

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 162 (2011)
Heft: 9

Artikel: Waldflächenentwicklung der letzten 120 Jahre in der Schweiz
Autor: Ginzler, Christian / Brändli, Urs-Beat / Hägeli, Martin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1097737>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Waldflächenentwicklung der letzten 120 Jahre in der Schweiz

Christian Ginzler Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)*
Urs-Beat Brändli Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)
Martin Hägeli Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)

Development of forest area in Switzerland within the last 120 years

Historical maps provide a useful source for spatial landscape analyses as they represent a generalized reflection of geographical reality over large areas at a certain time. Digitization and georeferencing of analog maps help to make such analyses more efficient. In Switzerland, the forest area has grown since the mid 19th century according to statistics of the federal government and the cantons. These statistics, however, provide a limited basis for regional analyses of changes in forest area. In this study, the forest areas in 1880, 1915, 1940 and 2000 were estimated based on analyses of the Topographical Atlas of Switzerland (Siegfried maps [1880, 1915, and 1940]), and of the Topographical Map (2000). Using a sample of 20 638 plots, analogous to the aerial photo-interpretation of the Swiss National Forest Inventory (NFI), a forest/non-forest decision was made for each time cutting. Overall, in Switzerland the forest area increased by 21.6% from 1880 to 2000. This is much less than what revealed the analysis of statistical sources due to differences in the methods and forest definitions used. Considerable regional differences could be detected, with one general trend from north to south and another from east to west. In most regions with strong urban development, the forest area is stagnating or has slightly decreased. The increase in forest cover has taken place mainly in the Alps and the Southern Alps.

Keywords: historical maps, Siegfried map, forest inventory, land cover change, forest area, Topographical Atlas of Switzerland

doi: 10.3188/szf.2011.0337

* Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, E-Mail christian.ginzler@wsl.ch

Die Waldfläche der Schweiz nimmt seit über 120 Jahren zu. Hinweise darauf geben die Forststatistik (Bafu 2009), historische Statistiken (Ritzmann 1996), die Arealstatistik der Schweiz (BFS 2001) und seit den 1980er-Jahren das Schweizerische Landesforstinventar (LFI; Brändli 2010). Eine einheitliche Erfassung der Bestockung über die gesamte Schweiz in der Zeit vor der Einführung der Arealstatistik und des Landesforstinventars fehlt. Daher ist eine diesbezügliche regionale Differenzierung, beispielsweise nach Produktions- oder Wirtschaftsregionen, nur bedingt möglich. Zu heterogen sind die Daten und die Erfassungsmethoden.

Eine Möglichkeit, Informationen über historische Landschaftsmuster zu gewinnen, ist die Analyse von Kartenwerken (Ewald & Klaus 2009). Obwohl Karten die Landschaft generalisieren und sehr vom Zeitgeist und der Interpretation des Bearbeiters beeinflusst werden, erlauben sie eine räumliche Analyse der Landschaft der Vergangenheit (Leyk 2005). Neben Visualisierungsmöglichkeiten der Landschaftsentwicklung¹ wurden auf lokaler

Ebene quantitative Untersuchungen auf Basis von historischen Kartenwerken durchgeführt (Holder-egger & Wirth 2007, Ewald 1978). Grossflächige Analysen sind aber erst mit der Digitalisierung der Karten und mit der Georeferenzierung der digitalen Datensätze möglich geworden.

Anlässlich des dritten Schweizer Landesforstinventars (LFI3) wurde im Modul «Retrospektive» der Topographische Atlas der Schweiz aufbereitet und analysiert. Durch die Simulation eines historischen LFI zu verschiedenen Zeitschnitten wurden die Waldflächen und deren regionale Unterschiede untersucht. Es wurden zwei Ansätze verfolgt. Beim automatischen Ansatz wurden Waldsymbole (kleine, schwarze, kreisartige Symbole und Punkte, die unregelmässig verteilt sind) mittels automatischer Bilderkennung extrahiert und zu Waldpolygonen zusammengefasst (Leyk et al 2006, Leyk & Bösch 2010). Eine landesweite Prozessierung aller Kartenblätter war jedoch nicht möglich. Die Gründe lagen

¹ z.B. <http://map.geo.admin.ch> (19.5.2011)

