

Forschungsprojekt adaptive genetische Variation von Fichte, Tanne und Buche (ADAPT)

Dokumentation der Feldarbeiten 2014

Merkmalserhebungen an Fichte, Tanne und Buche

Nathalie Keller, Andrin Fretz, Aline Frank und Caroline Heiri



Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

Birmensdorf, Dezember 2014

Autoren:

Nathalie Keller, Andrin Fretz, Aline Frank und Caroline Heiri

Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf

Ein Bericht aus dem Projekt «Adaptive genetische Variation von Fichte, Tanne und Buche» (http://www.wsl.ch/fe/waldressourcen/projekte/wsl_genetische_variation/index_DE)

Zitierung:

Nathalie Keller, Andrin Fretz, Aline Frank, Caroline Heiri 2014. Forschungsprojekt Adaptive genetische Variation von Fichte, Tanne und Buche (ADAPT). Dokumentation der Feldarbeiten 2014. Merkmalserhebungen an Fichte, Tanne und Buche. Birmensdorf, Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. WSL, 18 S., unveröff.

Dank:

Herzlichen Dank an alle Mitwirkende in diesem Projekt. Für die Feldarbeit bedanken wir uns bei Jakob Wüthrich, Oliver Wolf, Matthias Müller, Andreas Käser, Jens Nitzsche, Janine Sägesser, Lukas Dämpfle, Pascal Kretz und Timon Zollinger. Ein besonderer Dank geht an die Familien Büttler, Steiner und Zemp für ihre Unterstützung auf dem Brunnersberg.

Umschlagbild: Marienkäfer auf Buche während des Blattaustriebs (Foto: Aline Frank)

© Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf, 2014

Inhalt

1.	Einleitung	4
2.	Mortalitätserhebung.....	5
3.	Zustand der Pflanzen.....	5
3.1	Birmensdorf.....	6
3.2	Matzendorf.....	6
3.3	Aufgabe der Fichten- und Tannenflächen in Birmensdorf	6
4.	Grundmessungen.....	7
4.1	Aufnahmezeiträume.....	7
4.2	Pflanzenhöhe und Zuwachs.....	7
4.2	Stammdurchmesser	9
5.	Knospenphänologie	9
5.1	Tanne	10
5.2	Fichte	10
5.3	Buche	10
6.	Frostsensitivität	13
7.	Blattseneszenz Buchen.....	13
7.1	Präzisierung und Schwierigkeiten	14
8.	Flächenunterhalt.....	15
8.1	Tensiometer	15
8.2	Jäten	15
8.3	Entfernung der Erdnägel	15
8.4	Schädlinge.....	15
9.	Bemerkungen und Codes.....	17
10.	Zeitlicher Aufwand der Arbeiten.....	18
11.	Literaturverzeichnis	18

1. Einleitung

Die Kernaufgabe der Feldsaison 2014 im Projekt Adapt war die Erfassung der Knospenentwicklung und des Wachstums der Fichten, Tannen und Buchen. Im Herbst wurde zudem die Blattseneszenz bei den Buchen untersucht.

Die Feldarbeiten begannen im März mit der Mortalitätserhebung bei Tannen und Fichten sowie den Messungen von Pflanzenhöhe und Stammdurchmesser (Grundmessungen) an allen drei Baumarten auf der Versuchsfläche an der WSL (Birmensdorf). Ab April erfolgten dieselben Messungen auf der Versuchsfläche Brunnersberg (Matzendorf). Dazu kam ab Ende April die Beobachtung der Knospenphänologie (zweite Aufnahme an Tannen und Fichten, Erstaufnahme an Buchen). Bei den Buchen umfasste diese nicht nur den Knospenaufbruch, sondern auch die Endknospenbildung im Sommer nach der ersten Wachstumsphase, die Länge des ersten Triebs und das Auftreten eines zweiten Austriebs. Im Herbst erfolgte die Ansprache der Blattseneszenz bei den Buchen an beiden Versuchsstandorten. Bis Anfang Dezember konnten schliesslich die zweiten Messungen von Pflanzenhöhe und Stammdurchmesser zur Erfassung des Jahreszuwachses durchgeführt werden (Ausnahme: Aufnahme Stammdurchmesser der Buchen in Birmensdorf, welche im Januar 2015 nachgeholt wird).

Neben den Erhebungen der Merkmale war auch der Flächenunterhalt eine zeitlich aufwändige Arbeit. Besonders im Sommer mussten die Versuchsflächen intensiv gepflegt werden. Das Unkraut rund um die Bäume wurde gejätet, der Rasen zwischen den Blöcken wurde regelmässig gemäht. Leider mussten zweimal auch Schädlinge bekämpft werden.

Das Feldteam der Saison 2014 bestand aus den Zivildienstleistenden Andrin Fretz (01.03. - 08.09.2014), im März aushilfsmässig Jakob Wüthrich (Zivi NWR) und von August bis 06.09.2014 Oliver Wolf (Zivi NWR). Die Feldmitarbeitenden Matthias Müller, Andreas Kaeser (01.04. - 30.06.2014), Jens Nitzsche und Janine Sägesser (01.04. - 30.09.2014) ergänzten das bestehende Team für die Feldsaison bis im Herbst. Die Aufnahmen und Feldarbeiten ab September wurden von Pascal Kretz (Zivi, 08.09. - 12.11.14) sowie Nathalie Keller (Praktikantin, 15.09. - 14.12.14) übernommen.

Die Feldarbeit 2014 war sehr erfolgreich. Es konnten wie geplant alle Daten erhoben werden und der Zustand der Versuchsflächen war stets befriedigend. Positiv ausgewirkt hat sich eine Änderung der Logistik: Für die Zeit der Feldarbeiten auf dem Brunnersberg konnte rund ein Kilometer von der Versuchsfläche entfernt das alte Bauernhaus der Familie Zemp als Unterkunft für das Adapt-Team gemietet werden. Das gesamte Feldteam logierte während der Feldarbeiten direkt vor Ort, was die Effizienz der Aufnahmen steigerte, da der Anfahrtsweg so auf ein Minimum reduziert wurde.

