

Indikatoren und Ergebnisse zur nachhaltigen Waldnutzung im Landesforstinventar LFI

Urs-Beat Brändli und Philippe Duc

WSL Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf
 urs-beat.braendli@wsl.ch, philippe.duc@wsl.ch

Periodische Waldinventuren sind die wichtigste Grundlage zur Beurteilung der Waldnutzung und -bewirtschaftung. Sie haben in Europa eine lange Tradition und dienten ursprünglich dazu, eine nachhaltige Holzproduktion auf Betriebsebene zu planen. Mit den sich wandelnden gesellschaftlichen Ansprüchen hat sich der Stellenwert einzelner Waldfunktionen markant verändert und neue Funktionen fanden Eingang in die Waldinventuren. In den letzten 20 Jahren wurden dann Konzepte entwickelt, um die Nachhaltigkeit aller Waldleistungen mittels Indikatoren zu überprüfen. Am Beispiel des schweizerischen Landesforstinventars sollen die Möglichkeiten und Ergebnisse einer Waldinventur im Rahmen der nationalen Nachhaltigkeitskontrolle dargestellt werden.

1 Das Landesforstinventar

1.1 Ziele und Entwicklung

Nationale Waldinventuren haben in Europa eine mehr als hundertjährige Tradition. Die erste nationale Walderhebung wurde 1880 in Dänemark durchgeführt. Zwischen 1919 und 1923 folgten Norwegen, Finnland und Schweden mit Nationalinventuren und ab Mitte des 20. Jahrhunderts die Mehrzahl der übrigen europäischen Länder (KÖHL 1999). Aus Mangel an Informationen über die Holz-Ressourcen im Privatwald, die Waldfunktionen und den Waldzustand wurde in der Schweiz das erste Landesforstinventar (LFI1) in den Jahren 1983 bis 85 erstellt. Das LFI soll periodisch über den Zustand und die Entwicklung des Schweizer Waldes informieren. Es ist ein Gemeinschaftsprojekt der Forschungsanstalt WSL und des Bundesamt für Umwelt (BAFU) und wurde als Datengrundlage für die nationale Waldpolitik konzipiert.

Das Konzept der Nachhaltigkeit wurde schon früh im 20. Jahrhundert nicht nur auf die Holzproduktion bezogen, sondern umfassender verstanden, entsprechend dem Wandel der gesellschaftlichen Ansprüche (Abb. 1). Daher war auch bei der Vorbereitung des

ersten Landesforstinventars vorgesehen, den Zustand und die Entwicklung des Waldes hinsichtlich seiner ökonomischen, ökologischen und sozialen Funktionen zu erheben (KURT 1967; WULLSCHLEGER 1982). Obschon diese konzeptionellen Vorstellungen thematisch

breit waren, traten bei der Realisierung des LFI1 aus methodischen Gründen die Waldfläche, der Aufbau und Zustand des Waldes sowie die Verfügbarkeit der Holzressourcen in den Vordergrund.

Beim zweiten LFI (1993–95) wurde der Datenkatalog um zahlreiche ökologische Merkmale erweitert und erstmals wurde auch der Waldrand inventarisiert. Dem ausgewiesenen Bedarf an Zusatzinformationen zu Schutzwald, Bodenvegetation und Boden konnte aber mangels Finanzen auch im LFI3 (2004–06) nur teilweise entsprochen werden. Wesentlich umfassender erhoben wurde im LFI3 das Totholz. Die erweiterte LFI-Umfrage beim Forstdienst lieferte auch Angaben zu den Waldfunktionen oder zur Zertifizierung (BRÄNDLI und ULMER

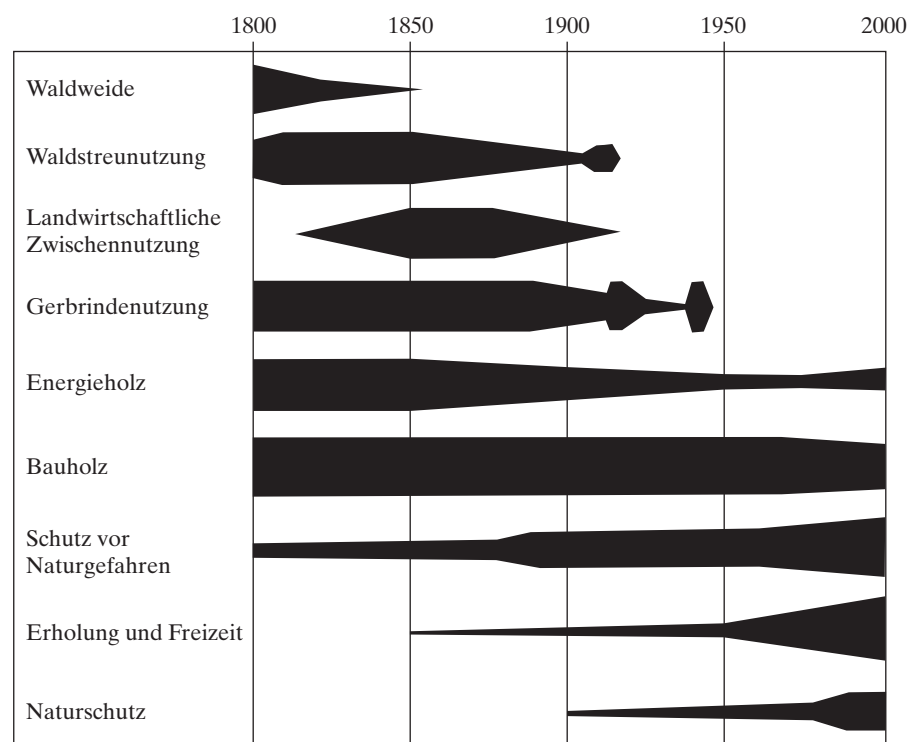


Abb. 1. Wandel der gesellschaftliche Ansprüche und Waldfunktionen im Zeitraum der Jahre 1800 bis 2000 (nach BRÄNDLI 2003 und BÜRGI 1998, Kanton Zürich).