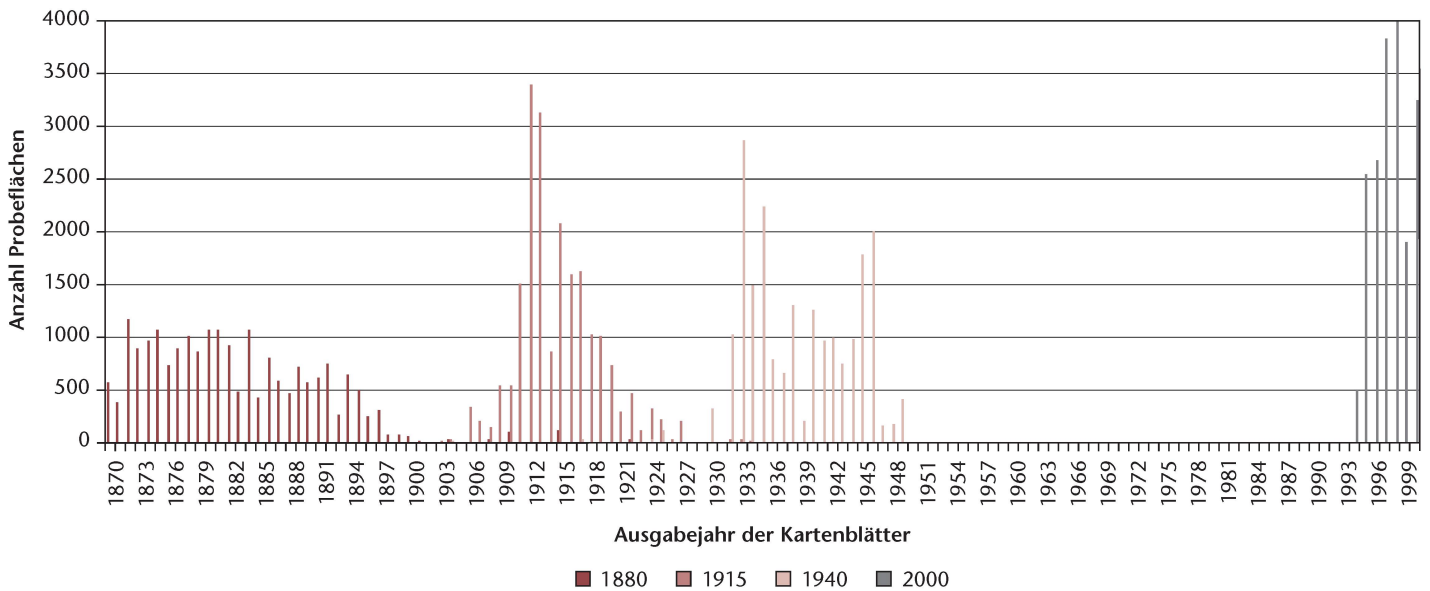


Abb 1 Verteilung der Probeflächen auf die von den vier Zeitschnitten umfassten Kartenblätter.

neben der Heterogenität der Kartenblätter und der unterschiedlichen Qualität vor allem in den Mischsignaturen der Gebirgskartenblätter im Masstab 1 : 50 000. Der kleinere Masstab und das Mosaik der Signaturen für Schutt, Fels und Wald erlaubten keine zuverlässige Extraktion der Waldsignaturen. Deshalb wurde für Aussagen über die ganze Schweiz ein zweiter, manueller Ansatz gewählt. Bei diesem wurde auf dem Stichprobennetz des LFI eine Interpretation am Bildschirm durchgeführt. Die Methoden und Ergebnisse des manuellen Ansatzes werden hier dargestellt und diskutiert.

Methoden

Grundlage für die Interpretationen bildete der Topographische Atlas der Schweiz (1870–1949), der auch unter dem Namen «Siegfriedkarten» bekannt ist. Unter Hermann Siegfried wurde mit der Neuauf-

nahme des Mittellandes, des Juras, der Voralpen und des Tessins im Masstab 1 : 25 000 begonnen (Gurgerli 1999). Als Grundlage dienten die Originalfeldblätter der Dufourkarte, des ersten amtlichen Kartenwerks der Schweiz, welche bereits im Masstab 1 : 25 000 und 1 : 50 000 erstellt worden waren. Für die Kartenblätter der Alpen im Masstab 1 : 50 000 wurden die Dufourkarten hingegen lediglich revidiert. Die ersten Kartenblätter erschienen 1870, die letzten im Jahr 1949. Im Jahr 1904 war der überwiegende Teil der Blätter der Siegfriedkarte veröffentlicht. Die Nachführung in den folgenden Jahren erfolgte unregelmässig.

Sämtliche Kartenblätter wurden am Bundesamt für Landestopografie (Swisstopo) gescannt und an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) zwischen 2005 und 2009 georeferenziert. Die Genauigkeit der Georeferenzierung hängt von den verwendeten Passpunkten und dem Papierverzug der Originalkarten ab.



Abb 2 Das Stichprobenraster entspricht demjenigen des Schweizerischen Landesforstinventars (Maschenweite von 1.4 km × 1.4 km). Die Probeflächen sind als rote Quadrate mit einer Kantenlänge von 50 m × 50 m dargestellt (Kartenausschnitt aus dem Jahr 1884 bei Birmensdorf/Albisrieden).

