



Eidg. Forschungsanstalt für Wald,
Schnee und Landschaft WSL

Entwicklung einer effizienten forstlichen Betriebsinventur

Schlussbericht zum Vorprojekt

Projektnummer: 2013.07

an den Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung

Juni 2014

Verfasser:

Anton Bürgi, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Forstl. Prod.-Systeme

Christian Ginzler, WSL, FE Landschaftsdynamik, Gruppe Fernerkundung

Adrian Lanz, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Statistics Lab

Renato Lemm, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Forstl. Prod.-Systeme

Jonas Stillhard, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Best.-Dynamik u. Waldbau

Oliver Thees, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Forstl. Prod.-Systeme

Durchführung:

Projektleitung: Anton Bürgi

Projektbearbeitung:

Anton Bürgi, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Forstl. Prod.-Systeme

Christian Ginzler, WSL, FE Landschaftsdynamik, Gruppe Fernerkundung

Adrian Lanz, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Statistics Lab

Renato Lemm, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Forstl. Prod.-Systeme

Jonas Stillhard, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Best.-Dynamik u. Waldbau

Oliver Thees, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Forstl. Prod.-Systeme

Eidg. Forschungsanstalt WSL

Zürcherstrasse 111

CH-8903 Birmensdorf

Förderung:

Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung

Bundesamt für Umwelt BAFU

Abteilung Wald

CH-3003 Bern

Inhalt

1. Einleitung.....	4
2. Problemstellung.....	5
3. Gegenwärtiger Stand der Betriebsinventuren in der Schweiz und im angrenzenden Ausland	6
3.1 Ausgangslage	6
3.1.1 Rahmenbedingungen.....	6
3.2 Inventuren auf nationaler Ebene	6
3.2.1 Schweiz	6
3.2.2 Deutschland	6
3.2.3 Österreich	6
3.3 Forstliche Daten auf kantonaler Ebene	7
3.3.1 Inventuren.....	7
3.3.2 Kantone mit 'Kantonsforstinventaren'	7
3.3.3 Kantone mit LFI-Verdichtung	8
3.3.4 Kantone mit Betriebsinventuren.....	8
3.3.5 Bestandeskarten.....	8
3.4 Fallbeispiel Kanton Aargau	8
3.4.1 Vorhandene Daten im Kanton Aargau.....	9
3.5 Betriebsinventuren im angrenzenden Ausland	10
3.5.1 Deutschland	10
3.5.2 Österreich	11
3.6 Fazit	11
4. Ergebnisse eines runden Tisches mit Vertretern des Bundes, der Kantone, der Waldeigentümer und der Bildungs- und Forschungsinstitutionen.....	12
4.1 Ergebnisse des Runden Tisches vom 11. April 2014	12
4.1.1. Einleitung	12
4.1.2. Teilnehmer.....	12
4.1.3. Aufgaben der Betriebsinventur.....	13
4.1.4. Organisatorische Gestaltung einer effizienten Betriebsinventur.....	14
4.1.5. Fazit	15
4.2 Expertentreffen an der ETHZ am 14. April 2014	16
5. Zusammenfassende Folgerungen	18
6. Literatur:.....	19
ANHANG.....	21

1. Einleitung

Ende März 2013 reichte die Forschungsgruppe „Forstliche Produktionssysteme“ das Projekt „Entwicklung einer effizienten forstlichen Betriebsinventur“ beim Fonds zur Förderung der Wald und Holzforschung (BAFU) ein. In seiner Antwort vom 20. Juni 2013 teilte uns das Expertengremium des Fonds mit, dass das Projekt wichtig ist für die Praxis und seine weitere Verfolgung einiger Vorabklärungen bedürfe. Es wurde ein Beitrag für ein Vorprojekt gesprochen, in dem folgende Abklärungen getroffen werden sollten:

- „Verschiedene Systeme sind darzustellen, auch solche aus dem Ausland.
- Die Institutionen, die in der Schweiz das Thema Inventur bearbeiten, sind zu konsultieren und die Aktivitäten sind zu koordinieren (Inventuren national, kantonal/regional, betriebsweise). Runder Tisch mit aktiven und interessierten Partnern.
- Es ist aufzuzeigen, wie ein Betriebsleiter die Inventur praktisch umsetzen kann (Aufwand, Kosten, Nutzen), bzw. wie diese Information im Projekt erarbeitet werden soll.
- Im Projekt muss ein Vergleich mit alternativen Inventuren vorgenommen werden.“

Das Vorprojekt wurde von den beteiligten Forschungsgruppen FPS und FE der WSL im dritten Quartal 2013 und ersten Quartal 2014 durchgeführt. Die genannten Vorgaben konnten weitgehend bearbeitet und so eine Grundlage für die Konkretisierung eines allfälligen Hauptprojektes geschaffen werden. Der gegenwärtige Stand der Betriebsinventuren in der Schweiz und im angrenzenden Ausland wurde als Teil einer von der WSL betreuten Masterarbeit an der ETHZ ermittelt. Der Runde Tisch wurde mit ausgewählten Vertretern von Kantonen und interessierten Betriebsleitern im Rahmen eines ganztägigen Workshops durchgeführt. Durch ein Arbeitstreffen mit Spezialisten der ETHZ und der HAFL konnte der wissenschaftliche Austausch sichergestellt werden. Daneben wurde auch die Arbeitsgruppe Waldplanung und –management (WaPlaMa) des Schweizerischen Forstvereins über das Vorprojekt und die Projektidee informiert und in die Diskussion integriert. Der dritte Punkt, die praktische Umsetzung der Inventur, samt Aufwand, Kosten, Nutzen, konnte vor allem im Rahmen des Runden Tisches vorabgeklärt werden. Zum vierten Punkt muss gesagt werden, dass das neu entwickelte Inventurkonzept erst in einer Hauptstudie entwickelt und alternativen Inventurkonzepten gegenübergestellt werden kann. Die Vorstudie liess hier nur erste Strukturmerkmale erkennen, welche vor allem wegen der offensichtlich ausgeprägten individuellen Anforderungen einen modularen Aufbau dieser Konzepte nahelegen. Trotzdem wurde versucht im Rahmen des Fallbeispiels Aargau aufzuzeigen, wie als Alternative „keine Inventur“ zu bewerten ist.

Es ist vorgesehen, dem Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung im kommenden Herbst einen neuen Antrag für die Ausarbeitung einer effizienten forstlichen Betriebsinventur zu unterbreiten, in dem die im Vorprojekt erarbeiteten Erkenntnisse verarbeitet sind.

2. Problemstellung

Voraussetzung für eine fundierte forstliche Planung ist eine ausreichende Kenntnis des Zustandes und der Entwicklung der zu bewirtschaftenden Waldungen. Diesem Zweck dienten bis vor kurzem in regelmässigen Abständen erhobene Inventare, sei es als Vollkluppierungen oder als Stichprobeninventare. Diese erlaubten eine einigermaßen zuverlässige Schätzung der im Wald vorhandenen Baumarten, deren Stammzahl und Volumen. Zudem liessen sich Veränderungen seit der letzten Inventur erkennen, zum Beispiel bezüglich der Baumartenzusammensetzung resp. des stehenden Vorrats, vor allem aber liess sich der Zuwachs mit der erfolgten Nutzung vergleichen und so ein erster guter Indikator für die Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung errechnen.

Nun sind aber Vollkluppierungen als auch stichprobenbasierte Inventuren teuer. Sowohl die Forstbetriebe als auch die Kantone haben zunehmend Mühe, solche Inventare zu finanzieren. Lediglich noch sechs Kantone führen eine Inventur durch, die Aussagen bis auf Ebene des Forstbetriebs zulassen. Weitere dreizehn Kantone verdichten die Stichproben des Landesforstinventars (LFI) oder erheben Stichproben auf einem eigenen Netz, um auf regionaler Ebene Aussagen machen zu können. In neun Kantonen werden keine eigenen Erhebungen mehr gemacht (vgl. Kap. 3). Allerdings wird der Zustand des schweizerischen Waldes durch das LFI als Ganzes mit grosser Genauigkeit erfasst, es besteht also eine Kontrolle der Bewirtschaftung auf Ebene des ganzen Landes. Auf einen einzelnen Betrieb, auch auf einen für schweizerische Verhältnisse grossen Betrieb, lassen sich die durch das LFI gewonnenen Daten aber nicht anwenden.