2. Mortalitätserhebung

Für alle drei Baumarten wurde die Mortalität erhoben. Für Fichte und Tanne wurde dies vor der Vegetationsperiode 2014 durchgeführt um weiterhin die Jahresmortalität dokumentieren zu können. Bei Buche musste diese Erhebung auf dem Sommer gelegt werden, da diese Ansprache im blattlosen Winterzustand nicht zuverlässig möglich war. Für alle Baumarten wurden die drei Stufen verwendet (Tabelle 1), die schon in den Jahren zuvor für Tanne und Fichte festgelegt worden waren: Die Pflanze ist gesund (= 1), in kritischem Zustand (= 4) oder tot (neu fehlend oder abgestorben, = 9).

Tabelle 1: Beispiel der Mortalitätserhebung bei Tanne.

Bemerkung	Gesund 1	Kritisch 4	Tot 9
Beispiel			

Aufnahmezeiträume

Birmensdorf

Tannen 03.März - 13.März 2014

Fichten 13.März - 01.April 2014

Buchen 28. August - 31. August 2014 sowie während der zweiten Grundmessungen im Herbst
(Tabelle 3)

Matzendorf

Tannen 03.April - 08.April 2014.

Fichten 04.April - 17.April 2014

Buchen 28. August - 31. August 2014 sowie während der zweiten Grundmessungen im Herbst
(Tabelle 3)

Im Herbst wurden die Mortalitätserhebungen nur noch vereinfacht vorgenommen. So wurden während der Höhenmessungen im Herbst neu fehlende respektive abgestorbene Individuen mit dem Code 9 gekennzeichnet, der Zustand „kritisch“ (Code 4) wurde nicht mehr vergeben.

3. Zustand der Pflanzen

Im Allgemeinen war festzustellen, dass die Buchen an beiden Standorten in einem guten Zustand waren. Starke Unterschiede, wie sie bei den Fichten und besonders den Tannen zu erkennen waren, gab es zu Beginn der Feldsaison nicht. Im Herbst zeigten sich allerdings auf der Versuchsfäche

Birmensdorf grösste Lücken und Stellen mit kränkelnden Bäumchen. Bei den Fichten und Tannen waren die Unterschiede zwischen den beiden Standorten markant.

3.1 Birmensdorf

Der Zustand der Fichten und Tannen hatte sich nochmals verschlechtert im Vergleich zum letzten Jahr. Bäumchen, die im Frühling 2013 neu eingepflanzt worden waren, zeigten wieder freiliegende Wurzeln, viele Pflanzen standen schief oder waren abgestorben. Die Verfärbung der Tannen und Fichten deutete auf einen Mangel an Nährstoffen hin, die Bäumchen wurden aber trotz ungesunder Verfärbung noch als lebendig eingestuft. Der Gesamteindruck der Tannen- und Fichten auf der Versuchsfläche war klar kritisch. Maulwurfsgrillen und Mäuse setzten insbesondere den Buchen stellenweise zu, auch wenn diese sonst im Frühling einen guten Eindruck machten. Im Herbst 2014 wurde aber ersichtlich, dass auch die Buchen einige Ausfälle aufwiesen. So fehlten oder kränkelten stellenweise 10 bis 15 Individuen in einem Block. Die restlichen Buchen waren jedoch in einem guten Zustand und vergleichsweise gross und vital.

3.2 Matzendorf

Der Zustand der Pflanzen auf der Versuchsfläche in Matzendorf (Tabelle 2) war im Vergleich zu Birmensdorf sehr zufriedenstellend. Lediglich das stärkere Unkrautwachstum verschlechterte zeitweise den Gesamteindruck der Fläche. Die Versuchspflanzen in Matzendorf wiesen keine Verfärbungen durch Nährstoffmangel auf, der Gesamteindruck der Versuchsfläche war sehr gut.

Tabelle 2: Zustand der Pflanzen auf den Versuchsflächen in Birmensdorf und Matzendorf.

Baumart	Standort	Vitalität der Versuchspflanzen
Tanne	Birmensdorf	Nadeln mehrheitlich gelb verfärbt, kaum Wachstum, viele abgestorben oder in kritischem Zustand. Durch schwache Verwurzelung wurden wie bereits letztes Jahr sehr viele Pflanzen frostbedingt aus dem Boden gedrückt (Nussbaumer et al. 2013). Oft freigelegtes Wurzelwerk.
	Matzendorf	Nadeln in gesundem Grün, Pflanzen sahen gesund aus, klar weniger Ausfälle als in Birmensdorf. Trotz einigen Ausnahmen klar bessere Verwurzelung.
Fichte	Birmensdorf	Besser als Tannen, aber auch hier gelbe Färbung und schlechte Vitalität.
	Matzendorf	Ebenfalls klar vitaler als in Birmensdorf. Grüne Nadeln.
Buche	Birmensdorf	Allgemein guter Zustand, im Frühling Frühfrostschäden an Second Flushes 2013 tlw. gehäuft sichtbar, im Herbst stellenweise viele Ausfälle und kränkelnde Bäumchen in wenigen Blöcken.
	Matzendorf	Sehr guter Zustand, nur wenige primär durch Mäuse bedingte Ausfälle, Pflanzen eher kleiner als in Birmensdorf.

3.3 Aufgabe der Fichten- und Tannenflächen in Birmensdorf

Aufgrund des schlechten Zustandes der Tannen und Fichten in Birmensdorf im Frühling 2014 wurde entschieden, diese Versuchsflächen aufzugeben. Dies geschah nach Abschluss der Grundmessungen (Pflanzenhöhe und Stammdurchmesser) am 1. April 2014. Phänologische Aufnahmen wurden also in Birmensdorf an den Tannen und Fichten analog 2013 keine durchgeführt. Bei den Buchen konnte wie geplant mit der phänologischen Aufnahme auf beiden Versuchsflächen begonnen werden. Die Tatsache, dass für Buche Wachstum und Phänologie an zwei Standorten beobachtet werden konnten, wird es ermöglichen, den Effekt der Versuchsfläche bei den Datenanalysen zu berücksichtigen.

4. Grundmessungen

Die Grundmessungen beinhalten die Messungen der Pflanzenhöhe und des Stammdurchmessers und hatten zum Ziel, die aktuelle Grösse und den saisonalen Zuwachs der Versuchspflanzen (Tanne und Fichte: Zuwachs 2013 und 2014; Buche: Zuwachs 2014) zu erfassen. Dazu wurden alle drei Baumarten vor und nach der Wachstumsperiode gemessen, die Buchen zusätzlich einmal im Sommer zur Bestimmung des Höhenzuwachses des ersten Austriebes.

