

Forschungsprojekt Adaptive genetische Variation von Buche, Tanne und Fichte

Dokumentation der Bodenansprache zur Bestimmung der
Bodenwasserspeicherkapazität der beernteten Fichten- und Tannenbestände

Oliver Leisibach, Caroline Heiri, Pascal Hengartner, Lorenz Walthert



Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee
und Landschaft WSL

Autoren:

Oliver Leisibach, Caroline Heiri, Pascal Hengartner, Lorenz Walthert

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)

Zitierung:

Leisibach, O.; Heiri, C., Hengartner, P., Walthert, L., 2012. Forschungsprojekt Adaptive genetische Variation von Buche, Tanne und Fichte. Dokumentation der Bodenansprache zur Bestimmung der Bodenwasserspeicherkapazität der beernteten Fichten- und Tannenbestände. Birmensdorf, Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., 14 S., unveröff.

Dank

Marco Walser danken wir für seine kompetente Anleitung bei der Ansprache der ersten Bodenschlitze sowie seine fachliche Unterstützung während den gesamten Aufnahmen.

Roger Köchli danken wir für seine fachliche Unterstützung bei den Laborarbeiten und Martina Hobi für die Unterstützung bei der Verarbeitung der GPS-Daten.

Umschlagbild: Bodenschlitz am Fichtenstandort Fi-28-1, Pleerwald, Burgdorf (BE)
(Foto: O. Leisibach)

Inhalt

1	Vorbereitungsarbeiten	4
2	Bodenschlitze	4
	2.1 LAGE / KOORDINATEN	4
	2.2 ERSTELLUNG	6
	2.3 ANSPRACHE	7
	2.4 PROBENAHEME	7
3	Autochthonität	8
4	Bodenproben	9
	4.1 ZWISCHENLAGERUNG UND TROCKNUNG	9
	4.2 AUFBEREITUNG, ARCHIVIERUNG UND LABORANALYSEN	9
5	Zeitlicher Ablauf der Bodenaufnahmen	9
6	Dokumentation	10
7	Nicht beprobte Standorte	10
8	Literatur	11
9	Anhang	12
	BODENSCHLITZE FÜR DIE BUCHENBESTÄNDE	
	BEISPIEL EINES BODENANSPRACHEPROTOKOLLS VERSION ADAPT	

1 VORBEREITUNGSARBEITEN

Die Feldaufnahmen inklusive deren Organisation erfolgte im Zweierteam. Die Organisation der Bodenaufnahmen für 200 Bestände war wie im Fall der Samenernte aufwendig (Arnold et al. 2010). Pro Tag konnte in maximal drei Beständen die Bodenansprache und –beprobung durchgeführt werden. Nach Abzug der Zeit für Anfahrt und Vorbereitung konnten meist vier Feldtage pro Woche realisiert werden, woraus durchschnittlich zwölf bearbeitete Bestände pro Woche resultieren. Die Routenplanung erfolgte nach Region, so dass die zwölf Bestände pro Woche mit relativ wenig Fahrweg erledigt werden konnten.

Die Vorbereitung einer Feldwoche benötigte ungefähr einen halben bis einen Tag. Sie beinhaltete das Zusammenstellen des Kartenmaterials, sowie die Organisation der Unterkünfte. Zu jedem Bestand wurde der zuständige Förster verständigt. Die meisten Förster erfuhren zum ersten Mal von diesem Projekt, was darauf hinweist, dass der Informationsfluss während der Samenernte 2009 nicht optimal lief. In einigen Fällen (besonders in der Zentralschweiz) gab es regionale Korporationen und private Waldbesitzer, die um Erlaubnis gebeten werden mussten. Weiter wurde mit Hilfe von geologischem Kartenmaterial vorgängig die Geologie jedes Bestandes ermittelt.

