

# **Forschungsprojekt Adaptive genetische Variation von Buche, Tanne und Fichte**

## **Dokumentation der Pilotstudie zur Sämlingsphänologie im Jahr 2011**

Caroline Heiri, Christoph Sperisen, Peter Brang



Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee  
und Landschaft WSL

Birmensdorf, Januar 2012

## Autoren:

Caroline Heiri, Christoph Sperisen, Peter Brang

Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf

Ein Bericht aus dem Projekt «Adaptive genetische Variation von Buche, Tanne und Fichte» ([http://www.wsl.ch/forschung/forschungsprojekte/wsl\\_genetische\\_variation](http://www.wsl.ch/forschung/forschungsprojekte/wsl_genetische_variation))

## Zitierung:

Caroline Heiri, Christoph Sperisen, Peter Brang 2012. Forschungsprojekt Adaptive genetische Variation von Buche, Tanne und Fichte. Dokumentation der Pilotstudie zur Sämlingsphänologie im Jahr 2011. Birmensdorf, Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., 31 S., unveröff.

## Dank

Wir danken Anton Burkart für das Zurverfügungstellen der Jungpflanzen und für die zahlreichen hilfreichen Fachdiskussionen rund um das Thema der phänologischen Ansprachen.

Umschlagbild: Geschwollene Tannenknochen mit deutlich sichtbarem „weissem Vlies“ kurz vor dem Aufbrechen, Pflanzgarten WSL (Foto: Caroline Heiri)

## Inhalt

1	Einleitung .....	4
2	Material und Methoden .....	4
2.1	HERLEITEN DES MERKMALSKATALOGS .....	4
2.2	VERSUCHSAUFBAU .....	6
2.2.1	<i>Pflanzenmaterial</i> .....	6
2.2.2	<i>Aufnahmeroutine</i> .....	6
3	Resultate und Diskussion .....	7
3.1	FICHTE .....	7
3.1.1	<i>Kurzauswertung</i> .....	7
3.1.2	<i>Anpassungen im Merkmalskatalog</i> .....	9
3.1.3	<i>Weitere Erkenntnisse</i> .....	10
3.2	TANNE .....	10
3.2.1	<i>Kurzauswertung</i> .....	10
3.2.2	<i>Anpassungen im Merkmalskatalog</i> .....	12
3.2.3	<i>Weitere Erkenntnisse</i> .....	12
3.3	BUCHE .....	13
3.3.1	<i>Kurzauswertung</i> .....	13
3.3.2	<i>Anpassungen im Merkmalskatalog</i> .....	14
3.3.3	<i>Weitere Erkenntnisse</i> .....	15
3.4	ZUSAMMENFASSUNG & FOLGERUNGEN .....	15
4	Vorläufiger Merkmalskatalog .....	16
4.1	FOTODOKUMENTATION FÜR FICHTE .....	16
4.2	FOTODOKUMENTATION FÜR TANNE .....	18
4.3	FOTODOKUMENTATION FÜR BUCHE .....	20
5	Dokumentation .....	22
6	Literatur .....	22
7	Anhang .....	24

# 1 EINLEITUNG

Ziel dieser Pilotstudie war es, eine Methode zur Erfassung phänologischer Sämlingsmerkmale an Buche, Tanne und Fichte zu entwickeln. Dabei wurde ein spezieller Fokus auf das Identifizieren eindeutig ansprechbarer phänologischer Merkmale sowie deren Dokumentation (Text und Fotos) gelegt. Als Resultat konnte ein vorläufiger Merkmalskatalog für alle drei Baumarten zusammengestellt werden, welcher im Rahmen einer Wiederholungsaufnahme im Frühjahr 2012 getestet werden soll. Zudem konnten im Verlauf dieser Pilotstudie zahlreiche praktische Erfahrungen zur phänologischen Sämlingsansprache gewonnen werden, welche ebenfalls in diesem Bericht zusammengefasst werden.

## 2 MATERIAL UND METHODEN

### 2.1 Herleiten des Merkmalskatalogs

Basierend auf einer Literaturrecherche wurden für Buche, Tanne und Fichte ein Merkmalskatalog hergeleitet. Dabei stellten sich verschiedene Herausforderungen:

- Zu Tanne haben wir keine umfassende Beschreibung phänologischer Merkmale gefunden.
- Die Merkmalsbeschreibungen variierten zwischen den verschiedenen Publikationen, auch innerhalb derselben Art.
- Es konnten nicht für alle Arten Beschreibungen für Merkmale derselben Entwicklungsphasen gefunden werden.

Basierend auf den Publikationen von Gould (2010), Malaisse (1964, zitiert in Becker 1981), Vitasse et al. (2009), Cufar et al. (1996), Kociova (1972), Krutzsch (1973), Langvall et al. (2001) und Johnsen (1989) haben wir die Merkmalsbeschreibungen pro Baumart zusammengefasst (s. Anhang), um anschliessend einen Testkatalog zusammen zu stellen. Fehlende Merkmalsbeschreibungen bei Fichte oder Tanne wurde jeweils von der anderen Art übernommen. Beim Herleiten des Testkatalogs strebten wir an, bekannte adaptive Entwicklungsphasen (Phänophasen, z.B. Bildung terminaler Knospen) zu integrieren. Ebenfalls strebten wir an, den Beginn und Abschluss jeder Entwicklungsphase zu charakterisieren, dies um Aussagen über ihre Dauer ableiten zu können. Der für die Pilotstudie verwendete Testkatalog der Phänomerkmale ist in Tabelle 1 dargestellt.

Insgesamt wurden 10 Phänophasen oder Hauptmerkmale definiert, welche von 0 bis 9 nummeriert wurden. Dabei wurde für den ersten Austrieb jeweils eine 1 davor gestellt (z.B. 11 für «geschwollene Knospe» beim ersten Austrieb). Eine 2 als erste Zahl bezeichnet die Phänophase bei einem Johannistrieb (zweiter Austrieb in derselben Vegetationsperiode), also z.B. 22 für «Nadeln/Blattspitzen sichtbar» beim zweiten Austrieb. Buchstaben bezeichnen «Unterphasen» oder alternative Merkmale für die selbe Phase. Beispielsweise sind wir bei der Erstellung des Merkmalkatalogs davon ausgegangen, dass bei Tanne das zweite Stadium (12) durch eine abgesprengte Knospenhülle (Hütchen) gekennzeichnet ist, in Einzelfällen die Knospenhülle aber gesprengt wird («aufgeplatzt»; 12a). Dies hat sich in der Untersuchung als umgekehrt herausgestellt (s. Abschnitt 3.2.2).

**Tabelle 1. Für die Pilotstudie verwendeter Testkatalog der phänologischen Merkmale für Fichte, Tanne und Buche. Grau hinterlegt sind Hauptentwicklungsphasen, welche für alle drei Baumarten definiert werden konnten. Weiss belassen sind «Zwischenphasen» oder «Unterphasen», welche nicht bei allen Arten vorkommen.**

Phase	Tanne	Fichte	Buche
10	Knospe geschlossen	Knospe geschlossen	Knospen schmal und länglich
11	Knospe geschwollen, m. weissl. Vlies bedeckt, evtl. Nadeln darunter sichtbar	Knospe geschwollen (grau-grün)	Knospen geschwollen und etwas verlängert
12	Nadeln sichtbar, Knospenhülle abgehoben (Hütchen)	Knospe aufgebrochen, Nadelspitzen sichtbar	Hellgrüne Blattspitzen sichtbar, Knospenschuppen gespreizt
12a	Nadeln sichtbar, Knospenhülle gesprengt	-	-
13	Rasierpinsel, Knospenhülle fehlt	Malpinsel, erste Nadeln leicht gespreizt	Blätter gefaltet, behaart
13a	-	-	Blätter auseinander gespreizt, haarig
14	Basale Nadeln nicht gespreizt, Trieb ganz grün	Sprossverlängerung, basale Nadeln nicht gespreizt, Trieb ganz grün	Blätter schlaff und glatt, voll entfaltet, blassbraune Knospenschuppen vorhanden
15	Basale Nadeln gespreizt, Trieb ganz grün, Triebspitze leicht hinuntergebogen	Sprossdifferenzierung, basale Nadeln gespreizt, Trieb ganz grün	Blätter steif und dunkelgrün
15a	-	Keine terminale Knospe, Nadeln hellgrün und Stamm >10 mm vom Apex sukulent, Trieb teilw. braun	- (Johannistrieb? --> Phasen mit 2 bezeichnen: 22 = hellgrüne Blattspitzen sichtbar am Johannistrieb; etc)
16	Knospe sichtbar, grün	Kleine, weisse terminale Knospe sichtbar, Nadeln hellgrün und weisse laterale Knospen nahe dem Apex	Knospe sichtbar, grün
17	Knospe braun	Gut entwickelte Knospenschuppen, terminale Knospe grösser und Nadeln dunkelgrüner als bei Phase 16	Knospe braun
18a	-	-	>50% der Blätter mit gelber Verfärbung (auch nur in Teilen der Blätter = ganzes Blatt als gelb klassiert)
18b	-	-	>50% der Blätter mit brauner bis roter Verfärbung (auch nur in Teilen)
19	-	-	Alle Blätter abgefallen

## 2.2 Versuchsaufbau

### 2.2.1 Pflanzenmaterial

Pro Baumart wurden 20 Probebäume für die Pilotstudie verwendet. Dabei konnten wir Pflanzen aus der eigenen Anzucht des Pflanzgartens der WSL verwenden, welche etwa gleich alt waren wie die Pflanzen im Experiment sein werden, wenn an ihnen die Phänomere aufgenommen werden sollen (vier Jahre bei Nadelbäumen, zwei Jahre bei der Buche).