2005). Im so genannten Nichtwaldareal wurden neue Informationen über Gehölze und die Bodenbedeckung erhoben (GINZLER *et al.* 2005).

Insbesondere als Folge von umweltpolitischen Prozessen wandelte sich das LFI seit 1983 vom fast reinen Ressourcen-Inventar zu einer inhaltlich weit umfassenderen Waldinventur. Auch die in Bundesbeschlüssen und Leistungsvereinbarungen formulierten Ziele und Aufgaben des LFI wurden im Lauf der Zeit immer konkreter ausformuliert (ZIERHOFER 2000). Diesen langen Prozess hat Kurt schon 1967 voraus gesehen und schreibt treffend: «Es ist nicht zu verkennen, dass verfahrenstechnische Fragen bedeutend einfacher zu lösen sind als solche, welche die besondere Zielsetzung betreffen».

Heute ist das LFI das wichtigste Instrument zur Kontrolle der nachhaltigen Waldbewirtschaftung auf nationaler und grossregionaler Ebene und ist im Themenbereich Wald, Umwelt und Holz von grosser Bedeutung für Verwaltung, Politik und Forschung (BÄTTIG *et al.* 2002). Die Ergebnisse des LFI (BRASSEL und BRÄNDLI 1999) finden Eingang in die nationale Waldberichterstattung (BUWAL und WSL 2005) und ins Netzwerk Umweltdaten Schweiz NUS des BAFU (2006). Auch für das weltweite Forest Resource Assessment FRA (FAO 2006), für das europäische Reporting zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung (MCPFE 2007) und für andere internationale Erhebungen ist das LFI von zentraler Bedeutung. Dabei bemüht sich die WSL durch ihre Mitarbeit im «European National Forst Inventory Network» (ENFIN) oder in der «Cost Action E 43»¹ um eine stetige internationale Harmonisierung der Indikatoren und Methoden.

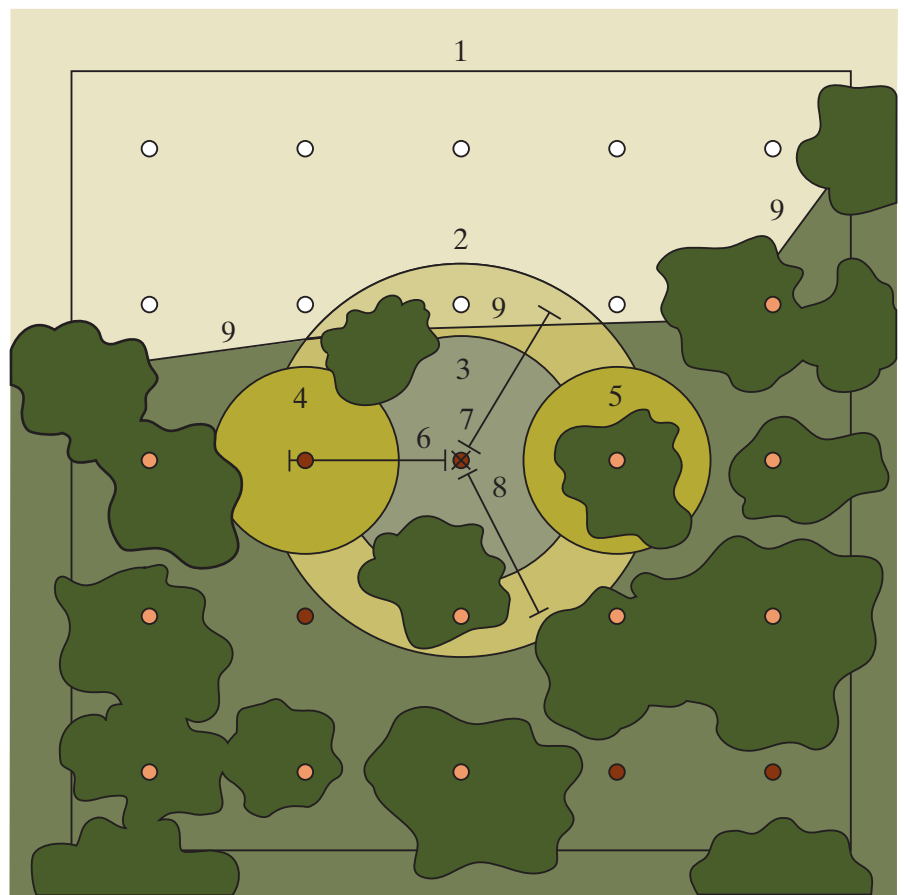
1.2 Erhebungsmethoden

Das erste LFI wurde als Stichprobenerhebung mit Probeflächen auf einem quadratischen 1,0-km-Netz angelegt. Die Anzahl Waldprobeflächen des LFI1

wurde aus finanziellen Gründen seit dem LFI2 um die Hälfte reduziert (BRASSEL und LISCHKE 2001) und beträgt im LFI3 rund 6500. Als Datenquellen dienen unverändert seit Beginn Luftbilder, terrestrische Erhebungen und Umfragen beim Forstdienst sowie digitalisierte Karten, Modelle (z. B. Vegetationseinheiten) und Erhebungen von Dritten (BFS²: Areal- und Forststatistik; SMA³: Klimadaten).

Die erhobenen LFI-Daten beziehen sich je nach Art auf unterschiedlich grosse Flächen. Seit dem LFI1 werden auf der Interpretationsfläche von 50 × 50 m die Luftbilder interpretiert und im Gelände flächenbezogene terrestrische Daten zum Standort und Bestand erhoben (Abb. 2). Die wichtigsten Baumdaten werden auf zwei konzen-

trischen Kreisflächen erhoben. Im kleineren Kreis von 2 Aren werden alle Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser (BHD) ab 12 cm, im grösseren Kreis von 5 Aren alle Bäume mit einem BHD ab 36 cm vermessen und beurteilt. Die Jungwalderhebung für Bäumchen ab einer Höhe von 10 cm erfolgte im LFI3 auf zwei vom Probeflächenzentrum versetzten Probekreisen. Das liegende Moder- und Totholz wurde erstmals entlang von drei Transektlinien erfasst. Bei Probeflächen am Waldrand wurde dessen Aufbau und Artenzusammensetzung auf einer Taxationsstrecke von 50 m Länge erhoben. Der Arbeitsablauf auf der Probefläche und alle erhobenen Merkmale sind in der Aufnahmeanleitung beschrieben (KELLER 2005).