Feldausrüstung:

-Schaufel	-Salzsäure
-Spaten	-Säcke für Probematerial
-Pickel	-Kärtchen zur Beschriftung des Probematerials
-Rahmenbohrer	-Schnüre um Säcke zu verschliessen
-Bohrstock	-Kompass
-Astschere	-Hangneigungsmesser
-Säge	-GPS-Gerät (Trimble Nomad)
-Messer	-Bodenanspracheprotokolle (Version ADAPT)
-Doppelmeter	-1:25'000er Landeskarte mit eingezeichneten Probebäumen
-pH-Hellige	-Samenernteblätter mit Standortbeschreibungen der Probebäume

2 BODENSCHLITZE

2.1 Lage / Koordinaten

Die Lage des Bodenschlitzes, welcher für die Ansprache der Bodenhorizonte und die Probeentnahme gegraben wurde, sollte möglichst repräsentativ sein für den beernteten Bestand. Deshalb war es zwar nicht zwingend nötig, die 2009 beernteten Probebäume wieder zu finden, es half dem Team jedoch a) sicher zu sein im richtigen (d.h. im effektiv beernteten Bestand) zu sein und b) den Perimeter des zu repräsentierenden Bestandes abzugrenzen, was insbesondere an heterogenen Standorten hilfreich war. Deshalb wurden beim Eintreffen im Bestand als erstes die Probebäume gesucht. Oft konnten diese anhand des Kartenmaterials auch gefunden werden. Da die Vogelbänder bereits 2010 entfernt wurden, wurden die Bäume mit Hilfe der Spraypunkte identifiziert (s. Arnold et al. 2010). Teilweise war dies erschwert durch bereits ausgebleichte und/oder sehr kleine Punkte. Einige Bäume konnten nicht gefunden werden, da sie entweder nicht, schlecht, oder nicht mehr markiert oder eventuell falsch in der Karte eingezeichnet worden waren. Dies wurde entsprechend auf den Aufnahmeprotokollen vermerkt.

Konnten die Bäume gefunden werden, wurde jeder Baumstandort sowie der Bestand als Ganzes aufgrund von Geländemerkmale hinsichtlich seiner Heterogenität/Homogenität bezüglich Wasserhaushalt beurteilt (Kriterien gemäss Aufnahmeprotokoll (s. Anhang): Relief (Hangneigung,...), Wasserspeicherkapazität (Gründigkeit,...), Grad der Bodenvernässung (Quellfluren,...)). Je nachdem wurde der Standort als «homogen», «mässig homogen» oder «heterogen» klassiert (s. Aufnahmeprotokoll im Anhang). Wenn die Standortbedingungen der drei Probebäume eines Bestandes stark variierten, wurde zu jedem Baum eine kurze Standortbeschreibung im Protokoll verfasst. Dies wurde auch gemacht, wenn die Standortbedingungen des Bestandes grundsätzlich homogen war, ein Probebaum jedoch z.B. in der Böschung eines Baches stand. In einem hinsichtlich Bodeneigenschaften heterogenen Bestand wurde versucht, ein für die Probebäume möglichst repräsentativer Standort für den Bodenschlitz zu finden. Meist wurde der Standort in unmittelbarer Nähe (5 bis 20 m) eines Probebaumes gewählt (auch in homogenen Beständen). So besteht immer ein mehr oder weniger direkter Bezug von mindestens einem Probebaum zu den Bodendaten dieses Bestandes. Der nächstgelegene Probebaum zum Bodenschlitz (Profil) wurde jeweils in der Lageskizze des Bodenprofils auf dem Protokoll eingezeichnet. Meist wurde darin auch die Distanz (Augen- oder Schrittmass) zwischen Probebaum und Profil notiert.

Im alpinen Gelände waren homogene Bodenbedingungen in den Beständen eher selten, da hier vor allem der Skelettgehalt und die Gründigkeit meist stark variierten. Zum Beispiel kam es vor, dass zwei Bäume auf homogenem Boden mit hohem Skelettgehalt wuchsen, der dritte Baum sich jedoch direkt in einem Schuttkegel befand, bei dem kaum eine Bodenbildung zu erkennen war und der Skelettgehalt noch massiv grösser war. Der Bestand erhielt in der Folge die Klassierung «mässig homogen». Die Beurteilung des Skelettgehaltes und der Gründigkeit erfolgte allgemein mit Hilfe des Bohrstockes an verschiedenen Stellen im Bestand. Bei hohen Skelettgehalten war es jedoch kaum möglich, die Gründigkeit zu bestimmen, da zwischen grossen Steinen und anstehendem Gestein nicht unterschieden werden konnte.