4.1 Aufnahmezeiträume

Bei den Tannen wurden die Pflanzenhöhen und Stammdurchmesser in Birmensdorf vom 03.03. - 13.03.14 erfasst, in Matzendorf vom 03.04. - 08.04.14. Die zweiten Aufnahmen nach der Wachstumsperiode wurden vom 17.09.14 bis zum 24.09.14 nur noch in Matzendorf durchgeführt (Tabelle 3), da die Fichten- und Tannenflächen in Birmensdorf im Frühjahr 2014 aufgelöst worden waren (Kapitel 3.3).

Bei den Fichten wurden die Grundmessungen in Birmensdorf vom 13.03. - 01.04.14 und in Matzendorf vom 04.04. - 17.04.14 durchgeführt. Im Herbst wurden die Fichten in Matzendorf zwischen dem 29.09.14 und dem 07.10.14 gemessen.

Bei den Buchen erfolgte die Messungen von Pflanzenhöhe und Stammdurchmesser in Birmensdorf vom 26.03. - 07.04.14 und in Matzendorf vom 10.04. - 17.04.14. Die zweiten Messungen am Ende der Saison 2014 wurden in Matzendorf vom 28.10.14 bis zum 06.11.14 durchgeführt, diejenigen in Birmensdorf (nur Höhe) vom 27.10.14 bis am 04.12.14. Die Durchmesser werden aus Kapazitätsgründen im Januar 2015 gemessen.

Tabelle 3: Aufnahmezeiträume der Höhen- und Stammdurchmesser im Frühling (1. Messung vor Wachstumsphase 2014) und im Herbst (2. Messung nach Wachstumsphase 2014).

Baumart	Ort	Beginn 1. Messung	Ende 1. Messung	Beginn 2. Messung	Ende 2. Messung
Buchen	Matzendorf	10.03.14	17.04.14	28.10.14	06.11.14
	Birmensdorf	26.03.14	07.04.14	27.11.14	04.12.14
Tannen	Matzendorf	03.04.14	08.04.14	17.10.14	24.09.14
	Birmensdorf	03.03.14	13.03.14	Keine	Keine
Fichten	Matzendorf	04.04.14	17.04.14	29.09.14	01.10.14
	Birmensdorf	13.03.14	01.04.14	Keine	keine

4.2 Pflanzenhöhe und Zuwachs

Tanne und Fichte

Grundsätzlich wurden die Messungen gleich gehandhabt wie 2013 (Nussbaumer et al. 2013) und nach der Anleitung «Grundmessungen und Mortalität Ta, Fi, Bu 2014», Version März 2014, durchgeführt. Der wichtigste Unterschied war, dass die Pflanzenhöhe nicht mehr vom Boden, sondern von der Durchmessermarkierung auf 2cm Höhe über Boden aus gemessen wurde (Abbildung 1): Die Messung erfolgte von der Unterkante der Durchmessermarkierung plus 2cm Richtung Boden bis zur obersten Knospenspitze bei Tanne respektive zur obersten Nadelspitze bei Fichte. So konnte man sicher gehen, dass der Unsicherheitsfaktor Boden ausgeschlossen und bei jedem Baum zu jeder Zeit vom gleichen Punkt gemessen wurde. Wäre wieder vom Boden aus gemessen worden, hätte dies erneut zu Schwierigkeiten betreffend der sich verändernden

Bodenhöhe geführt, welche auch dieses Jahr stellenweise erheblich war (bedingt durch Jäten und Erdverschiebungen bei starken Niederschlägen; Nussbaumer et al. 2013). Die Bäumchen wurden von Hand an den Meter hingehalten, so dass sie gerade entlang der Stammachse gemessen werden konnten. Falls der Terminaltrieb dürr oder ohne Knospen respektive Nadeln war, wurde bis zum obersten Punkt des Bäumchens gemessen.

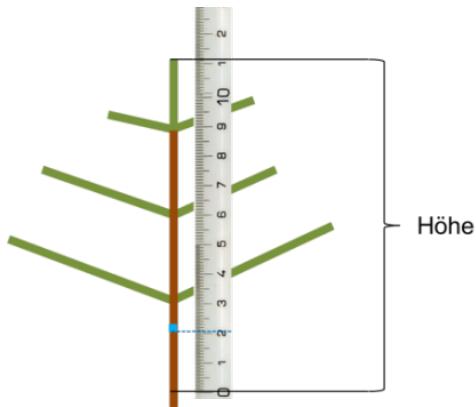


Abbildung 1: Zur Verminderung der Messunsicherheiten durch Bodenerosion wurde für die Bestimmung der Pflanzenhöhe der Meter nicht am Boden aufgestellt, sondern an der Durchmessermarkierung (blau) justiert. Der Abstand dieser Markierung zum Boden betrug ursprünglich 2 cm und wurde bei der Messung dazugezählt.

Buche

Im Frühling 2014 wurden die ersten Höhenmessungen (H14_1) an den Buchen durchgeführt (Anleitung «Grundmessungen und Mortalität Ta, Fi, Bu 2014», Version März 2014). Das Vorgehen war gleich wie bei den Tannen und Fichten, ausser dass als höchster Punkt die Knospenbasis der Terminalknospe verwendet wurde. Die Messungen erfolgten von den Durchmessermarkierungen aus (Abbildung 1). Einige Buchen wiesen an den Terminaltrieben Frostschäden auf, vermutlich durch Frühfrost im Herbst 2013. Diese Schäden wurden separat notiert.

Im Sommer 2014 wurde die Länge des ersten Triebes, d.h. der erste saisonale Zuwachs (ZW1) der Buchen erfasst. Gemessen wurde von der Knospenbasis der Terminalknospe 2013 (analog Höhenmessung) bis zur Knospenbasis der Terminalknospe des ersten neuen Triebes 2014. Hierfür wurde mit Farbmarkierungen am Haupttrieb gearbeitet (für Details s. Kapitel 5.3).

