



Waldinventuren als Grundlagen für Monitoring und Management

Dr. Joachim Langshausen
Zentralstelle der Forstverwaltung - Forsteinrichtung





Gliederung

- Begriffe, historische Entwicklung der Waldinventuren und Abgrenzung des Themas
- Aktuelle Konzepte der Waldinventur in Rheinland-Pfalz und der Bundesrepublik
- Inventur- und Monitoring-Aufgaben im zukünftigen Nationalpark
- Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur
- Zusammenfassung





Gliederung

- Begriffe, historische Entwicklung der Waldinventuren und Abgrenzung des Themas
- Aktuelle Konzepte der Waldinventur in Rheinland-Pfalz und der Bundesrepublik
- Inventur- und Monitoring-Aufgaben im zukünftigen Nationalpark
- Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur
- Zusammenfassung

Begriffe, historische Entwicklung und Themenabgrenzung



- **Inventur** *lat.: invenire = auf etwas stoßen, etwas finden:*
 - zielt auf physische Gegenstände/Ressourcen ab
 - Zustandsgröße = statisches Konzept
 - Begriff aus der Wirtschaftswissenschaft (HGB)
 - Voraussetzung für Bewirtschaftung der Ressource
- **Monitoring** *lat.: monere = ermahnen*
 - umfasst Erfassung, Beobachtung und Überwachung von Prozessen/Vorgängen
 - Prozess = dynamisches Konzept
 - Voraussetzung für Steuerung und Regelung

Begriffe, historische Entwicklung und Themenabgrenzung



Evolution der Konzepte synchron mit Schwerpunkten der Waldbezogenen Politikfelder (Wald-, Landwirtschafts-, Sozial-, Wirtschafts- und Umweltpolitik)

- 14./15. Jh. Waldinventuren in hoch entwickelten Staaten (Venedig) Nutzwertorientiert
- 16./17. Jh. Geometrische Vermessung der Wälder, Schlag-Einteilung
- 17./18. Jh. Einteilung der Wälder nach Bestockung und Standort

Begriffe, historische Entwicklung und Themenabgrenzung



Rheinland-Pfalz
ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Evolution der Konzepte synchron mit Schwerpunkten der Waldbezogenen Politikfelder (Wald-, Landwirtschafts-, Sozial-, Wirtschafts- und Umweltpolitik)

- 19. Jh. Mathematische Wachstumsmodelle Ertragstafeln zur Schätzung von Vorrat und Zuwachs
- erste Nationalinventuren (Schweden 1840)
- 20. Jh. Nationalinventuren auf Stichprobenbasis
- Globale Waldinventuren (FRA der FAO)



Gegenstand des heutigen Vortrags:

- Umfassende Inventurkonzepte für die **Baumbiomasse** u.a. Zielgrößen...
- ...auf unterschiedlichen räumlichen **Skalen- bzw. Betrachtungsebenen**...
- ... mit Repräsentanten einer flächenbezogenen **Schätz- bzw. Stichprobeninventur**.



Außer Betracht bleiben hierbei thematisch spezialisierte Erhebungen:

- Terrestr. Waldzustandserhebung (WZE)
- Waldbauliches Gutachten: Erhebung des Einflusses des Schalenwildes auf die Waldentwicklung
- Bodenzustandserhebung (BZE)
- Biotopkartierung

Aufgaben und Zielgrößen von Waldinventuren



- Quantitative Beschreibung von Zustandsgrößen und deren Veränderung
 - verschiedene Inventurvariablen (Vorrat)
 - Messgenauigkeit
 - statistische Genauigkeit
- Raumbezug: Lokalisierung bzw. Regionalisierung
- Grundlage für Planungsentscheidungen bzw. Interventionen
- Wissenschaftlicher Erkenntnisgewinn („Big Data“)

Räumliche Ebenen des Informationsbedarfs



Rheinland-Pfalz
ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Lokal

Bestandesinventuren → Einzelbestand/Betrieb

Betriebsinventuren → Betrieb

National & Regional

Landeswaldinventuren (NRW, BY) → Bundesland

Bundeswaldinventuren 1 – 3 → Bundesgebiet

International

Global Forest Resource Assessment → Global



Gliederung

- Begriffe, historische Entwicklung der Waldinventuren und Abgrenzung des Themas
- Abgrenzung des Vortragsthemas
- Aktuelle Konzepte der Waldinventur in Rheinland-Pfalz und der Bundesrepublik
- Inventur- und Monitoring-Aufgaben im zukünftigen Nationalpark
- Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur
- Zusammenfassung



Waldinventur in der Forsteinrichtung von Rheinland-Pfalz: Waldortsbezogene Schätzinventur

Forsteinrichtung: Mittelfristige Waldinventur und Planung



- Forst-enrichten = für den Gebrauch fertig machen
- Durch hohen Inventuraufwand nicht jährlich sondern i.d.R. nur einmal in 10 Jahren = mittelfristig
- Aufgaben der mittelfristigen Forstbetriebsplanung:
 - **Inventur** der für die Bewirtschaftung des Waldes entscheidenden Parameter (Holzvorrat, ökolog. Zustand, Wert)
 - Beurteilung des abgelaufenen Planungszeitraums („**Kontrolle**“)
 - **Planung** für die kommenden 10 Jahre
- Zielgerichtete Ordnung des Betriebsablaufs (Pflege, Investition, Ernte, Verjüngung, Waldentwicklung) im einzelnen Forstbetrieb
- Sicherung der Nachhaltigkeit

Forsteinrichtung: Mittelfristige Waldinventur und Planung



Rheinland-Pfalz

ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Rahmenbedingungen in Rheinland-Pfalz:

Gemeinschaftsforstamt

Waldbesitzverteilung:

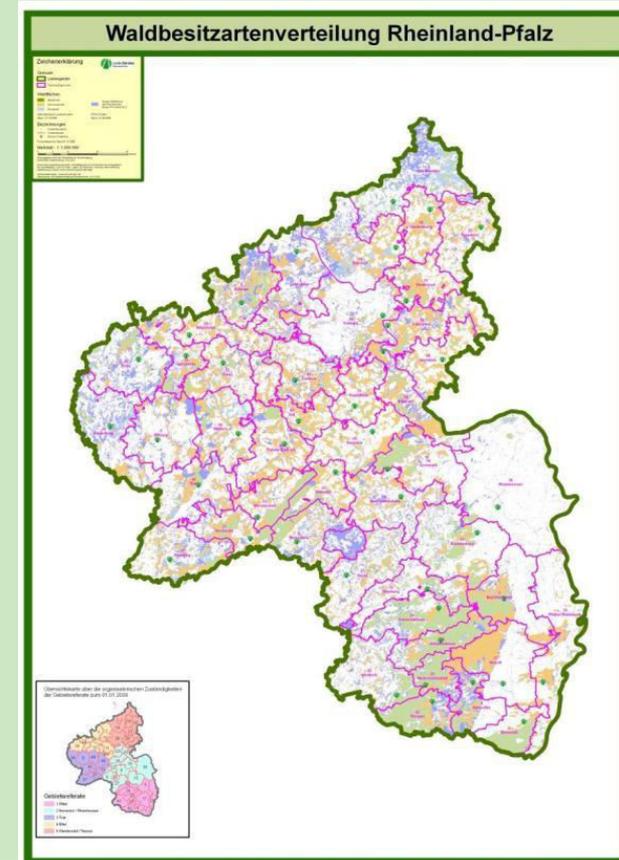
50 % Gde., 28 % Staat, 22% Privat

Ø Betriebsgröße ca. 200 ha

Forstämter (45) mit je ca. 20.000 ha,

Reviere mit 1.400 - 1.800 ha

ca. 2.500 Forstbetriebe mit FE



Forsteinrichtung: Mittelfristige Waldinventur und Planung



= Tabellen in der Datenbank -> ca. 120 Parameter

Forsteinrichtung: Mittelfristige Waldinventur und Planung

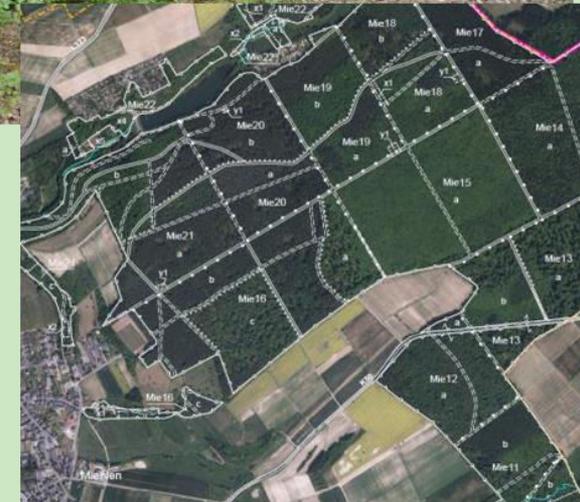


Rheinland-Pfalz

ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Inventurmerkmale des Waldorts

- Organisationsmerkmale
- Bodennutzungsart
- Fläche -> Flächengliederung
- Ökologischer Waldzustand
 - ökologische Hauptbaumart/-phase
 - Schlussbaumart
 - Schichtung, Stufung, Totholz
 - Sonderstrukturen
- Standortsinformationen



Forsteinrichtung: Mittelfristige Waldinventur und Planung



Rheinland-Pfalz

ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Inventurmerkmale der Baumartenzeile

- Baumart
- Alter & Entwicklungsphase
- Anteilfläche
- Ertragsklasse
- Bestockungsgrad
- Vorrat
- Entstehungsart
- Mischungsform
- Befahrbarkeit
- Lage
- Schäden



Forsteinrichtung: Mittelfristige Waldinventur und Planung



Rheinland-Pfalz
ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Aufgabe der Planung

Künftige betriebliche Aufgaben konzipieren und zweckmäßig anordnen.

Ordnung des zukünftigen Betriebsablaufs
nach den vorgegebenen *Zielen des Betriebes* (Eigentümers)
auf *Basis des gegenwärtigen Zustandes* des Betriebes
(Größe, Organisation, Arbeitskapazität, finanzielle
Rahmenbedingungen, Baumarten- und Altersaufbau, äußere
Randfaktoren, Erschließung

Ergebnis des Planens:

Plan = Betriebsplan = Forsteinrichtungswerk

Forsteinrichtung: Mittelfristige Waldinventur und Planung



Rheinland-Pfalz
ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Arbeitsablauf

- Arbeitsplanung
- Zielbestimmung mit Waldbesitz
- I n v e n t u r
- Karten-/Sachdatenänderungen
- Auslieferung vorläufiger Karten
- Waldbegang
- Beschluss
- Auslieferung



Forsteinrichtung: Mittelfristige Waldinventur und Planung



Rheinland-Pfalz

ZENTRALSTELLE DER FORSTVERWALTUNG

Nutzung der Forsteinrichtung

Führungs- und Planungsinstrument

Jährlicher Forstwirtschaftsplan

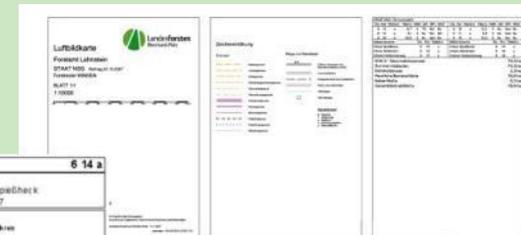
Arbeits- und Kapazitätsplanungen

Holzverkauf

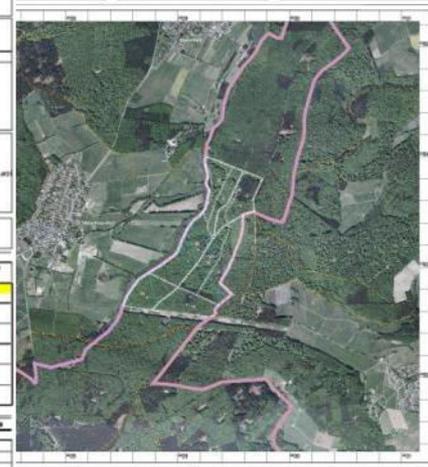
Waldstatistiken

Auswertungen

Erhebungen



Betrieb 000002 STAAT NSG		Waldort 6 14 a													
Forstamt 28 LAHNSTEIN (FA)		Abteilungsname Untere Späthet k													
Funktionsinheit 13 WINDEN		Waldortname Stützbgl													
Fälltag 5.1ha		1.10.2007													
Waldortzuordnung		Beleggebiet													
Bodenstrupeart Hülsboden		Land-nr: Wertebereich													
Naturabiotaxie Naturverträglichkeit		Verleibsgemeinde Mordlar													
Stockarten 02 Forstschützbarkeit Nam		Querschnitt Wertebereich													
ökologischer Waldzustand		Bearbeitung													
Schichtaufbau Stufe		Auf Forsteinrichtung BPlan													
Regelbaumart/phase Stufe	Roh	Umschlag/Erntebeschleunigung	2007 J. Dobb												
Menschung LaubMisch		Waldentwicklung													
Schichtung unstrukturiert		Def-/Laubbaumart	Streuiche												
Störung nicht/strukturiert		Def/Mischung	LaubNadelMisch												
Feldbesatzgrad kein/Struktur		Verdichtungsfläche	02 ha												
Sonderstrukturen Offen		Kulturfähig	keine/keine												
		02 ha	0,0 ha												
		0,0 ha	0,0 ha												
Standort		Schichtstufe													
Waldgesellschaft Mischwald															
Waldgesellschaft Nadelmischwald		Gestirne	Dennis, Oberste => Elm und Dorn Quart												
Waldgesellschaft Nadelmischwald		Waldtyp													
Waldgesellschaft Nadelmischwald		Exposition	W												
Kommentar zum Waldort															
Datentafel															
nr	Stk	Phase	Alter	Loge	Stk	Stk	Phase	Alter	Loge	Stk	Stk	Phase	Alter	Loge	Fläche
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	4,2
011	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	3,3
012	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	1,0
013	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	0,8
014	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	0,1
015	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	0,1
Zusammenfassung															Summe: 10,5 ha
weitere Datentafeln															
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115





Bundeswaldinventur: Großrauminventur auf Stichprobenbasis



Bundeswaldinventur

- Waldbezogene politische Entscheidungen erforderten fundierte Datengrundlage (vgl. Zensus)
- Aggregierte Länder-Informationen unbrauchbar → stichtagsbezogene Inventur
- Stichprobeninventur auf 4 x4 km Raster → Definierte statistische Genauigkeit
- Gesetzliche Grundlage (BWaldG): Aufgabe des Bundes (Inventurkonzept) und der Länder (Aufnahme)
- Wiederholungen 1987 – 2002 – 2012 - ...
- Stetige Erweiterung der Inventurumfangs (Totholz, Inventur und Bewertung von FFH-Lebensraumtypen)