Konnten die Probebäume nicht gefunden werden, wurde der Bodenschlitz möglichst in der Nähe eines vermuteten Probebaumes gegraben. Im Fall von alten Fichten-Samenbeständen (NKS) bei denen die Erntebäume nicht bekannt waren, wurden die vorhandene Koordinaten möglichst genau angelaufen. Konnte dort ein älterer Fichtenbestand vorgefunden werden, ging man davon aus, dass es sich dabei um die beerntete Population handelte. Hier wurde der Bodenschlitz an einem für die Population möglichst repräsentativen Standort gegraben.

Sonderfälle

Die Probebäume standen vermutlich wegen der einfachen Bekletterbarkeit oft direkt (0 bis 1,5 m) unterhalb von Forststrassen. Hier war der Boden durch den Strassenbau oft stark gestört, was den Wasserhaushalt für diese Probebäume mit grosser Wahrscheinlichkeit beeinträchtigt. Bodenschlitze wurden in solchen Fällen immer ausserhalb des Strasseneinflusses (mindestens 10 m Horizontaldistanz) gegraben.

Teilweise unterschieden sich die Deckungswerte der Baumschicht eines Bestandes stark, da z.B. ein oder zwei Probebäume isoliert auf einer Wiese wuchsen. Da wir an den Bodeneigenschaften interessiert waren, welche den Bestand als Ganzes am besten repräsentieren, haben wir in diesen Fällen den Bodenschlitz im Wald angelegt (z.B. Fi-59-3).

Koordinaten

Die Ermittlung der exakten Koordinaten des Bodenschlitzes erfolgte per GPS mit dem Gerät Trimble Nomad. Pro Bestand wurden damit mindestens 500 Messpunkte aufgezeichnet. Aus diesen Messpunkten errechnet das GPS-Gerät einen Mittelwert (je mehr Messpunkte umso genauer der Mittelwert). Diese Punkte wurden zur Datensicherung regelmässig (mindestens einmal pro Monat) mit der GIS-Pathfinder Software vom GPS-Gerät auf einen Laptop importiert (Software nur auf Laptop von Martina Hobi vorhanden). Um die Genauigkeit zu verbessern, wurden die Daten nachträglich mit GIS-Pathfinder postprozessiert, d.h. mit Satellitenkorrekturdaten einer fixen Messstation online abgeglichen. Zum Schluss wurden die Daten vom GIS-Pathfinder in eine Excel-Tabelle exportiert, von wo sie dann in die Protokolle (handschriftlich und elektronisch (Excel)) übertragen wurden. Obwohl aus den GPS-Daten die Höhe über Meer hervorgeht, wurde diese zur Kontrolle zusätzlich im Feld aus der Karte gelesen und ins Protokoll übertragen. Stimmt die Meereshöhe aus dem Feld und GPS-Angaben überein (max. ± 10 m), wurden nur die GPS-Daten übernommen. Dies war bei allen Bodenschlitzten der Fall, ausser bei Ta-7-1, Ta-15-1, Ta-16-2, Ta-21-1 und Ta-27-1. Hier waren Abweichungen von bis zu 30 Höhenmeter zur Karte festzustellen. Vermutlich wurde hier auf Grund eines Wechsels des GPS-Gerätes das falsche Höhenmodell verwendet. Die Höhen dieser Bodenschlitze wurden nachträglich mit Hilfe der exakten Koordinaten und dem GIS nachberechnet. Diese Werte stimmten mit den Felddaten gut überein und wurden schliesslich übernommen. In den GIS-Dateien bleiben die falschen Höhen gespeichert.

Einzelne der aufgezeichneten GPS-Dateien stellten sich als fehlerhaft heraus und teilweise konnten mangels Satellitenverfügbarkeit keine Daten aufgezeichnet werden. In diesen Fällen wurden die Koordinaten aus der Landeskarte 1:25'000 gelesen.

Da die Ermittlung der GPS-Daten mittels Nachbearbeitung am Laptop relativ zeitaufwendig ist, empfiehlt es sich in Zukunft, wenn möglich die Daten mit einer Echtzeitkorrektur (via Handy) und ohne Aufzeichnung der Datenpunkte direkt im Feld abzulesen. Der Empfang eines Mobilnetzes im Gebirge könnte sich dabei als grösste Schwierigkeit herausstellen.