Durch die technische Entwicklung der letzten Jahre sind zusätzliche Möglichkeiten der Informationsbeschaffung für die Beschreibung der forstlichen Ressourcen und für die forstliche Planung entstanden. Mit immer günstigeren und regelmässig aufgenommenen Luftbildern und Satellitenbildern, automatisierten Auswerteverfahren derselben, ausgeklügelten geographischen Informationssystemen (GIS), die auch dezentral über den Web-Browser eingesetzt werden können (via ein immer leistungsfähigeres Internet) und mit der Erfassung von Oberflächen mit flugzeuggestütztem Laser (LiDAR) gibt es heute neue Technologien, Bestandeskarten zu erstellen, respektive Vorräte und Baumartenanteile abzuschätzen. Allerdings sind diesen neuen Methoden bezüglich dem Detaillierungsgrad und der gewünschten bzw. notwendigen Genauigkeit Grenzen gesetzt. Die Anforderungen an die Betriebsinventuren (zuverlässige Aussagen bis auf Niveau Bestand/Baum für die Ansprüche der Betriebsplanung, Holzernte, Erschliessung, Naturschutz, Erholung) lassen sich bisher nur teilweise realisieren.

Mit den heute immer grösser werdenden Betrieben und den an sie gestellten Ansprüchen nimmt die Bedeutung hinreichend genauer und verfügbarer Informationen über die Waldungen eines Forstbetriebes zu. Das ist nicht nur für die Sicherung der Nachhaltigkeit, als Kontrollinstrument für den Waldbau (z.B. Kontrolle im Dauerwald) und für den Überblick in immer grösseren Forstbetrieben wichtig. Es dient auch der Sicherung des Wissenstransfers bei Stellenwechseln oder bei der Nachfolgeregelung eines erfahrenen Betriebsleiters.

So liegt es auf der Hand, nach Methoden zu suchen, die die heute verfügbaren Daten (auf geschickte Weise) so verknüpfen, dass damit aussagekräftige Informationen zu vertretbaren Kosten erstellt werden können. Diese Herausforderung wird zur Zeit von vielen Spezialisten der Forsteinrichtung national wie international bearbeitet. Eine grosse Herausforderung dabei ist, dass die neuen Methoden Resultate liefern sollen, die kompatibel mit den bisherigen Resultaten der Inventuren sind. In der Schweiz hat fast jeder Kanton sein eigenes System für die Forsteinrichtung, in unseren Nachbarländern ist es nicht viel anders. Diese Situation legt es nahe, mit einem modularen Aufbau eines Systems der forstlichen Inventur ein möglichst flexibles Instrumentarium bereitzustellen, um diesen Ansprüchen zu genügen.

3. Gegenwärtiger Stand der Betriebsinventuren in der Schweiz und im angrenzenden Ausland

3.1 Ausgangslage

Im Kapitel 3 wird dargestellt, in welchen Kantonen Betriebsinventuren durchgeführt werden bzw. wie Aussagen zu Betrieben gemacht werden, wenn keine Inventuren auf Betriebsebene durchgeführt werden. Zusätzlich werden Systeme aus dem benachbarten Ausland und mögliche weitere Ansätze dargestellt.

3.1.1 Rahmenbedingungen

Die Schweiz weist gemäss der Forststatistik 2012 (Bundesamt für Umwelt, 2012) 441 Forstbetriebe auf, welche eine Fläche grösser als 500 ha bewirtschaften. 1097 Forstbetriebe bewirtschaften eine Fläche zwischen 50 und 500 ha. Diese kleinteilige Struktur der Forstbetriebe unterscheidet die Schweiz von Nachbarländern wie Deutschland, Österreich und Frankreich.

3.2 Inventuren auf nationaler Ebene

3.2.1 Schweiz

Das Schweizerische Landesforstinventar (LFI) erhebt auf einem regelmässigen Netz von 1.4 km Daten über den Schweizer Wald. Die Daten lassen zuverlässige Aussagen auf der Ebene der fünf Produktionsregionen und mit Einschränkung für Wirtschaftsregionen und grössere Kantone zu. Für die Betriebsebene sind keine Aussagen möglich. Weitere Informationen zum LFI finden sich bei Brändli (2010).

3.2.2 Deutschland

Die deutsche Bundeswaldinventur (BWI) befindet sich zur Zeit im dritten Aufnahmezyklus (Erhebungen abgeschlossen). 'Hauptziel der BWI2 war es, erstmals für ganz Deutschland (ehemalige BRD und DDR) vergleichbare und statistisch abgesicherte Informationen über die grossräumigen Waldverhältnisse und forstlichen Produktionsmöglichkeiten des Waldes zu liefern' (Anon, 2014a), gemeint sind insbesondere die Bundesländer, welche die Datenerhebungen im Feld und allfällige Verdichtungen des Grundnetzes des Bundes auch selber organisieren. Mit der BWI3 werden erstmals auch Veränderungen nach einem einheitlichen System für ganz Deutschland vorliegen. Die Merkmale werden auf einem 4km Grundnetz mit jeweils 4 permanent eingerichteten Probeflächen (Cluster) erfasst (Polley, 2001). Die Probebäume werden mit dem Winkelzählprobeverfahren ausgewählt.

3.2.3 Österreich

Die Österreichische Waldinventur wird seit 1961 stichprobenbasiert durchgeführt. In der dritten Inventur 1981-85 wurden permanente Probeflächen eingerichtet, welche in den Jahren 1986-90 (vierte Inventur) ein zweites Mal besucht wurden (kontinuierliches System mit einer jährlichen Erhebung von einem Fünftel der Stichprobe). In der fünften (1992-96) und sechsten (2000-02) Inventur wurde das kontinuierliche System verlassen, während in der bisher letzten Inventur (2007-09) wieder jährlich eine systematische, repräsentative Unterstichprobe erfasst wurde. Das quadratische Netz hat eine Maschenweite von 3,889 km und an jedem Stichprobenpunkt ist ein quadratischer Cluster von 4 Probeflächen definiert (Seitenlänge des Cluster beträgt 200 m). Von den insgesamt rund 22'300 Probeflächen befinden sich etwa die Hälfte im Waldareal (Gabler & Schadauer, 2008). Die Probebäume werden mit dem Winkelzählprobeverfahren ausgewählt. Die grosse Zahl von besuchten Stichproben lässt Aussagen für die Bundesländer und für die 75 Forstinspektionen zu.

3.3 Forstliche Daten auf kantonaler Ebene

3.3.1 Inventuren

Inventuren auf kantonaler Ebene lassen sich grundsätzlich in drei Kategorien unterteilen:

- a) 'Kantonsforstinventare' mit dem Ziel, Aussagen über Planungseinheiten (welche nicht den Betrieben entsprechen müssen) wie WEP-Regionen machen zu können. Aussagen über Betriebe können möglich sein - abhängig von deren Grösse. Dies ist jedoch in der Regel nicht das Ziel solcher Inventuren.
- b) Verdichtetes LFI-Netz: Verdichtung des Netzes des LFI, erlaubt Aussagen über den Gesamtkanton bzw. in grösseren Kantonen über Planungseinheiten. Aussagen auf Betriebsebene sind in der Regel nicht möglich.
- c) Flächendeckende Betriebsinventuren. Typischerweise Aufnahme von Stichproben nach Schmid-Haas (Schmid-Haas et al., 1993) auf einem Stichprobennetz von 1 Stichprobe pro 1-3 ha. Das Ziel solcher Aufnahmen sind Aussagen auf der Betriebsebene.