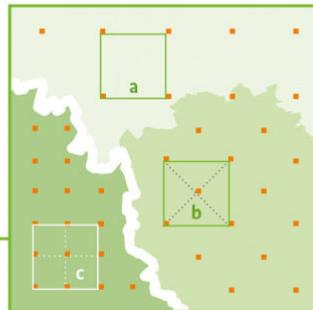
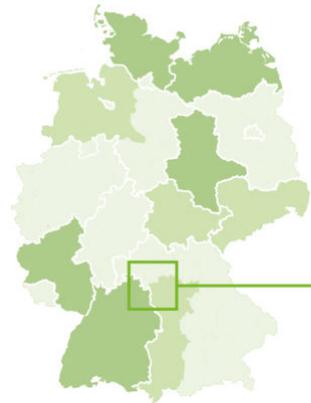


Bundeswaldinventur

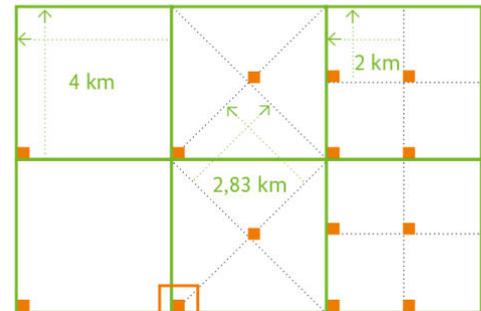
Stichprobenetz in Deutschland

Die Länder haben das Stichprobenetz unterschiedlich verdichtet.

Anordnung der Stichproben im Gelände bei unterschiedlichen Stichprobendichten



a. Basisnetz b. Doppelte Dichte c. Vierfache Dichte



Basisnetz, 4 km x 4 km

Doppelte Dichte, 2,83 km x 2,83 km

Vierfache Dichte, 2 km x 2 km



Stichprobe (Trakt): Die Ecken sind die Stichprobenpunkte. An ihnen werden Merkmale aufgenommen.

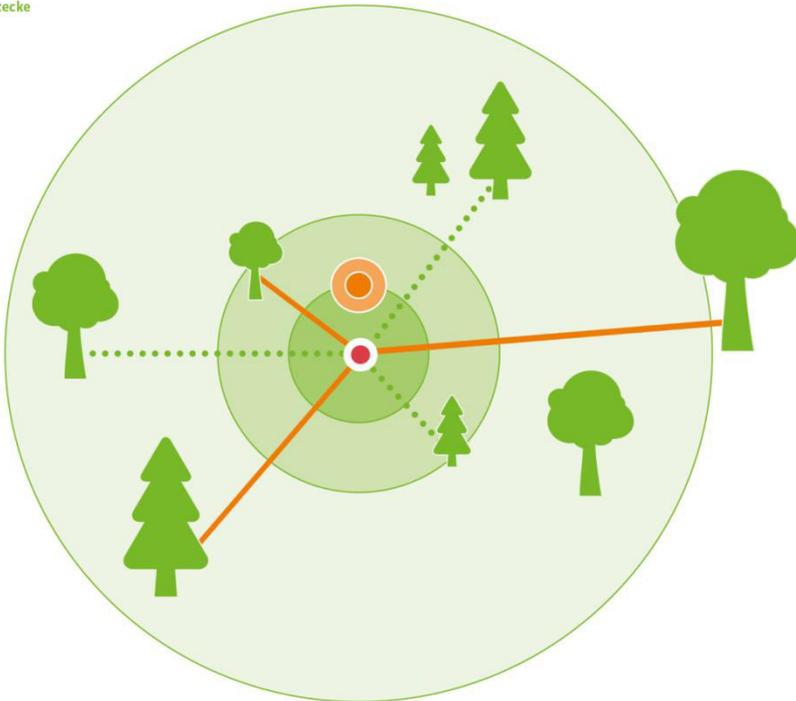
Stichprobendesign der Bundeswaldinventur: Basisnetz und Verdichtungen



Bundeswaldinventur

Aufnahmen am Stichprobenpunkt

Traktecke



Inventurkomponenten am Trakt-Eckpunkt: Winkelzählproben und feste Probekreise

••• Winkelzählprobe mit Zählerfaktor 1 oder 2 für Bäume ab 4 m Höhe

● Probekreis mit Radius $r = 5$ m für Totholz

● Probekreis mit Radius $r = 10$ m für Bäume bis 4 m Höhe, Sträucher und Bodenvegetation

○ Probekreis mit Radius $r = 25$ m für Geländemerkmale und Waldränder

— Winkelzählprobe mit Zählerfaktor 4 für Bäume ab 7 cm Brusthöhendurchmesser (BHD)

● Probekreis mit Radius $r = 1$ m für Bäume von 20 cm bis 50 cm Höhe (bei weniger als 4 Bäumen: Radius $r = 2$ m)

● Probekreis mit Radius $r = 2$ m für Bäume ab 50 cm und mit einem BHD kleiner als 7 cm



Bundeswaldinventur



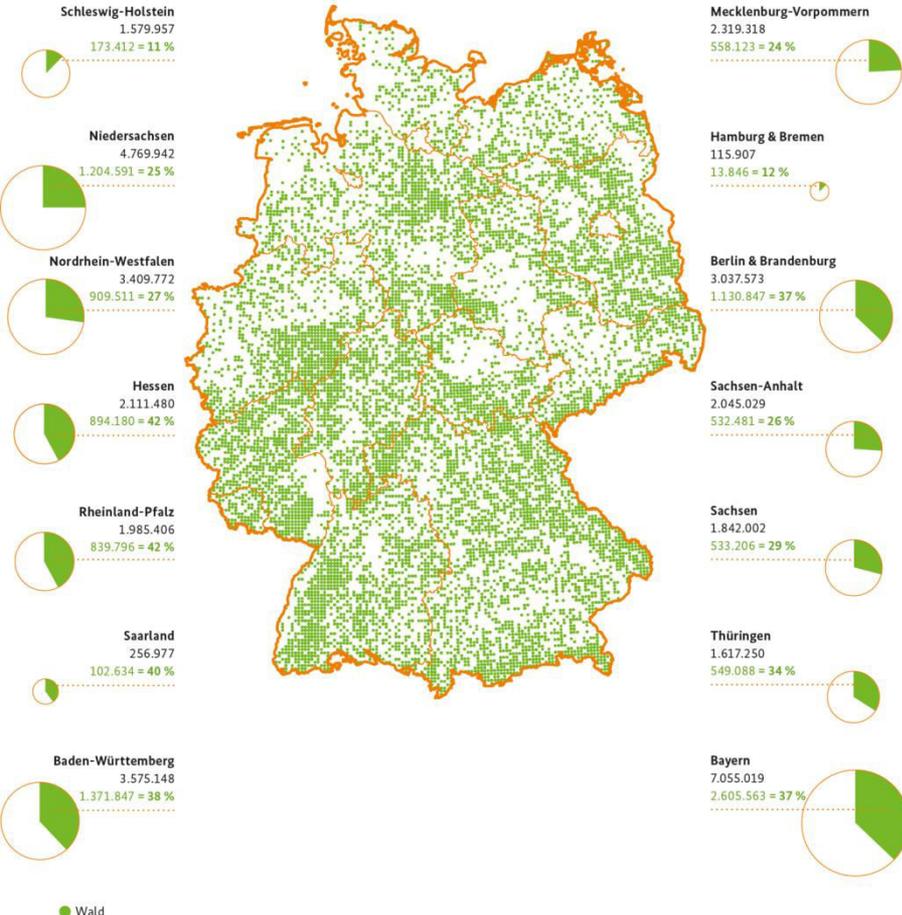
Winkelzählprobe mit
Spiegelrelaskop und
Ultraschall-
Entfernungsmesser:
Kernelement der
Bundeswaldinventur