2.2 Erstellung

Die Bodenschlitze wurden auf möglichst ungestörtem Terrain gegraben. Der horizontale Abstand zu Strassen betrug mindestens 10 Meter. Fahrspuren (Rückegassen) und andere anthropogene Störungen wurden gemieden. Weiter wurde darauf geachtet, wie die Hauptwurzeln der Bäume verlaufen, so dass beim Graben möglichst keine Starkwurzeln verletzt oder gar entfernt werden mussten.

Bei der Erstellung der Bodenschlitze wurden zuerst Ziegel aus den obersten Zentimetern Boden, inklusive der Vegetation, gestochen. Wenn möglich wurden diese als Ganzes neben dem Schlitz deponiert. Das weitere Aushubmaterial wurde nach Unter- (B- und C-Horizonte) und Oberboden (A-Horizonte) getrennt abgelagert. Nach der Bodenansprache wurde das Aushubmaterial in der richtigen Reihenfolge rückverfüllt und der Bodenschlitz wieder mit den Vegetationsziegeln abgedeckt.

Es wurde bis 100 cm Tiefe gegraben, ausser der anstehende Fels wurde früher erreicht. Die letzten Zentimeter wurden teilweise nur mit dem Rahmenbohrer erschlossen, wenn keine grossen Veränderungen mehr zu erwarten waren (man hat z.B. den C-Horizont bereits erreicht), man jedoch die Gründigkeit noch überprüfen wollte. Teilweise wurde mit dem Rahmenbohrer tiefer als 100 cm gebohrt um eine

allfällige Kalkgrenze nachzuweisen. Die Breite der Bodenschlitze betrug meistens 40 bis 50 cm.

2.3 Ansprache

Die Daten wurden gemäss dem Bodenanspracheprotokoll der Forschungseinheit Waldböden und Biogeochemie der WSL in der Version ADAPT aufgenommen (Tab. 1; für Anspracheprotokoll s. Anhang). Der Skelettgehalt wurde durch den Eindruck beim Graben und durch die Erscheinung in der Profilwand mit Hilfe von Schätztafeln für Volumenprozent (vor allem zu Beginn) abgeschätzt.

Der Humusgehalt wurde rein visuell abgeschätzt, ohne die Hilfe von Farbtafeln, indem wenig Probenmaterial von jedem Horizont nebeneinander gelegt wurde, um einen Kontrast zwischen dem humusärmsten und dem humusreichsten Horizont erkennen zu können.

An jedem Standort wurden Fotos vom Profil, vom Oberboden, von der Krautschicht, von der Vegetation und vom Bestand gemacht. Die Baumhöhen des Bestandes und alle Distanzangaben auf den Lageskizzen der Profile sind Schätzungen (Schritt- oder Augenmass). Als Anhaltspunkt für die Bestandeshöhe wurden die gemessenen Höhen der Probepflanzen verwendet.

Tabelle 1. Aufgenommene Merkmale/Eigenschaften gemäss Bodenanspracheprotokoll Version ADAPT

Morphologie des Bodens	Angaben zum Standort	Angaben zur Waldstruktur
Horizontierung	Koordinaten (GPS)	Waldtyp (Code)
Skelettgehalt und –grösse (Code)	Höhe über Meer (GPS)	Deckungsgrad (%)
Gefügeform und Aggregatstruktur (Code)	Exposition (Gon)	Höhe von Baum-, Strauch- und Krautschicht (m*)
Lagerungsdichte (Code)	Hangneigung (%)	
Vernässungsgrad (Code)	Relief (Code)	
aktuelle Bodenfeuchtigkeit (Code)	Mikrorelief (Code)	
Humusgehalt (Code)	Geologie / Substrat	
Tiefe Kalkgrenze (cm)	Homogenität des Standortes hinsichtlich	
Feinwurzeln ($\varnothing < 2$ mm) (Code)	Wasserhaushalt	
Limite Wurzelraum (Code)	Bemerkungen (insbesondere Störungen)	
Gründigkeit (cm)		
Humusform und Bodentyp		
Bemerkungen zum Profil		

* Mittlere Höhe bei der Baumschicht und maximale Höhe bei der Strauch- und Krautschicht