Keine Inventuren führen die 9 Kantone Appenzell Innerrhoden, Freiburg, Genf, Luzern, Nidwalden, St. Gallen, Tessin, Uri und Wallis durch. Eine gute Zusammenstellung der verschiedenen Methoden liefert Zürcher (2011). Zudem finden sich bei Bernasconi & Schroff (2011) weitere Hinweise zu den Ideen und Ansprüchen der Kantone.

3.3.2 Kantone mit 'Kantonsforstinventaren'

In den folgenden Kantonen sind kantonale Inventuren gemäss den oben genannten Kriterien vorhanden.

Tabelle 1: Kantone mit Kantonsforstinventar

Kanton	Bemerkung
Glarus	Kantonale Inventur in öffentlichen Wäldern, 1 SP pro 9 ha.
Graubünden	Eigene Kantonsinventur, SP-Netz 500x500 Meter nach Methode LFI. Aufnahme jedoch unabhängig von LFI, jährlich eine Region, Turnus von ca. 14 Jahren.
Jura	Kantonale Stichprobeninventur, 1 pro 6 ha. Keine Aussagen auf Betriebsebene möglich.
Schaffhausen	Kantonale Inventur mit Ableitung für Regionen.
Schwyz	Kantonale Stichprobenaufnahme, Netz 150 x 150 Meter nach eigener Methodik. Aussagen auf Betriebsebene sind möglich.
Waadt	temporäre Stichproben
Zürich	Kantonale Stichprobeninventur auf Netz 80 * 300 Meter mit Möglichkeit von Verdichtung auf 80*150 Meter auf Kosten der Betriebe. Methodik folgt ungefähr Schmid-Haas. Aufteilung nach WEP-Regionen (Baudirektion Kanton Zürich, 2009). Für grössere Betriebe sind Aussagen möglich, für kleinere Betriebe / Korporationen (kleiner als ca. 120ha) können Aussagen auf Regions-bzw. Planungsebene gemacht werden. Dazu werden mehrere Betriebe / Korporationen zusammen ausgewertet (Hess, 2014).

3.3.3 Kantone mit LFI-Verdichtung

In den folgenden Kantonen wurde das LFI-Raster verdichtet.

Tabelle 2: Kantone mit LFI-Verdichtung

Kanton	Bemerkungen
Aargau	Verdichtung LFI3 auf 700m mal 700m, teilweise noch dichter (Walddatenschutzgebiete und ähnliche)
Appenzell Ausserrhoden	Verdichtung LFI 2 und 3 auf 500m mal 500m
Bern	Verdichtung im LFI 2 (Teile des Kantons) und LFI 3 (ganzer Kanton) auf 1km mal 1km
Graubünden	Verdichtung im 500m mal 500m Netz, jedoch Erhebungen unabhängig vom Zyklus LFI
Obwalden	Verdichtung LFI 3 auf 1km mal 1km
Zürich	Verdichtung LFI 2 und LFI 3 auf 1km mal 1km
Luzern	Verdichtung 500m mal 500m, Beginn 2014

3.3.4 Kantone mit Betriebsinventuren

Tabelle 3: Kantone mit Betriebsinventuren

Kanton	Bemerkungen
Basel-Landschaft	Stichproben Schmid-Haas, 1 pro 2 ha.
Basel Stadt	Stichproben Schmid-Haas, 1 pro 2 ha.
Neuenburg	Vollkluppierung
Solothurn	Stichproben Schmid-Haas, 1 pro 2 ha.
Thurgau	Stichproben Schmid-Haas, 1 pro 2 ha, Netz 100 x 200 Meter.
Zug	Stichproben Schmid-Haas, Netz 100 x 100 Meter

3.3.5 Bestandeskarten

Gemäss Zürcher (2011) sind in den folgenden Kantonen keine flächendeckenden Bestandeskarten vorhanden: Bern, Genf, Obwalden, Tessin und Wallis. In den restlichen Kantonen sind Bestandeskarten flächendeckend vorhanden oder die Erfassung läuft zur Zeit. Es wird davon ausgegangen, dass in allen Kantonen, welche über eine Bestandeskarte verfügen, diese auch digital vorhanden ist.

3.4 Fallbeispiel Kanton Aargau

Für den Kanton Aargau wurde versucht, alle für eine effiziente Betriebsplanung einsetzbaren Daten zu erfassen. Damit soll einerseits die enorme Datenfülle aufgezeigt und dargestellt werden, wie diese für eine effiziente Betriebsführung eingesetzt werden könnten.

3.4.1 Vorhandene Daten im Kanton Aargau

Flächendeckend vorhandene Daten

Tabelle 4: Flächendeckend vorhandene Daten

Datensatz	Bemerkungen
Orthofoto	2-jährliche Befliegung des gesamten Kantonsgebiets.
LIDAR	Unsicher wie oft Befliegung
Bestandeskarte	Flächendeckend vorhanden. Wird bei Betriebsplanrevision revidiert und danach durch Förster / Betriebsleiter via Online-Tool BKOnline (http://www.kkgeo.ch/dokumentation/fallbeispiele/planung.html) aktuell gehalten. Bestandesbeschreibung enthält u.a. Baumartenanteile, Deckungsgrad etc.
Pflanzengesellschaften im Wald	Waldstandortskartierung
Ertragsklassen	Bildet Standortsgüte ab. Hergeleitet aus Standortskartierung, Pflanzengesellschaften wurden zu Ertragsklassen zusammengefasst.
Pflegeflächen	Flächen mit Pflegevereinbarungen mit Kanton (über 6 Jahre) sind im GIS ausgewiesen.
Langfristige Verträge	Langfristige Verträge mit Kanton und Laufzeit über 50 Jahre sind im GIS, Eicheninventare etc.
Schutzgebiete	Enthält Waldnaturschutzgebiete, Naturwald- und Sonderwaldreservate sowie Altholzinseln.
Wärmegliederungszonen	Wärmegliederung, aufgenommen aufgrund von phänologischen Geländeaufnahmen in den Jahren 1969-1973.
Naturschutzgebiete von kantonaler Bedeutung im Wald (NkBW).	Enthält Objekte des Waldnaturschutzinventars (im kantonalen Richtplan festgelegt) und bestehende langfristige Verträge.
Wanderwege	

Flächendeckend vorhandenen Daten könnten im Rahmen einer forstlichen Planung auf Betriebsebene bereits viele hilfreiche und unterstützende Aussagen liefern. So kann mit den Daten aus einer LiDAR-Befliegung ein digitales Vegetationshöhenmodell generiert werden. Dieses kann für verschiedenste Zwecke verwendet werden. Es lassen sich einfach mittlere Höhen für Bestände berechnen und Aussagen zu der Schichtigkeit und zum Kronenschlussgrad machen.

Die Bestandeskarten lassen sich aufgrund der sehr detaillierten Datensätze ebenfalls für verschiedene weitere Anwendungen verwenden. Aufgrund der Bestandesbeschreibungen werden beispielsweise auch Vorrat, Zuwachs und Hiebsatz pro Bestand und Betrieb „geschätzt“. Solche Angaben können im Einzelfall allerdings stark und in unbekannter Grössenordnung vom wahren Wert abweichen, einerseits, weil sie auf Modellen beruhen, welche den lokalen Gegebenheiten (etwa bezüglich Standort, Waldaufbau oder waldbaulicher Behandlung) ungenügend Rechnung tragen, und andererseits weil sie sich auf Bestandesmerkmale abstützen, welche gutachlich angesprochen werden. Vorrat, Zuwachs und Hiebsatz (nach Baumarten und Bestandeseinheiten) sind als nicht mehr wie im Fall der Kontrollstichprobe „objekt“ und mit bekannter Genauigkeit hochgerechnet, sondern einfache Transformationen von „subjektiven“ Schwankungen unterworfenen Parametern der Bestandesbeschreibung. Solche modellierten Vorräte und Zuwächse geben nützliche Hinweise für die Planung, sind für Kontrollzwecke aber unzu(ver)lässig.