- | | | | |
|-------|---|---|-----------------------------------|
| 1 | Interpretationsfläche (50 × 50 m) | 9 | Waldbegrenzungslinie (WBL) |
| 2 | Probekreis für Bäume ab 36 cm BHD | X | Probeflächenzentrum |
| 3 | Probekreis für Bäume ab 12 cm BHD | | |
| 4,5 | Probekreis für Jungwaldaufnahme | | Luftbildrasterpunkte |
| 6,7,8 | Taxationsstrecke für die Aufnahme von liegendem Totholz | ○ | Rasterpunkt ausserhalb WBL |
| | | ● | Rasterpunkt auf Bestockungsglied |
| | | ● | Rasterpunkt andere Bodenbedeckung |

Abb. 2. Konzept einer Probefläche im LFI3.

¹ siehe <http://www.metla.fi/eu/cost/e43/> (zuletzt besucht am 29.6.2009).

² Bundesamt für Statistik

³ Schweizerische Meteorologische Anstalt

2 Indikatorsystem zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung

2.1 Definition der nachhaltigen Waldbewirtschaftung

Der Begriff «Nachhaltigkeit» geht zurück auf Hans Carl von Carlowitz, der 1713 in seinem Buch «Sylvicultura Oeconomica» eine «continuierliche beständige und nachhaltige Nutzung» des Holzes postulierte. In der Schweiz wurde diese Idee in den Forstpolizeigesetzen von 1876 und 1902 verankert. Die Idee der Nachhaltigkeit wurde aber schon früh im 20. Jahrhundert nicht nur auf die Holzproduktion bezogen, sondern umfassender verstanden (DIETERICH 1939).

1987 wurde das Konzept der Nachhaltigkeit vom Wald auf die gesamtgesellschaftliche Entwicklung übertragen: Als nachhaltige Entwicklung definierte die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der UNO (1987) eine «Entwicklung, welche die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können». An der UNO-Konferenz über Umwelt und Entwicklung (Erd Gipfel Rio 1992) verpflichtete sich die Schweiz durch die Unterzeichnung der «Waldgrundsätze-Erklärung» international zu einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Und im Waldgesetz von 1991 bekamen Bund und Kantone die Aufgabe zugewiesen, periodisch über Zustand und Entwicklung des Waldes zu berichten.

In der Folge verpflichtete sich die Schweiz auf europäischer Ebene an

mehreren Ministerkonferenzen, ihre Wälder nachhaltig zu bewirtschaften und über das Erreichte regelmässig zu berichten (MCPFE 2003, wobei MCPFE für «Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe» steht). Die MCPFE (1993) definiert die nachhaltige Waldbewirtschaftung wie folgt: «Sustainable management means the stewardship and use of forests and forest lands in such a way, and at a rate, that maintains their biodiversity, productivity, regeneration capacity, vitality and their potential to fulfil, now and in the future, relevant ecological, economic and social functions, at local, national, and global levels, and that does not cause damage to other ecosystems».

2.2 Kriterien und Indikatoren

Im Anschluss an die Helsinki Resolution (MCPFE 1993) haben die europäischen Forstminister sechs Kriterien (Ziele) für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung sowie 35 entsprechende Indikatoren für das Monitoring und Controlling verabschiedet (Tab. 1). Letztere wurden an der 4. Forstministerkonferenz in Wien in überarbeiteter Form bestätigt (MCPFE 2003). Diese paneuropäischen Kriterien und Indikatoren sind international wie national allgemein akzeptiert. An ihnen orientieren sich heute sowohl das erste Waldprogramm der Schweiz (BUWAL 2004) als auch das Waldmonitoring auf nationaler und regionaler Ebene (BUWAL 2003) sowie die nationale Waldberichterstattung (BUWAL und WSL 2005; BAFU 2006).

Die internationalen Indikatoren der MCPFE können aber nicht allen Ansprüchen genügen und weisen je nach Blickwinkel gewisse Lücken auf. Insbesondere auf nationaler und regionaler Ebene gilt es, diese durch weitere Indikatoren zu füllen. So fehlen auf europäischer Ebene etwa Indikatoren zur Schutzwirkung des Waldes gegen Naturgefahren. Bei der Definition und Auswahl von neuen Indikatoren soll einer ganzen Reihe von Aspekten Rechnung getragen werden (BUWAL 2003). Zwei wichtige Punkte sind dabei der gesellschaftliche Konsens in der Zielsetzung (z.B. Erhaltung stabiler Schutzwälder) und die fachliche Relevanz eines Indikators (z.B. Bestockungsdichte). In diesem Sinne können nationale und kantonale Gesetze, Programme (z.B. Waldprogramm Schweiz) und Wegleitungen (z.B. Nachhaltigkeit im Schutzwald) massgebliche Hinweise auf wichtige ergänzende Indikatoren liefern.

2.3 Indikatoren im LFI

Grundsätzlich orientiert sich das LFI bei der Auswahl und Erhebung von Indikatoren an bestehenden Indikatoren-Sets, primär der MCPFE, und an nationalen Programmen (vgl. 2.2). Zudem werden gewisse Indikatoren mit LFI-Daten etwas umfassender analysiert (Sub-Indikatoren wie Baumschäden) oder zu einem Gesamturteil aggregiert (z.B. Biotopwert). Tabelle 2 gibt Aufschluss über den Inhalt und die Art bzw. Herkunft der LFI3-Indikatoren.

Tab. 1. MCPFE-Kriterien und Anzahl Indikatoren sowie deren Abdeckung durch das LFI.