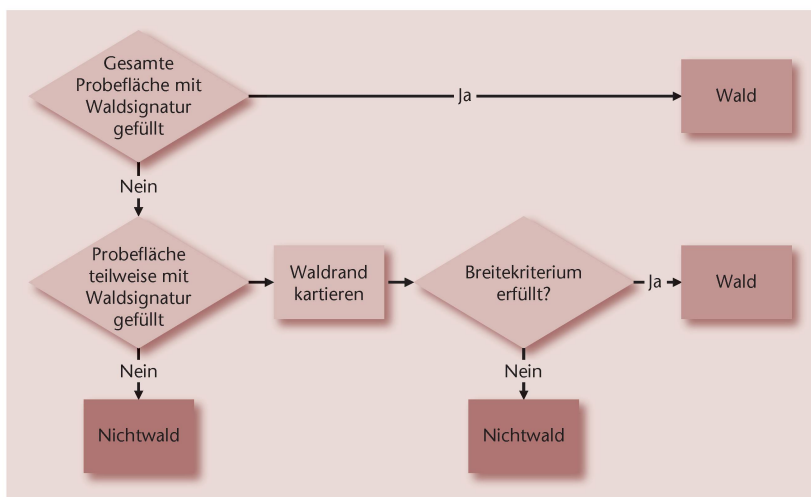


Abb 3 Ablaufschema zum Wald-Nichtwald-Entscheid bei der Interpretation der Probefläche.

Um den Fehler abzuschätzen, wurden während der Interpretation die Koordinatenschnittpunkte auf der Karte bei den Probeflächen digitalisiert und mit den Soll-Koordinaten verglichen. Die festgestellten Abweichungen liegen im Durchschnitt unter 3 m bezogen auf das Kilometernetz. Die Ungenauigkeiten beim Karteninhalte und bei den Signaturen infolge Kartierungsungenauigkeiten und unterschiedlicher Triangulationsnetze fallen allerdings bedeutend grösser aus.

Die Erstellung und Nachführung der Kartenblätter erfolgte ab 1870 in Etappen. Es gibt daher für ein bestimmtes Jahr keine einheitliche kartografische Übersicht über die gesamte Schweiz, sondern nur für eine bestimmte Periode. In dieser Studie wurden die untersuchten Perioden so gewählt, dass deren Dauer möglichst kurz ausfiel. Als aktuelle Referenz wurde die Pixelkarte PK25 herangezogen. Die Kartenblätter dieser Periode basieren auf Luftbildern der Jahre 1993 bis 1999. Für die jeweiligen Perioden werden im Folgenden die Bezeichnungen Zeitschnitt 1880, 1915, 1945 und 2000 verwendet (Abbildung 1).

Für die Abschätzung der historischen Waldflächen wurde ein Stichprobenverfahren gewählt. Das Stichprobenraster entspricht dem Aufnahmetnetz der terrestrischen Erhebungen im LFI, einem regelmässigen Raster mit einer Maschenweite von 1.4 km × 1.4 km (Abbildung 2).

Die Anzahl der Probeflächen beträgt 20638. Das Entscheidungsdiagramm für den Wald-Nichtwald-Entscheid ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Kriterien für Wald entsprechen mit einer Ausnahme jenen des LFI (Ginzler 2005). Da eine Bestimmung des Deckungsgrades anhand der Kartensignatur nicht möglich ist, wurde auf eine deckungsgradabhängige Mindestbreite verzichtet und generell 25 m Mindestwaldbreite festgelegt. Durch diesen Entscheidungsbaum beim Wald-Nichtwald-Entscheid wurde der Spielraum des Interpretierenden klein gehalten und die Interpretation möglichst reproduzierbar gemacht.

Auf der Probefläche, d.h. in einem Interpretationsfenster von 50 m × 50 m, wurde die Kartensignatur beurteilt (Abbildung 4). War die gesamte Probefläche mit Waldsignatur gefüllt, so zählte sie als Waldprobe. Befand sich keine Waldsignatur in der Probefläche, so zählte die Fläche als Nichtwald. Bei Waldrändern wurde, wo vorhanden, die Waldrandsignatur digitalisiert. Beim Fehlen einer Waldrandsignatur wurde eine Waldrandlinie festgelegt. Dazu wurde über die Mitten der Waldsignaturen eine Verbindungslinie digitalisiert. Felssignaturen mit einer Breite von mehr als 25 m wurden als Nichtwald betrachtet und mit einer Waldrandlinie abgetrennt. Gehölzstreifen mussten eine Breite von mindestens 25 m erreichen. Bei einer geringeren Breite wurde die Probefläche als Nichtwald gezählt. Zudem wurde die Situation um die Probefläche in die Interpretation einbezogen. Besonders auf der Alpensüdseite ist die Waldsignatur in der Karte häufig schlecht und kontrastarm. In diesen Fällen wurde die Interpretation nicht nur auf der Probefläche durchgeführt,