In einer integralen betrieblichen Informationsbeschaffung sind neben 'forstlichen' Daten auch weitere Informationen zentral. Wichtig wären hier beispielsweise die Erholungsnutzung. Ein Hinweis dazu vermag der Verlauf der Wanderwege zu geben. Der Kanton Aargau verfügt nicht über eine Waldentwicklungsplanung (WEP) bzw. diese wird in der Raumplanung abgehandelt. Dort fehlen jedoch die Vorrangfunktionen der Waldflächen wie sie z.B. der Kt. Zürich im WEP ausscheidet.

Tabelle 5: Nicht flächendeckend vorhandene Daten

Datensatz	Bemerkungen
Bodenkarte	Vorhanden für rund die Hälfte der Kantonsfläche.
Feinerschliessung	Wird laufend erfasst. Lagegenauigkeit von ca. 1 Meter.

3.5 Betriebsinventuren im angrenzenden Ausland

3.5.1 Deutschland

Im deutschen Forsteinrichtungsprozess sind Kontrollstichproben weniger präsent. Mehrheitlich werden in Deutschland bestandesweise Inventuren durchgeführt. Dabei wird die Waldfläche in Bestände unterteilt. Für diese werden verschiedene Parameter (Entwicklungsstufe, Verjüngung, Baumartenanteile, Schichtung, Standortsgüte) terrestrisch erhoben bzw. geschätzt. Daneben werden in einigen Bundesländern ab einer bestimmten Grösse entweder temporäre oder permanente Stichproben verlangt. Dabei richtet sich die Anzahl der Stichproben in der Regel nach der Grösse der Betriebe. In Tabelle 6 wird ein Überblick über die verschiedenen Inventurmethode in ausgewählten deutschen Bundesländern gegeben. Neben den oben erwähnten Datenerhebungen, welche sich explizit an der Betriebsebene orientieren, werden in einigen Bundesländern Landeswaldinventuren durchgeführt. Dabei werden in der Regel permanente Stichproben eingerichtet. In Tabelle 7 wird ein (nicht abschliessender) Überblick über diese Erhebungen gegeben. Neben diesen Landeswaldinventuren finden auch in Deutschland Verdichtungen des Rasters der Bundeswaldinventur (BWI) statt.

Tabelle 6: Betriebsinventuren in deutschen Bundesländern.

Bundesland	Bemerkungen
Baden-Württemberg	Die Betriebsinventur erfolgt, abhängig von der Grösse des Betriebs, entweder auf temporären SP (mittelgrosse Betriebe) oder permanenten Stichproben (grosse Betriebe ab 1500 ha). In kleinen Betrieben erfolgt eine bestandesweise Vorratsschätzung (Anon, 2014).
Bayern	Betriebe bis 500 ha führen eine bestandesweise Inventur durch. Betriebe bis 1000 ha sind verpflichtet, eine Stichprobe pro 1.5 ha zu erheben, Betriebe zwischen 100 und 2000 ha 1 Stichprobenpunkt pro 2 ha und Betriebe über 2000 ha mindestens 1000 Stichproben (Anon, 2014b).
Hessen	Im Staatswald wird flächendeckend eine bestandesweise Inventur durchgeführt. Zusätzlich werden in Betrieben >5000 ha Stichprobeninventuren mit mindestens 2000 SP durchgeführt (Lorey & Willig, 2012). Die erhobenen Daten werden in einer Standardauswertung als Tabellen zur Verfügung gestellt.

Tabelle 7: Landeswaldinventuren und Verdichtungen der BWI in deutschen Bundesländern.

Bundesland	Bemerkungen
Nordrhein- Westfalen	Landeswaldinventur auf einem Raster von 250 x 250 Meter (Pommerening, 1999). Zweitaufnahme 2013.
Niedersachsen	Landeswaldinventur auf einem Raster von 100 x 100 Meter bei Neueinrichtung der Kontrollstichproben. Bei bestehenden KSP Beibehalt des bestehenden Netzes (Boeckmann et al., 1998). Zweitaufnahmen auf einem reduzierten Netz.
Sachsen	Verdichtung der Bundeswaldinventur eines Rasters von 4 km auf 2.83 km. Erstaufnahme 2008.

3.5.2 Österreich

In Österreich sind die Waldbesitzer verpflichtet, einen Waldwirtschaftsplan zu erstellen. Dessen Ausgestaltung variiert jedoch von Bundesland zu Bundesland. Auch in Österreich werden viele Daten mit einer bestandesweisen Inventur erhoben. Abhängig vom Bundesland werden bei der Erstellung des Waldwirtschaftsplan auch Messungen auf (temporären) Stichproben vorgeschrieben. Tabelle 8 zeigt die verlangten Aufnahmen in Kärnten und Tirol.

Tabelle 8: Erhebungen zu Waldwirtschaftsplänen in Österreich

Bundesland	Bemerkungen
Tirol	Besitzer von Waldflächen >50 ha sind verpflichtet einen Waldwirtschaftsplan zu erstellen (Anon., 2014). Bei der Erarbeitung dieses Plans müssen Baumartenzusammensetzung, Vorrat und daraus abgeleitet der Zuwachs erhoben werden. Die Erhebungsmethode ist in einer Anweisung (Forstplanung, 2014) vorgegeben. Grundsätzlich werden bei dieser Methode Bestandesbeschreibungen, Winkelzählprobe wie auch Messungen auf (temporären) Stichproben verwendet.
Kärnten	Eigentümer von Flächen grösser 50 ha sind verpflichtet einen Waldwirtschaftsplan zu erstellen. Grundsätzlich wird dabei die Abbildung der selben Merkmale wie in Tirol verlangt, allerdings müssen keine Messungen auf Stichproben durchgeführt werden (Agrarbezirksbehörden für Steiermark Kärnten, 2006).

3.6 Fazit

Die Analyse in der Schweiz zeigt, dass lediglich in 5 respektive 6 Kantonen noch Inventuren auf betrieblicher Ebene durchgeführt werden. Änderungen der Rahmenbedingungen der Betriebe bewirken allerdings seit einiger Zeit einen Bedarf nach besseren Grundlagen für die betriebliche Planung und somit eine Neubewertung der Relevanz der Betriebsinventur. Vor allem der Fortschritt im Bereich der bildgebenden Fernerkundungstechnologien (LiDAR, 3D Luftbildkorrelation.) verspricht zweckdienliche und kostengünstige Lösungen.

Die beiden in Bezug auf das föderalistische System sehr ähnlichen Nachbarstaaten Deutschland und Österreich weisen eine ähnliche Vielfalt von Systemen bei der Erhebung von Daten für die forstliche Planung auf. Analog zur Schweiz finden sich auch in Deutschland Systeme mit Verdichtungen der Bundeswaldinventur, Systeme mit eigenen Landeswaldinventuren und Systeme, welche für die forstliche Planung auf bestandesweise Inventuren zurückgreifen.

Die Vielzahl an verwendeten Systemen trägt offenbar unterschiedlichen Zielen sowie Ausgangsbedingungen und damit Bedürfnissen nach individueller Gestaltung Rechnung. Dies lässt in der Folge einen modularen Aufbau einer zukünftigen Inventurmethode sinnvoll erscheinen, welche die Integration dieser verschiedenen Systeme ermöglicht.

Auch in Deutschland und Österreich ist man daran, der Betriebsinventur wieder mehr Bedeutung zuzumessen und nach neuen zweckdienlichen und kostengünstigen Lösungen zu suchen. Allen drei betrachteten Ländern ist gemeinsam, dass bei den Rationalisierungsbemühungen in technischer Hinsicht ein Konzept verfolgt wird, bei dem Kontrollstichproben mit flächendeckenden 3D LiDAR/Luftbilddaten kombiniert werden.

Eine weitere Gemeinsamkeit besteht in dem Bestreben, die laufende Aktualisierung von Bestandeskarten, ausgeführten Massnahmen, eingetretenen Schäden (Sturm, Hagel, Frost, etc.), die sich auf Vorrat und Zuwachs auswirken können, in einer „rollenden Planung“ zu erfassen und in einem GIS-System dauernd zur Verfügung stellen.