Bundeswaldinventur

Die Waldverteilung in Deutschland

Deutschland
35.720.780 Landesfläche
11.419.124 Waldfläche = 32 %
Alle Flächenangaben in Hektar

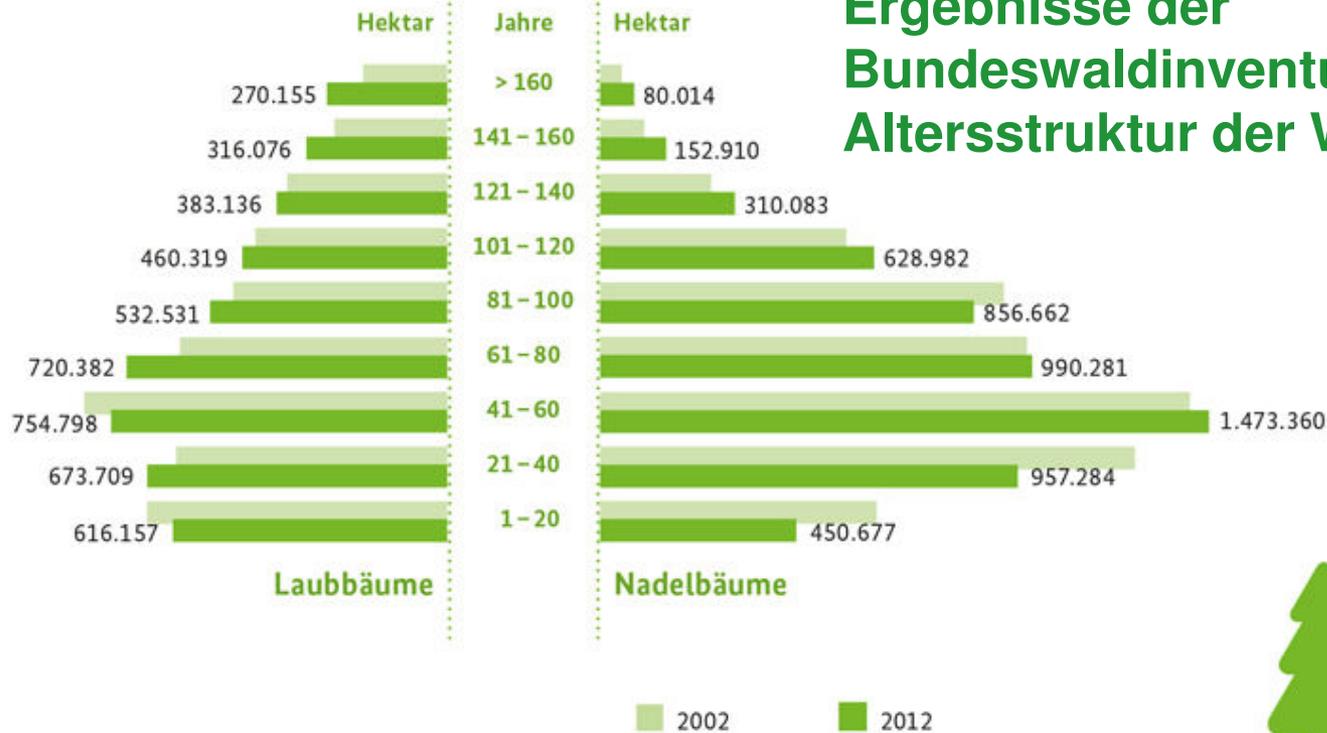


Ergebnisse der Bundeswaldinventur: Waldfläche des Inventurgebietes und der Teilgebiete (Länder)



Bundeswaldinventur

Alterspyramide des Waldes



Basis: Rechnerischer Reinbestand



Bundeswaldinventur



Vorratsbilanz

Mio. (m³) Vfm

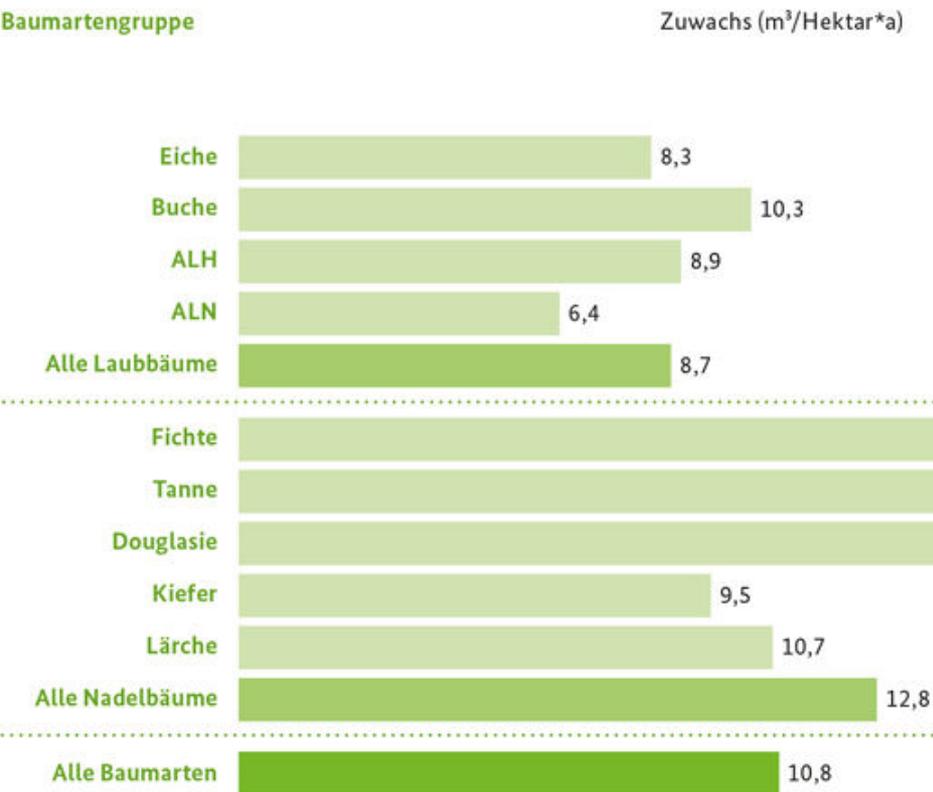


Ergebnisse der
Bundeswaldinventur:
Vorratsbilanz im
Inventurvergleich 2002 - 2012



Bundeswaldinventur

Zuwachs des Vorrates nach Baumartengruppe



Ergebnisse der
Bundeswaldinventur:
Holzzuwachs nach
Baumartengruppen



Bundeswaldinventur

Veränderung des Holzvorrates nach Baumartengruppen



Ergebnisse der Bundeswaldinventur: Veränderung des Holzvorrates nach Baumartengruppen