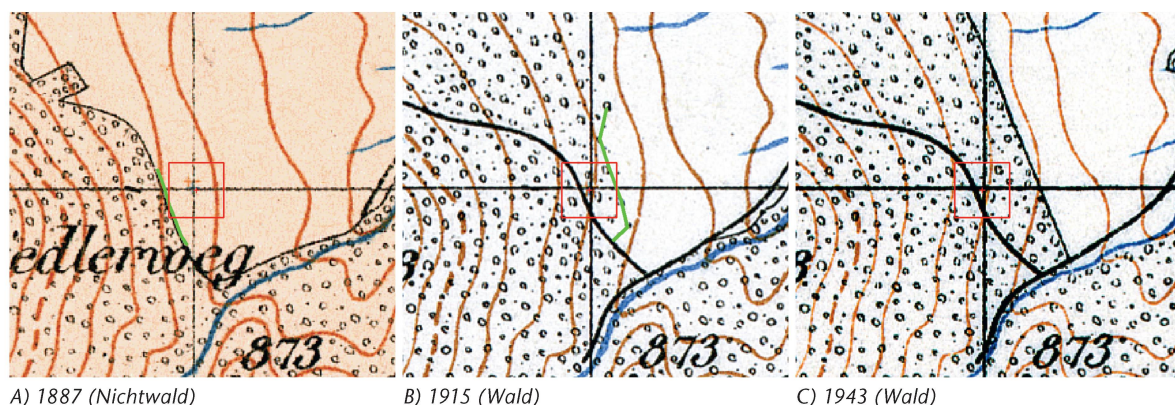


Abb 4 Beispiele des Wald-Nichtwald-Entscheidunges für Probeflächen in der Siegfriedkarte. Rot: Probefläche von 50 m × 50 m mit dem mit einem Kreuz markierten Probeflächenzentrum. Grün: Waldrandlinie. A) Nichtwald: Das Probeflächenzentrum liegt ausserhalb der Waldsignatur. Eine Waldrandlinie ist in der Kartensignatur vorhanden, sie wird digitalisiert. B) Wald: Die Probefläche enthält Waldsignatur, das Probeflächenzentrum liegt innerhalb der Waldsignatur. Eine Waldrandsignatur ist nicht vorhanden. Die äussersten Waldsignaturen werden verwendet, um eine Waldrandlinie zu digitalisieren. C) Wald: Die gesamte Probefläche ist mit Waldsignatur gefüllt.

Wirtschaftsregion	1880		1915		1940		2000		Veränderung 1880–2000 %	LFI3	
	Fläche 1000 ha	Standard- fehler ± 1000 ha	Fläche 1000 ha	Standard- fehler ± 1000 ha	Fläche 1000 ha	Standard- fehler ± 1000 ha	Fläche 1000 ha	Standard- fehler ± 1000 ha		Fläche 1000 ha	Standard- fehler ± 1000 ha
1 Jura West	137	3	142	3	144	3	146	2	6.6	156	1
2 Jura Ost	45	1	46	1	46	1	47	1	4.4	48	2
3 Mittelland West	45	2	47	2	47	2	50	1	11.1	51	2
4 Mittelland Mitte	68	2	68	2	66	2	69	1	1.5	70	2
5 Mittelland Ost	113	3	112	2	111	2	111	2	-1.8	112	1
6 Voralpen West	33	2	34	2	35	2	42	1	27.3	46	3
7 Voralpen Mitte	77	3	85	3	90	3	94	2	22.1	104	2
8 Voralpen Ost	63	2	63	2	63	2	69	2	9.5	75	2
9 Alpen Nordwest	38	2	40	2	43	2	51	2	34.2	66	3
10 Alpen Mitte	18	2	20	2	21	2	27	1	50.0	30	4
11 Alpen Nordost	24	2	26	2	26	2	31	1	29.2	34	4
12 Alpen Südwest	74	3	76	3	79	3	94	3	27.0	117	2
13 Alpen Südost	98	3	107	3	113	3	128	3	30.6	147	2
14 Alpensüdseite	66	3	71	3	83	3	133	3	101.5	166	1
Schweiz	898	9	938	9	967	9	1092	7	21.6	1220	1
Bewaldungsprozent	21.7%	0.2%	22.7%	0.2%	23.4%	0.2%	26.5%	0.2%		29.6%	0.1%

Tab 1 Waldfläche in der Schweiz und in den Wirtschaftsregionen zu den Zeitschnitten 1880, 1915, 1940 (Siegfriedkarten) und 2000 (Pixelkarte). Die vorletzte Spalte zeigt die Differenz zwischen 1880 und 2000 in Prozent der Fläche von 1880, die letzte die Waldfläche im dritten Landesforstinventar (Erhebung der Jahre 2004–2006).

sondern auch die Umgebung berücksichtigt und ein gutachterlicher Entscheid gefällt.