Nach der Wachstumsperiode im Herbst wurde eine zweite Messung des Höhenzuwachses durchgeführt (ZW2), welche die Länge des Zweitaustriebs (Second Flush, Kapitel 5.3) und allenfalls weiteren Austrieben (Anleitung: «Grundmessungen und Mortalität Ta, Fi, Bu HERBST», Version September 2014) erfasste. ZW1 und ZW2 umfassen somit zusammen die Gesamtlänge des diesjährigen Haupttriebes. ZW2 wurde von der Knospenbasis der Terminalknospe des ersten neuen Triebes 2014 bis zur Knospenbasis der endgültigen Terminalknospe 2014 gemessen (für Details s. Kapitel 5.3). Falls ein Bäumchen am phänologisch beobachteten Trieb keinen Zweitaustrieb zeigte, wurde auch kein zweiter Zuwachs aufgenommen.

Im Herbst wurde zudem die Pflanzenhöhe (H14_2) als vertikale Distanz von Boden zur obersten Knospenbasis der Buchen erfasst (Methode analog zu Verjüngungsaufnahmen im LFI). Dafür wurde ein Klappmeter hangaufwärts neben den Stamm gestellt (maximal 10cm entfernt), ein Stab im rechten Winkel an den Meter gehalten und die Höhe abgelesen (Abbildung 2). Zu Beginn wurde auf Millimeter genau gemessen, nach wenigen Blöcken und etwas Erfahrung auf Zentimeter genau. Die Daten zur generellen Pflanzenhöhe wurden primär für das Projekt E-Adapt (Folgeprojekt von Andrea

Kupferschmid) erhoben, können aber auch für Adapt verwendet werden. Der eigentliche Jahreszuwachs für Adapt wird aus ZW1 + ZW2 ermittelt, die Gesamthöhe der Buchen nach der Saison 2014 als H14_1 + ZW1 + ZW2.

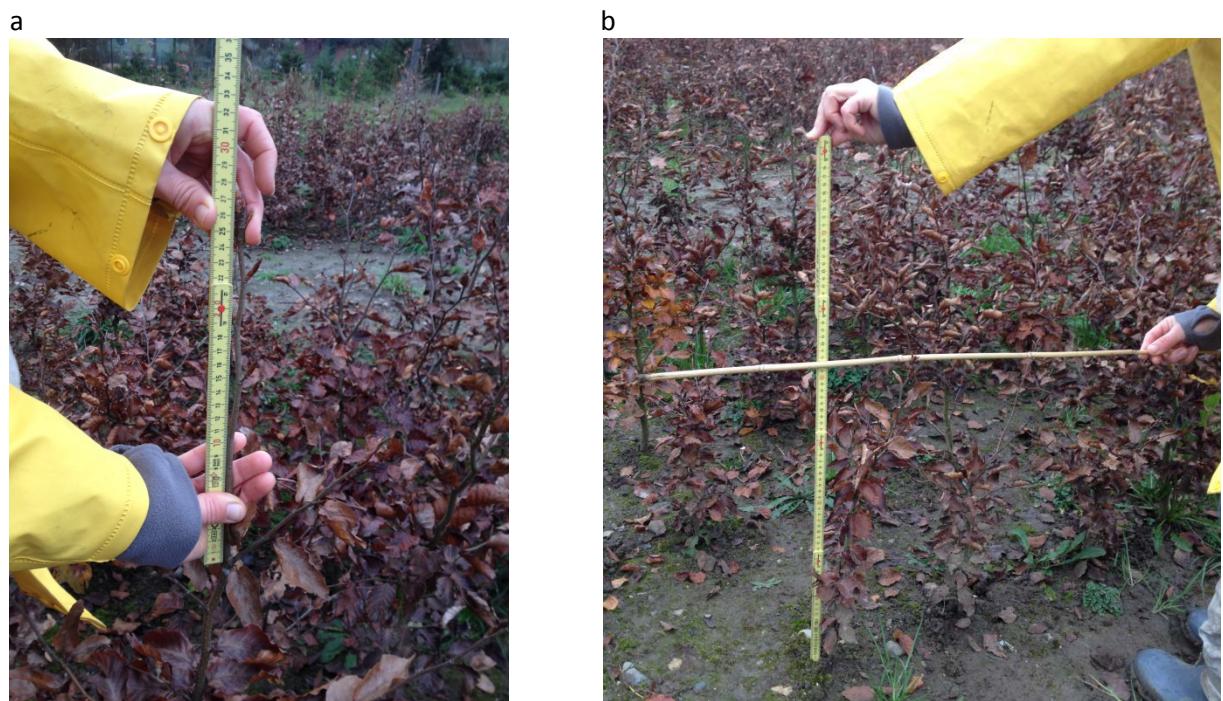


Abbildung 2: Messung des zweiten Zuwachses und der Pflanzenhöhe bei den Buchen im Herbst 2014. a) Die Messung des zweiten Zuwachses erfolgte von der oberen Markierung bis zur obersten Knospenbasis. b) Mit Hilfe eines Bambusstäbes (im rechten Winkel zum Klappmeter) wurde die Pflanzenhöhe ermittelt.

4.2 Stammdurchmesser

Die Daten zum Stammdurchmesser (D) wurden nach derselben Methode wie 2013 erhoben (Nussbaumer et al.).

Die Schwierigkeit dieser Messungen war die Sensibilität der elektronischen Schublehren. Bei starker Feuchtigkeit und nassem Wetter konnten keine Messungen durchgeführt werden, da die Schublehren die gemessenen Werte nicht mehr korrekt oder überhaupt nicht mehr anzeigen. Die Durchmessermarkierungen, die ursprünglich 2cm über Boden für die D-Messungen an den Stämmchen angebracht worden waren, waren in vielen Fällen abgefallen oder verblasst und mussten erneuert werden. Aufgrund der grossen Erosion auf den Versuchsflächen hatte sich der Abstand zum Boden meist vergrössert, d.h. die Markierungen waren essentiell für die Vergleichbarkeit der Messungen.

5. Knospenphänologie

Bei den Tannen und Fichten beschränkte man die phänologischen Aufnahmen auf die zweite Entwicklungsphase der Knospen am Terminaltrieb (Nussbaumer et al. 2013). Diese wurde einmal pro Woche aufgenommen. Da es bei den Buchen die erste phänologische Aufnahme war, wurden für diese Baumart vorgängig vier Phasen der Knospenentwicklung definiert und diese einmal pro Woche an den Terminalknospen angesprochen (Anleitung: «Vorlage Phäno Buche»). Im Sommer wurden

die Phänologiedaten der Buchen durch die Beobachtung der ersten Endknospenbildung (Budget) und des zweiten Austriebs (Second Flush) ergänzt.