2.4 Probenahme

Von jedem Bodenschlitz wurden zwei Bodenproben aus ausgewählten Horizonten für die Laboranalyse entnommen. Eine erste Probe aus dem A-Horizont diente der Bestimmung des Anteils an organischem Kohlenstoff (C_{org}). Um für die Wasserspeicherkapazität aussagekräftig zu sein, sollte ein beprobter A-Horizont mindestens 10 cm mächtig sein. Bei sehr geringmächtigen A-Horizonten wurde der direkt darunter folgende Horizont beprobt, der noch C_{org} zu enthalten versprach (meist AB- oder AC-Horizonte). Eine zweite Probe diente der Bestimmung der Körnung und sollte aus einem möglichst tiefen Horizont entnommen werden, der kein oder nur noch

sehr wenig C_{org} enthielt. Hohe C_{org} -Anteile in den Proben würden Probleme bei der späteren Körnungsanalyse im Labor verursachen. Von jeder Probe wurde die Entnahmetiefe und die vorgesehenen Analyseparameter im Profil-Aufnahmeprotokoll notiert.

3 AUTOCHTHONITÄT

Bei einzelnen Beständen schienen die Populationen durch eigene Einschätzungen oder nach Auskunft von Förstern nicht autochthon zu sein (Tab. 2). Dies wurde entsprechend im Protokoll vermerkt.

Bei einigen Beständen lagen die Probebäume relativ weit auseinander (bis 1 km). Manchmal kam zu einer grossen Entfernung noch ein Expositionswechsel von bis zu 180° hinzu (andere Tal- oder Passseite). Dort konnte man nicht mehr davon ausgehen, dass es sich um dieselbe Population handelt. Dies wurde ebenfalls im Protokoll vermerkt.

Tabelle 2. Beerntete Bestände für welche die Autochthonität angezweifelt wird.

Standort	Text aus Protokoll Bodenansprache	Profil
Fi-39-1	Keine Bäume mit BHD > 40 cm (Autochthonität fragwürdig)	Ja
Fi-16-1	Bäume 1 + 2 gemäss Förster klar in Aufforstung! Autochthone Bestände wären weiter oben (m ü. M.) gewesen. Standort aus Studie entfernen gemäss Christoph Sperisen.	Nein
Fi-15-1	Profil nahe Baum 2 im Jungfichtenbestand. Dieser, inkl. Baum 2, vermutlich gepflanzt.	Ja
Ta-01-1	Alle 3 beprobten Bäume sind Teile von Aufforstungen	Ja
Ta-03-1	Baum 3 Teil von aufgeforstetem Bestand, direkt am Waldrand	Ja
Ta-11-1	Baum 1 in aufgeforsteter Fläche. Autochthonität sehr fragwürdig.	Ja
Ta-11-2	Alle Bäume Teile von Aufforstungen, Autochthonität fraglich.	Ja

4 BODENPROBEN

4.1 Zwischenlagerung und Trocknung

Die Bodenproben wurden während der Feldtage in verschlossenen Plastikbeuteln in einer abgedeckten Plastikbox im Kofferraum aufbewahrt. Um ein zu starkes Erwärmen der Proben – und damit eine mögliche Veränderung der chemischen Parameter durch erhöhte biologische Aktivität oder Pilzbefall – zu verhindern, wurde das Auto immer im Schatten parkiert. Wenn dies nicht möglich war, wurden die Proben ausserhalb des Autos in den Schatten gestellt. Jeden Freitag wurden alle Proben einer Feldwoche an der WSL bei 50°C für mindestens 48 Stunden im Ofen vollständig getrocknet.

4.2 Aufbereitung, Archivierung und Laboranalysen

Alle Proben wurden nach der Trocknung mit einem 2 mm Stahlsieb gesiebt und in Lagerdosen aus transparentem PVC verpackt. Alle Lagerdosen sind in der Bodendatenbank der Forschungseinheit Waldböden und Biogeochemie archiviert.

Zur Analyse der Körnung wurden zuerst in den gesiebten Proben die organischen Anteile mit Hydrogenperoxid (H₂O₂) nassverascht. Die Körnung wurde anschliessend mit der Pipettmethode (Gee und Bauder 1986) bestimmt.