Kriterium	Anzahl	Indikatoren MCPFE Anzahl	MCPFE abgedeckt durch LFI			LFI3 Anzahl	Total LFI-Indikatoren LFI3
			LFI1 Anzahl	LFI2 Anzahl	LFI3 %		
1	Walddressourcen	4	3	3	4	100	7
2	Gesundheit und Vitalität	4	2	2	2	50	13
3	Produktionsfunktion	5	0	2	2	40	10
4	Biologische Vielfalt	9	4	5	6	67	19
5	Schutzfunktion	2	0	0	2	100	10
6	Sozio-Ökonomie	11	2	2	2	18	5
Summe		35	11	14	18		64

Tab. 2. Trends von LFI-Indikatoren zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung in der Schweiz.

	stark positiver Trend (jährliche Veränderung $\geq 1.0\%$ und signifikant)	Indikatorotyp P: Zunahme wird positiv interpretiert N: Zunahme wird negativ interpretiert Z1: Zustand < 1.00 wird positiv interpretiert Z2: Zustand > 90% wird positiv interpretiert Z3: Zustand $\geq 10\%$ wird positiv interpretiert
	positiver Trend (jährliche Veränderung 0.1-0.9% und signifikant)	
	kein Trend (jährliche Veränderung $\leq 0.1\%$ und/oder nicht signifikant)	
	negativer Trend (jährliche Veränderung 0.1-0.9% und signifikant)	
	stark negativer Trend (jährliche Veränderung $\geq 1.0\%$ und signifikant)	
	Trend lässt sich nicht berechnen (nur Zustand LFI3) oder nicht eindeutig interpretieren	

* **fett**: Indikatoren, die der MCPFE-Definition ganz oder weitgehend entsprechen oder im Reporting erscheinen
unterstrichen: Indikatoren, die auf nationalen Gesetzen, Verordnungen und Programmen (WAP-CH) basieren
kursiv + unterstrichen: Indikatoren, die auf nationalen Wegleitungen (z.B. NaIS) und Konzepten basieren
normal: Spezifikationen oder Synthesen von obgenannten Indikatoren (LFI-Indikatoren)

Kriterium	Indikator			Trends		
	Nummer*	Name	Typ	Einheit	Zeitraum 1983/85 - 1993/95	Zeitraum 1993/95 - 2004/06
1	1.1.1	Waldfläche (inkl. Gebüschwald)	P	%/Jahr		
1	1.1.2	Waldflächenanteil (inkl. Gebüschwald) an der Gesamtfläche	P	%/Jahr		
1	1.1.3	Waldfläche ohne Gebüschwald	P	%/Jahr		
1	1.1.4	Gebüschwaldfläche	P	%/Jahr		
1	1.2.1	Holzvorrat (lebende Bäume)	P	%/Jahr		
1	1.3.1	Anteil Jungbestände (Alter ≤ 60 Jahre) im gleichaltrigen Wald	P	%/Jahr		
1	1.4.1	Kohlenstoffvorrat	P	%/Jahr		
2	2.2.1	Probeflächen mit aktuell intensiver Beweidung	N	%/Jahr		
2	2.2.2	Probeflächen mit Deponien waldfremder Materialien	N	%/Jahr		
2	2.2.3	Probeflächen mit intensiver Erholungsbelastung	N	%/Jahr		
2	2.2.4	Anteil der Fahrspuren ausserhalb von Rückegassen	N			
2	2.3.1	Verbissintensität (Vorjahresverbiss) alle Arten	N	%/Jahr		
2	2.3.2	Verbissintensität (Vorjahresverbiss) Tanne	N	%/Jahr		
2	2.3.3	Bäume ohne erkennbare Schäden	P	%/Jahr		
2	2.3.4	Tote Bäume	N	%/Jahr		
2	2.3.5	Tote und sehr stark geschädigte Bäume	N	%/Jahr		
2	2.3.6	Bäume mit Holzernteschäden	N	%/Jahr		
2	2.4.1	Waldfläche mit sehr stark geschädigten Beständen	N	%/Jahr		
2	2.4.2	Waldfläche mit Zwangsnutzungen in den letzten 10 Jahren	N	%/Jahr		
2	2.4.3	Bestände mit kritischer Stabilität	N	%/Jahr		
3	3.1.1	Holzzuwachs	P	%/Jahr		
3	3.1.2	Holzzuwachs pro Hektare	P	%/Jahr		
3	3.1.3	Nutzung (inklusive Mortalität)	P	%/Jahr		
3	3.1.4	Anteil von Nutzung und Mortalität am Zuwachs	Z1	Faktor		
3	3.1.5	Erschliessungsdichte mit Lastwagenstrassen	P	%/Jahr		
3	3.1.6	Waldfläche mit waldbaulichen Eingriffen in den letzten 10 Jahren	P	%/Jahr		
3	3.5.1	Waldfläche mit Betriebs- und/oder regionaler Waldplanung	Z2	%		
3	3.5.2	Waldfläche mit Betriebsplan	P	%/Jahr		
3	3.5.3	Waldfläche mit regionalem Waldplan	P	%/Jahr		
3	3.5.4	Waldfläche mit Zertifizierung	P			
4	4.1.1	Probeflächen mit mehr als einer Baumart (>12cm BHD)	P	%/Jahr		
4	4.1.2	Waldfläche mit 4 und mehr Baumarten in der Oberschicht	P			
4	4.1.3	Waldränder mit mehr als 10 Gehölzarten	P	%/Jahr		
4	4.1.4	Bestandesdichte-Index	N	%/Jahr		
4	4.2.1	Reine Naturverjüngung in Verjüngungsbeständen	P	%/Jahr		
4	4.2.2	Reine Pflanzungen in Verjüngungsbeständen	N	%/Jahr		
4	4.2.3	Reine Naturverjüngung in Jungwüchsen/Dickungen	P	%/Jahr		
4	4.3.1	Waldfläche ohne forstliche Eingriffe seit über 50 Jahren	P	%/Jahr		
4	4.3.2	Waldfläche der Plantagen	N	%/Jahr		
4	4.3.3	Waldfläche mit naturnahem Nadelholzanteil (im Laubwaldareal)	P	%/Jahr		
4	4.3.4	Starkholzbestände (BHD _{dom} >50cm)	P	%/Jahr		
4	4.3.5	Anzahl Giganten (Bäume mit BHD >80cm)	P	%/Jahr		
4	4.3.6	Waldränder mit grosser Strukturvielfalt	P	%/Jahr		
4	4.3.7	Waldfläche mit mässigem bis hohem Biotopwert	P	%/Jahr		
4	4.4.1	Waldfläche mit dominierenden Exoten	N	%/Jahr		
4	4.5.1	Totholzvorrat stehend und liegend	P	%/Jahr		
4	4.5.2	Totholzvorrat stehend	P	%/Jahr		
4	4.9.1	Waldfläche mit Vorrangfunktion Naturschutz	Z3	%		
4	4.9.2	Waldfläche mit Vorrangfunktion Landschafts- oder Wildschutz	P			
5	5.1.1	Waldfläche in Grundwasser-Schutzzonen	P	%/Jahr		
5	5.1.2	Waldfläche im Einzugsgebiet von Trinkwasserquellen	P			
5	5.1.3	Reine Nadelholzbestände in Grundwasser-Schutzzonen	N	%/Jahr		
5	5.2.1	Waldfläche mit Vorrangfunktion Schutz vor Naturgefahren	P			
5	5.2.2	LFI3-Schutzwald mit genügender Bestandesdichte	P	%/Jahr		
5	5.2.3	LFI3-Schutzwald ohne Lücken	P	%/Jahr		
5	5.2.4	LFI3-Schutzwald mit stabilen und vermindert stabilen Beständen	P	%/Jahr		
5	5.2.5	LFI3-Schutzwald mit mehr als 10% Verjüngung	P	%/Jahr		
5	5.2.6	LFI3-Schutzwald mit Zwangsnutzungen in den letzten 10 Jahren	N	%/Jahr		
5	5.2.7	LFI3-Schutzwald mit Transportdistanzen unter 500 m	P	%/Jahr		
6	6.1.1	Privatwald	P	%/Jahr		
6	6.1.2	Waldfläche der Bewirtschaftungseinheiten bis 3 ha	N			
6	6.10.1	Waldfläche mit Vorrangfunktion Erholung	P			
6	6.10.2	Waldfläche pro Kopf der Bevölkerung	P	%/Jahr		
6	6.10.3	Erschlossene Waldfläche pro Kopf der Bevölkerung	P	%/Jahr		