Basis: Holzboden, alle Bestandesschichten

ALH = andere Laubbäume mit hoher Lebensdauer, ALN = andere Laubbäume mit niedriger Lebensdauer



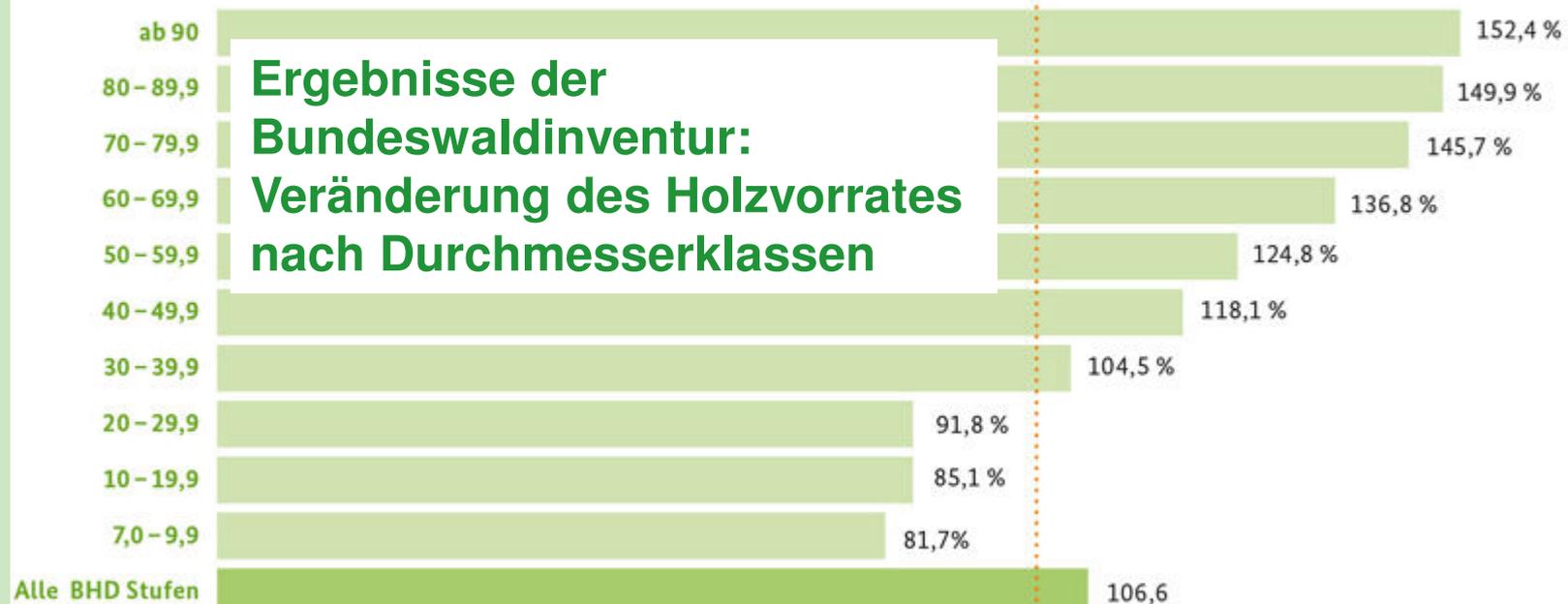
Bundeswaldinventur



Veränderung des Holzvorrates nach Durchmesser

Brusthöhendurchmesser (BHD) in cm

100 % = Jahr 2002



**Ergebnisse der
Bundeswaldinventur:
Veränderung des Holzvorrates
nach Durchmesserklassen**

Basis: Holzboden, alle Bestandesschichten



Bundeswaldinventur

Allgemeine Informationen sowie Zugriff auf die Auswertedatenbank der Bundeswaldinventur 3 im WWW unter

<http://www.bundeswaldinventur.de>

→ Ergebnisdatenbank





Bundeswaldinventur

Ergebnisse der
Bundeswaldinventur für das
Land Rheinland-Pfalz finden Sie
unter:

<http://www.wald-rlp.de>

im Bereich Aktuelles





Gliederung

- Begriffe, historische Entwicklung der Waldinventuren und Abgrenzung des Themas
- Aktuelle Konzepte der Waldinventur in Rheinland-Pfalz und der Bundesrepublik
- Inventur- und Monitoring-Aufgaben im zukünftigen Nationalpark
- Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur
- Zusammenfassung

Waldinventur im Nationalpark Hunsrück-Hochwald

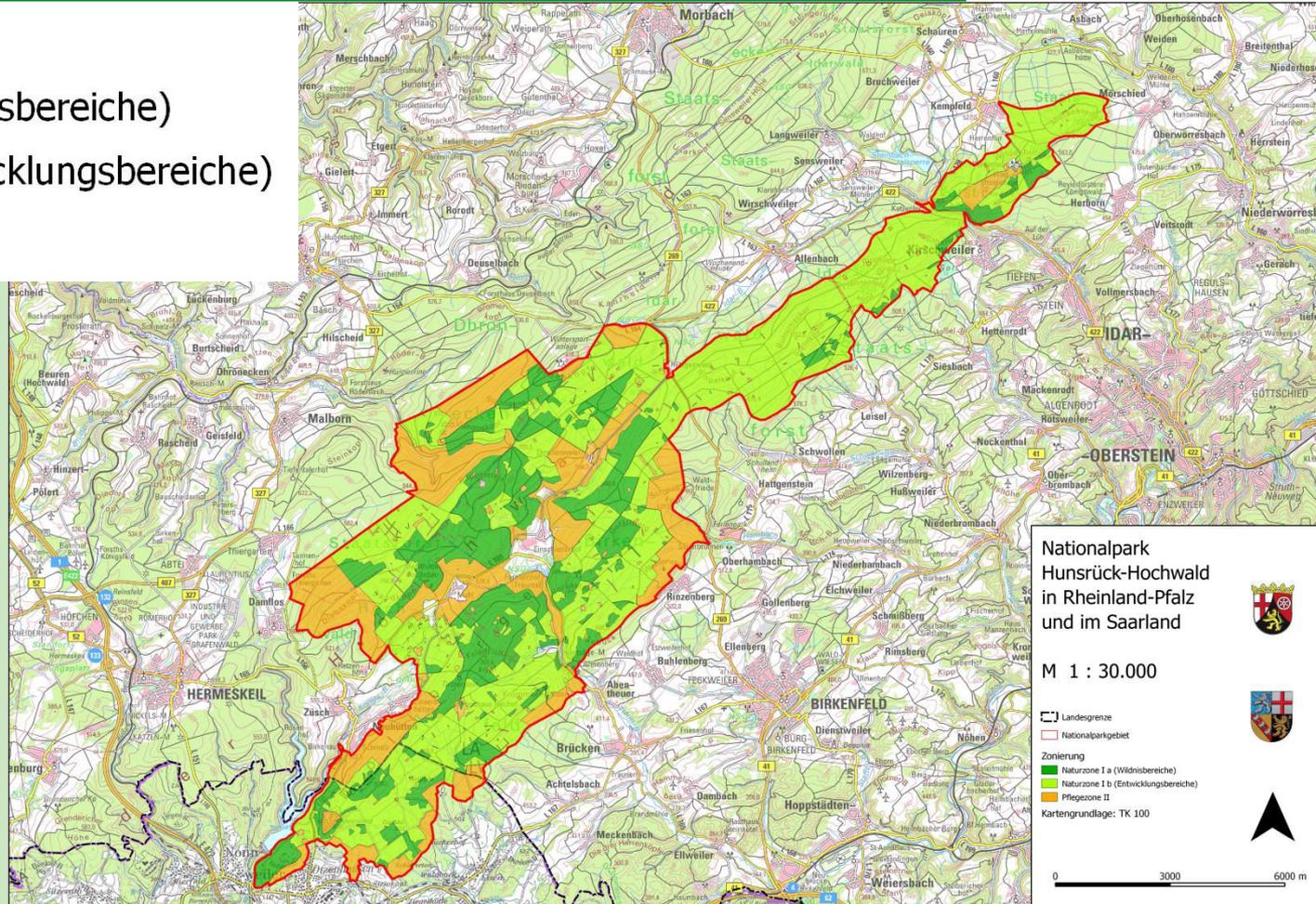


Rheinland-Pfalz

ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Zonierung

-  Naturzone I a (Wildnisbereiche)
-  Naturzone I b (Entwicklungsbereiche)
-  Pflegezone II