Die Interpretation der einzelnen Zeitschnitte erfolgte unabhängig, d.h., der Wald-Nichtwald-Entscheid von anderen Zeitschnitten war nicht bekannt. Um Pseudoveränderungen durch vorhandene Lageungenauigkeiten zu vermeiden, wurden alle Probeflächen nach Abschluss der Interpretationen gutachterlich kontrolliert, indem alle Zeitschnitte simultan betrachtet wurden. Durch die gleichzeitige Betrachtung (Abbildung 4) sollten Änderungen möglichst konservativ ausgewiesen werden.

Ergebnisse und Diskussion

Waldflächenzuwachs

Die Waldfläche der Schweiz hat in 120 Jahren um 21.6% zugenommen. Die Differenz der Waldflächen aus der Erstausgabe der Siegfriedkarte (Zeitschnitt 1880) und der Pixelkarte (Zeitschnitt 2000) zeigt einen Anstieg des Waldanteiles von 21.7% auf 26.5% (Tabelle 1).

Die anhand der Kartensignatur festgestellten Änderungen der Waldfläche sind regional sehr unterschiedlich (Abbildung 5). Generell lässt sich ein Trend von Norden nach Süden und von Ost nach West feststellen. Im zentralen und östlichen Mittelland ist die Waldfläche, trotz gebietsweisen Abnahmen in tiefer gelegenen und agglomerationsnahen Lagen, in den letzten 120 Jahren praktisch gleich geblieben ($28.0 \pm 0.6\%$ Waldflächenanteil im Jahr 1880 zu $27.6 \pm 0.4\%$ im Jahr 2000).

Im westlichen Mittelland fand währenddessen eine Zunahme um 10.7% statt. In den Voralpen ist der Trend ähnlich, im westlichen Jura dagegen wechseln Gebiete mit Zunahmen und Abnahmen ab. Die grössten Zunahmen finden sich in den Alpen und vor allem auf der Alpensüdseite mit einer Verdopplung des Waldareals. Zunahmen von 100% und mehr werden stellenweise in der Zentralschweiz, in den Einzugsgebieten von Hinterrhein und Maggia sowie im zentralen Tessin zwischen Biasca und Lugano festgestellt. Die Gründe für die Waldzunahme liegen zur Hauptsache in der natürlichen Wiederbewaldung ehemaliger landwirtschaftlicher Weideflächen (Baur et al 2006). Gemäss Umfrage beim Forstdienst sind in der Schweiz nur 51 000 ha aus Aufforstungen, hauptsächlich in den Voralpen und im Jura, entstanden (Brändli 2010). Dabei wurde ein Viertel dieser Fläche schon vor 1880 angelegt.

Ursprünglichkeit des Waldareals

738 000 ha waren von 1880 bis 2000 in jedem Zeitschnitt bewaldet (Tabelle 2). Das entspricht 68% der Waldfläche zum Zeitschnitt 2000 oder 61% der Waldfläche des LFI3 (Erhebung 2004–2006). Brändli (2010) weist 74% der LFI3-Waldfläche als schon in der Erstausgabe der Siegfriedkarte 1880 als Wald kartiert aus. Dies ist kein Widerspruch. Die Differenz erklärt sich durch Flächen, die in der Interpretation der Zeitschnitte 1915 oder 1940 keine Waldsignatur aufwiesen und somit in den letzten 120 Jahren nicht immer als Wald kartiert worden sind.

Ab 1940 sind laut der Kartensignatur 87 000 ha Wald zu Nichtwald geworden worden. Vergleicht