5.1 Tanne

Die Aufnahmen in Matzendorf wurden vom 08. April - 24. Juni 2014, jeweils dienstags durchgeführt.

- Aufgenommen wurde nur Phase T2 (und z.T. Q2, s. unten; Nussbaumer et al. 2013; Tabelle 4).
- Falls zwei gleichwertige Endknospen vorhanden waren: Die sich zuerst entwickelnde Knospe wurde als Quirlknospe betrachtet und entsprechend wurde Q2 angesprochen; Markierung der Terminalknospe («spätere» Knospe) mit Tipp-Ex/Edding an der Knospenbasis, sobald Q2 erreicht war. Dies ermöglichte eine nachträgliche Überprüfung (s. unten).
- Zu beobachtende Triebe (z.T. auch einzelne Knospen) wurden im Zweifelsfall vorgängig mit Tipp-Ex/Edding markiert.
- Bemerkung 15: Seitentrieb wurde beobachtet, da kein Terminaltrieb vorhanden.

Tabelle 4: Phase 2 der Knospenphänologie bei Tanne und Fichte.

Tanne	Knospe aufgebrochen, Nadel spitzen sichtbar, Knospenhülle gesprengt.	
Fichte	Knospe aufgebrochen, Nadel spitzen sichtbar. Wichtig: Knospenschuppen am Ende mindestens kreisrund aufgebrochen.	

In Fällen, wo nur zwei endständige Knospen vorhanden waren, konnte man die Terminalknospe nicht von Anfang an eindeutig zuordnen. Sobald die erste der beiden Knospen austrieb, wurde sie als Quirlknospe betrachtet und die andere (später austreibende) Knospe als vermutliche Terminalknospe markiert (Tipp-Ex). Später, als die neuen Triebe komplett sichtbar wurden, korrigierte das Team falsch zugeordnete Knospen (T und Q verwechselt) durch Eingabe der Bemerkung 13.

5.2 Fichte

Die Aufnahmen in Matzendorf wurden vom 09. April bis 25. Juni 2014, jeweils mittwochs durchgeführt.

- Aufgenommen wurde nur Phase T2 (Tabelle 4).
- Zu beobachtende Triebe (z.T. auch einzelne Knospen) waren im Zweifelsfall vorgängig mit Tipp-Ex/Edding markiert worden.

5.3 Buche

Zur Beobachtung der Knospenphänologie der Buchen waren vorgängig vier Phasen definiert worden (Tabelle 5). Die Bildung der ersten Endknospe (Budget) im Sommer sowie das erste erneute Austreiben im Sommer (Second Flush) wurden separat definiert (Tabelle 6).

Die Aufnahmen in Birmensdorf von Phasen 1 - 4 erfolgten vom 07. April bis 04. August 2014, die Aufnahme von Budget und Second Flush vom 05. Mai bis 04. August 2014, jeweils montags.

Die Aufnahmen in Matzendorf von Phasen 1 - 4 erfolgten vom 10. April bis 07. August 2014, die Aufnahme von Budget und Second Flush vom 05. Juni bis 07. August 2014, jeweils donnerstags.

- Aufgenommen wurden 4 Phänologiephasen der Terminalknospe (T1 - T4, Tabelle 5).
- Markierung der Knospenbasis der Terminalknospe 2013 (T) mit Tipp-Ex/Edding, sobald T1 erreicht war.
- Quirlknospe (Q) wurde verfolgt, solange T sich (noch) nicht entwickelt hatte (=Backup). Q konnte verworfen werden, sobald mind. T1 beobachtet wurde.
- Falls keine Terminalknospe am Haupttrieb (Frostschaden): Ausweichen auf Knospe weiter unten am Haupttrieb (bis erste richtige Verzweigung) = Bemerkung 8. Falls nicht möglich: T = 1111 (keine Terminalknospe vorhanden).

Tabelle 5: Phänologie Buche Phasen 1 bis 4.

Phase 1	Erste grüne Spitzen, bzw. weisse Häärchen der neuen Blätter treten sichtbar zwischen den braunen Knospenschuppen hervor.	
Phase 2	Der Anteil Grün im Vergleich zum braun der Knospenschuppen beträgt 50% oder mehr. Alle Blätter sind noch gefaltet.	
Phase 3	Mindestens ein Blatt am neuen Endtrieb ist entfaltet. Die ganze Blattfläche und der Spreitengrund sind sichtbar.	
Phase 4	Alle Blätter am neuen Endtrieb sind entfaltet. Die ganze Blattfläche und der Spreitengrund sind sichtbar.	

Tabelle 6: Budset und Second Flush bei der Buche.

Budset	Knospe des ersten Austriebes hat sich am Ende des Haupttriebes gebildet und vom Trieb abgesetzt. Dieser muss sich bereits vollständig entwickelt haben (Phase 4). Knospenschuppen müssen erkennbar sein.	
Second Flush	Erste grüne Spitzen der neuen Blätter treten sichtbar zwischen den braunen Knospenschuppen der ersten in 2014 gebildeten Terminalknospe hervor. Analog Phase 1 Phänologie.	

Definition Budset und Second Flush

Am 05. Mai 2014 begann die Beobachtung des Budsets (Anleitung: «Aufnahme Endknospenbildung (bud set) an Buchen 2014»). Das Problem war, dass einerseits noch niemand aus dem Feldteam Erfahrung mit der Aufnahme dieses Merkmals hatte und andererseits auch die Projektleitung unsicher war, was die Definition des Budsets und Second Flushes anging. Daraus resultierten viele Falscheinträge zu Beginn der Aufnahmen, welche im Verlauf der Knospenentwicklung korrigiert werden mussten (Merkmal zu früh vergeben). Dies funktionierte jedoch tadellos, da sich nach einigen Wochen klar abzeichnete, was nun wirklich ein Budset und ein Second Flush war (Tabelle 6). Auch durch die während der Aufnahmezeit gesteigerte Erfahrung des Teams fiel die korrekte Bestimmung des Merkmals leichter. Im Zweifelsfall wurde kein Budset aufgenommen, sondern abgewartet, ob sich in der kommenden Woche ein Second Flush bildete. Sofern sich dann ein Second Flush gebildet hatte, wurde der aktuelle Julian Day beim Second Flush und der Julian Day der letzten Woche beim Bud Set eingetragen.