Pro Baumart wurden mehrere Herkünfte gewählt, um die Variation der Merkmale innerhalb einer Art beobachten zu können. Bei Fichte standen fünf Herkünfte zur Verfügung, bei Tanne vier und bei Buche zwei (Tab. 2). Die Wahl der Testpflanzen erfolgte mit der Absicht, verschiedene Wuchsformen in der Studie mit dabei zu haben (grosse, kleine, «komisch» gewachsene, etc.). Kümmernde Bäumchen wurden ausgeschlossen. Jedes Probebaumchen wurde mit einer gelben Schlingetikette beschriftet. Pro Baumart wurde von 1 bis 20 durchnummeriert.

**Tabelle 2: Für die Pilotstudie verwendete Herkünfte von Fichte, Tanne und Buche.**

Herkunft	Höhenlage m ü.M.	Nr.-Bereich	Anzahl Probebäume	Standort im Garten
<b>Fichte</b>				
Bremgarten	425	1-4	4	Beet 16
Beinwil	710-860	5-8	4	Beet 16
Fully	890-970	9-12	4	Beet 15
Kerns	1330	13-16	4	Beet 15
Rüschegg	1600	17-20	4	Beet 15
<b>Tanne</b>				
Küssnacht	620	1-5	5	Topfpflanzenquartier
Madiswil	650	6-10	5	Topfpflanzenquartier
Willisau	650	11-15	5	Topfpflanzenquartier
Leuk	1250	16-20	5	Beet 14
<b>Buche</b>				
Gränichen	530-570	1-10	10	Topfpflanzenquartier
Hausen	660	11-20	10	Topfpflanzenquartier

### 2.2.2 Aufnahmeroutine

Vom 17.3.2011 bis zum 16.6.2011 wurden die Probebaumchen zweimal wöchentlich beurteilt (erste Beobachtungsperiode), ab dem 16.6.2011 bis zum Abbruch der Pilotstudie Anfang September 2011 fand die Begutachtung nur noch einmal pro Woche statt (zweite Beobachtungsperiode).

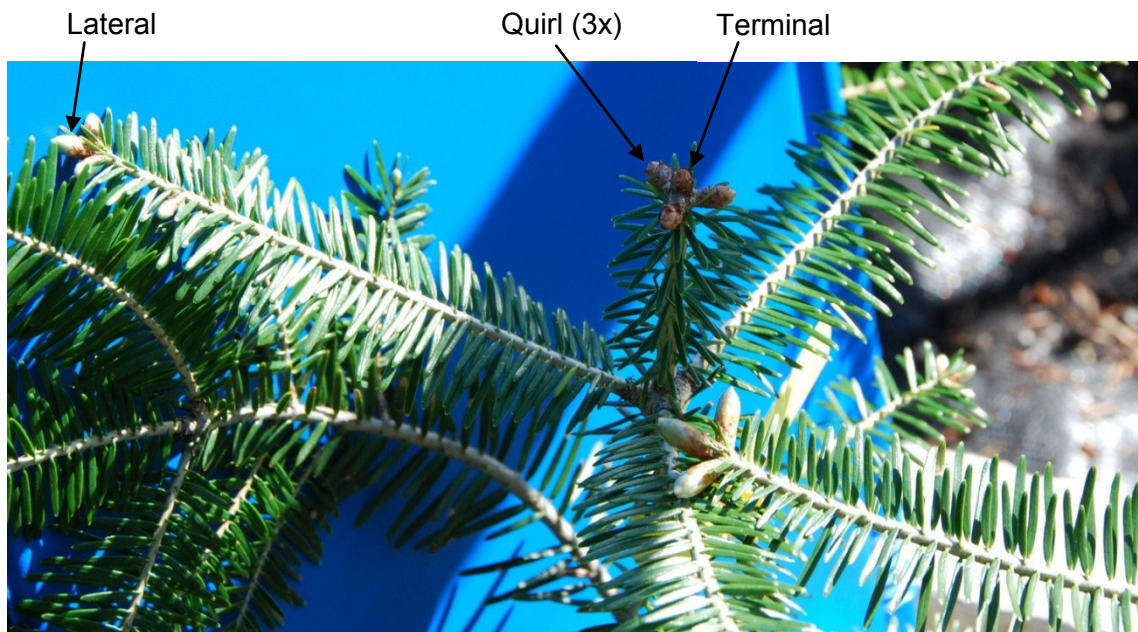
Basierend auf dem erarbeiteten Merkmalskatalog wurden bei jeder Erhebung alle Pflanzen begutachtet und – sobald das beschriebene Merkmal an einer Pflanze identifiziert werden konnte – die entsprechende Phase zugeordnet. Bei Fichte und Tanne wurde dabei zwischen Terminal-, Quirl- und Lateralknospe unterschieden (Abb. 1). Bei der Buche wurde nur die Terminalknospe angesprochen.

**Terminalknospe (T):** Endknospe des Haupttriebes

**Quirlknospen (Q):** Knospen, welche direkt unterhalb der Terminalknospe am Ende des Haupttriebes anschliessen.

**Lateralknospe (L):** Endknospe (Terminalknospe) des obersten Seitenastes.





**Abbildung 1: Terminal-, Quirl- und Lateralknospe bei Tanne.**

Beim Eintreten der Phase wurde der Tag im Jahr notiert.

Die Merkmalsbeschreibungen wurden mit eigenen Beobachtungen verfeinert und ergänzt. Einzelne Beschreibungen konnten gar nicht im Feld beobachtet werden oder es war nicht eindeutig, zu welchem Zeitpunkt das Stadium erreicht wurde (graduelle Veränderung). Solche Merkmale wurden aus dem Katalog gestrichen.

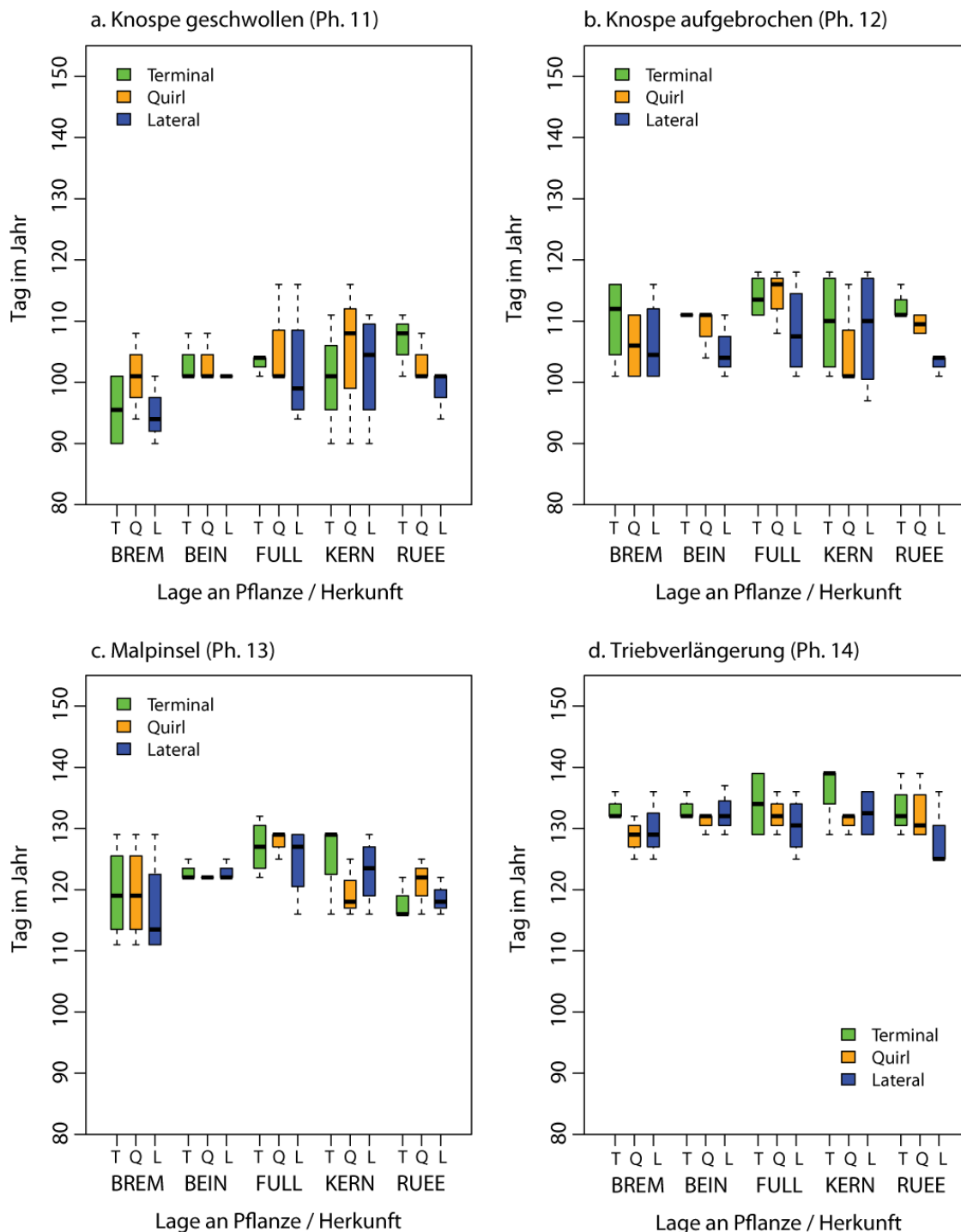
Zusätzlich wurden pro Art drei Bäume permanent markiert und in der ersten Beobachtungsperiode zweimal wöchentlich, später einmal wöchentlich fotografiert. Die Fotos wurden mit Art, Baumnummer, Lage des Fotos (Terminal-, Quirl- oder Lateralknospe) und Aufnahmetag beschriftet und auf dem Server abgelegt. Die Beschriftung folgt dabei folgendem System: **Fi-2\_L\_Tg101** heisst Fichte Nr. 2, Lateralknospe am Tag 101. Terminal- und Quirlknospen sind oft auf demselben Foto ersichtlich und das Foto ist entsprechend mit TQ bezeichnet. Es wurde versucht, immer dieselben Knospen zu fotografieren, was bei den lateralen nicht immer gelang, weil der entsprechende Seitenast nicht markiert worden war.