4. Ergebnisse eines runden Tisches mit Vertretern des Bundes, der Kantone, der Waldeigentümer und der Bildungs- und Forschungsinstitutionen

4.1 Ergebnisse des Runden Tisches vom 11. April 2014

4.1.1. Einleitung

An einem Runden Tisch, an dem die untenstehenden Personen teilnahmen, wurden anhand vorbereiteter Unterlagen folgende Fragen vertieft diskutiert:

- Stellenwert und Aufgaben der Betriebsinventur für die forstliche Planung
- Wünschbarkeit von Betriebsinventuren
- Was sollen Betriebsinventuren im Minimum leisten?
- Was dürfen solche Inventuren kosten?
- Wer wird Träger und damit „Systemadministrator“ mit der Pflicht zum Unterhalt einer allfälligen erneuerten Methode für Betriebsinventuren?

Dazu wurden von den Teilnehmern in 2 Gruppenarbeiten in je zwei Gruppen die folgenden beiden „Fragebogen“ resp. der „Morphologische Kasten“ bearbeitet:

1. Aufgaben der Betriebsinventur (Fragebogen, siehe Anhang)
2. Organisatorische Gestaltung einer effizienten Betriebsinventur (Morph. Kasten, siehe Anhang)

Der komplexen Natur der Fragestellungen entsprechend verliefen die Diskussionen selten ganz geradlinig. Und es ergaben sich auch oft durch die persönlichen Erfahrungen und die praktischen Hintergründe widersprüchliche Aussagen, die sich aber in der Regel in der Diskussion wieder annäherten.

4.1.2. Teilnehmer

Ruedi Iseli, Hasspacher & Iseli GmbH, Forstbetrieb BG Solothurn,
Christian Rüschi, Betriebsleiter Forstbetrieb Klosters-Serneus
Georg Nussbaumer, Betriebsleiter Forstbetriebsgemeinschaft Unterer Hauenstein
Thomas Studer, Betriebsleiter Forstbetrieb Leberberg
Urs Fliri, Leiter Techn. Betriebe/Forstamt Bergün

Denise Lüthy, Kt. ZH, Sektion Planung im Wald
Dani von Büren, Kt. SO, Kantonsforstamt
Alain Lambert, Kt. FR, Kantonsforstamt
Geri Schwager, Kt. TG, Forstliche Planung und Beiträge
Thomas Zumbrunnen, Kt. VD, Aménagement et gestion forestière
Peter Rinderknecht, Kt. AG, Sektion Projekte und Planungen

Christian Ginzler, WSL, FE Landschaftsdynamik, Gruppe Fernerkundung
Adrian Lanz, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Statistics Lab
Oliver Thees, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Forstl. Prod.-Systeme
Renato Lemm, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Forstl. Prod.-Systeme
Jonas Stillhard, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Best.-Dynamik u. Waldbau
Anton Bürgi, WSL, FE Waldressourcen und Waldmanagement, Gruppe Forstl. Prod.-Systeme

4.1.3. Aufgaben der Betriebsinventur

Allgemeine Diskussion:

- Der Begriff Betrieb ist genauer zu fassen. In Strukturen mit viel Privatwald kann allenfalls von Revieren gesprochen werden, aber kaum von Betrieben. Diesem Umstand trägt auch die Gesetzgebung Rechnung, indem sie Betriebspläne erst ab einer bestimmten Grösse vorschreibt. In solchen Strukturen verliert auch der Begriff Bestand einen Teil seiner Bedeutung, weil sich waldbauliche Eingriffe bei kleinen Privatwaldflächen kaum auf Bestände beziehen lassen.
- Ein weiterer Einwand kam von den Bewirtschaftern von Gebirgswäldern: anstelle von Beständen würden sie ihre Betriebe eher in Behandlungseinheiten unterteilen, um der Situation, die durch die Holzbringung mit Seilkränen entsteht, besser Rechnung tragen zu können. Zudem ist eine herkömmliche Bestandesbeschreibung im Gebirgswald bei den heutigen grossen Betrieben kaum mit vernünftigem Aufwand zu bewerkstelligen.
- Diese Einteilung in Behandlungseinheiten käme auch dem Trend zum Dauerwald entgegen, wo es ebenfalls schwierig ist, die waldbauliche Behandlungseinheit als Bestand zu bezeichnen. Ob allerdings eine Nachhaltigkeitskontrolle auf der Basis von Behandlungseinheiten möglich ist, ist unklar (funktioniert aber mit den Abteilungen im Plenterwald des Kt. NE bestens).
- Die Abgrenzung betrieblicher und überbetrieblicher Informationsbedürfnisse ist schwierig
- Bewertungssysteme für Naturschutz und Erholung fehlen und müssten erarbeitet werden, um Erhebungen zu ermöglichen

Im Folgenden die Bewertung der in den „Aufgaben der Betriebsinventur“ aufgeführten Parameter, eingeteilt in diejenigen Grössen, die im Wesentlichen einmalig erhoben werden und jene, die einer periodischen Erhebung bedürfen:

Einmalige Erhebung:

- Pflanzensoziologie: ist eine wichtige Grundlage, aber einmal erhoben steht sie zur Verfügung (und in den meisten Kantonen vorhanden)
- Waldfunktion (Holzprod., Schutz, Nat.-Sch., Erh.): gehört einerseits zu den Zielsetzungen des Forstbetriebs, wird andererseits durch die übergeordnete Planung (Waldentwicklungsplanung) festgelegt und regelt somit auch einen Teil des Verhältnisses Kanton-Betrieb
- Bestandesform (Hoch-/Niederwald etc): gehört ebenfalls eher zur Zielsetzung des Forstbetriebs als zu den Merkmalen, die durch eine Inventur zu erheben wären.
- Standortsgüte (Bonität): aus Pflanzensoziologie ableitbar, wenig veränderliche Grösse
- Erschliessung (Strasse, Rückegasse): Grundlage für die Planung, mit Topografie abzubilden

Periodisch für die Betriebsinventur zu erheben:

- Fläche, Lage: ist eine wesentliche Grundlage, wird in der Regel als Bestandeskarte erfasst, könnte sich aber auch auf Behandlungseinheiten beziehen. Muss als Teil einer rollenden Planung verstanden und à jour gehalten werden.
- Baumarten (in %): für die betriebliche Planung ist die Kenntnis der Baumartenzusammensetzung essentiell
- Mischungform (einzeln, Gruppen, ...): folgt aus der Bestandesbeschreibung, (wenn vorhanden), Angabe daraus ist genügend genau
- Struktur (ein-, mehrschichtig): folgt ebenfalls aus der Bestandesbeschreibung, (wenn vorhanden), Angabe daraus ist genügend genau
- Entwicklungsstufe (JW, .. BH1 – 3): folgt ebenfalls aus der Bestandesbeschreibung, (wenn vorhanden), Angabe daraus ist genügend genau, ist unabdingbar für die Kontrolle der Flächennachhaltigkeit
- Stammzahl (Hauptbaumarten): wichtig zur Kontrolle der Nachhaltigkeit in strukturierten Wäldern (Plenter-, Dauerwälder)

- Grundfläche (Hauptbaumarten): Erhebung für Betriebsteile, entspr. bisheriger KSP
- Vorrat (Hauptbaumarten): dito
- Zuwachs (Hauptbaumarten): dito
- Durchmesser-Verteilung: sehr interessant für Betrieb, insbes. im Schutzwald, Jahresplanung, Vor-/Nachkalkulation, Spezialsortimente, Planung und Kontrolle in strukturierten Beständen
- Oberhöhe: weniger wichtig, herleitbar aus Bonität/Pflanzensoz.
- Holzqualität: schwierig zu erheben, wäre für Wertnachhaltigkeit aber unabdingbar
- Pflegedringlichkeit: aus Bestandesbeschreibung, Kenntnis der Bestandesgeschichte wäre hilfreich
- Verjüngungsdringlichkeit: aus Bestandesbeschreibung, Bestandesgeschichte könnte hilfreich sein
- Durchforstungsmasse: wichtig für Bestimmung des Potenzials, Schlagplanung
- Endnutzungsmasse: dito

In der Diskussion ergänzte Parameter:

- Risiken für den Bestand: klimatisch, biotisch, abiotisch, Klimawandel
- Bestandesgeschichte: wäre bei der Beurteilung des gegenwärtigen Zustandes und der zu erwartenden Entwicklung hilfreich
- Giganten / Monumente / Biotopbäume
- Totholz
- Wildverbiss
- Verjüngung: genügend Verjüngung vorhanden? Verjüngung problematisch?