Das LFI ist das wichtigste, aber nicht das einzige Instrument, um die Nachhaltigkeit im Wald auf Bundesebene zu beurteilen. Umfassende Informationen liefert es im Bereich der Waldressourcen, der Holzproduktion, des Schutzes vor Naturgefahren und von Lebensraumaspekten zur Biodiversität (BRÄNDLI *et al.* 2007). Andere wichtige Informationsquellen sind beispielsweise die Arealstatistik, die Sanasilva-Inventur, die Forststatistik oder das Biodiversitäts-Monitoring des Bundes. Im Rahmen des Netzwerkes Umweltdaten Schweiz wird die Aufgabenteilung zwischen den einzelnen Instrumenten koordiniert.

Die inhaltliche Entwicklung des LFI widerspiegelt sich auch in den Indikatoren (Tab. 1): So waren mit dem LFI1 31 % der MCPFE-Indikatoren abgedeckt, mit dem LFI2 40 % und mit dem LFI3 51 %. Bedeutende LFI-Erweiterungen sind dabei bei den Kriterien Schutzfunktion und Biodiversität zu verzeichnen, während das Kriterium «Sozio-Ökonomie» durch das LFI nach wie vor nur zu einem kleinen Teil abgedeckt wird. Berücksichtigt man die zusätzlichen Indikatoren aus Programmen und Wegleitungen oder abgeleitet aus gesetzlichen Bestimmungen, so basieren 56 % der insgesamt 64 LFI3-Indikatoren auf einem internationalen oder nationalen Konsens.

3 Resultate des LFI3 zur Nachhaltigkeit

Die folgenden LFI-Ergebnisse stammen aus dem Kapitel «Bilanz Nachhaltigkeit im LFI3» (BRÄNDLI *et al.* im Druck) des Ergebnisberichtes LFI3, der im Frühjahr 2010 erscheinen wird. Sie sind nach den sechs MCPFE-Kriterien (Waldressourcen, Gesundheit und Vitalität, Holzproduktion, Biologische Vielfalt, Schutzwald, Sozio-Ökonomie) zusammengefasst. Da derzeit zu kaum einem Indikator allgemein akzeptierte Sollwerte vorliegen, beschränkt sich die Bilanz weitgehend auf Entwicklungstrends LFI1/LFI2 und LFI2/LFI3 (Tab. 2). Bei der Interpretation gilt zu beachten, dass das LFI nur einen Teil der MCPFE-Indikatoren abdeckt (siehe 2.3).

Insgesamt fällt die Bilanz der LFI-Indikatoren überwiegend positiv aus:

Die Indikatoren zu den Kriterien Waldressourcen, Schutzwald und Biodiversität weisen grösstenteils und jene zur Holzproduktion mehrheitlich positive Trends aus. Die wenigen Indikatoren zur Sozio-Ökonomie zeigen keine wesentlichen Veränderungen und jene zum Kriterium Gesundheit und Vitalität zeigen gegenläufige Trends.

Waldressourcen (MCPFE Kriterium 1): Bei drei der vier Indikatoren zum Kriterium Waldressourcen, nämlich «Waldfläche», «Holzvorrat» und «Kohlenstoffvorrat» ist eine positive Entwicklung festzustellen. Beim Indikator «Altersstruktur und/oder Durchmesserverteilung» hat sich vom LFI2 zum LFI3 wenig verändert.