### 3 RESULTATE UND DISKUSSION

#### 3.1 Fichte

##### 3.1.1 Kurzauswertung

Der Zeitpunkt des Eintretens der Phasen 11 «Knospe geschwollen», 12 «Knospe aufgebrochen», 13 «Malpinsel» und 14 «Triebverlängerung» ist in Abbildung 2 für die fünf untersuchten Herkünfte pro Lage an der Pflanze (T/Q/L) dargestellt. Für Details zu den Phasendefinitionen siehe Abschnitt 3.1.2. Da pro Herkunft nur vier Pflanzen untersucht wurden und für einige Phasen nicht alle Pflanzen angesprochen werden konnten (Phase verpasst, Knospe hat nicht ausgetrieben oder ist verdorrt, etc.), handelt es sich um einen sehr kleinen Datensatz mit begrenzter Aussagekraft. Trends lassen sich allerdings durchaus ableiten.



**Abbildung 2. Gegenüberstellung des Eintrittszeitpunktes von vier Phänophasen für die fünf untersuchten Fichtenherkünfte, aufgeschlüsselt nach der Lage an der Pflanze (Terminal-, Quirl- oder Lateralknospe). Für die vollständigen Herkunftsnamen siehe Tabelle 2.**

Es zeigen sich Provenienz-Unterschiede im Zeitpunkt, wann die Pflanzen eine bestimmte Phänophase erreichen. Beispielsweise bricht die Knospe bei den Pflanzen von Bremgarten oder Kerns früher im Jahr auf als bei Pflanzen aus Fully oder Rüeschegg. Zudem dauern die Phänophasen nicht bei allen Herkunftsnamen gleich lange: Die Pflanzen von Beinwil und Rüeschegg scheinen die einzelnen Phasen eingermassen gleichzeitig zu erreichen, während sich das Erreichen einer Phase bei



Pflanzen aus Bremgarten, Kerns und teilweise aus Fully auf bis zu 20 Tage verteilen kann.

Hinsichtlich dem Ablauf der Phänophase innerhalb einer Pflanze ist ein leichter Trend ersichtlich: Die Lateralknospe treibt vor den Quirlknospen und die Terminalknospe treibt als letzte.

### 3.1.2 Anpassungen im Merkmalskatalog

In Tabelle 3 werden die wichtigsten Änderungen zum Testkatalog beschrieben, welche während der Pilotstudie vorgenommen wurden. Dabei wurden einige Phasenbeschreibungen präzisiert, umgeschrieben oder gar gestrichen. Gestrichen wurden Phasen, falls sich die Beschreibung im Feld nicht beobachten liess oder wenn es sich um ein graduelles Merkmal handelte, d.h. es nicht möglich war, einen eindeutigen Zeitpunkt zu bestimmen, wann die Phase erreicht war. Der bereinigte Merkmalskatalog inklusive fotografischer Dokumentation ist in Kapitel 4 zu finden.

**Tabelle 3. Merkmalskatalog für die Pilotstudie der Baumart Fichte sowie die während der Studie vorgenommenen Anpassungen. Grau – Hauptentwicklungsphasen; weiss - «Zwischen-/Unterphasen».**

Phase	Beschreibung Testkatalog	Anpassungen Pilotstudie [Kommentar]
10	Knospe geschlossen.	Knospe spitzig.
11	Knospe geschwollen (grau-grün).	Kriterium: Knospe ist rund, hat Spitzigkeit verloren. [Farbe ist unzuverlässig]
12	Knospe aufgebrochen, Nadelspitzen sichtbar.	Kriterium: Knospe ist am Ende kreisrund aufgebrochen und Nadeln sind als grüner Kreis in Knospe sichtbar.
13	Malpinsel, erste Nadeln leicht gespreizt.	Rasierpinsel. Abgrenzung zu Ph.14: grüner Trieb noch nicht sichtbar, noch in Nadeln verpackt. [Schwierig anzusprechen, <b>wird voraussichtlich gestrichen</b> ]
14	Sprossverlängerung, basale Nadeln nicht gespreizt, Trieb ganz grün.	Grüner Trieb SICHTBAR.
15	Sprossdifferenzierung, basale Nadeln gespreizt, Trieb ganz grün.	Einigermassen sichtbar, wenn Triebunterseite betrachtet wird: basale Nadeln $\pm$ rechtwinklig zum (grünen) Trieb. Winkel ggf. mit Vorjahrsnadeln vergleichen. [Aufwändig anzusprechen und mässig zuverlässig, <b>wird gestrichen</b> ]
15a	Keine terminale Knospe, Nadeln hellgrün und Stamm >10 mm vom Apex sukkulent, Trieb teilw. braun.	Graduelles Merkmal, nicht ansprechbar; <b>[wird gestrichen]</b>
16	Kleine, weisse terminale Knospe sichtbar, Nadeln hellgrün und weisse laterale Knospen nahe dem Apex.	[Terminale Knospe konnte nicht angesprochen werden, da diese dicht mit Nadeln eingepackt und nicht sichtbar ist]
17	Gut entwickelte Knospenschuppen, terminale Knospe grösser und Nadeln dunkelgrüner als bei Ph. 16.	[Konnte nicht beobachtet werden, da Knospen dicht von Nadeln eingepackt waren und dann zweiter Austrieb stattfand. Als Alternative Zuwachsmessung prüfen]

### 3.1.3 Weitere Erkenntnisse

Die Aufnahme lateraler Triebe ist zeitaufwändig, zudem müsste man den anzusprechenden Seitenzweig bestimmen und permanent markieren. Zudem stellt sich die Frage, ob es ein Seitenzweig mit Ursprung aus einer Quirlknospe sein muss, oder ob die dazwischenliegenden Zweigchen (aus Seitenknospen entstanden) auch zur Wahl stehen.

Wir tendieren dazu, die Aufnahme an der Lateralknospe zu streichen. In der Wiederholungsaufnahme im Frühjahr 2012 soll die Lateralknospe nochmals mit aufgenommen werden, um anhand eines grösseren Datensatzes zu entscheiden, ob diese wirklich keine zusätzlichen Muster generiert und problemlos gestrichen werden kann.

Phase 13 («Malpinsel») scheint fragwürdig. Insbesondere bei der Terminalknospe kann der Trieb bereits deutlich verlängert sein, aber der «Nadelkreis» noch teilweise sichtbar (s. Merkmalskatalog Kap. 4), was eine Unschärfe hinsichtlich Abgrenzung zwischen den Phasen 13 und 14 bedeutet. Dies kann für die Auswertung problematisch sein. Ein Weglassen dieses Merkmals scheint vertretbar, da das Merkmal als eine Zwischenphase bei der Triebbildung betrachtet werden kann.

Die Knospenbildung (bud set) konnten wir an den Fichten nicht beobachten, da einerseits die Terminalknospen dicht von Nadeln eingepackt und daher nicht sichtbar waren, andererseits trieben zahlreiche Fichten durch (Johannistrieb). Der Abschluss der Wachstumsphase ist jedoch ein wichtiges Merkmal. Wir prüfen daher als Alternative eine wiederholte Messung der Trieblänge von der Triebbasis zur Spitze der Nadeln an der Triebspitze, um damit den Wachstumsstop identifizieren zu können, ein Verfahren, welches in mehreren Studien über die adaptive Variation der Fichte angewendet wurde (zum Beispiel Chmura 2006). Dabei ist uns bewusst, dass die Knospenbildung und der Abschluss des Wachstums zeitlich nicht parallel verlaufen müssen (siehe Rohde et al. 2011 für Pappel). Die kontinuierliche Messung der Trieblänge soll anlässlich der Wiederholungsaufnahme im Frühjahr 2012 getestet werden.