Waldinventur im Nationalpark Hunsrück-Hochwald



Rheinland-Pfalz
ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Aufgaben und Ziele von Waldinventur und waldbezogenem Monitoring im zukünftigen Nationalpark

- Erfassung des Ausgangszustandes
- Dokumentation der Entwicklung
- Planung von Waldentwicklungsmaßnahmen
- Räumliche Verortung von Befunden/Maßnahmen
- Disposition und Management

Darüber hinaus spezielle Monitoringansätze für Arten-, Lebensräume wie z.B. Moore

Waldinventur im Nationalpark Hunsrück-Hochwald



Rheinland-Pfalz
ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Vorgehen im zukünftigen Nationalpark

- Strukturierung der Waldflächen des Nationalparks orientiert an die Zonierung (Waldeinteilung)
- Erfassung des Ausgangszustandes waldortsweise (FE) bzw. repräsentativ für das Gesamtgebiet in Form einer Stichprobeninventur
- Planerische Umsetzung der Entwicklungsziele in waldbauliche Maßnahmen bzw. Entwicklungsmaßnahmen
- Entwicklung eines Nationalparkplans in den ersten Jahren nach Einrichtung des NP



Gliederung

- Begriffe, historische Entwicklung der Waldinventuren und Abgrenzung des Themas
- Aktuelle Konzepte der Waldinventur in Rheinland-Pfalz und der Bundesrepublik
- Inventur- und Monitoring-Aufgaben im zukünftigen Nationalpark
- **Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur**
- Zusammenfassung



Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur



Ansätze für Innovationen in der Waldinventur ergeben sich aus allen mit ihr verbundenen Wissenschaftsdisziplinen. Hierzu einige Beispiele

- Fernerkundung → neue Sensoren und Trägersysteme
- Biometrie/Statistik → small area statistics
- Waldwachstum → Einzelbaum-Wachstumsmodelle
- Baumphysiologie → Trockenstreßsensitivität
- Datenverarbeitung → Datenbanktechnologien

Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur



Rheinland-Pfalz
ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Ansätze für Innovationen in der Waldinventur ergeben sich aus allen mit ihr verbundenen Wissenschaftsdisziplinen. Hierzu einige Beispiele

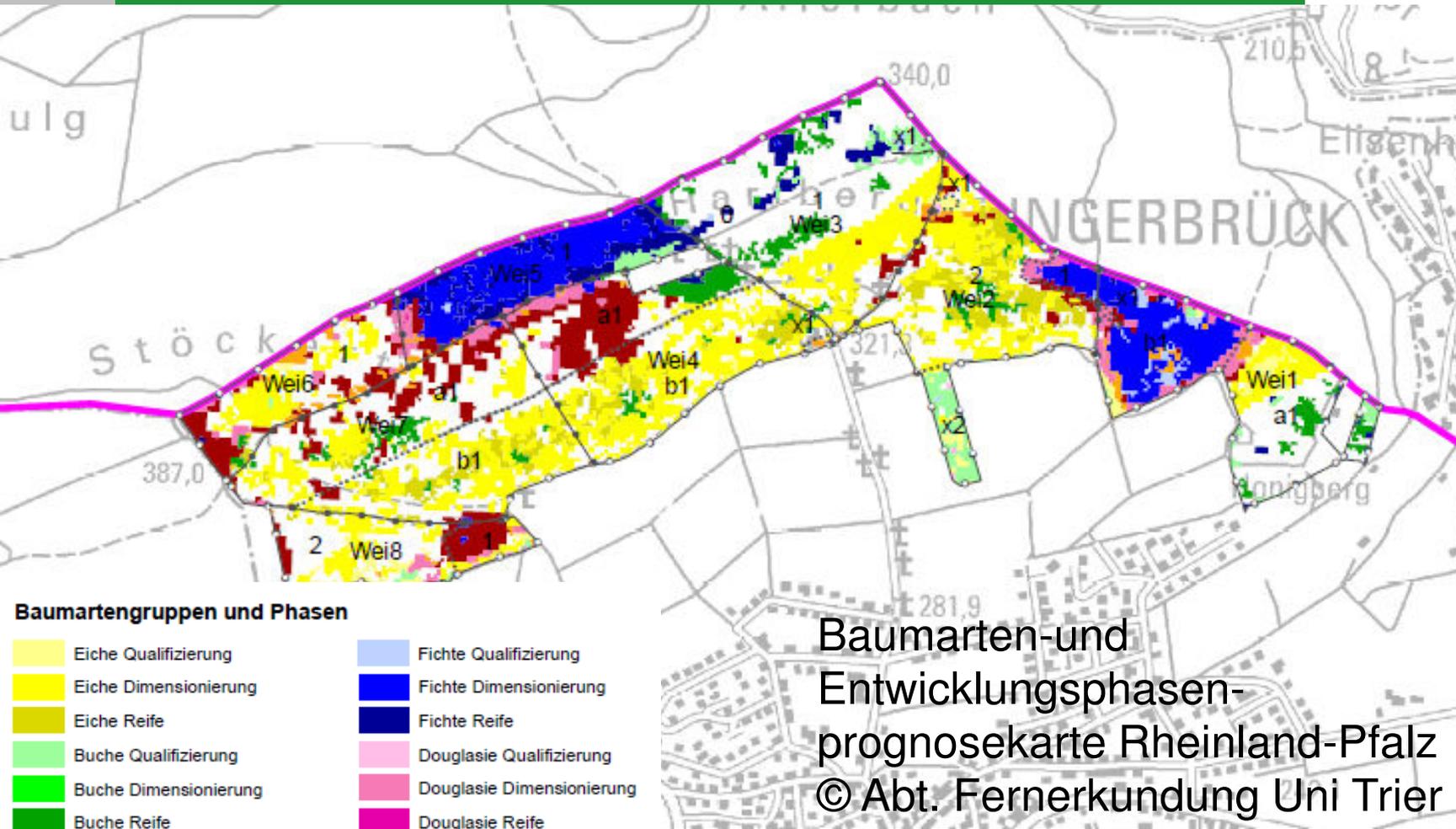
- **Fernerkundung → neue Sensoren und Trägersysteme**
- Biometrie/Statistik → small area statistics
- Waldwachstum → Einzelbaum-Wachstumsmodelle
- Baumphysiologie → Trockenstreßsensitivität
- **Datenverarbeitung → Datenbanktechnologien, VR**

Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur



Rheinland-Pfalz

ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG



Baumarten- und
Entwicklungsphasen-
prognosekarte Rheinland-Pfalz
© Abt. Fernerkundung Uni Trier

Weiterentwicklung der Waldinventuren



Der Virtuelle Wald als Symbiose von Kern-Technologien

Geodaten-
Infrastruktur

Laser-
technologie

Satelliten- / terrestrische
Navigation

Fernerkundung



Forstwirtschaft und -planung
Dendrometrie
Liegenschaften
Forstwissenschaftl. Know-How
Math. Modelle

Virtueller Wald



VR & Robotik

VR Technologie

Weltraum- und
Industrie-Robotik

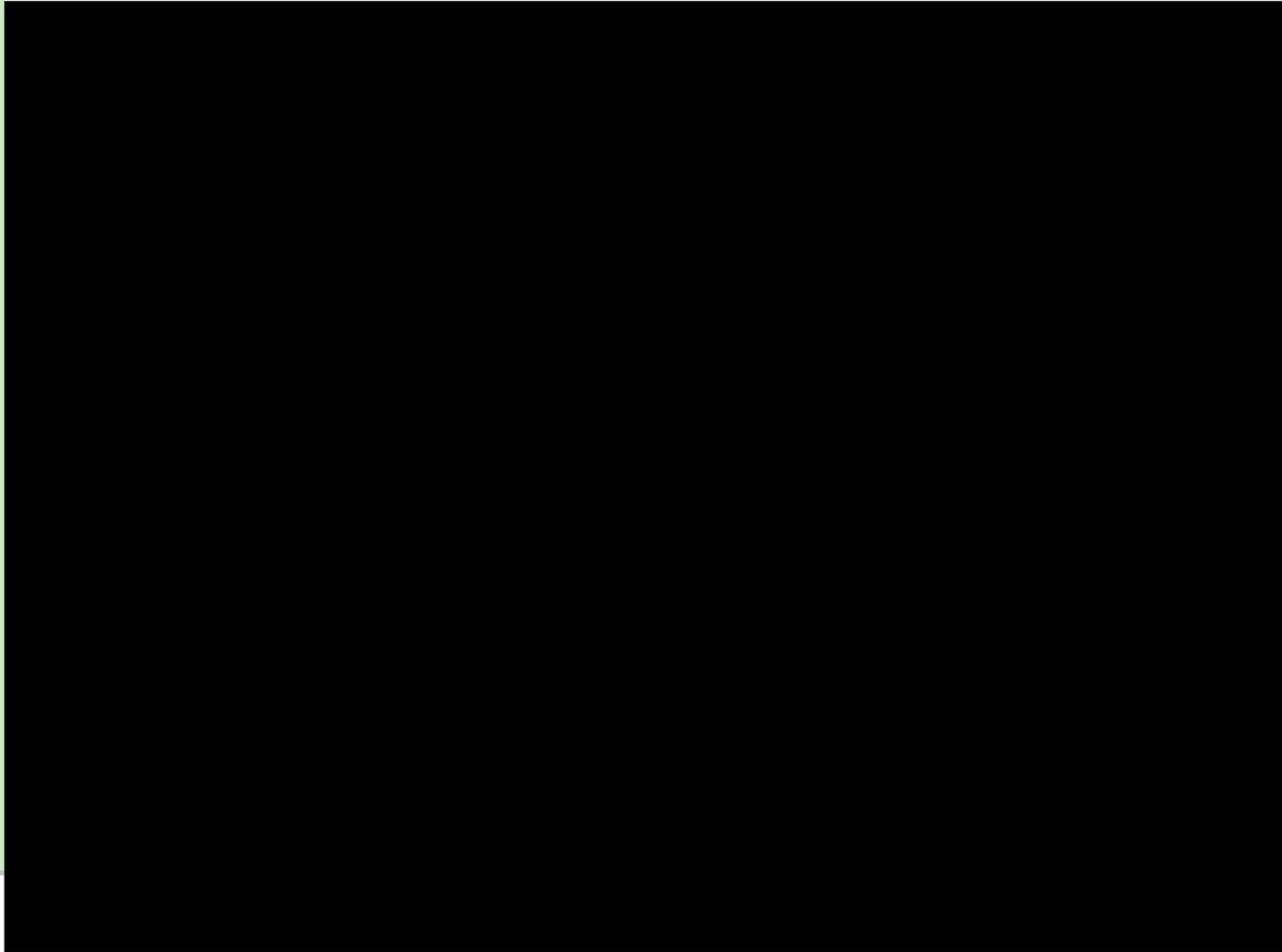
Mobile Robotik

Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur



Rheinland-Pfalz

ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG



Landesforsten
Rheinland-Pfalz

Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur



Rheinland-Pfalz

ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG



Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur



- Entwicklung eines neuen Forsteinrichtungsfachverfahrens in Rheinland-Pfalz. Projektstart 1.10.2014 (30 Monate)
- Technologische Basis: Virtueller Wald NRW
 - einheitliches objektorientiertes Datenschema
 - Offene Standards und internationale Normen (ISO OGC)
 - Arbeit mit Web-services
 - Modulare Erweiterungsmöglichkeit (Daten, Funktionen)
- Durch Nutzung von Fernerkundungsdaten ist der Übergang von der Waldinventur zu einem echten Monitoring in greifbare Nähe gerückt



Gliederung

- Begriffe, historische Entwicklung der Waldinventuren und Abgrenzung des Themas
- Aktuelle Konzepte der Waldinventur in Rheinland-Pfalz und der Bundesrepublik
- Inventur- und Monitoring-Aufgaben im zukünftigen Nationalpark
- Aktuelle Entwicklungslinien der Waldinventur
- Zusammenfassung





Zusammenfassung

- Historische Entwicklung von Waldinventur und -monitoring entlang der gesellschaftlichen Schwerpunktthemen um den Wald
 - Holzknappheit
 - Wiederaufbau von Wälder
 - Ökologische Funktionen der Wälder
- Vorstellung zweier ausgewählter Waldinventurverfahren
 - Bestandesweise Schätzinventur der Forsteinrichtung
 - Repräsentativstichprobe Bundeswaldinventur



Zusammenfassung

- Neue Technologien eröffnen neue Möglichkeiten einer kosteneffizienten Waldinventur
 - LIDAR
 - Multispektraldaten
 - RADAR-Satellitendaten
- Absehbar nicht nur von den Kosten sondern auch hinsichtlich des Informationsgehaltes terrestrischer Verfahren ebenbürtig oder überlegen
- Übergang von der Waldinventur zum operativen Waldmonitoring (außerhalb der Forschung) erscheint technisch in absehbarer Zeit möglich