Gesundheit und Vitalität (MCPFE Kriterium 2): Das LFI liefert hier Angaben zum MCPFE-Indikator «Waldschäden» und zu einer Reihe von Belastungen des Bodens, zu Schäden am Einzelbaum und am Wald. Die MCPFE-Indikatoren «Ablagerung von Luftschadstoffen», «Bodenzustand» und «Nadel-/Blattverlust» deckt das LFI nicht ab. Eine pauschale Aussage zu den Entwicklungen ist nicht möglich. Bezüglich menschlicher Einflüsse auf die Gesundheit und Vitalität des Waldes sind die Entwicklungen positiv: Probeflächen mit aktuell intensiver Beweidung oder mit Deponien, Bäume mit Holzernteschäden und Bestände mit kritischer Stabilität haben abgenommen. Bei den natürlichen Störungen zeigen die Indikatoren bezüglich Holzproduktion eine negative Entwicklung: Der Gipfeltriebverbiss an Tannen, der Anteil toter und sehr stark geschädigter Bäume und die Fläche der stark bis sehr stark geschädigten Bestände haben zugenommen; die Waldfläche mit Zwangsnutzungen ist unverändert hoch. Hinsichtlich Biodiversität ist die Zunahme der toten und stark geschädigten Bäume aber positiv zu werten.

Holzproduktion (MCPFE Kriterium 3): Zu den Indikatoren «Holzzuwachs und -einschlag» und «Wälder mit Bewirtschaftungsplänen» liefert das LFI aussagekräftige Informationen, zu den Indikatoren «Nichtholzprodukte», «Rundholz-Verkauf» und «Dienstleistungen» hingegen nicht. Das Gesamt-

bild der Entwicklungen ist positiv. Der Holzzuwachs ist hoch und wird zunehmend genutzt, die Erschliessung mit Strassen ist relativ dicht, und das Instrument der regionalen Waldplanung wird zunehmend angewendet. Auch ist etwa die Hälfte der Waldfläche zertifiziert. Negativ zu werten sind die Zunahme der Mortalität durch Windwurf, Trockenperioden und Borkenkäfer und die fehlende Aktualität vieler Betriebspläne.

Biologische Vielfalt (MCPFE Kriterium 4): Zu sechs Indikatoren liefert das LFI aussagekräftige Informationen, zu den Indikatoren «Genetische Ressourcen», «Landschaftsmuster» und «Gefährdete Waldarten» hingegen nicht. Da die biologische Vielfalt viele Aspekte hat, ist hier die Anzahl der Indikatoren hoch. Bei vielen von ihnen ist der Zustand erfreulich, bei den meisten die Entwicklung positiv. So nahm die Artenvielfalt bei den Bäumen zu, dicke Bäume wurden häufiger, der Totholzvorrat stieg an und die Wälder werden meist natürlich verjüngt. Einzig bei der Bestandesdichte ist der Trend weiterhin negativ; viele Wälder wurden dichter und damit dunkler.

Schutzwald (MCPFE Kriterium 5): In der Schweiz wird unter Schutzwald meist nur der Wald verstanden, der Menschen und Sachwerte vor Naturgefahren schützt; nach MCPFE umfasst der Schutzwald auch Wälder, welche Trinkwasser schützen. Das LFI liefert für beide Schutzfunktionen aussagekräftige Informationen. Bezüglich Trinkwasserschutz zeigen alle Indikatoren eine Verbesserung an. Beim Schutz vor Naturgefahren ist der Entwicklungstrend bei den sechs Indikatoren, zu denen Daten aus dem LFI1 oder LFI2 vorliegen, positiv. Der im LFI3 festgestellte Zustand der Schutzwälder befriedigt aber teilweise noch nicht: Lücken sind noch zu häufig, es mangelt an Verjüngung, und manche Schutzwälder sind noch ungenügend erschlossen.

Sozioökonomie (MCPFE Kriterium 6): Das LFI liefert nur für zwei von elf MCPFE-Indikatoren aussagekräftige Informationen: Die Bewirtschaftungseinheiten sind im Schweizer Wald oft sehr klein, v.a. im Privatwald, was nega-

tiv zu werten ist. Für Erholungssuchende ist der Schweizer Wald gut zugänglich. Allerdings nahm die Waldfläche pro Kopf der Bevölkerung als Folge des Bevölkerungswachstums ab, was eher negativ zu werten ist.

4 Fazit und Ausblick

4.1 LFI-Erfahrungen mit Indikatoren

Indikatoren sind, wie die gesellschaftlichen Ansprüche an den Wald, in ständiger Entwicklung und werden erst mit der Zeit bezüglich Definition und Erhebungsmethode konkret. Erst nach einer solchen Konkretisierung können national und international vergleichbare Indikatoren implementiert werden. Gute Indikatoren sind das Ergebnis eines langen und breit abgestützten Prozesses. Beobachtungsinstrumente wie das LFI sollen deshalb nach Möglichkeit bereits vorhandene, allgemein akzeptierte und klar definierte Indikatoren übernehmen, wie jene der MCPFE. Wo solche fehlen, werden sie idealerweise im Rahmen von Bundesprojekten wie jenem zur «Nachhaltigkeit im Schutzwald» (FREHNER *et al.* 2005) entwickelt.

Waldinventuren wie das LFI können mehr als die Hälfte der MCPFE-Indikatoren abdecken (Tab. 1). Die Stärke von Waldinventuren liegt dabei bei Indikatoren zu den Waldressourcen, der Schutzwirkung gegen Naturgefahren und der Biodiversität. Dank permanenter Probeflächen lassen sich auch langsame Veränderungen aufzeigen. Für viele Indikatoren, insbesondere zum Kriterium «Sozio-Ökonomie», sind dagegen andere Erhebungen weit geeigneter. Von zentraler Bedeutung ist deshalb eine Koordination und Delegation von Indikatoren an klar definierte Erhebungsinstrumente, wie dies in der Schweiz derzeit im Rahmen des Netzwerkes Umwelt-Daten Schweiz (NUS) durch den Bund und die Kantone erfolgt.