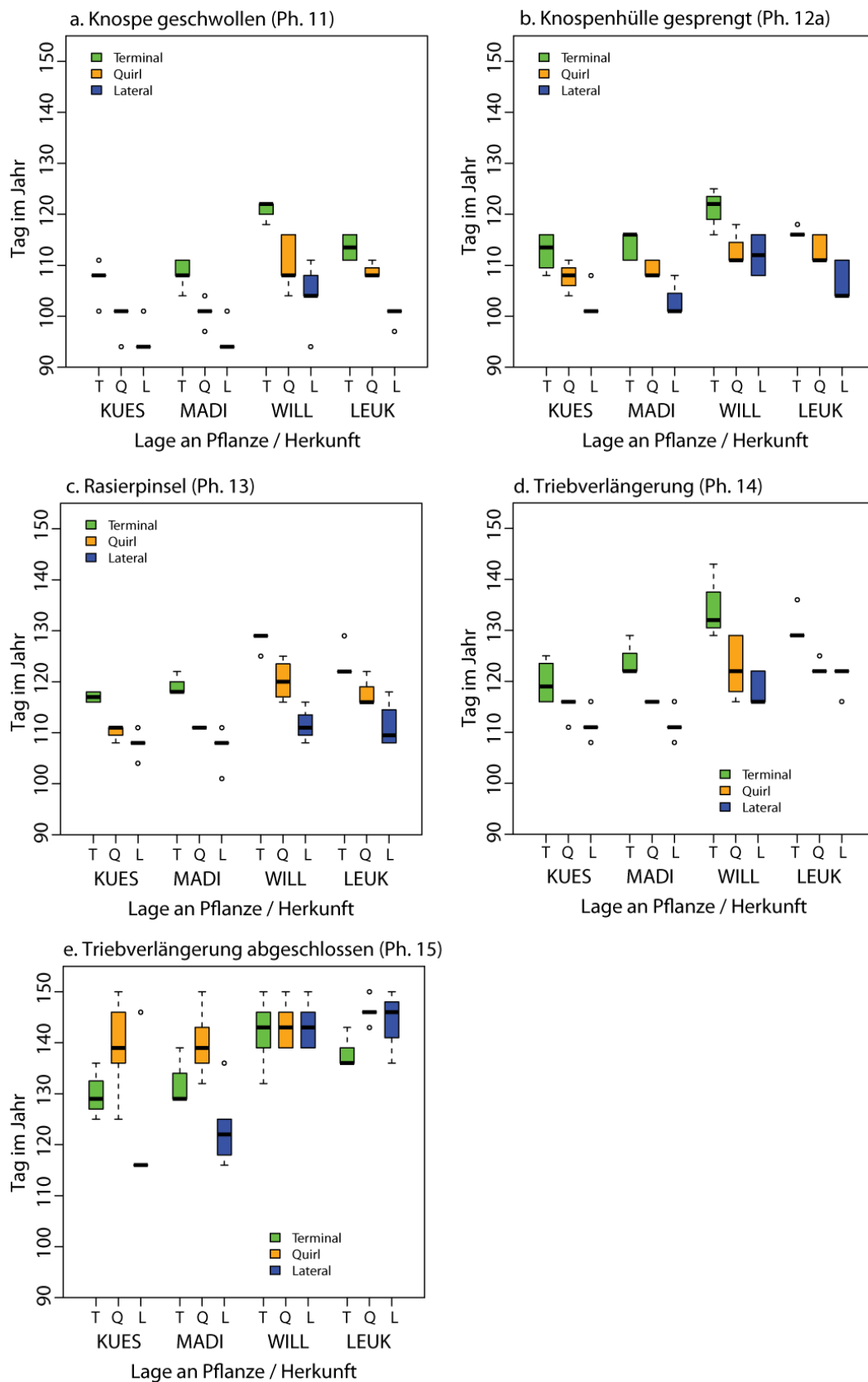
## 3.2 Tanne

### 3.2.1 Kurzauswertung

Der Zeitpunkt des Eintretens der Phasen 11 «Knospe geschwollen», 12a «Knospenhülle gesprengt», 13 «Rasierpinsel», 14 «Triebverlängerung» und 15 «Triebverlängerung abgeschlossen» ist in Abbildung 3 für die vier untersuchten Herkünfte pro Lage an der Pflanze (T/Q/L) dargestellt. Für Details zu den Phasendefinitionen siehe Abschnitt 3.2.2.

Bei der Tanne ist ein deutlicher Ablauf der Phasen innerhalb eines Baumes erkennbar (Abb. 3): Zuerst treibt die Lateralknospe, dann die Quirlknospen und zum Schluss die Terminalknospe. Dieser Ablauf konnte für alle ausgewerteten Phasen (ausser Phase 15) und für alle Herkünfte bestätigt werden. Hinsichtlich der Herkünfte unterscheidet sich insbesondere Willisau von den übrigen drei – sie erreicht alle Phasen deutlich zuletzt.

Im Vergleich zur Fichte (Abb. 2) scheinen die Phasen bei Tanne innerhalb einer Herkunft und pro Lage an Pflanze (T/Q/L) kompakter durchlaufen zu werden (innerhalb nur weniger Tage).



**Abbildung 3. Gegenüberstellung des Eintrittszeitpunktes von fünf Phänophasen für die vier untersuchten Tannenherkünfte, aufgeschlüsselt nach der Lage an der Pflanze (Terminal-, Quirl- oder Lateralknospe). Für die vollständigen Herkunftsnamen siehe Tabelle 2.**

### 3.2.2 Anpassungen im Merkmalskatalog

In Tabelle 4 sind die wichtigsten Änderungen zum Testkatalog beschrieben, welche während der Pilotstudie vorgenommen wurden. Der bereinigte Merkmalskatalog inklusive fotografischer Dokumentation ist in Kapitel 4 zu finden.

**Tabelle 4. Merkmalskatalog für die Pilotstudie der Baumart Tanne sowie die während der Studie vorgenommenen Anpassungen. Grau – Hauptentwicklungsphasen; weiss - «Zwischen-/Unterphasen».**

Phase	Beschreibung Testkatalog	Anpassungen Pilotstudie [Kommentar]
10	Knospe geschlossen.	
11	Knospe geschwollen, m. weissl. Vlies bedeckt, evtl. Nadeln darunter sichtbar.	Kriterium: Mind. 50% der Knospe muss Vlies aufweisen, Nadeln noch nicht durchgebrochen.
12	Nadeln sichtbar, Knospenhülle abgehoben (Hütchen).	[Abheben der Knospenhülle findet nur selten statt und ist nur extrem kurz sichtbar, <b>wird gestrichen</b> ].
12a	Nadeln sichtbar, Knospenhülle gesprengt.	[Es wird nicht unterschieden zw. Hütchen (Ph. 12) und Knospenhülle gesprengt].
13	Rasierpinsel, Knospenhülle fehlt.	Das Fehlen der Knospenhülle ist nicht zwingend. Abgrenzung zu Ph. 14: grüner Trieb noch nicht sichtbar, noch in Nadeln verpackt. <b>[Wird ev. gestrichen (s. 3.2.3)]</b>
14	Basale Nadeln nicht gespreizt, Trieb ganz grün.	Grüner Trieb SICHTBAR.
15	Basale Nadeln gespreizt, Trieb ganz grün, Triebspitze leicht hinuntergebogen.	[Zeitpunkt, wann Nadeln flach sind (gespreizt), sehr schwer zu bestimmen. Aufwändig anzusprechen (viel Diskussion) und führt zu wenig Differenzierung (s. Abb. 3); <b>wird gestrichen</b> .]
16	Knospe sichtbar, grün.	[Knospenanlage zwar erkennbar, jedoch als graduelles Merkmal, grün nicht Standard; <b>wird voraussichtlich gestrichen</b> .]
17	Knospe braun.	[Graduelles Merkmal, wurde nicht mehr fertig beobachtet, in Wiederholungsstudie 2012 nochmals beobachten.]

### 3.2.3 Weitere Erkenntnisse

Achtung bei der Ansprache der Terminalknospe, diese bricht leicht ab oder wird beschädigt.

Der Ablauf des Austriebes scheint zwischen lateralen, Quirl- und Terminalknospen direkt zusammenzuhängen. Ob die Aufnahme der Lateralknospe gestrichen werden kann, soll aber in der Wiederholungsstudie 2012 nochmals genauer betrachtet werden. Terminal- und Quirlknospen sollten auf alle Fälle angesprochen werden, Quirlknospen v.a. auch als Versicherung, falls die empfindliche Terminalknospe im Verlauf des Experimentes beschädigt wird.