4.1.4. Organisatorische Gestaltung einer effizienten Betriebsinventur

Wie muss die Inventur organisiert werden?

- In der Schweiz muss das kantonal sein (gemäss Waldgesetz), ein hierarchisches (kompatibles) System wäre gut, Implementierung durch die Kantone, Methodenentwicklung überregional

Wer führt die Inventur durch?

- Kanton und Betrieb, wichtig ist die Definition der Schnittstelle. Die Aufnahmen können durch ein Büro ausgeführt werden

Welche Verfahren / Werkzeuge werden eingesetzt?

- Verbindung von Stichproben und Modellen (z.B. LIDAR), die mit GIS ausgewertet und dargestellt werden können (Visualisierung ist sehr wichtig). Sind eine Voraussetzung für eine rollende Planung

Wer macht die (Betriebs-) Planung?

- Ganz klar der Forstbetrieb, der Kanton liefert den Rahmen

Systemunterhalt, Datenverantwortlichkeit:

- Datenverantwortlichkeit liegt beim Kanton, ev. auch bei einer übergeordneten Stelle des Bundes (z.B. WSL) oder bei einer Organisation der Waldbesitzer (WVS). Die Daten müssen aber den Betrieben jederzeit zur Verfügung stehen (roh und aufbereitet), um eine rollende Planung zu ermöglichen.

Finanzierung der Inventur:

- Ist eine Gemeinschaftsaufgabe aller an den Daten Interessierten, d.h. Bund, Kanton, (ev. Gemeinden) und Forstbetriebe

Was darf die Inventur (den Forstbetrieb) kosten?

- CHF 25.- bis 50.- pro ha und Planungsperiode; mehr können sich die Betriebe im Moment nicht leisten

Fehlend:

- Inventurturnus: 10 Jahre im Mittelland, 20 Jahre im Jura und in den Alpen

4.1.5. Fazit

- Die am runden Tisch versammelten Betriebsleiter und Angehörige kantonaler Forstdienste waren sich einig, dass das Thema Betriebsinventur in den letzten Jahren eher vernachlässigt wurde und einer Wiederbelebung bedarf.
- Ausschlaggebend dafür sind vor allem der zunehmende Kostendruck, der immer komplexere und sorgfältigere Planungen auf besseren Grundlagen erfordert, die zunehmende Grösse der Betriebe, die anstehenden Pensionierungen vieler Betriebsleiter mit zusammengelegten Betrieben und die steigenden Ansprüche an den Wald von allen möglichen Seiten.
- Die meisten der in der Liste „Aufgaben der Betriebsinventur“ aufgeführten Merkmale sind wesentlich für die Inventur und sollten entweder bei der Beschreibung der Bestände oder der Behandlungseinheiten oder mittels geeigneter Aufnahmeverfahren gemessen oder geschätzt werden.
- Der Begriff Betrieb muss allgemeiner gefasst werden, um auch Waldteile mit grossem Privatwaldanteil und entsprechend vielfältiger Bewirtschaftung (oder Nicht-Bewirtschaftung) adäquat erfassen zu können.
- Um die wesentlichen Steuergrössen für eine nachhaltige Bewirtschaftung auch im Gebirge oder in Dauerwaldflächen der Voralpen, des Mittellandes und des Juras erfassen zu können, muss neben der üblichen Beschreibung der Bestände auch die Beschreibung von Behandlungseinheiten möglich sein, der dieselben Informationen entnommen werden können, wie der Bestandesbeschreibung.
- Um die Erfordernisse der Erholung und des Naturschutzes adäquat erfassen zu können, bräuchte es Bewertungssysteme, um Erhebungen durchführen zu können.
- Die ausgewerteten Daten einer Inventur dürfen nicht nur als Tabellen (wie bisher oft) vorliegen, sondern müssen kartografisch (GIS) dargestellt werden können. Das erlaubt einerseits eine Visualisierung der Planungsvorgänge und bildet andererseits eine unabdingbare Voraussetzung für eine rollende Planung.
- Eine überregionale Methode, die durch die Kantone implementiert würde, wird allgemein begrüsst.
- Für die Betriebsplanung ist der Betrieb, innerhalb des kantonalen Rahmens, alleine zuständig.
- Die Datenverantwortung ist beim Kanton oder sogar beim Bund oder einer Organisation der Waldbesitzer, die Daten müssen für die Betriebe aber jederzeit verfügbar sein.
- Die Betriebe sollen sich an den Kosten mit Fr. 25.- bis 50.-/ha beteiligen, aber auch Kanton und Bund sind an den Daten interessiert und bezahlen ebenfalls.

4.2 Expertentreffen an der ETHZ am 14. April 2014

Ziel:

- Austausch über die Aktivitäten im Bereich der Betriebsinventur
- Diskussion, ob die Aktivitäten die Bedürfnisse an Grundlagen für die forstliche Betriebsplanung abdecken
- Gibt es Synergien und/oder Abstimmungsbedarf bei den umrissenen Vorhaben?

Teilnehmer:

- Christian Rosset, Waldbau und Forstliche Planung, HAFL
- Peter Rotach, Waldmanagement Waldbau, D-USYS, ETHZ
- Jochen Breschan, Professur für Forstliches Ingenieurwesen, ETHZ
- Leo Bont, Professur für Forstliches Ingenieurwesen, ETHZ
- Andreas Hill, Professur für Forstliches Ingenieurwesen, ETHZ
- Christian Ginzler, WSL, FE Landschaftsdynamik, Gruppe Fernerkundung
- Adrian Lanz, WSL, FE Waldressourcen und Waldmgt., Statistics Lab
- Oliver Thees, WSL, FE Waldressourcen und Waldmgt., Gruppe Forstl. Prod.-Systeme
- Renato Lemm, WSL, FE Waldressourcen und Waldmgt., Gruppe Forstl. Prod.-Systeme
- Anton Bürgi, WSL, FE Waldressourcen und mgt., Gruppe Forstl. Prod.-Systeme

Laufende Arbeiten:

Professur für Forstliches Ingenieurwesen, ETHZ (vgl. <http://lue.ethz.ch>):

- Kleingebietsschätzer kombiniert mit Stichproben und Fernerkundungsdaten (LiDAR) am Fallbeispiel Klosters. Die resultierende Vorratskarte lieferte ein etwas ernüchterndes Ergebnis. Es soll nun geprüft werden, ob sich mit Hilfe einer Stratifizierung (bedingt höhere Stichprobenzahl) höhere Genauigkeiten erzielen lassen.
- Grundflächen und Stammzahlen für Steinschlagschutzwälder erheben als Derivat aus Stichproben, LiDAR und Kleingebietsschätzern
- Automatisiertes Erkennen von Objekten (z.B. Lücken) in LiDAR-Daten und automatisiertes Erstellen von Bestandeskarten
- Einsatz der Fernerkundung für die Erschliessungsplanung und die Feinerschliessung (wobei Vorrat und Zuwachs Eingangsgrößen für die Optimierung sind)

Waldbau und Waldplanung, HAFL:

- Apps für Smartphones, geeignet für kleine Inventare auf Betriebs- resp. insbesondere auf Bestandesebene. Die Apps heissen Moti und SiWaWa (<http://www.moti.ch>)
- WIS 2 (Waldbauliches Informationssystem): Weiterentwicklung der Anwendungen und Visualisierungen (<http://wis2.ch>)
- Octocopter für multispektrale Aufnahmen, kombiniert mit terrestrischen Scannern, erlauben erstaunliche Visualisierungen

WSL:

- Synthetische und Kleingebietsschätzungen, Fallstudie Pfannenstiel (Diplomarbeit Fringeli, 2006)
- Abschätzung/Modellierung von Durchmesserverteilungen in Beständen mit LFI-Daten (Doktorarbeit Bierer, 2009)

- Kleingebietsschätzungen mit LiDAR und Stereo-Luftbildern, Fallstudien Appenzell und Forstkreise der Schweiz (Steinmann 2010/11, Magnussen 2014 - SZF, Scandinavian Journal of Forest Research, Canadian Journal of Foreest Research)
- Regressionsschätzer für Vorrat, Zuwachs und Abgang unter dem neuen LFI-Design (Doktorarbeit Massey, 2014)
- Erfassung von Bestandesstrukturen (horizontal und vertikal) mit terrestrischem und flugzeuggestützten LiDAR- Daten (Abegg, Boesch, Ginzler, Huber, Steinmeier, Waser, ... 2010-2014)
- Support LFI-Netzverdichtung in den Kantonen AI, GR, OW, BE, ZH, AG bei der Planung, Datenerhebung, Auswertung und Datenhaltung (LFI2, LFI3 und LFI4)

Diskussion:

- Die gegenseitige Information auszubauen und Resultate und Ideen auszutauschen ist unbestritten
- Für die praktische Ausführung von Eingriffen wäre es wichtig, verlässliche Informationen bis auf die Ebene Bestand resp. Behandlungseinheit zu haben
- Ob der Zuwachs, der aufwendig zu erheben ist, flächendeckend erfasst werden muss oder nicht, ist fraglich. Nötig allenfalls für die Planung der zu verjüngenden Waldteile, wobei der Wertzuwachs die wichtigere Grösse wäre.
- Planung muss als rollende Planung konzipiert werden, die auch laufend aktualisierte Informationen verarbeiten kann
- Erhobene Daten aus welchen Quellen auch immer, als definierte Metadaten für die weitere Verwendung ablegen (möglichst zentral)
- Statt einer fertigen Lösung eine Toolbox entwickeln, welcher je nach Bedürfnissen und Möglichkeiten diejenigen Werkzeuge entnommen werden, die die geeignetsten Informationen liefern. Die Modularität wurde übereinstimmend als eine der ganz wichtigen Eigenschaften einer zukünftigen Betriebsinventur hervorgehoben

5. Zusammenfassende Folgerungen

Bezüglich der *Systeme für die Inventur* besteht sowohl in der Schweiz als auch im umgebenden Ausland eine grosse Vielfalt, die teilweise historisch bedingt ist. Um die Kompatibilität der Resultate neuer Inventuren mit den bisherigen sicherzustellen, sind einem Systemwechsel Grenzen gesetzt. Der zunehmende Kostendruck und neue landesweite Inventuren haben bewirkt, dass teilweise die bisherigen Verfahren aufgegeben wurden, ohne allerdings für die betrieblichen Inventuren wirklich eine Alternative zu entwickeln.

Zur Zeit sind vielerorts Bestrebungen im Gang, die unbefriedigende Situation zu verbessern und mit dem Einbezug neuer Verfahren und Methoden kostengünstigere und effizientere Inventuren zu erreichen (z.B. Kombination von Kontrollstichproben mit Fernerkundungsdaten). Kooperationen und gegenseitige Information sind deshalb für die Entwicklung neuer Inventuren unabdingbar, entsprechende Kontakte konnten während dieses Vorprojekts intensiviert werden.

Beim *Runden Tisch* waren sowohl die Fachleute der Kantone als auch die befragten Betriebsleiter der Überzeugung, dass ohne eine zweckmässige Inventur die Planung und eine Kontrolle im Forstbetrieb kaum möglich sind. Ebenso unbestritten ist die Tatsache, dass herkömmliche Verfahren zu teuer sind, und der Gegenwert an Informationen, vor allem an zweckmässig aufbereiteten Daten, zu gering ist. Die ausgewerteten Daten einer Inventur dürfen nicht nur als Tabellen vorliegen (wie bisher oft), sondern müssen kartografisch (in einem GIS) dargestellt werden können. Das erlaubt einerseits eine Visualisierung der Planungsvorgänge und bildet andererseits eine unabdingbare Voraussetzung für eine rollende Planung.

Der Begriff des ‚Betriebs‘ muss weiter gefasst werden, um beliebige Waldteile, auch mit verschiedenen Waldeigentümern beplanen zu können. Nebst der üblichen Bestandesbeschreibung müssen auch Behandlungseinheiten beschrieben werden können. Diesen Beschreibungen müssen dieselben Informationen entnommen werden können, wie der herkömmlichen Bestandesbeschreibung.

Für die *Umsetzung* muss das Datenmanagement bei einer zentralen Stelle liegen, mindestens beim Kanton, eventuell aber auch beim Bund oder einer Organisation der Waldbesitzer. Die Daten sind als definierte Metadaten für die weitere Verwendung abzulegen. Waldbesitzer und Betriebsleiter müssen jederzeit Zugriff auf die ausgewerteten Daten haben.

Bisher fehlen die Grundlagen, um auch die Erfordernisse des Naturschutzes und der Erholung im Wald zu bewerten und zu planen. Eine neue Inventur sollte diesen zunehmend wichtigen Bereich ebenfalls abdecken können.

Insgesamt ergaben die Gespräche am Runden Tisch und mit Experten der Forsteinrichtung viele Hinweise, in welche Richtung eine neue Inventur gehen soll, was sie beinhalten muss und wieviel sie kosten darf. Diese Erkenntnisse werden noch weiter vertieft und in ein neues Projekt eingebaut. Die Umsetzung dieser Erkenntnisse wird in diesem neuen Projekt einen grossen Stellenwert haben. Die Modularität der angestrebten Lösung wird die Umsetzbarkeit mit den verschiedenen, gegenwärtig in Gebrauch befindlichen Systemen erleichtern.

Beim Vergleich mit *alternativen Inventuren* in den umliegenden Ländern konnten keine grundsätzlich anderen Systeme der Inventur gefunden werden. Fast überall befassen sich Forsteinrichter und Inventurspezialisten aber damit, neue Werkzeuge so in bestehende Systeme einzubauen, dass die Resultate mit früheren Inventuren kompatibel sind. Gleichzeitig sollen die aufgenommenen Merkmalsgrössen aber einfacher oder genauer zu erheben sein und zudem kostengünstiger. In Mitteleuropa ist die Betriebsinventur zur Zeit eine ‚Baustelle‘.

Mit den in diesem Vorprojekt gesammelten Informationen konnten die Fragen des Expertengremiums des Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung weitgehend beantwortet werden. Die gesammelten Erkenntnisse und Erfahrungen werden in einen überarbeiteten Projektantrag übernommen, der auf den nächsten Termin eingereicht werden wird.

6. Literatur:

Agrarbezirksbehörden für Steiermark Kärnten, 2006: Waldwirtschaftspläne für Agrargemeinschaften.

Anon, 2014a Gründe und Hintergründe der zweiten Bundeswaldinventur. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, <http://www.bundeswaldinventur.de/>.

Anon, 2014b Richtlinien für die Forsteinrichtung im Körperschaftswald (FER-KöW 2012). Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, vom 10. Januar 2012, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, online: <https://www.verkuendungbayern.de/allmbl/jahrgang:2012/heftnummer:1/seite:88>.

Anon., 2014 Tiroler Flurverfassungslandesgesetz 1996 (TFLG 1996).

Anon, 2014 Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum über eine Dienstanweisung für die Forsteinrichtung im öffentlichen Wald Baden-Württembergs, Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Wald Baden-Württembergs, http://www.waldnaturschutzforstbw.de/site/downloads/61532F_ED2000.pdf.