Was die inhaltliche Qualität (Relevanz) der einzelnen Indikatoren betrifft, bestehen erhebliche Unterschiede. Die zeigt sich auch im ersten Bericht der MCPFE (2007). Während das «Totholz» als Indikator zur Biodiversität als unbestritten wichtig erachtet wird, bereitet die Interpretation des

«Privatwaldanteils» unter dem Kriterium Sozio-Ökonomie erhebliche Mühe. «Sehr stark geschädigte Bestände» infolge von Windwurf sind wohl ökonomische Schäden, aber das Ergebnis einer natürlichen Störung und deshalb unter dem Kriterium «Gesundheit und Vitalität» nicht zwingend negativ zu werten. So gesehen sind die MCPFE-Indikatoren ein verbindlicher erster Wurf, bei dem die Verfügbarkeit der Informationen nicht selten vor der inhaltlichen Aussagekraft steht. Weitere Optimierungen durch Fachexperten sind zu wünschen. Was die statistische Aussagekraft betrifft, hat sich im LFI gezeigt, dass die meisten Indikatoren gesicherte Aussagen erlauben (vgl. Tab. 2). Nur bei in der Schweiz seltenen Indikatorsausprägungen (z. B. Plantagen) oder bei sehr kleinen Veränderungen (Lücken im Schutzwald) sind keine gesicherten Aussagen über Entwicklungstrends möglich.

Sollwerte fehlen sehr häufig, weshalb Entwicklungen (Trends) interpretiert werden (müssen). Dabei hat sich gezeigt, dass viele (vorgeschlagene) Indikatoren relativ gut Zustände beschreiben können, aber für die Darstellung bzw. Messung von Veränderungen ungeeignet sind. Die robustesten Werte sind der gemessene Baumdurchmesser BHD und alle davon abgeleitete Größen. Deshalb sollen Indikatoren möglichst zähl- oder messbar bzw. auf Reproduzierbarkeit und auf Veränderungen optimiert sein. Die Definition von aussagekräftigen Indikatoren setzt folglich eine Zusammenarbeit von Fachexperten (z. B. Biodiversität) und Inventurspezialisten voraus.

4.2 Einfluss des LFI auf die nachhaltige Waldnutzung

Es liegt in der Natur der Sache, dass sich die unmittelbaren Auswirkungen (Impacts) des LFI nicht messen lassen. Viele Reaktionen (Massnahmen) von Verwaltung, Politik und Praxis treten erst Jahre nach der Publikation von neuen LFI-Ergebnissen in Erscheinung und finden noch später ihre messbare Auswirkung auf den Waldaufbau. Zweifellos bewirken die LFI-Ergebnisse, insbesondere Abweichungen von Sollwerten und negative Trends, eine öffentliche Diskussion unter den am

Wald interessierten Gruppierungen und eine Sensibilisierung der Waldbewirtschafter. Wo letztere und die Waldbesitzer nicht aus eigenem Interesse Gegensteuer geben, ergreifen Gesetzgeber und Verwaltung geeignete Lenkungsmaßnahmen, nicht selten mit Verweis auf LFI-Ergebnisse. Damit haben Beobachtungsinstrumente wie das LFI selbstredend erheblichen Einfluss auf die nachhaltige Waldnutzung.

Das LFI trägt aber auch dazu bei, die Möglichkeiten und Grenzen der zukünftigen Waldnutzung unter Einhaltung der Nachhaltigkeit zu zeigen. So ist es, auch dank der Umfrage zu den Waldfunktionen beim Forstdienst, mit dem Abschluss des LFI3 erstmals möglich, sehr differenzierte und langfristig nachhaltige Holznutzungs-Szenarien zu berechnen. Mit entsprechenden Ergebnissen ist ab dem Jahr 2010 zu rechnen.

4.3 Weiterentwicklung des LFI

Die drei bisherigen LFI waren periodische Erhebungen über einen Zeitraum von jeweils drei Jahren. Mit dem LFI4, das im Jahr 2009 gestartet ist, erfolgen die Erhebungen neu über einen Zeitraum von neun Jahren. Dabei wird jedes Jahr auf einem anderen Unternetz des LFI die gesamte Schweiz beprobt. Dies ermöglicht ab 2012 jährlich gesamtschweizerische Aussagen zum aktuellen Stand. Das LFI kann also künftig viel rascher einen groben nationalen Überblick vermitteln, insbesondere nach Extremereignissen wie zum Beispiel dem Orkan Lothar.

Mit diesem neuen Konzept könnte theoretisch auch jedes Jahr der Datenkatalog ergänzt oder reduziert werden. Theoretisch deshalb, weil jedes neue Merkmal eine erhebliche Vorlaufzeit für Entwicklung und technische Implementierung (Aufnahmeanleitung, Erfassungs-Software, Datenbank) benötigt und somit auch mit viel Aufwand verbunden ist. Deshalb spielen in der Zukunft die bisherigen Erfahrungen und klaren Entscheidungskriterien zur inhaltlichen Anpassung des LFI eine grosse Rolle.

Das LFI wird sich weiterhin auf die Nachhaltigkeitskontrolle ausrichten und dazu akzeptierte internationale und nationale Indikatoren verwenden.

Dabei sind künftig weniger Neuerungen zu erwarten als in den vergangenen zehn Jahren. Hingegen weist das Parameterset des NUS noch Lücken auf, die durch ein erweitertes LFI geschlossen werden sollen. Es sind dies im Wesentlichen Aufbau, Holzvorrat, Zuwachs und Nutzung von Bestockungen ausserhalb des Waldes. Die laufende Bedarfsabklärung für die Jahre 2012 bis 15 soll auch darüber Aufschluss geben, welche LFI-Zusätze finanziert werden sollen bzw. können.

Weil aber der Wert einer Zeitreihe wie dem LFI zu einem guten Teil in der Zukunft liegt und erst durch die nächsten Generationen genutzt werden kann, braucht es auch Raum für Innovationen wie die Einführung neuer Merkmale, die nicht zwingend auf das bestehende Indikatorensystem ausgerichtet sind. So wurden mit jedem neuen LFI auch Merkmale hinzugenommen, deren Wert oft erst nach der Publikation der Ergebnisse erkannt wurde. Allerdings lässt sich das LFI nur noch sehr beschränkt ergänzen, damit die Arbeitszeit auf den Probeflächen in einem praktikablen Rahmen bleibt. Deshalb werden künftig externe wie interne Anregungen zum Datenkatalog jährlich durch die Projektoberleitung LFI überprüft. Dafür gilt es, ein Entscheidungssystem zu definieren.