Knospenmarkierungen

Der Tipp-Ex, welcher bereits zur Markierung der Tannen und Fichten verwendet wurde, erwies sich als ungeeignet für die glatte Oberfläche der Buchentriebe. Als Alternative wurde der «edding 750 paint marker», Farbe Weiss, gewählt. Im Vergleich zum Tipp-Ex ist der Edding sehr viel wetterbeständiger, einfacher aufzutragen und weist eine deutlich längere Lebenszeit auf. Während der Feldsaison mussten aber trotz der verbesserten Haltbarkeit der aufgetragenen Farbe Nachmarkierungen vorgenommen werden, da die Farbe z.T. bei nasser Oberfläche aufgetragen wurde. Zudem hatte das Wachstum der Bäume Einfluss auf die verminderte Haltbarkeit.

6. Frostsensitivität

Ende April wurden Frostschäden bei Tannen und Fichten in Matzendorf aufgenommen (Abbildung 3; Anleitung: «Aufnahme Frostschäden an Fichten und Tannen Matzendorf 2014»). Das Ziel war, Schädigungen der Pflanzen aufgrund der Frostereignisse vom 15., 16. und 19. April 2014 abzuschätzen. Die Tannen und Fichten wiesen vorwiegend an den Seitentrieben Frostschäden auf (Abbildung 3 a), dafür aber sehr viele. Terminalknospen wurden aufgrund deren späteren Austreibens mehrheitlich verschont (Abbildung 3 b). Bei einer zweiten Aufnahme Mitte Mai war das Ausmass der Frostschäden noch besser erkennbar. Dies, da einige Knospenhüllen bei der ersten Aufnahme noch geschlossen und somit die abgefrorenen Nadeln nicht sichtbar waren. Im Vergleich zum letzten Jahr wurden keine Schweregrade verwendet. Lediglich 1 (Frostschaden) oder 0 (kein Frostschaden). Es wurde während der Aufnahme zwischen Schaden am Terminaltrieb (FDT) und Schaden irgendwo an der Pflanze (FDP; schliesst FDT mit ein) differenziert.

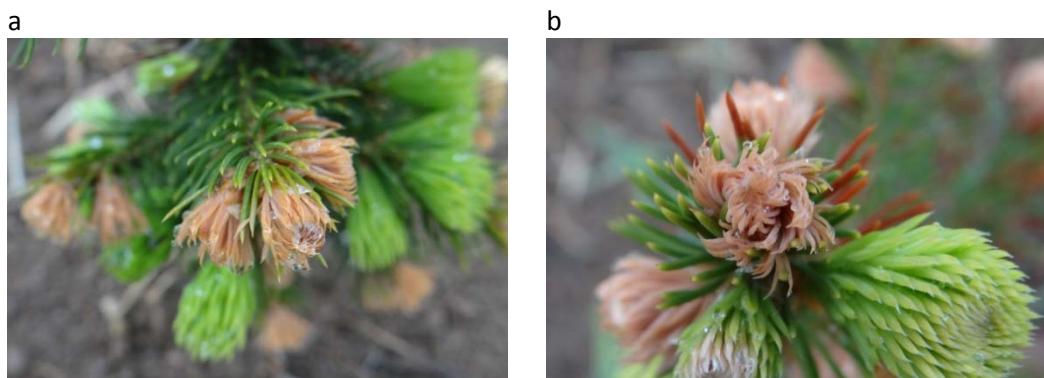


Abbildung 3: a) Frostschäden an den Seitentrieben, b) an der Terminalknospe.

7. Blattsenesenz Buchen

Die Blattsenesenz bei den Buchen war ein neu aufzunehmendes Merkmal. Dabei wurde die Verfärbung der Blätter geschätzt (Anleitung: «Phänokatalog 2014, Ansprache der Blattsenesenz bei Buchen, Version 1.0»). Wenn ein Blatt zu mind. 50% verfärbt (herbstgelb oder braun) war, wurde dies als Zeichen für Seneszenz gewertet und das Blatt als «nicht mehr funktional» betrachtet (Abbildung 4). Hatte eine Buche mehr als 10% verfärbte Blätter wurde sie in Stufe 1 (S1) eingeteilt. Erreichte die Buche mehr als 50% verfärbte Blätter wurde sie der Stufe 2 (S2) zugeordnet. Im Zweifelsfall wurde sie der nächst höheren Stufe zugeordnet. Die Seneszenz-Stufe der Buchen wurde im Abstand von ± 10 Tagen bestimmt.

In Matzendorf wurde die erste Ansprache am 24.09.14 ausgeführt, die letzte am 24.11.14. Insgesamt wurden in Matzendorf 7 Ansprachen durchgeführt:

Julian Day (JD) 267, 276, 286, 296, 307, 316, 328

Zwei Individuen wurden bei S2 dem Julian Day 338 zugewiesen, weil sie am JD 328 die S2 noch knapp nicht erreicht hatten, es aber nahe lag, dass sie 10 Tage später S2 erreicht haben werden. Dies erlaubte einen früheren Abschluss dieser Arbeiten, ohne die Datenqualität nachteilig zu beeinflussen.

Am 26.09.14 wurde die Blattansprache in Birmensdorf gestartet und am 28.11.14 beendet. Auch hier wurden 7 Ansprachen durchgeführt:

Julian Day (JD) 269, 279, 290, 300, 311/313, 321

Zwischen dem JD 300 und dem JD 311 hat sich in Birmensdorf betreffend Blattseneszenz ziemlich viel verändert. Ganz viele Bäume erreichten während dieser Zeit S1. Weil Pascal und Nathalie die Bäume am JD 311 anders eingestuft hatten, gab es starke Unterschiede in der Anzahl der Bäume in S1, aber auch in S2. Deshalb hat Nathalie die Aufnahme am JD 313 für 8 Blöcke wiederholt und vereinheitlicht.

7.1 Präzisierung und Schwierigkeiten

Die grosse Schwierigkeit bei der Ansprache der Blattseneszenz war, die gelbe Farbe richtig einzuschätzen (Abbildung 4). Das Gelb musste ein herbstliches, sattes Gelb sein. Wenn die Unterseite des Blattes grünlich war, zählte es nicht zum verfärbten Anteil. Zudem musste ein Individuum das herbstliche Gelb aufweisen, sonst wurde auch das Braun nicht zur Verfärbung gezählt (zur Abgrenzung des «Seneszenz-Brauns» von brauner Verfärbung durch Insektenfrass, Kapitel 8.4). Ein Individuum mit braunen und grünen Blätter wurde also nicht in eine Stufe eingeteilt, sondern erst wenn das gesuchte Gelb vorhanden war.



