die 3 beernteten Bäume werden mit Vogelschreckband markiert, auf 2 Seiten mit einem kleinen gelben Punkt (Spraydose) markiert und auf der Bergseite mit schwarzem Filzstift nummeriert (1, 2 oder 3, ca. 10 cm hoch; siehe Abbildung)
7. Die Jutesäcke müssen trocken nebeneinander gelagert werden (nicht stapeln)

7.4.2 Version für Buche

Samenernte für Projekt "Adaptive genetische Variation"

Version 28.9.2009

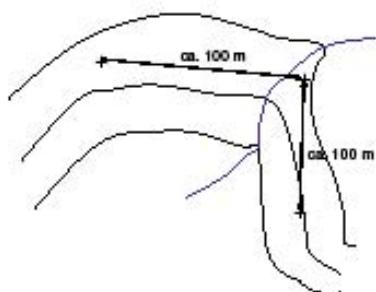
Hintergrund

In unserem Forschungsprojekt prüfen wir, ob sich die Buche, die Tanne und die Fichte aufgrund ihrer genetischen Variation an den Klimawandel anpassen können. Die Anpassungsfähigkeit wird anhand von Sämlingsmerkmalen von ca. 80 Populationen pro Baumart beurteilt. Dazu sind diese Populationen ab September 2009 zu beernten.

Samenernte Buche

Es werden je 3 Buchen (+ in Abbildung) aus ca. 80 Beständen einzelbaumweise beerntet. Die Bestände sind über die ganze Schweiz verteilt und teilweise Samenerntebestände. Sie sollten unbedingt autochthon sein. Damit ein Bestand beerntet werden darf, müssen in Sichtweite mindestens 20 isoliert stehende Buchen in der Oberschicht und in gleicher Exposition vorhanden sein. Wenn nicht, den Bestand nicht wählen. "Isoliert stehen" heißt, dass man beim Auflesen von Saatgut vom Boden unter dem Baum mit einiger Sicherheit nur Saatgut dieses Baumes erwischt. Das ist am ehesten der Fall bei Beständen mit dicken Bäumen (Altholz, besonders Altholz nach Schirmhieb), in mittleren Baumhöhlern nach starken Durchforstungen oder wenn Buchen (mit ca. 25-50% der Stammzahl) mit anderen Baumarten (mit ca. 50-75% der Stammzahl) gemischt sind. Die 3 beernteten Buchen müssen voneinander je ca. 100 m entfernt sein (Schrittmaß, 100 m dürfen nicht wesentlich unterschritten werden), mit einer Höhendifferenz von höchstens 20 m (Abbildung).

Es gibt 3 Fälle von Beständen: 1. solche mit bereits ausgewählten Bäumen, von denen Bohrkerne entnommen wurden (in diesem Fall soll mindestens 1 Baum gewählt werden, dem ein Bohrkern entnommen wurde, die Kriterien "isoliert stehend" und "Distanz 100 m" gehen vor!); 2. solche, in denen die zu beerntenden Bäume noch nicht ausgewählt sind; 3. solche, bei denen nur die gewünschte Region und Höhenlage bekannt sind.



Lage der 3 Bäume an einem Standort



Markierung jeder Buche (am Beispiel einer Tanne gezeigt).

Wichtige Punkte

1. Einzel stehende Buchen der Oberschicht wählen (Krone erreicht oberes Drittel des Kronenraums).
2. 5 dl Eckern pro Buche vom Boden in Stammfussnähe (2-3 m vom Stamm) auflesen, möglichst keine Eckern mit Bohrlöchern. Möglichst wenig Fremdmaterial beimischen. Den zu beprobenden Bereich so wählen, dass eine Vermischung mit Samen anderer

- Buchen unwahrscheinlich ist (Blick in die Kronen, Achtung bei einseitig ausgebildeten Kronen, keine andere Buche näher als ca. 8 m). Am Hang eher talseits beproben.
3. Die Eckern jedes Baumes sofort **separat** in einen Papiersack verpacken (Verwechslungsgefahr) und mit der vorbereiteten Etikette etikettieren (1 Baum = 1 Sack).
 4. Der Standort und die Nummer jedes beernteten Baumes wird möglichst genau in einer Landeskarte eingetragen, die Koordinaten des Standorts werden mit GPS gemessen.
 5. Die 3 beernteten Buchen werden auf 2 Seiten mit einem kleinen gelben Punkt (Spraydose) markiert und auf der Bergseite mit schwarzem Filzstift nummeriert (1, 2 oder 3, ca. 10 cm hoch; siehe Abbildung). Falls ein Baum bereits eine Nummer trägt, wird diese Nummer zusätzlich notiert.
 6. An jedem Baum wird der BHD mit Umfangmessband auf cm genau gemessen (auf- und abrunden).
 7. An jedem Baum wird die Baumhöhe mit Vertex auf dm genau gemessen.
 8. An jedem Baum wird die soziale Stellung nach Kraft bestimmt (s. Beiblatt)
 9. Die Papiersäcke müssen trocken nebeneinander gelagert werden (nicht stapeln). Am Abend feuchte Eckern evtl. auf Zeitungspapier ausbreiten, um Pilzbefall zu vermeiden.
 10. Die Papiersäcke müssen periodisch an die WSL gebracht werden.

Material für 2 Aufnahmegruppen (*kursiv: von SHL zu stellen*):

- Landeskarte 1:25'000
- Informationsblatt zum Bestand
- Weitere Informationen zum Bestand (wenn Bäume bereits nummeriert)
- 3 Sammelgefäße 6 dl
- Papiersäcke mit vorgedruckten Etiketten
- Vogelschreckband gelb
- 2 Spraydosen
- 2 Filzstifte
- Rechen, Besen
- 2 Umfangmessbänder
- 1 Vertex-Höhenmessgerät mit Transponder (1 zusätzliches Gerät von WSL)
- 2 GPS-Geräte
- Sieb, um Bucheckern auszusieben

Achtung: Vertexgerät muss 1 Mal pro Woche kalibriert werden.

Kontaktnummern WSL:

- Christine Arnold Tel. 044 739 28 28, Natel 076 473 03 09
- Michael Dicht Tel. 044 739 28 28, Natel 079 392 14 80
- Peter Brang Tel. 044 739 24 86, Natel 077 409 77 82
- Anton Burkart Tel. 044 739 23 62

P. Brang/28.9.2009