5 Literaturverzeichnis

- BAFU, 2006: Parameter Sachbereich Wald und Holz. Netzwerk Umwelt-Daten Schweiz. Anhang zum Bericht der Arbeitsgruppe Wald und Holz, unveröffentlicht.
- BÄTTIG, C.; BÄCHTIGER, C.; BERNASCONI, A.; BRÄNDLI, U.-B.; BRASSEL, P., 2002: Landesforstinventar. Wirkungsanalyse zu LFI1 und 2 und Bedarfsanalyse für das LFI3. Umwelt-Materialien Nr. 143. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. 89 S.
- BRÄNDLI, U.-B., 2003: Heimische Waldgehölze – Verbreitung und Standortsansprüche. Grundlagen für einen standortsgerechten, nachhaltigen Wald- und Flurholzanbau. Vorlesungsskript. ZHAW Hochschule Wädenswil, Studiengang Umweltingenieurwesen, Fachbereich Dendrologie.
- BRÄNDLI, U.-B.; ULMER, U., 2005: Umfrage und Erschliessungserhebung. In: KELLER, M. (Red.) Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Felddaufnahmen der Erhebung 2004–2007. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 277–314.
- BRÄNDLI, U.-B.; BÜHLER, C.; ZANGGER, A., 2007: Biodiversität und Waldinventuren. LFI info 7: 1–6.
- BRÄNDLI, U.-B.; BRANG, P.; LANZ, A., im Druck: Bilanz Nachhaltigkeit im LFI3. In: BRÄNDLI, U.-B. (Red.) Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Aufnahme 2004–2006. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Bern, Bundesamt für Umwelt.
- BRASSEL, P.; BRÄNDLI, U.-B. (Red.) 1999: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993–1995. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 442 S.
- BRASSEL, P.; LISCHKE, H. (eds) 2001: Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL. 336 S.
- BÜRGI, M., 1998: Waldentwicklung im 19. und 20. Jahrhundert. Veränderungen in der Nutzung und Bewirtschaftung des Waldes und seiner Eigenschaften als Habitat am Beispiel der öffentlichen Waldungen im Zürcher Unterland und Weinland, Diss. ETH Zürich Nr. 12152. 228 S.
- BUWAL (Hrsg.), 2003: Kontrolle der Nachhaltigkeit im Wald. Praxishilfe, Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 65 S.
- BUWAL (ed) 2004: Waldprogramm Schweiz (WAP-CH). Schriftenreihe Umwelt Nr. 363. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. 117 S.
- BUWAL, WSL (Hrsg.) 2005: Waldbericht 2005. Zahlen und Fakten zum Zustand des Schweizer Waldes. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft. 151 S.
- CARLOWITZ, VON, H. C., 1713: Sylvicultura oeconomica, oder haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht. Leipzig, Braun.
- DIETERICH, V., 1939: Forstliche Betriebswirtschaftslehre. Ein Lehr- und Handbuch. 3 Bände. 1. Auflage. Berlin, Parey. 929 S.
- FAO, 2006: Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Forestry Paper 147. 320 p.
- FREHNER, M.; WASSER, B.; SCHWITTER, R., 2005: Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern, Bundesamt für Umwelt BAFU. Vollzug Umwelt. 28 S. + 486 S. Anhang.
- GINZLER, C.; BÄRTSCHI, H.; BEDOLLA, A.; BRASSEL, P.; HÄGELI, M.; HAUSER, M.; KAMPHUES, M.; LARANJEIRO, L.; MATHYS, L.; UEBERSAX, D.; WEBER, E.; WICKI, P.; ZULLIGER, D., 2005: Luftbildinterpretation LFI3. Interpretationsanleitung zum dritten Landesforstinventar. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. 85 S.
- KELLER, M. (Red.) 2005: Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Felddaufnahmen der Erhebung 2004–2007. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 393 S.
- KÖHL, M., 1999: Forstliche Nationalinventuren in Europa. In: BRASSEL, P.; BRÄNDLI, U.-B. (Red.) 1999: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993–1995. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 389–392.
- KURT, A., 1967: Ein forstliches Landesinventar als Grundlage schweizerischer Forstpolitik. Wald Holz 49: 94–99.
- MCPFE, 1993: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 16–17 June 1993 in Helsinki, Documents.
- MCPFE, 2003: Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management. Adopted by the MCPFE Expert level Meeting, 7–8 October 2002, Vienna, Austria. Adopted at the fourth Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe (MCPFE), 28–30 April 2003, Vienna, Austria.

MCPFE, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe (ed) 2007: State of Europe's forests 2007. The MCPFE report on sustainable forest management in Europe. Liaison Unit Warsaw, Poland. 247 p.

WULLSCHLEGER, E., 1982: Die Erfassung der Waldfunktionen. Ber. Eidgenöss. Anst. forstl. Vers.wes. 238: 81 S.

ZIERHOFER, W., 2000: Wirkungsanalyse LFI1 und LFI2, Bedarfsanalyse LFI3 – Ergebnisse der Pilotstudie. Im Auftrag der Eidg. Forstdirektion, BUWAL. Interner Bericht. 35 S.

Link

Laufende aktuelle Informationen zum LFI und den neuesten Ergebnissen siehe www.lfi.ch

Abstract

Indicators and results on sustainable forest use in the National Forest Inventory

Periodic forest inventories are the most important basis to judge the sustainability of forest management. They have a long tradition in Europe and served to establish a sustainable wood production originally. Later on other forest functions found their way into the forest inventories. During the last two decades, concepts have been developed to assess the sustainability of all forest benefits and forest health by means of indicators. Using the example of the Swiss National Forest Inventory (NFI) the possibilities and results of a forest inventory within a national scheme of monitoring sustainability are shown. The paneuropean criteria and indicators of MCPFE as well as national indicators based on laws, programmes and guidances are decisive for the NFI. At present more than half of the MCPFE indicators are reported by the NFI, the rest by other surveys. The interpretation of results focuses on changes. Regarding only the indicators that are surveyed by the NFI, Swiss forests have developed in a largely positive direction within the last decade, with the exception of the criteria «health and vitality».

Keywords: sustainable management, forest, indicators, inventory, monitoring, Switzerland