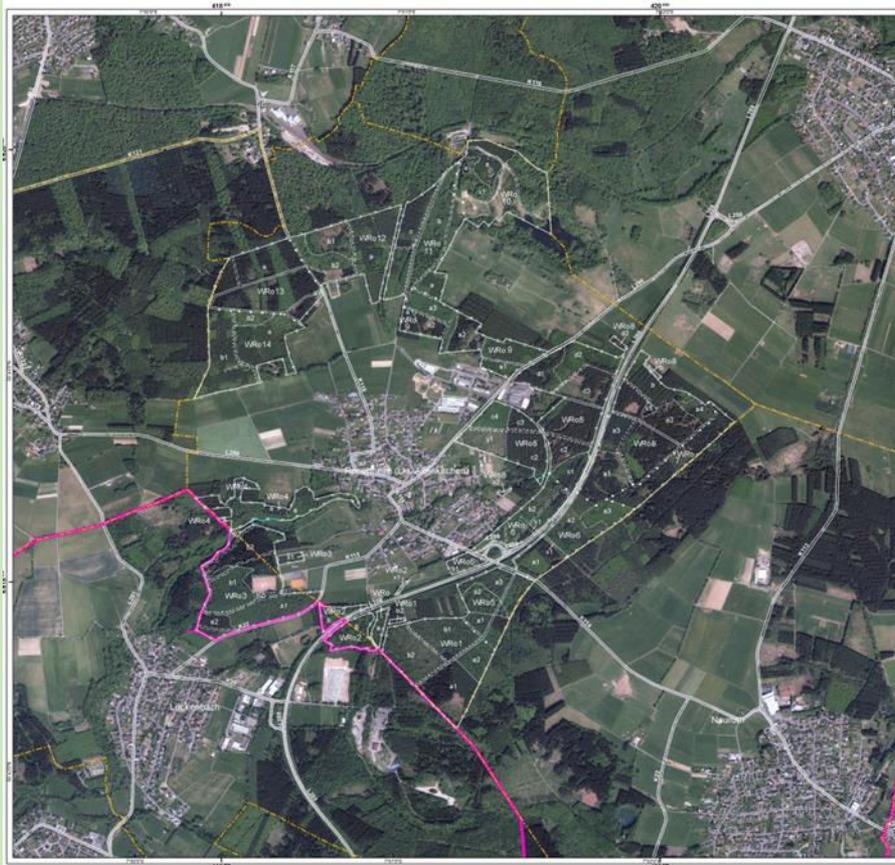
**Vielen Dank für
Ihre
Aufmerksamkeit!**



**YES
WE
SCAN**

www.Stalasca.com





**Landesforsten**
Rheinland-Pfalz

Luftbildkarte
Forstamt Altenkirchen
Wirt Rosenheim, WRo, Stichtag: 01.10.1998

Forstrevier Oberbach-Rosenheim
Blatt: 1/ 1
1:10000



Zeichenerklärung

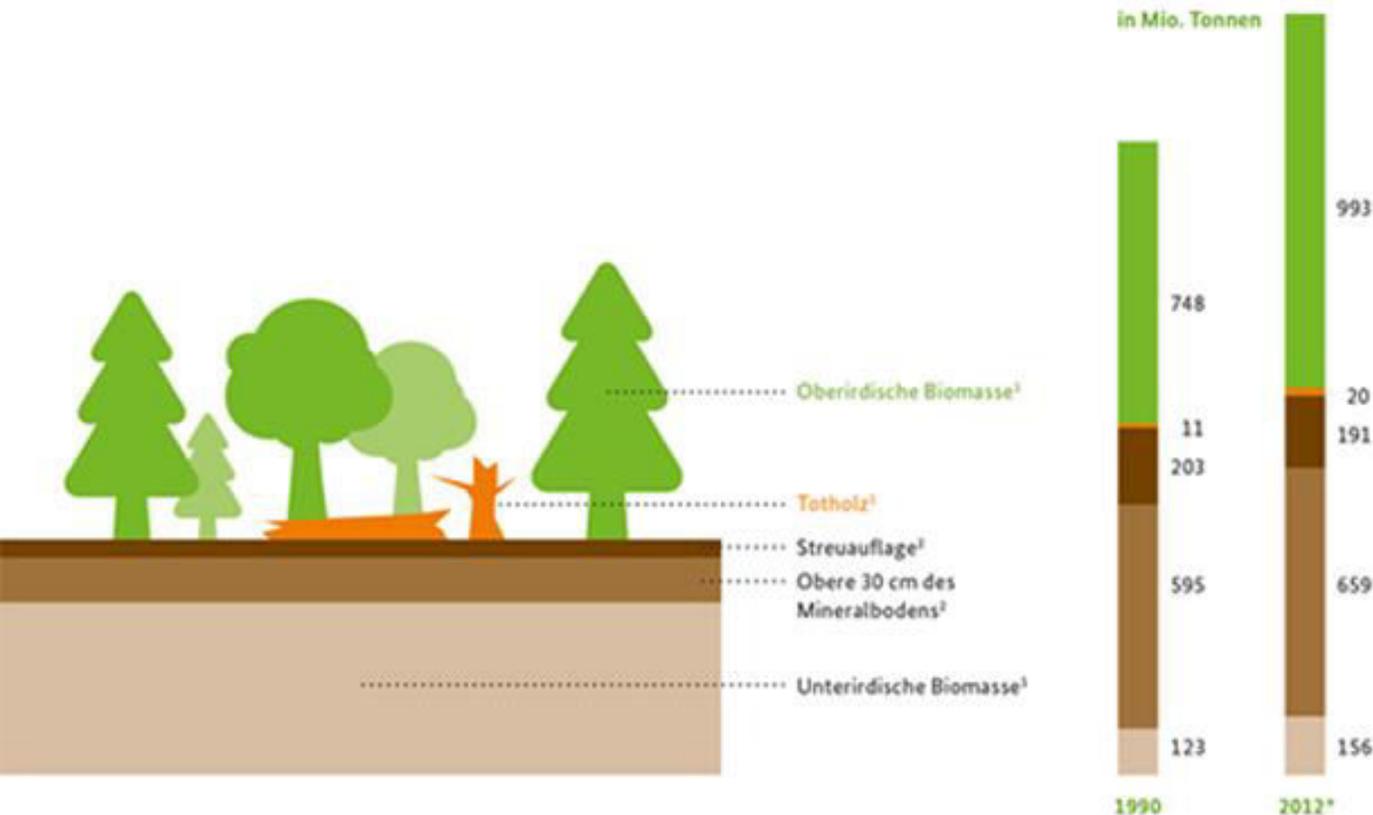
Grenzen	Kennzeichnung
Staatsgrenze	Dienst
Landkreisgrenze	Betriebskreis
Kreisgrenze	Abteilung
Verbandsgemeindengrenze	Wäldert
Gemeindegrenze	Hochwasserlinie
Forstbezirkegrenze	Naturfläche
Betriebsgrenze	Wege und Gewässer
Dienstgrenze	Waldweg
Abteilungsgrenze	Öffentliche Straßen
Wäldertgrenze	LKW befahrbar
	nicht befahrbar
	nicht LKW befahrbar
	Gewässer

Befliegungsjahre der Luftbilder: 2011

Quelle: Landesforsten Rheinland-Pfalz, Forstamt Altenkirchen, Wirt Rosenheim, WRo, Stichtag: 01.10.1998
© Landesforsten Rheinland-Pfalz, Forstamt Altenkirchen, Wirt Rosenheim, WRo, Stichtag: 01.10.1998
Übersetzt: Geoinformationssysteme der Landesforsten Rheinland-Pfalz, Wirt Rosenheim, WRo, Stichtag: 01.10.1998

Bundeswaldinventur

CO₂ Kohlenstoffvorrat im Wald



* Für den Boden auf das Jahr 2012 hochgerechnet, für den Bestand gemessen

¹ Daten der Bundeswaldinventuren 1987, für die neuen Länder ergänzt aus dem Datenspeicher Wald, 2002 und 2012

² Bodenzustandserhebung im Wald