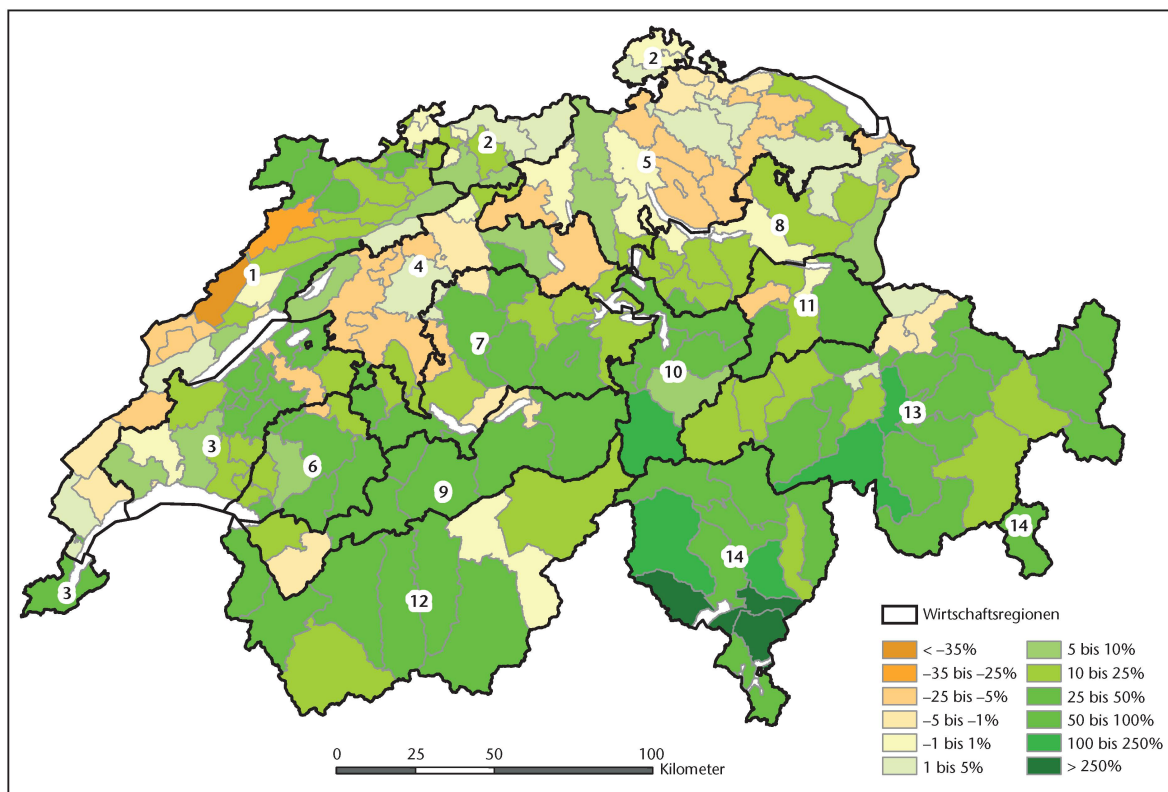


Abb 5 Veränderung der Waldfläche zwischen den Zeitschnitten 1880 und 2000 pro Forstkreis (Stand: 1996, teilweise zusammengefasst). Angaben in Prozent der Fläche von 1880. Für die Bezeichnung der Wirtschaftsregionen siehe Tabelle 1.

man diese Resultate mit den Landnutzungsklassen der Arealstatistik 1992/97 (4 Klassen) so entfallen von diesen Nichtwaldflächen 48.3% auf die Klasse «Bestockte Flächen» und 34.4% auf die Klasse «Landwirtschaftliche Nutzflächen». Verglichen mit den Daten des LFI3 sind 48.9% dieser Nichtwaldflächen immer noch Wald gemäss LFI-Definition. Beide Vergleiche unterstreichen die Wichtigkeit einer exakten und einheitlichen Walddefinition.

Vergleich mit anderen Erhebungen

Der vorliegende Kartenvergleich ermöglicht erstmals regional differenzierte Aussagen zur Waldflächenentwicklung der Schweiz über einen Zeitraum von mehr als 100 Jahren. Gesamtschweizerische Aussagen zur Waldfläche gehen aber bis in

das Jahr 1843 zurück (EDI 1855). Verschiedene statistische Einzelerhebungen und Zeitreihen dokumentieren eine kontinuierliche Waldflächenzunahme mit Zuwachsraten von jährlich 0.1% bis 0.7%, je nach Zeitabschnitt und Datenquelle (Abbildung 6). Die Siegfriedkarte zeigt über einen Zeitraum von 60 Jahren die geringste langjährige Zuwachsrate. Da objektive Walddefinitionen bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts fehlten (Leyk 2005), wurden die subjektiven Waldsignaturen der Erstkartierer bei den Nachführungen vermutlich zurückhaltend geändert.

Auffallend ist demgegenüber, dass die Waldfläche gemäss der Interpretation der Erstausgabe der Siegfriedkarte um 1880 rund 120000 ha über den Angaben aus anderen Quellen liegt. Erst um 1910 erreichen diese Werte eine ähnliche Grössenordnung wie in der Siegfriedkarte. Eine Erklärung zu den statistischen Daten von 1870 bis 1910 aus dem Etat der schweizerischen Forstbeamten liefert der ehemalige ETH-Professor und eidgenössische Oberforstinspektor Decoppet (1912): *Was die Vermehrung des Waldareals um 130000 ha während der letzten 40 Jahre anbetrifft, liegt ohne Zweifel eine blosse Fiktion vor. Diese scheinbare Zunahme verdanken wir den genaueren Vermessungs- und Schätzverfahren sowie der Ausscheidung der Kulturen, wobei die Wytweiden zum Wald geschlagen werden, statt wie früher zum landwirtschaftlich genutzten Boden.* Die Kartierer der ersten Siegfriedkarte haben dagegen ungeachtet der Bodennutzung die effektive Bestockung kartiert.

1880	1940	2000
Fläche 1000 ha	Fläche 1000 ha	Fläche 1000 ha
896	825	738
	71	87
		25
3228	140	46
		106
	3088	34
		221
		2867

Tab 2 Wald- (hell eingefärbt) und Nichtwaldfläche (dunkel eingefärbt) der Zeitschnitte 1880, 1940 (Siegfriedkarten) und 2000 (Pixelkarte).