Für die C_{org}-Analyse wurden die gesiebten Proben mit einer Zirkonoxyd-Schwingmühle von Retsch drei Minuten gemahlen und anschliessend im Zentrallabor der WSL für die C/N-Analyse auf einer Präzisionswaage in Zinnkapseln eingewogen. Die Analyse erfolgte durch das Zentrallabor mittels C/N-Analyser. Bodenproben mit einem pH-Wert über 6,0 wurden für die Bestimmung des C_{org}-Gehaltes nach der Methode von Walthert et al. (2010) vorbehandelt.

Zur pH-Messung wurden die Proben im Verhältnis 1:2 mit 0,01 M CaCl₂-Lösung versetzt. Nach einer Equilibrierungszeit von 30 Minuten wurde der pH-Wert in der Suspension unter Rühren potentiometrisch gemessen.

Aus den gewonnenen Daten aus Labor und Feld wurde anschliessend mit Hilfe der Methode von Teepe et al. (2002) die Wasserspeicherkapazität abgeschätzt. In die Abschätzung nach dieser Methode fliessen die Parameter Bodendichte, Bodenart, C_{org}- und Skelettgehalt ein.

5 ZEITLICHER ABLAUF DER BODENAUFNAHMEN

24.05. bis 27.05.2011	Einführung: Aufnahme der ersten Standorte angeleitet durch L. Walthert, M. Walser und C. Heiri.
30.05. bis 04.11.2011	Aufnahmen durch O. Leisibach und P. Hengartner (beide waren in dieser Zeit durchschnittlich 4 Wochen ferienhalber abwesend).
07.11. bis 02.12.2011	Aufnahmen durch P. Hengartner, davon 3 Tage zusammen mit Doktorandin A. Frank.
02.12.2011 bis 29.02.2012	Laboranalysen und Berechnung Wasserspeicherkapazitäten

6 DOKUMENTATION

Sämtliche Dokumente, die sich mit der Datenerhebung zur Wasserspeicherkapazität der Böden befassen, befinden sich im Ordner N:\prj\Adapt\Boden\Feldaufnahmen. Tabelle 3 zeigt Direktpfade zu wichtigen Dokumenten.

Tabelle 1. Pfadangaben zu wichtigen Dokumenten.

Dokument	Pfad
Digitalisierung aller Bodenprotokolle in Excel	N:\prj\Adapt\Boden\Feldaufnahmen\Profildaten\Profildaten_ADAPT_2011.xls
Koordinaten im Submeterbereich von allen Standorten inkl. Genauigkeitsangaben	N:\prj\Adapt\Boden\Feldaufnahmen\Profildaten\Submeter_Koordinaten_ADAPT_Bodenschlitze.xlsx
Mit GPS erfasste und postprozessierte GIS-Files der Profilstandorte	N:\prj\Adapt\Boden\Feldaufnahmen\GPS Daten Profilstandorte\Aufnahmedaten_Trimble\Felddaten_postprozessiert
Bestandes- und Profilfotos	N:\prj\Adapt\Boden\Feldaufnahmen\Fotos Bestände und Profile
Scans aller Originalprofilprotokolle	N:\prj\Adapt\Boden\Feldaufnahmen\Profildaten\Scans Profilprotokolle
Excel-Files Wasserspeicherkapazitäts-Berechnung	N:\prj\Adapt\Boden\Wasserspeicherkapazität ADAPT nach Teepe

7 NICHT BEPROBTE BESTÄNDE

- Fi-16-1 Bäume 1 + 2 gemäss Förster klar in Aufforstung! Vor 40 Jahren war dort eine Viehweide. Autochthone Bestände wären weiter oben (m ü. M.) gewesen. Standort aus Studie entfernen gemäss Christoph Sperisen.
- Fi-50-1 Bestand Luftlinie ca. 800 m zu Ta-50-2. Bäume konnten leider nicht gefunden werden. Gelände und Boden sehr heterogen mit Dolinen und stark variierendem Skelettgehalt und Gründigkeit. Teilweise konnten tonige AC-Horizonte erreicht werden. Boden entspricht je doch oft demjenigen bei Ta-50-2. Entweder Daten von Ta-50-2 übernehmen oder Beernter fragen wo Bäume stehen und nochmals hinfahren.
- Fi-54-3 Standort direkt neben Fi-54-1
- Fi-55-2 Probebäume in LWF-Fläche Beatenberg → Daten von LWF-Profil Nr. 2 übernehmen.
- Fi-57-3 Profildaten entsprechen Ta-57-1 im selben Bestand
- Fi-81-1a Standort direkt neben Fi-81-1
- Fi-84-2 Profildaten entsprechen Fi-84-1 im selben Bestand
- Ta-28-3 Konnte zeitlich nicht mehr erledigt werden. Ist jedoch gleicher Standort wie Bu-28-1 → Daten können übernommen werden.
- Ta-AT-1 Bestand in Wien