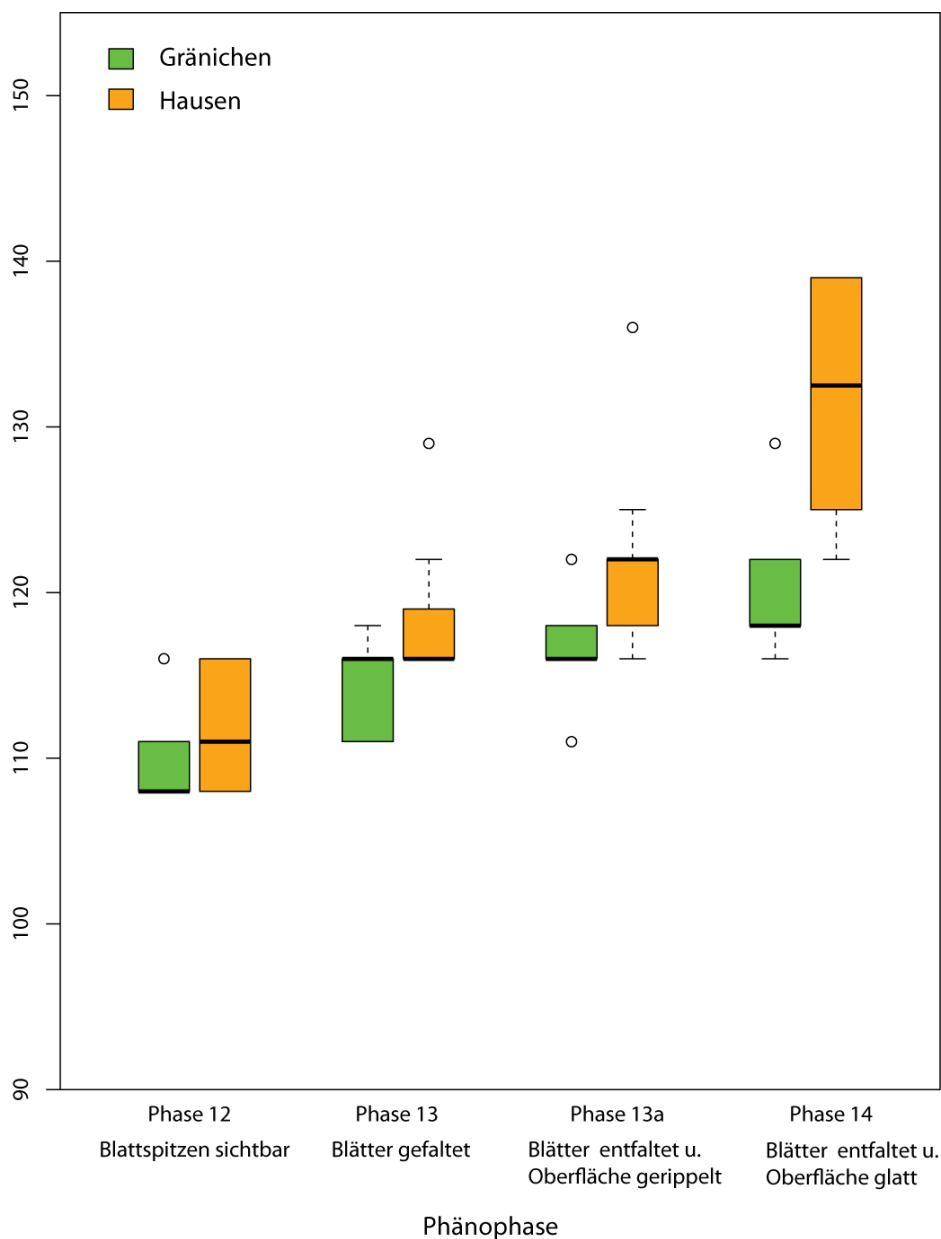
Phase 13 (Rasierpinsel) wird eventuell gestrichen, analog zur Fichte. Dies soll im Rahmen der Wiederholungsaufnahme 2012 geprüft werden.

Der Abschluss der Knospenbildung muss in der Wiederholungsstudie 2012 noch einmal beobachtet werden.

### 3.3 Buche

#### 3.3.1 Kurzauswertung

Der Zeitpunkt des Eintretens der Phasen 12 «Blattspitzen sichtbar», 13 «Blätter gefaltet», 13a «Blätter entfaltet und geripelt» und 14 «Blätter entfaltet und glatt» ist in Abbildung 4 für die zwei untersuchten Herkünfte dargestellt. Bei Buche wurde nur die Terminalknospe angesprochen. Für Details zu den Phasendefinitionen siehe Abschnitt 3.3.2.



**Abbildung 4. Gegenüberstellung des Eintrittszeitpunktes von vier Phänophasen für die zwei untersuchten Buchenherkünfte. Bei Buche wurde nur die Terminalknospe angesprochen.**

Die zwei Buchenherkünfte unterscheiden sich deutlich hinsichtlich des Eintretens der einzelnen Phasen. Die Buchen aus Gränichen sind durchwegs früher in ihrer Entwicklung als jene aus Hausen. Dies zeigt sich besonders deutlich bei den Phasen 13 («Blätter entfaltet») und Phase 14 («Blätter entfaltet und glatt»). Die Streuung innerhalb der Herkunft Hausen scheint zudem deutlich grösser zu sein als bei Gränichen. Dies ist jedoch auch dadurch bedingt, dass einige der Hausener Buchen durch Schattenwurf beeinflusst wurden, zudem wurden einzelne Buchen dieser Herkunft im Verlaufe des Jahres von einem Pathogen befallen, was die Blattentwicklung stark beeinflusste.

### 3.3.2 Anpassungen im Merkmalskatalog

In Tabelle 5 werden die wichtigsten Änderungen zum Testkatalog beschrieben, welche während der Pilotstudie vorgenommen wurden. Der bereinigte Merkmalskatalog inklusive fotografischer Dokumentation ist in Kapitel 4 zu finden.

**Tabelle 5. Merkmalskatalog für die Pilotstudie der Baumart Buche sowie die während der Studie vorgenommenen Anpassungen. Grau – Hauptentwicklungsphasen; weiss - «Zwischen-/Unterphasen».**

Phase	Beschreibung Testkatalog	Anpassungen Pilotstudie [Kommentar]
10	Knospen schmal und länglich.	
11	Knospen geschwollen und etwas verlängert.	[Nicht ansprechbar, <b>wird gestrichen.</b> ]
12	Hellgrüne Blattspitzen sichtbar, Knospenschuppen gespreizt.	Kriterium: Blattspitzen sichtbar.
13	Blätter gefaltet, behaart.	[Ph. 13 solange noch mindestens ein Blatt am Trieb gefaltet ist.]
13a	Blätter auseinandergespreizt, haarig.	UND Blattoberfläche gerippt (Handorgel).
14	Blätter schlaff und glatt, voll entfaltet, blassbraune Knospenschuppen vorhanden.	Alle Blätter entfaltet, Blattoberfläche flach; [Knospenschuppen nicht relevant. <b>Wird gestrichen</b> da Übergang von 13a schwer zu bestimmen ist.]
15	Blätter steif und dunkelgrün.	[Nicht ansprechbar, <b>wird gestrichen.</b> ]
15a	- (Johannistrieb? --> Phasen mit 2 bezeichnen: 22 = hellgrüne Blattspitzen sichtbar am Johannistrieb; etc).	
16	Knospe sichtbar, grün.	Knospe sichtbar, ca. 2 mm und augenfällig [nicht nach Knospe suchen, Farbe irrelevant].
17	Knospe braun.	Nicht mehr beobachtet.
18a	>50% der Blätter mit gelber Verfärbung (auch nur in Teilen der Blätter = ganzes Blatt als gelb klassiert).	Nicht mehr beobachtet.
18b	>50% der Blätter mit brauner bis roter Verfärbung (auch nur in Teilen).	Nicht mehr beobachtet.
19	Alle Blätter abgefallen.	Nicht mehr beobachtet.

### 3.3.3 Weitere Erkenntnisse

Phase 13a («Blätter auseinandergespreizt haarig») muss klar von 13 («Blätter gefaltet, behaart») abgegrenzt werden. Phase 14 («Blätter schlaff und glatt, voll entfaltet») wird gestrichen, bzw. nicht von 13a unterschieden.

Einige Buchen entwickeln sich extrem schnell, z.B. von Phase 10 («Knospen schmal und länglich») zur Phase 13a in drei Tagen.

Phase 15 («Blätter steif und dunkelgrün»): Farbe und Festigkeit sind sehr schwierig zu beurteilen und sind stark abhängig vom Licht (sonnig, bewölkt, Tageszeit). Deshalb streichen.

Bereits wenige Tage nach der Entfaltung der Blätter beobachteten wir die Bildung von Knospen. Sie waren anfänglich rot (mit weisser Spitze) und wurden anschliessend weiss (Tag 143). Es stellte sich heraus, dass dies nicht terminale Knospen waren, sondern die Buchen allesamt einen Johannistrieb bildeten. In der Wiederholungsaufnahme 2012 müssen genaue Merkmale für die Entwicklung der terminalen Knospen definiert werden.

Johannistrieb: Ursprünglich wollten wir die Phänophasen auch am Johannistrieb ansprechen, dies wird jedoch extrem aufwändig, da in der Vorstudie alle Buchen durchgetrieben haben (einige sogar zweimal!). Zudem verlaufen die Phasen innerhalb des Johannistriebes graduell, d.h. die Zweigspitze befindet sich in einem anderen Entwicklungsstadium als die Zweigbasis, weshalb unsere Standarddefinitionen nicht anwendbar sind. Deshalb soll nur der Zeitpunkt der Knospenbildung aufgenommen werden (Phase 16) und allenfalls den Zeitpunkt des Austriebs (Phase 22). Die Aufnahme der Knospenbildung erachten wir als wichtig, da wir nicht sicher sein können, ob es sich nun um eine Knospe für einen Johannistrieb handelt oder um die terminale Knospe. Genaue Merkmale hierfür müssen in der Wiederholungsaufnahme 2012 definiert werden.