Abbildung 4: Blattseneszenz bei der Buche. a) Verfärbte Buche mit dem herbstlich satten Gelb. b) Buche gilt noch nicht als verfärbt, weil kein Gelb vorhanden ist, deshalb zählt auch das Braun nicht. Wenn man nur das Braun zählen würde, hätte dieser Baum aber S1 erreicht. c) Ein Blatt (Mitte) muss genauer unter die Lupe genommen werden. Hierfür schaut man die Unterseite des Blattes an, um entscheiden zu können, ob das Blatt als verfärbt gilt oder nicht. Während man die Oberseite des Blattes (d) als verfärbt ansehen kann, ist die Unterseite (e) klar noch grün und deshalb gilt das Blatt als noch nicht verfärbt. f) Grüne neben verfärbten Blättern.

8. Flächenunterhalt

Der Flächenunterhalt in Birmensdorf wurde durch das WSL-Versuchsgartenteam sichergestellt. In Matzendorf war dafür das ADAPT-Feldteam verantwortlich. Der viele Regen und die kalten Temperaturen im Mai bremsten die Unterhaltsarbeiten zwar erheblich, doch konnte durch Mehrarbeit an schöneren Tagen der Rückstand wieder aufgeholt werden. Durch die feuchte Witterung im August nahm der Arbeitsaufwand gegen Ende des Sommers noch einmal zu.

8.1 Tensiometer

Die manuellen Tensiometer auf beiden Versuchsflächen wurden wöchentlich abgelesen, um die Saugspannung des Bodens zu erfassen. Am 06.11.14 wurden sie abmontiert, nach Birmensdorf zurückgebracht und geputzt.

8.2 Jäten

Durch systematisches Jäten mit Priorität auf Quantität konnten das schnellwachsende Unkraut und Gras in Schach gehalten werden. Die effizienteste Methode war ein Team aus zwei bis vier Personen pro Block ausgerüstet mit Pendelhacken.

Der Zustand der Fläche war während er ganzen Feldsaison sehr gut, was auch die Arbeit an den Bäumen deutlich erleichterte. So konnte man sich ab Anfangs September primär auf die Messungen konzentrieren. Gejätet wurde nur noch, wo das Unkraut störte.

8.3 Entfernung der Erdnägel

Die im Jahr 2013 zur kontinuierlichen Höhenmessung verwendeten Erdnägel (Nussbaumer et al. 2013) wurden dieses Jahr komplett entfernt. Alle Nägel wurden vorsichtig aus dem Boden gezogen, gesammelt und gereinigt. Bis zur nächsten Verwendung werden sie an der WSL in Birmensdorf gelagert.

8.4 Schädlinge

Buchenblattläuse

In Birmensdorf stellten wir Ende Mai einen sehr starken Buchenblattlausbefall (*Phyllophaga fagi*, Abbildung 5 a) fest. Die weissen, wolligen und mit Honigtau erkennbaren Lauskolonien wurden vom Versuchsgartenteam am 3. Juni mit 0.1% Perfektion und 0.3% Cuprosan 3F gegen Pilze, Blatt-, und Wollläuse behandelt. An den Buchen auf der Versuchsfläche Matzendorf kam es zu keinem nennenswerten Blattlausbefall.

Fichtengallläuse

Ein neues Phänomen waren die Fichtengallläuse (*Sacchiphantes viridis*). Im Juni fanden wir an schätzungsweise 50 Fichten in Matzendorf Anzeichen eines Befalls durch diese Insekten. Dies war sehr schön durch die ananasförmigen Gallen der Läuse zu erkennen (Abbildung 5 b). Alle nicht an einem Terminaltrieb befindlichen «Ananasgallen» wurden weggeschnitten. Es kam danach zu keinerlei Neubildungen.

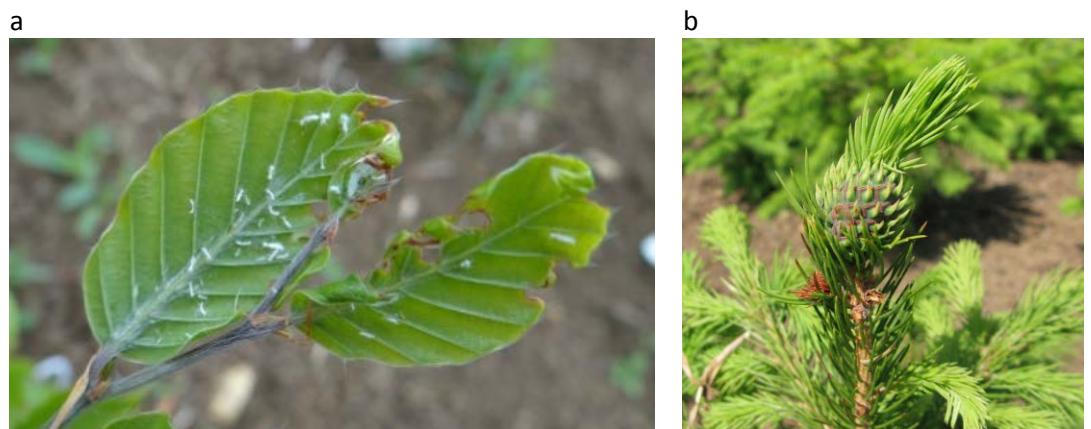


Abbildung 5: a) Buchenblattläuse, b) eine von Fichtengallläuse befallene Fichte

Spinnmilben

Ein Teil der Fichten in Matzendorf zeigte im Herbst Symptome von Spinnmilbenbefall. Kranke Fichten wiesen insbesondere braune, dürre Seitenäste im unteren Bereich der Pflanze auf (Abbildung 6 a), z.T. waren aber auch nur die Triebspitzen bräunlich verfärbt (Abbildung 6 b).

Alle befallenen und daran angrenzenden Fichten wurden drei Mal (31.10./04.11./14.11.14) mit dem biologischen Insektizid Natural (Andermatt Biocontrol AG, Grossdietwil, CH) behandelt. Es wird empfohlen, im Frühling 2015 einen weiteren Behandlungsdurchgang vorzunehmen.