8 LITERATUR

Arnold, C., Dicht, M., Sperisen, C., Burkart, A., Boner, A., Heiri, C., 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, 14 S. unveröff.

Gee, G.W., Bauder, J.W. 1986. Particle-size Analysis. *In*: Page, A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R. (eds.): Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods. 2nd edition, American Society of Agronomy, Madison, WI

Teepe, R., Dilling, H., Beese, F. 2002. Estimating water retention curves of forest soils from soil texture and bulk density. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166: 111–119.

Walthert, L., Graf, U., Kammer, A., Luster, J., Pezzotta, D., Zimmermann, S., Hagedorn, F. 2010. Determination of organic and inorganic carbon, $\delta^{13}\text{C}$ and nitrogen in soils containing carbonates after acid fumigation with HCl. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 173: 207-216.

9 ANHANG

Bodenschlitze für die Buchenbestände

Vorgehen

Die Bodenschlitze für die Buchenbestände wurden im Folgejahr (2012) der Fichten- und Tannenschlitze zwischen 25.06. und 27.09.2012 durch O. Leisibach, A. Frank und D. Hobi erstellt. Die Vorgehensweise entsprach derjenigen von Fichte und Tanne. Der untenstehenden Tabelle 1 kann entnommen werden, für welche Bestände Bodenschlitze erstellt werden mussten. Für die Bestände in Tabelle 2 konnten bestehende Bodenprofildaten aus der Bodendatenbank der WSL verwendet werden. Die Profile aus der Datenbank liegen maximal 100 m von einem für die Studie beernteten Bäume entfernt.

Dokumentation

Das Excel-File mit Übersicht der Bodenansprachen Buche ist zu finden unter N:\prj\Adapt\Boden\Buchen\Organisation\Prjadapt_Buchen_Übersicht_Profile_und_Blaetternte.xlsx.

Sonderfälle

Der Bodenschlitz für den Bestand bu-87-1 wurde zurückgestellt, da zur Zeit des Besuches im Tessin das Gelände wegen Schiesstätigkeit des Militärs nicht betreten werden konnte. Für die Standorte bu-15-1 und bu-16-2 können die Profile von ta-15-1 respektive ~~ta-16-2~~ ta-16-3 (Korrektur AF 06.06.2013) verwendet werden. Der Bestand bu-6-1 wurde gemäss Angaben des Förster um 1890 gepflanzt.

GPS-Koordinaten

Die GPS-Koordinaten wurden mit dem Trimble Juno erfasst. Es stellte sich heraus, dass die Höhenangaben des Juno sehr ungenau waren (Überprüfung erfolgte anhand GPS-Koordinaten und Karte). Die Höhen wurden daher im GIS mit Hilfe der GPS-Koordinaten nachberechnet. Die Genauigkeit der Höhen entspricht somit der Genauigkeit der GPS-Koordinaten. Im File „Profildaten_ADAPT_Buche_2012.xls“ sind daher keine Angaben zur Präzision der Höhenangaben zu finden.