Baudirektion Kanton Zürich, 2009 Aufnahmeanleitung Stichprobeninventur Version 2.2, Technical report, Baudirektion Kanton Zürich, Zürich.

Bernasconi, A. & Schrott, U., 2011 Anliegen & Erwartungen an das künftige Landesforstinventar LFI Bericht zur zweiten Konferenz Waldplanung, Arbeitsgruppe Waldplanung und -management des Schweizerischen Forstvereins SFV, 27 pp.

Boeckmann, T., Saborowski, J., Dahm, S., Nagel, J. & Spellmann, H., 1998 Die Weiterentwicklung der Betriebsinventur in Niedersachsen, Forst und Holz, 53, 219-226.

Brändli, U.B. (ed.) 2010 Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004-2006., Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Bern, Bundesamt für Umwelt, BAFU., 312 pp.

Bundesamt für Umwelt, 2012 Jahrbuch Wald und Holz 2012, Umwelt-Zustand, 1224, 0-174.

Departement Bau, Verkehr und Umwelt, 2010: Waldinventar Aargau. Ergebnisse der Stichprobenaufnahmen. Aarau: Dep. Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Wald, 100 S.

Forstplanung, A., 2014 Pflichtenheft und Anleitungen zur Erstellung eines Waldwirtschaftsplanes, Amt der Tiroler Landesregierung,.

Gabler, K. & Schadauer, K., 2008 Methoden der Österreichischen Waldinventur 2000/02.

Hess, H., 2014 Personal Communication, Abteilung Wald, Kanton Zürich.

Lorey, C. & Willig, J., 2012 Betriebsstichprobe im hessischen Staatswald, AFZ-Der Wald, 2012, 10-11.

Polley, H., 2001 Aufnahmeanleitung für die Bundeswaldinventur II:(2001-2002), Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft.

Pommerening, A., 1999 Methoden zur Reproduktion und Fortschreibung einzelner konzentrischer Probekreise von Betriebs- und Landeswaldinventuren, Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten{Sektion Ertragskunde: Beiträge zur Jahrestagung, 155-174.

Schmid-Haas, P., Baumann, E. & Werner, J., 1993 Kontrollstichproben: Aufnahmeinstruktion, Bericht 186, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf.

Zürcher, S., 2011 Entscheidungsfindung und betriebliche Planung im Forstbetrieb, Technischer Bericht, Bundesamt für Umwelt, BAFU&Arbeitsgruppe Waldplanung & -management, WAPLAMA.

ANHANG

Anhang I: Aufgaben der Betriebsinventur (Unterlagen für Workshop vom 11.04.2014)

Aufgaben der Betriebsinventur

Was?	Wozu?	Ebene?	Für wen?	Womit?	Priorität?	Erhebungs- Intervall?	Dat.-Beschaffung? gemessen/abgeleitet	Erforderliche Genauigkeit?	Bemerkungen
Fläche, Lage	Planung aller Art: Forstliche Planung Naturschutzplanung Erholung	Bestand / Betrieb	Betriebsleiter (BL) Waldbesitzer (WB) Gemeinde (Gde.), Kanton (Kt.)	Bestandeskarte (BK)					
Pflanzensozioökologie	Planung aller Art	Betrieb	BL, WB, Gde., Kt., Kanton (Kt.)	Pfl.-soz.-Karte (PSK)					
Waldfunktion (Holzprod., Schutz, Nat.-Sch., Eth.)	Planung aller Art	Betrieb / Bestand	BL, WB, Gde., Kt., Kanton (Kt.)	Karten					
Bestandesform (Hoch- /Niederwald etc)	Planung aller Art	Bestand	BL, WB, Gde., Kt., Kanton (Kt.)	Best.-Besch. (BB)					
Baumarten (in %)	Waldbauliche Planung, Nutzungsplanung, Controlling	Bestand	BL, WB	BB, Stichproben (SP)					
Mischungsform (einzeln, Gruppen, ...)	Waldbauliche Planung Controlling	Bestand	BL, WB	BB					
Struktur (einz., mehrschichtig)	Waldbauliche Planung	Bestand	BL, WB	BB					
Entwicklungsstufe (DW, ... BH1 – 3)	Waldbauliche Planung Nutzungsplanung, Controlling	Bestand	BL, WB, Gde., Kt., Kanton (Kt.)	BB					
Stammzahl (Hauptbaumarten)	Waldbauliche Planung, Controlling	Bestand / Betrieb	BL, WB, Gde., Kt., Kanton (Kt.)	SP					
Grundfläche (Hauptbaumarten)	Waldbauliche Planung, Controlling	Bestand / Betrieb	BL, WB, Gde., Kt., Kanton (Kt.)	SP					
Vorrat (Hauptbaumarten)	Waldbauliche Planung, Nutzungsplanung, Controlling	Bestand / Betrieb	BL, WB, Gde., Kt., Kanton (Kt.)	SP					
Zuwachs (Hauptbaumarten)	Waldbauliche Planung, Nutzungsplanung, Controlling	Bestand / Betrieb	BL, WB, Gde., Kt., Kanton (Kt.)	Kontr.-SP (KSP)					
Durchmesser-Verteilung	Waldbauliche Planung Nutzungsplanung, Sortimente, Arbeitsvergaben an FU	Bestand	BL	SP, Modell (MO)					
Oberhöhe	Nutzungsplanung Sortimente	Bestand	BL	BB, LIDAR (LI)					
Holzqualität	Nutzungsplanung, Sortimente	Bestand	BL, WB	BB					
Standortsgüte (Bonität)	Waldbauliche Planung Nutzungsplanung, Verfällung	Bestand	BL, WB	BB, LI, SP					
Erschliessung (Strasse, Rückegasse)	Nutzungs- Pflegetätigkeit, Arbeitsvergabe Erholungsplanung	Bestand	BL, WB, Gde., Kanton (Kt.)	BK					
Pflegedringlichkeit	Waldbauliche Planung	Bestand	BL	BB, SP					
Verjüngungsdringlichkeit	Waldbauliche Planung	Bestand	BL	BB, KSP					
Durchforstungsmasse	Nutzungsplanung, Controlling	Bestand	BL	KSP, MO					
Endnutzungsmasse	Nutzungsplanung Controlling	Bestand	BL	KSP, MO					
Was haben wir vergessen?									

SP = Stichprobe (Bitterlich (MOTI), nicht permanente Stichprobe, permanente Stichprobe)
KSP = Kontrollstichprobe
Controlling = Nachhaltigkeitskontrolle, Betriebsziel-Konformität, Nachkalkulationen etc.

Anhang II: Morphologischer Kasten zur Entwicklung einer geeigneten Umsetzung des Projekts „Effiziente Betriebsinventur“ (Unterlagen für Workshop vom 11.04.2014)

Gruppenarbeit 2:

Grundsatzfragen zur organisatorischen Gestaltung einer effizienten Betriebsinventur

Wie muss die Inventur organisiert werden?	Dezentral, jeder Kanton für sich	Zentral, überkantonal, alle beteiligten Kantone	Überkantonal, getrennt nach Gebirge, Mittelland /Jura		
Wer führt die Inventur durch	Betrieb	Ing. Büro	Betrieb + Ing. Büro	Kanton	
Welche Verfahren/Werkzeuge werden eingesetzt	Kontroll-Stichprobe	Modell (z.B. LiDAR)	Kontroll-Stichprobe + Modell (LiDAR)	GIS + ...	
Wer macht die Planung	Betrieb	Ing. Büro	Betrieb + Ing. Büro		
Systemunterhalt, Datenverantwortlichkeit	Betrieb	Ing. Büro	Kanton		
Finanzierung der Inventur – Wer soll sich beteiligen	Betrieb	Betrieb + Kanton	Betrieb + Kanton + Bund		
Was darf die Inventur maximal kosten?	25.- CHF/ha	50.- CHF/ha	75.- CHF/ha	100.- CHF/ha	150.- CHF/ha