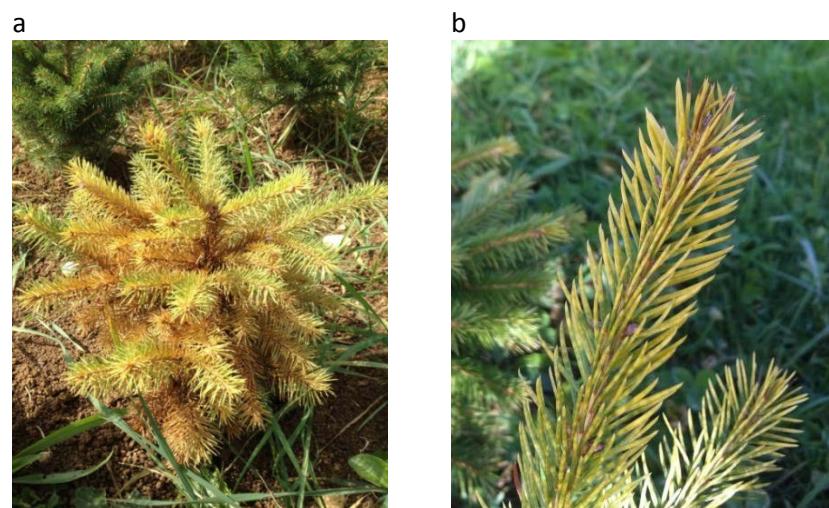


Abbildung 6: Die Spinnmilben an den Fichten führten zum Absterben der Nadeln (a) oder zu Verfärbungen der Triebspitzen (b).

Buchenspringrüssler

Die Buchen in Matzendorf wurden im Frühling stark von Buchenspringrüsslern (*Rhynchaenus fagi*) in Mitleidenschaft gezogen, erkennbar durch angefressene und braun verfärbte Blätter. Es wurde keine Bekämpfung vorgenommen. Die dadurch entstandenen Blattschäden erschwerten im Herbst die Ansprache der Blattsenesenz.

9. Bemerkungen und Codes

Tabelle 7: Personennummern für die Feldarbeit 2014.

Nr.	Name	Vorname
9	Frank	Aline
10	Heiri	Caroline
12	Fretz	Andrin
13	Wüthrich	Jakob
14	Dämpfle	Lukas
15	Kaeser	Andreas
16	Nietzsche	Jens
17	Sägesser	Janine
18	Müller	Matthias
19	Keller	Nathalie
20	Kretz	Pascal
21	Zollinger	Timon

Tabelle 8: Bemerkungen Feldsaison 2014.

Bemerkung	Beschreibung
8	Haupttrieb abgeschlagen, d.h. kein T und Q oben, also Q von weiter unten verfolgt.
13	Die als Terminalknospe angesprochene Knospe ist eigentlich eine Quirlknospe. Diese Bemerkung diente v.a. der späteren Datenbereinigung. Bei diesen Tannen konnten die Knospen-Phänologiedaten von Terminal- und Quirlknospen ausgetauscht werden.
14	Tannen/Fichten zweigen nur einzelne Nadeln als Austrieb.
15	Tannen: Seitentrieb wird gemessen, da Haupttrieb beschädigt/gekappt. Also keine «echten» T und Q (Nussbaumer et al 2013).
20	Wurzeln teilweise sichtbar, Pflanze steht schiefer als 45°.
21	Wurzeln liegen komplett frei, Pflanze liegt auf dem Boden keine Verwurzelung.
22	Keine Durchmessermarkierung. Messstelle wird anhand Daten von 2013 rekonstruiert.
23	Tanne: nur zwei Knospen vorhanden, T wird markiert.
24	Terminaltrieb noch nicht entwickelt, im Gegensatz zum Rest der Pflanze. T nicht repräsentativ.
25	Blutbuche
26	Fichtengallläuse
27	Zuwachs wird am Q-Trieb gemessen, nicht am T (sofern T nicht ausgetrieben hat).
28	Endtrieb hat keine Knospen, aber einen Wasserreißer, der die Höhe des Endtriebes nicht erreicht (nicht konsequent umgesetzt).
30	Endtrieb hat keine Knospen und auch keinen Wasserreißer (nicht konsequent umgesetzt).
31	Falls im Sommer 2014 kein Second Flush (SF) vorhanden war (SF = leer), aber der Endtrieb trotzdem gewachsen war.

Tabelle 9: Codes Feldsaison 2014.

Code	Beschreibung
1111	Knospe abgestorben oder nie vorhanden gewesen. Dies kann auch bedeuten, dass die ersten Phasen noch erfasst werden konnten, danach aber die Knospe oder der Trieb z.B. abgebrochen oder erfroren ist.
4444	Pflanze tot, wird für Messung nicht mehr berücksichtigt.
9999	Leerstelle im Pflanzplan, hier wurde keine Pflanze gesetzt.
9	Abgestorbener Baum

10. Zeitlicher Aufwand der Arbeiten

Die verschiedenen Arbeiten lassen sich in drei Gruppen unterteilen (Tabelle 10): In den «Aufnahmen» sind jegliche Messungen und Beobachtungen enthalten (Mortalität, Höhen- und Stammdurchmesser, Zuwachs, Phänologie). Die Zeit des «Flächenunterhalts» setzt sich zusammen aus den Arbeiten, welche im Kapitel 8 (Flächenunterhalt) beschrieben werden. Die Zeit, welche für Datensicherung, Tagebuch und Berichte in Anspruch genommen wurde, wird unter den «Diverse Arbeiten» aufgeführt.

Tabelle 10: Zusammenfassung aller Arbeitsstunden der Feldsaison 2014.

Art der Arbeiten	Anzahl geleistete Arbeitsstunden
Aufnahme	2156 Std.
Flächenunterhalt	922.25 Std.
Diverse Arbeiten	220 Std.
Total	3298.25 Std.

11. Literaturverzeichnis

Nussbaumer Anita, Frank Aline, Heiri Caroline 2013. Forschungsprojekt Adaptive genetische Variation von Fichte, Tanne und Buche (ADAPT). Dokumentation der Feldarbeit 2013. Buchenpflanzung und Merkmalserhebung an Tannen und Fichten. Birmensdorf, Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., 40S., unveröff.