Die heutige Landeskarte 1 : 25 000 weist im Vergleich zu den statistischen Erhebungen die geringste Waldfläche auf. Bei der Nachführung der Landeskarte haben Bestockungen nicht die höchste Priorität. Vor allem im Gebirge wird generalisiert und die Bestockung unterschätzt (siehe auch Tabelle 1). In Regionen mit sehr klaren Nutzungsgrenzen spielen die Walddefinition und die Erhebungsmethode eine geringe Rolle. Dort sind die Ergebnisse vergleichbar. Dies zeigt sich in den Waldflächen aus der Pixelkarte (Zeitschnitt 2000) und dem LFI3 (Tabelle 1) in der Wirtschaftsregion Jura Ost und in allen Regionen des Mittellandes. Je unklarer die Nutzungsgrenzen in der Landschaft und je aufgelöster die Bestockungen sind, desto entscheidender wird die Walddefinition. In den Wirtschaftsregionen Voralpen und Alpen findet man Waldflächenunterschiede zwischen der Pixelkarte und den terrestrischen Aufnahmen des LFI von bis zu 24%, auf der Alpensüdseite sogar von 25%. In der Pixelkarte sind viele Probeflächen, die terrestrisch die LFI-Walddefinition erfüllen, als Fels, Geröll und übriges Gebiet kartiert (z.B. Alpensüdseite 21% der Waldprobeflächen des LFI3).

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Landeskarte zum Zeitschnitt 2000 weist 22% mehr Wald aus als die Erstaussage der Siegfriedkarte um 1880, was einer durchschnittlichen Waldflächenzunahme von 0.19% pro Jahr entspricht.²

² Für die durchschnittliche Zunahme wurde mit 115 Jahren zwischen der Erstaussage der Siegfriedkarte (1880) und der Pixelkarte zum Zeitschnitt 2000 (1993–1995) gerechnet.

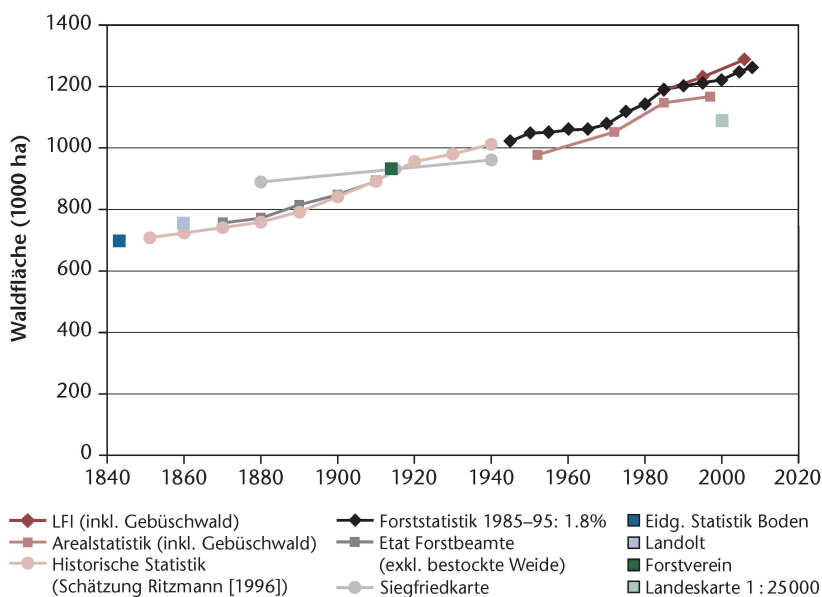


Abb 6 Entwicklung der Waldfläche der Schweiz anhand verschiedener Datenquellen (nach Brändli 2000, ergänzt).

Aus dem Vergleich der voll bestockten, zugänglichen Waldfläche des LFI3 (ohne Gebüschwald) mit der Schätzung von Landolt (1862) resultiert eine Zunahme von 36% (0.25% pro Jahr). Extrapoliert man diese Werte für die vergangenen 150 Jahre, so hat die Waldfläche seit Mitte des 19. Jahrhunderts je nach Methode um 30 bis 40% zugenommen.

Topografische Karten sind eine generalisierte Abbildung der Realität. Sowohl die Zeitperiode als auch der Kartenmassstab geben vor, was wichtig ist und was wie dargestellt werden muss. Eine Karte widerspiegelt daher nicht die Realität, sondern die Abstraktion der Realität und ist vom Weltbild der jeweiligen Zeit, vom subjektiven Empfinden des Kartografen, von den technischen Möglichkeiten, den Kartieranleitungen und schliesslich dem Kartenmassstab geprägt. Selbst in der modernen Kartografie können kleine Änderungen in der Anleitung Veränderungen vortäuschen, die in Wahrheit nicht existieren. Bei der Quantifizierung von Ressourcen anhand der Kartensignaturen muss dies berücksichtigt werden.