Tabellen 1 und 2. Bestände, für welche 2012 Bodenschlitze erstellt wurden, und Bestände mit bestehenden Profilen aus der Bodendatenbank der WSL

Erstellte Bodenschlitze			
bu-01-1	bu-21-1	bu-34-2	bu-54-1
bu-02-1	bu-22-1	bu-34-3	bu-55-1
bu-06-1	bu-26-1	bu-37-1	bu-81-2
bu-07-1	bu-27-1	bu-38-1	bu-81-3
bu-07-2	bu-27-2	bu-39-2	bu-81-5
bu-07-3	bu-28-2	bu-42-1	bu-82-3
bu-08-3	bu-30-1	bu-45-1	bu-84-1
bu-09-1	bu-31-1	bu-46-1	bu-85-1
bu-11-1	bu-31-2	bu-47-1	bu-86-1
bu-12-1	bu-32-1	bu-50-1	bu-87-2
bu-16-3	bu-33-2	bu-51-1	bu-96-1
bu-17-2	bu-33-3	bu-51-2	bu-96-2
bu-19-2	bu-33-4	bu-52-2	

Profile aus Bodendatenbank	
bu-01-2	bu-25-1
bu-03-1	bu-26-2
bu-05-1	bu-26-3
bu-08-1	bu-28-1
bu-10-1	bu-29-1
bu-10-2	bu-38-2
bu-16-1	bu-39-1
bu-16-4	bu-40-1
bu-18-1	bu-52-1
bu-18-2	bu-53-1
bu-19-1	bu-64-1
bu-20-1	bu-82-1
bu-21-2	bu-82-2

Abbildung 2: Rückseite des ausgefüllten Bodenanspracheprotokolls Version ADAPT vom Bestand Fi-42-1

<p>Allgemeine Daten</p> <p>Projekt: ADAPT</p> <p>Landeskarte 1:25'000</p> <p>Blatt-Nr.: 1185 164 32 40 18 15 12 20 11</p> <p>Koordinaten GPS: Datum</p> <p>Aufnahmegruppe: <i>Oleisibaich</i> <i>P. Hergartner</i></p> <p>Photodokumentation Photos gemacht: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein wann, warum?</p>	<p>Angaben zur Vegetation</p> <p>Waldtyp</p> <p><input type="checkbox"/> 1 Buchenwald <input checked="" type="checkbox"/> 3 Mischwald Laub-Nadelholz <input type="checkbox"/> 5 Fichten-Tannen-Wald</p> <p><input type="checkbox"/> 2 Laubmischwald <input type="checkbox"/> 4 Nadelmischwald <input type="checkbox"/> 6 Föhrenwald <input type="checkbox"/> 7 Auen-Lärchen-Wald</p> <p>Deckungswerte Baumschicht: 60 % Höhe: 15 m Strauchschicht: 10 % Höhe: 3 m Krautschicht: 75 % Höhe: 0,3 m</p>	<p>Homogenität des Standortes hinsichtlich Wasserhaushalt für die Bäume</p> <p>falls heterogen, warum?</p> <p><input type="checkbox"/> homogen <input checked="" type="checkbox"/> mäßig homogen <input type="checkbox"/> heterogen</p> <p><input type="checkbox"/> Relief (Exposition, Hangneigung) <input type="checkbox"/> Wasserspeicherkapazität (Gründigkeit, Skelettiegehalt) <input type="checkbox"/> Grad der Bodenverwitterung (Mäulen, Kuppen, Quasthurn, ...)</p>	<p>Bemerkungen (insbesondere Störungen)</p> <p><i>Profil bei Baum 1, Baum 2 am Rand einer Weide, leicht tiefergründig.</i> <i>Baum 2 südliche Krone. Baum 3 auf Kleinkuppe direkt auf Straßensattel, Bestand mit Sturmschäden</i></p>
<p>Bodenbildungsfaktoren</p> <p>Höhe ü. Meer (m): 1167 1102</p> <p>Exposition (Gon): 4833</p> <p>Hangneigung (%): 4833</p> <p>Relief (Code): 3</p> <p>Mikrorelief (Code): 3</p> <p>Codes Relief Relief 1 ebene Fläche 2 Kuppe Oberhang 3 Mittelhang 4 Hangflus, Mulde 5 unbeeinträchtigt 6 Kleinkuppe 7 Kleinkulde Mikrorelief 1 gleichmäßig 2 mäßig variabel 3 stark variabel</p>	<p>Lageskizze des Bodenprofils</p> <p>Querschnitt zum Hang</p>	<p>Geologie / Substrat</p> <p>Kategorie: <i>Neotittische Sandsteine und Kalke</i></p> <p>Feldbeobachtung (inkl. Kalkgehalt im Ausgangsgestein?): <i>Gestein karbonatlos / Sandsteine + Kalke (Schwefelhaltig)</i></p>	