## 3.4 Zusammenfassung & Folgerungen

Merkmale, welche mit dem Austrieb und der Triebbildung assoziiert sind, konnten zuverlässig angesprochen werden. Dabei liessen sich bei allen drei Baumarten Unterschiede zwischen Herkunft ableiten. Es gilt aber zu beachten, dass nur wenige Bäumchen pro Herkunft untersucht wurden.

Bei der Buche beobachteten wir einen sehr schnellen Ablauf der ersten Phänophasen (wenige Tage zwischen Austrieb und Blattentfaltung). Dies gilt es bei der Planung der Merkmalsaufnahme zu berücksichtigen.

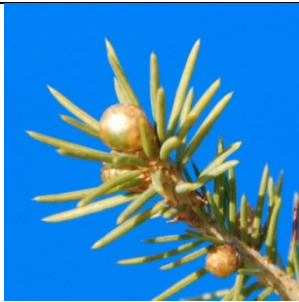






Bei der Fichte und Tanne konnten Merkmale der Knospenbildung nicht (Fichte) oder nur teilweise (Tanne) angesprochen werden. Es liegt nahe, dass als Alternative der Zeitpunkt des Wachstumstops erfasst wird. Aus Vergleichsgründen müsste dies bei beiden Koniferen erfolgen. Das Verfahren soll in der Wiederholungsstudie 2012 entwickelt werden. Für Buche erscheint uns die kontinuierliche Messung der Trieblänge als zu aufwändig, zudem erwarten wir, dass bei der Buche die Knospenbildung angesprochen werden kann. Dieses Merkmal muss bei der Wiederholungsstudie 2012 definiert werden.



## 4 VORLÄUFIGER MERKMALKATALOG

### 4.1 Fotodokumentation für Fichte








**Tabelle 6. Überarbeiteter phänologischer Merkmalskatalog für Fichte, welcher auf den Erkenntnissen der Vorstudie aufbaut. Das Hauptkriterium zur Vergabe der jeweiligen Phase ist unterstrichen.**



Ph.	Beschreibung	Foto(s)
10	Knospe geschlossen, spitz	
11	Knospe geschwollen, <u>"Spitzigkeit"</u> verloren. Farbänderung hin ins Grünliche kann auftreten (bei späten Austrieben), ist aber nicht die Regel. Knospe kann auch noch immer rötlich-braun sein.	  JA NEIN
12	Knospe aufgebrochen, Nadelspitzen sichtbar. WICHTIG: Knospenschuppen am Ende <u>"kreisrund" aufgebrochen</u> , wie links schön sichtbar.	  JA NEIN
13	Rasierpinsel, erste Nadeln leicht gespreizt. WICHTIG: von "aussen" betrachtet <u>"Nadelkreis"</u> nicht mehr ersichtlich sondern "büschelig". Kreis rechts noch deutlich zu erkennen.  Abgrenzung zu 14: grüner <u>Zweig noch nicht zu sehen</u> , dieser ist noch in den Nadeln „eingepackt“	  JA NEIN   JA

14	Trieb ganz grün und <u>sichtbar</u> , basale Nadeln nicht gespreizt.		JA (frühes Stadium)
----	---	--	---------------------

## 4.2 Fotodokumentation für Tanne

**Tabelle 7. Überarbeiteter phänologischer Merkmalskatalog für Tanne, welcher auf den Erkenntnissen der Vorstudie aufbaut. Das Hauptkriterium zur Vergabe der jeweiligen Phase ist unterstrichen. Orange hinterlegte Zeilen werden nicht mehr, orange schraffierte eventuell nicht mehr aufgenommen (Phasen-Nr. durchgestrichen bzw. in Klammern).**


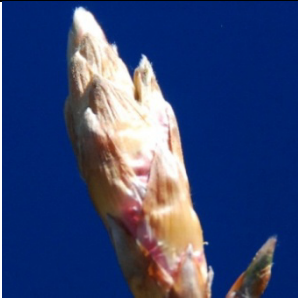


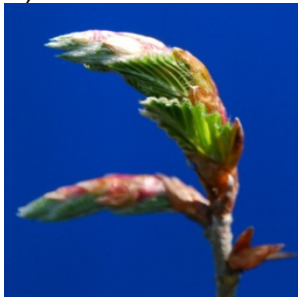


Ph.	Beschreibung	Foto(s)
10	Knospe geschlossen.	
11	Knospe geschwollen, <u>weissliches Vlies</u> schaut unter den aufgebrochenen Knospenschuppen hervor, in späterem Stadium durchsichtig und Nadeln darunter sichtbar. <u>Mind. 50%</u> der Knospe muss „Vlies“ aufweisen.	  JA                      NEIN (< 50%)
12 + 12a	Nadeln sichtbar, Knospenhülle gesprengt.  (Es wird nicht unterschieden zw. Hütchen und gesprengt, weil die Hütchenphase, falls überhaupt, höchstens 1 Tag dauert!)	 JA
(13)	Rasierpinsel, <u>Nadelkreis</u> nicht mehr deutlich sichtbar, "büschelig", man blickt ± vertikal auf die Nadeloberfläche. Fehlende Knospenhülle nicht zwingend!  In einem späteren Stadium <u>Abgrenzung zu 14</u> : grüner Trieb nicht sichtbar, dieser ist noch in den Nadeln "eingepackt".	  JA (frühes Stadium)                      JA
		  JA                      NEIN


14	<p>Trieb sichtbar, ganz grün, basale Nadeln <u>nicht gespreizt</u>.</p> <p><i>Abgrenzung zu 15:</i> in Phase 15 sind Nadeln flach ausgebreitet, nicht mehr kraus.</p>	 <p>JA</p>
15	<p>Trieb noch ganz grün, <u>Nadeln flach abgespreizt</u> (vgl. letztjähriger Zweig und seine Nadelstellung zur Abschätzung wann max. „Flachstellung“ erreicht ist).</p> <p>→ Zeitpunkt zu dem Nadeln „flach“ sind ist nicht einfach zu bestimmen.</p> <p>Für <u>Terminaltrieb</u> wohl nicht zu bestimmen, da diese Nadeln spiralig um den Endtrieb herum verteilt bleiben; Alternative?</p>	 <p>JA</p>



### 4.3 Fotodokumentation für Buche

**Tabelle 8. Überarbeiteter phänologischer Merkmalskatalog für Buche, welcher auf den Erkenntnissen der Vorstudie aufbaut. Das Hauptkriterium zur Vergabe der jeweiligen Phase ist unterstrichen. Orange hinterlegte Zeilen werden nicht mehr aufgenommen (Phasen-Nr. durchgestrichen).**

Ph.	Beschreibung	Foto(s)
10	Knospen geschlossen, schmal u. länglich.	
44	Knospen geschwollen und etwas verlängert.	
12	Hellgrüne <u>Blattspitzen</u> mit Härchen sichtbar, drücken zwischen den Knospenschuppen hervor.	  JA                      JA
13	Blätter gefaltet, behaart.  <u>Abgrenzung zu 12</u> [Foto c)]: deutlich mehr als die Blattspitzen schauen zur Knospe raus (Verhältnis Blattgrün (grün) : Knospenschuppen (braun) mind. 1:1)  <u>Abgrenzung zu 13a</u> [Foto a) + b)]: mind. Das terminale Blatt ist noch gefaltet.	  a) JA                      b) JA    c) JA                      d) JA
13a	<u>Alle</u> Blätter auseinandergespreizt, haarig. Kein Blatt mehr gefaltet und kein Blattbündel am Triebende mehr.	 JA

44	<p>Blätter schlaff und glatt, voll entfaltet, blassbraune Knospenschuppen vorhanden.</p> <p>→Schwer den Übergang von 13a zu 14 klar zu bestimmen!</p>	 <p>JA</p>
----	---	--

## 5 DOKUMENTATION

**Tabelle 9. Verzeichnis der Dokumente.**

Literaturrecherche Phänomerkmale	N:\prj\Adapt\Papers_Grundlagen\Methodische Grundlagen\Phänostudie_02032001_PB.doc
Fotoserie Probebäume	N:\PRJ\Adapt\Phänologie\Vorstudie2011\Dokumentation\Fotos \\Alle → alle aufgenommenen Fotos \\Phasen → Beispiele ja/nein spezifischer Phänophasen
Scan Aufnahmeformulare	N:\prj\Adapt\Vorstudie2011\Aufnahmen \\Merkmalskatalog.pdf \\Aufnahmeformular-Fichte (bzw. -Tanne; -Buche)
Digitalisierte Daten	N:\PRJ\Adapt\Phänologie\Vorstudie2011\Auswertung\Phänovorstudie2011_Daten.xlsx
Vorlage Aufnahmeformulare/ Merkmalskatalog V1	N:\PRJ\Adapt\Phänologie\Vorstudie2011\Aufnahmen\Phänovorstudie2011_Vorlagen.xlsx
Pdf(s) Gould 2010 (vgl. Literatur unten)	N:\PRJ\Adapt\Papers_Grundlagen\Methodische Grundlagen \\Gould 2010 Budburst Data Collection.pdf \\Gould 2010 Coding Budset at the SSMT.pdf
Digitale Ablage dieses Berichtes	N:\prj\Adapt\Dokumentation\Phaenologievorstudie2011_Dokumentation_final

## 6 LITERATUR

Becker, M. 1981. Beechstand phenology. In: Teissier du Cros, F., Le Tacon, F., Nepveu, G., Pardé, J., Perrin, R., Timbal, J. (Eds.). Le hêtre. Institut National de la recherche agronomique, Département des recherches forestières. S. 108-117.

Chmura, DJ. 2006. Phenology differs among Norway spruce populations in relation to local variation in altitude of maternal stands in the Beskid Mountains. *New Forests* 32: 21-31.

Cufar, K., Robic, D., Torelli, N., Kermavanar, A. 1996. Die Phänologie von unterschiedlich geschädigten Weisstannen (*Abies alba* Mill.) in Slowenien. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 147: 99-108.

Gould, P. 2010. Collecting Budburst Data for the Seed-Source Movement Trial („Budburst Data Collection.pdf“)

Gould, P. 2010. Coding Budset at the Seed-Source Movement Trial. (“Coding Budset at the SSMT.pdf“)

Johnsen, Ø. 1989. Freeze-testing young *Picea abies* plants. A methodological study. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4: 351-367.

Kociova, M. 1972. Fenologia slovenských provnencií jedle bielej (*Abies alba* Mill.) Ved. Prace VULH vo volene 16: 111-138, Zvolen.



Krutzsch, P. 1973. Norway spruce development of buds. Internal report. International Union of Forest Research Organizations, Vienna, IUFRO S2.02.11.

Langvall, O., Nilsson, U. Örländer, G. 2001. Frost damage to planted Norway spruce seedlings – influence of site preparation and seedling type. *Forest Ecology and Management* 141: 223-235.

Rohde, A., Bastien, C., Boerjan, W. 2011. Temperature signals contribute to the timing of photoperiodic growth cessation and bud set in poplar. *Tree Physiology* 31: 472-482.

Vitasse, Y., Delzon, S., Dufrêne, E., Pontailier J-Y., Luvet J-M., Kremer, A., Michalet, R. 2009. Leaf phenology sensitivity to temperature in European trees: Do within-species populations exhibit similar responses? *Agricultural and Forest Meteorology* 149: 735-744.

Vitasse, Y., Bresson, C.C., Kremer, A., Michalet, R., Delzon, S. 2009. Altitudinal differentiation in growth and phenology among populations of temperate-zone tree species growing in a common garden. *Canadian Journal of Forest Research* 39: 1259-1269.

## **7 ANHANG**

1. Notizen zur Literaturrecherche „Pilotstudie Säumlingsphänologie“ von P. Brang S. 25
2. Beispiel eines ausgefüllten Aufnahmeformulars S. 31

Projekt ADAPT

## Pilotstudie Sämlingsphänologie

Version 28.2.2011 [Peter Brang]

### 1. Ziele

- Entwickeln einer Methode zur Erfassung phänologischer Sämlingsparameter für Buche, Tanne und Fichte
- Gewinnen praktischer Erfahrung bei der Erfassung dieser Parameter sowie von Fotos für eine Aufnahmeanleitung

### 2. Kenntnisstand

Ausgewählte Literatur

Für **Douglasie**:

Gould, P. 2010. Collecting Budburst Data for the Seed-Source Movement Trial. ("Budburst Data Collection.pdf")

Budburst is coded when the bud scales have ruptured and green needles are visible. Two types of budburst are recorded:

**ANY**: Any bud other than the terminal bud has burst. In other words, the time when the first budburst is visible on the tree other than the terminal. The first budburst is typically found on a lower branch and it typically occurs before terminal budburst.

**TERM**: The terminal bud. The terminal is the bud at the tip of the main stem and is usually at the highest point on the tree. In most cases it is obvious which bud is the terminal; however, sometime a tree is forked and seems to have two terminals or a lateral branch has bent upwards and is higher than the terminal. If more than one bud can be called the terminal, then code terminal budburst whenever the first one bursts. For example, a forked tree might have two terminals that are at the same height. Code terminal budburst as soon as either of the buds burst.

Budburst Codes

Budburst is coded whenever the bud scales have ruptured and green needles are visible; however different codes are used depending on how much growth has occurred:

**Code 1**: Green is visible, but the new needles and stem have extended less than one finger width.

**Code 2**: The new needles have extended between 1 and 2 finger widths

**Code 3**: The new needles have extended more than 2 finger widths

Gould, P. 2010. Coding Budset at the Seed-Source Movement Trial. („Coding Budset at the SSMT.pdf“)

Codes

**0 - actively growing from original bud**

**1 - First budset**

**2- now growing following budset (e.g., active growth of second or later flush)**

**3 - Budset after second or later flush**

Regeln:

“If the needles are tightly bundled and a terminal bud is not visible, it probably hasn’t set. If the terminal is hidden by a few needles but there’s a group of lateral buds around the tip of the stem, then code the terminal as set. If the terminal has died, code the lateral that seems most likely to become the new terminal (also use the comment code “CTL” - change in terminal leader). If there are several laterals at the tip of the live stem and it’s unclear which one will become the new terminal, code 1 (budset) when all of

them have set bud. Use code 2 only if ALL of them second flush and Code 3 when ALL of them have set bud again.

Wichtig: Nadeln nicht auseinanderdrücken, um die Knospe besser zu sehen – kann Knospe beschädigen.

#### Für **Buche**

Malaisse 1964, zitiert in Becker M. 1981. Beechstand phenology. Pp. 108-117 in: Teissier du Cros F, Le Tacon F, Nepveu G, Pardé J, Perrin R, Timbal J. (Eds.): Le hêtre. Institut National de la recherche agronomique, Département des recherches forestières.

Vitasse, Y., S. Delzon, et al. (2009). "Leaf phenology sensitivity to temperature in European trees: Do within-species populations exhibit similar responses?" Agricultural and Forest Meteorology **149**(5): 735-744.

s. Tabelle, 4 Codes für budburst (nicht budset).

#### Für **Tanne**

Vitasse, Y., S. Delzon, et al. (2009). "Altitudinal differentiation in growth and phenology among populations of temperate-zone tree species growing in a common garden." Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere **39**(7): 1259-1269.

p. 1261: "We examined each seedling every week from March to May for bud development and every week from September to December for leaf senescence. In spring, we recorded the development stage of the apical buds from bud dormancy to leaf unfolding, using an intermediate grading scale of 3-5 according to the species."

Cufar, K., D. Robic, et al. (1996). "Die Phänologie von unterschiedlich geschädigten Weisstannen (*Abies alba* Mill.) in Slowenien." Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen **147**(2): 99-108.

S. 101 Foto von 5 Phasen.

Kociova 1970: Detaillierte Erfassung des Austriebs, 5 Phasen (mit Fotos). Wichtig für Wahl der Knospe (terminal, lateral), für ungefähre Variation zw. Provenienzen (5 Tage).

#### Für **Fichte**

Krutzsch P (1973) Norway spruce development of buds. Internal report. International Union of Forest Research Organizations, Vienna, IUFRO S2.02.11 (Kopie organisieren)

Angaben zum Krutzsch Index finden sich in:

Langvall O, Nilsson U, Örlander G (2001) Frost damage to planted Norway spruce seedlings – influence of site preparation and seedling type. *Forest Ecology and Management* **141**: 223-235

Johnsen Ø (1989) Freeze-testing young *Picea abies* plants. A methodological study. *Scandinavian Journal of Forest Research* **4**: 351-367

### 3. Methodenentwurf

#### Design

Es werden je 20 Fi, Ta und Bu von ca. 4-5 Provenienzen wiederholt einzeln beurteilt

### Erhebungen

Auswahl und Nummerierung der Pflanzen bis 15.3.2011

Erhebung aller Pflanzen 2 Mal pro Woche (Mo und Do) von 20.3. bis 30.9.2011, zusätzlich 31.10.2011, 30.11.2011, 31.1.2012, 31.3.2012

### Parameter

Pro Erhebung: Datum, Erhebender, Dateinamen von allfälligen Fotos

Pro Einzelbaum:

BNR Baumnummer

PHT Phänologisches Stadium Terminalknospe (s. unten).

PHQ Phänologisches Stadium Quirl Terminalknospen (s. unten). Die Quirl-Terminalknospen sind diejenigen im Knospenquirl direkt unterhalb der Terminalknospe.

PHL Phänologisches Stadium Lateralknospen (s. unten). Die Lateralknospen sind die Terminalknospen aller Zweige, die aus dem Quirl gerade unterhalb der letztjährigen Terminalknospe gewachsen sind.

BEM Bemerkungen

Bei Bu wird PHT angesprochen, PHQ und PHL nicht.

Bei Fi und Ta werden PHT, PHQ und PHL angesprochen.

**Phänologische Phasen** (PHT, PHQ, PHL). Phasen mit bestehendem Bild dazu: Gelb hinterlegt

Phasen	Buche	Fichte	Tanne
0	Knospen schmal und länglich	Knospe geschlossen (Krutzsch 0)	Knospe geschlossen
1	Knospen geschwollen und etwas verlängert	Knospe geschwollen (grau-grün) (Krutzsch 2)	
2	Hellgrüne Blattspitzen sichtbar, Knospenschuppen gespreizt	<i>Knospe aufgebrochen</i> , Nadelspitzen sichtbar (Krutzsch 3)	Nadeln sichtbar, Knospenhülle abgehoben
2a			Nadeln sichtbar, Knospenhülle gesprengt
3	Blätter gefaltet, behaart		
4	Blätter auseinandergespreizt, haarig	Nadelverlängerung (doppelte Knospenlänge) (Krutzsch 4)	Alle Knospenschuppen abgeworfen
5	Blätter schlaff und glatt, blassbraune Knospenschuppen vorhanden	Spreizen der Nadeln (Krutzsch 5)	
6	Blassbraune Knospenschuppen abgefallen [aber auf Zeichnung in Becker 1981 noch da!], Blätter steifer und dunkelgrün	Sprossverlängerung (basale Nadeln nicht gespreizt) (Krutzsch 6)	

Phasen	Buche	Fichte	Tanne
7	2. Trieb sichtbar	Sprossdifferenzierung (basale Nadeln gespreizt) Krutzsch 7)	Knospe sichtbar, grün
8			Knospe braun
9	2. Trieb gebildet		Nadeln sichtbar, Knospenhülle abgehoben
9a			Nadeln sichtbar, Knospenhülle gesprengt
10		Keine terminale Knospe, Nadeln hellgrün und Stamm >10 mm vom Apex sukkulent (Johnsen 0)	Alle Knospenschuppen abgeworfen
11=7	Knospe sichtbar, grün	Kleine, weisse terminale Knospe sichtbar, Nadeln hellgrün und weisse laterale Knospen nahe dem Apex (Johnsen 1)	Knospe sichtbar, grün
12=8(=0)	Knospe braun	Terminale Knospe hellbraun (Entwicklung von Knospenschuppen), laterale Knospen hellbraun und Nadeln leicht dunkelgrüner als in Klasse 1 (Johnsen 2)	Knospe braun
13	>50% der Blätter mit gelber Verfärbung (auch nur in Teilen)	Gut entwickelte Knospenschuppen, terminale Knospe grösser und Nadeln dunkelgrüner als bei Pflanzen der Klasse 2 (Johnsen 3)	
14	>50% der Blätter mit brauner bis roter Verfärbung (auch nur in Teilen)		
15	Alle Blätter abgefallen		
Bemerkungen	s. Zeichnung in Becker 1981, S. 109 (Anhang)		

Prüfen: Blattstielmerkmale bei Buche

Macht Buche vor Augusttrieb überhaupt eine Knospe? Caro fragt M. Sieber

Bilder dazu bzw. Anleitung mit Bildern.

### Aufwand

Noch offen

Dateneingabe: Zivi

### **Überlegungen zur Hauptstudie**

Auswertung: Wie kann man aus binären Daten mittlere Phänophaseneintritte pro Herkunft rechnen? Mitteln über 3 Einzelbäume und 16 Replikate pro Mutterbaum, dazu müssten aber allfällige Blockeffekte auskorrigiert werden (Blockeffekte können über Mittel über alle Bäume pro Block ermittelt werden) → sollte möglich sein.

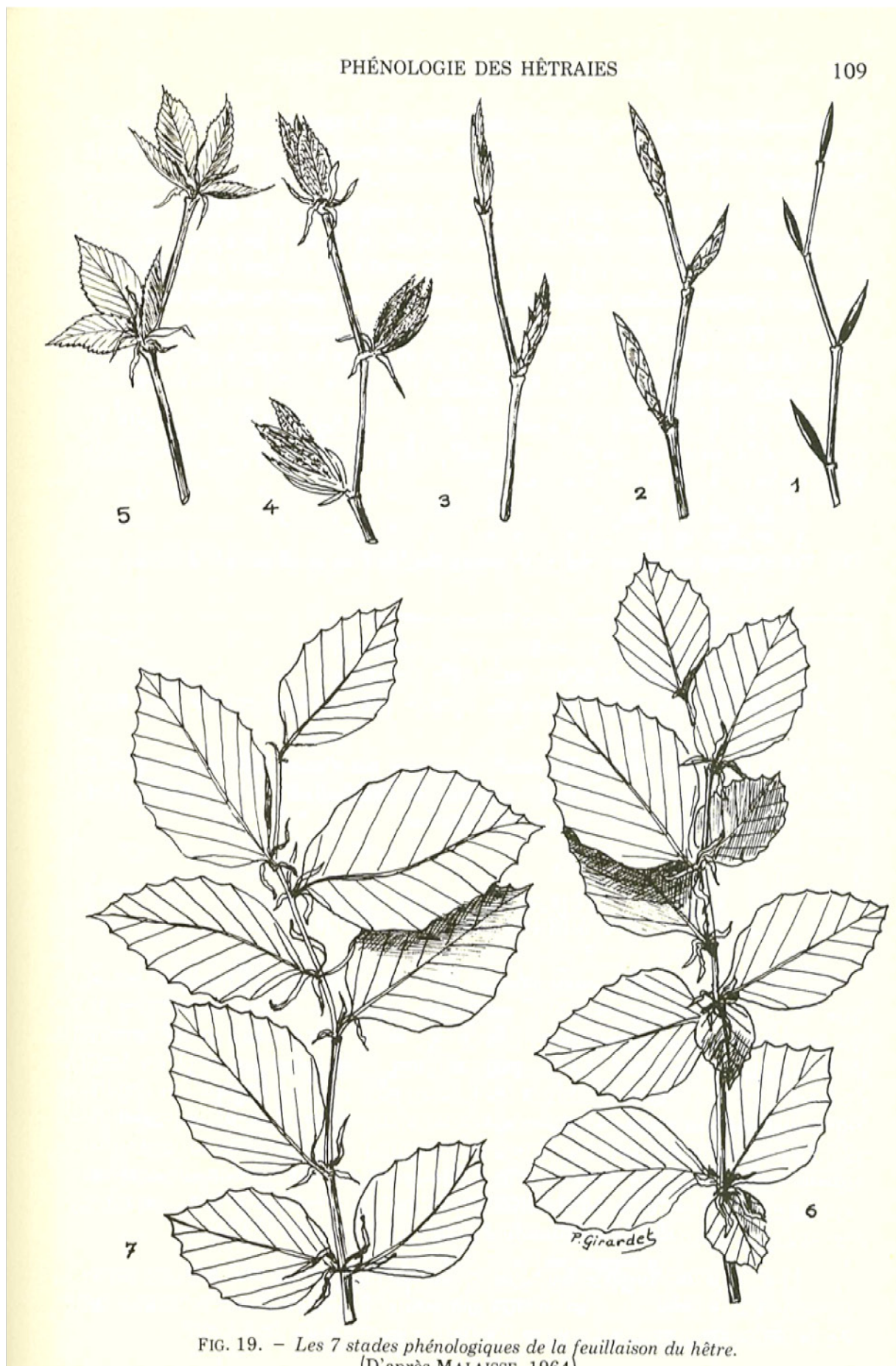
Ersterfassung 2013

Alle Pflanzen einer Baumart an einem Standort an einem Tag erfassen (ca. 4300 Pflanzen!). Bei 3/Minute sind in 500 Minuten 1500 Pflanzen Tagesleistung möglich, d.h. 3 Teams à 2 Personen.

P. Brang 28.2.2011

Anhang: Becker 1981, S. 109





Phänologie - Phasen TANNE

schliesst im Zuge  
von "falsch"!

phänologische  
von A.T. auf 12

ID	Art	11		12		12a		13		14		15		16		17		Bemerkungen	
		TER	QUI	TER	QUI	TER	QUI	TER	QUI	TER	QUI	TER	QUI	TER	QUI	TER	QUI		
01	Ta	101	94	X	X	108	104	101	108	104	108	108	125	116					
02	Ta	108	101	94		101		108	X	108	X	108	X	136	116	X			
03	Ta	101	101	101				108	108	108	108	108	136	150	116				
04	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
05	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
06	Ta	101	104	101				108	108	108	108	108	136	150	116				
07	Ta	108	94	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
08	Ta	104	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
09	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
10	Ta	101	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
11	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
12	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
13	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
14	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
15	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
16	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
17	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
18	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
19	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				
20	Ta	108	101	94				108	108	108	108	108	136	150	116				

schwierig.  
Pflanzbildung besteht unter Foto. 1x wiederholen.

16 wie bei Fichte: pro Samen, 100% 2. T. keine Samen, 100% 1. T. keine Samen  
(bei schlechter Entwicklung) v.a. 100% 1. T. keine Samen  
Tag 150: Bei Ta Samen, 100% 1. T. keine Samen, 100% 2. T. keine Samen  
Annahme, dass 100% 1. T. keine Samen, 100% 2. T. keine Samen

**Abbildung 5: Ausgefülltes Aufnahmeformular für Tanne als Beispiel für unser Vorgehen in der Vorstudie 2011. Scans aller Originalformulare sind auf dem Server abgelegt (s. Tab. 9)**