Der Vorteil von Kartenwerken liegt, im Vergleich zu Statistiken oder Stichprobenerhebungen, in ihrer hohen räumlichen Auflösung und dem lückenlosen Überblick nach einheitlichen Gesichtspunkten. In der Kombination von Karte und Stichprobe bieten sich – wie im vorliegenden Beispiel gezeigt – effiziente Möglichkeiten zur quantitativen räumlichen Analyse von Kartenwerken. Für die Interpretation sind die Kenntnis der Objektdefinitionen und Informationen aus anderen Datenquellen unerlässlich. Die systematische Analyse von historischen Ansichtskarten und deren Verwendung als Referenz liefern beispielsweise wertvolle Hinweise darauf, wie stark die Landschaft bei der Kartierung generalisiert worden ist (Bozzini 2011). Der vorliegende Ansatz, den Topographischen Atlas der Schweiz mittels Stichprobeninterpretation zu analysieren, lässt sich auch auf andere Signaturen übertragen. So können Feuchtgebiete, Reben, Gewässer, Verkehrswege und Gebäude gut identifiziert werden.

Eingereicht: 16. Dezember 2010, akzeptiert (mit Review): 15. Juni 2011

Literatur

- BAFU (2009) Jahrbuch Wald und Holz 2009. Bern: Bundesamt Umwelt, Umwelt-Wissen 0925. 190 p.
- BAUR P, BEBI P, GELLRICH M, RUTHERFORD G (2006) WaSAlp – Waldausdehnung im Schweizer Alpenraum. Eine quantitative Analyse naturräumlicher und sozio-ökonomischer Ursachen unter besonderer Berücksichtigung des Agrarstrukturwandels. Schlussbericht. Birmensdorf: Eidgenössischer Forschungsanstalt Wald Schnee Landschaft. 65 p.
- BFS (2001) Bodennutzung im Wandel. Arealstatistik Schweiz. Neuenburg: Bundesamt Statistik. 31 p.

- BOZZINI C, CONEDERA M, KREBS P (2011)** Ein neues Tool zur Georeferenzierung und Interpretation von terrestrischen Schrägbildern. www.e-geo.ch/internet/e-geo/de/home/news.parsys.15843.DownloadFile.tmp/newsletteraktde.pdf (16.6.2011)
- BRÄNDLI UB (2000)** Waldzunahme in der Schweiz – gestern und morgen. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anstalt Wald Schnee Landschaft, Inf.bl Forsch.bereich Landsch 45: 1–4.
- BRÄNDLI UB, EDITOR (2010)** Schweizerisches Landesforstinventar: Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anstalt Wald Schnee Landschaft. 312 p.
- DECOPPET M (1912)** Produktion und Verbrauch von Nutzholz. Einige statistische Angaben über die forstlichen Verhältnisse der Schweiz. Zürich: Orell Füssli. 77 p.
- EDI (1855)** Statistische Übersicht über den Boden der Schweiz, seine Bebauungsarten und Haupterzeugnisse, Beiträge zur Statistik der Schweiz, III. Theil, Bern: Eidgenöss. Departement Innern. 188 p.
- EWALD KC (1978)** Der Landschaftswandel – Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jahrhundert. Birmensdorf: Eidgenöss. Anstalt forstl Versuchswes, Ber 191. pp. 55–308.
- EWALD KC, KLAUS G (2009)** Die ausgewechselte Landschaft. Vom Umgang der Schweiz mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource. Bern: Haupt. 330 p.
- GINZLER C ET AL (2005)** Luftbildinterpretation LFI3. Interpretationsanleitung zum dritten Landesforstinventar. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anstalt Wald Schnee Landschaft. 85 p.
- GUGERLI D, EDITOR (1999)** Vermessene Landschaften. Zürich: Chronos. 203 p.
- HOLDEREGGER R, WIRTH L (2007)** Die Flora von Küsnacht und ihre Veränderung während der letzten zwei Jahrhunderte. Küsnachter Jahresblätter 47: 34–50.
- LANDOLT E (1862)** Bericht an den hohen Schweizerischen Bundesrath über die Untersuchung der schweiz. Hochgebirgswaldungen, vorgenommen in den Jahren 1858, 1859 und 1860. Bern: Weingart. 367 p.
- LEYK S (2005)** Computing the past: utilizing historical data for map-based retrospective landscape research. Zürich: Univ Zürich, PhD-thesis. 172 p.
- LEYK S, BOESCH R, WEIBEL R (2006)** Saliency and semantic processing: Extracting forest cover from historical topographic maps. *Pattern Recognit* 39: 953–968.
- LEYK S, BOESCH R (2010)** Colors of the past: color image segmentation in historical topographic maps based on homogeneity. *Geoinformatica* 14: 1–21.
- RITZMANN H, EDITOR (1996)** Historische Statistik der Schweiz. Zürich: Chronos. 1220 p.

Waldflächenentwicklung der letzten 120 Jahre in der Schweiz

Historische Karten bieten sich als Quelle für räumliche Landschaftsanalysen an. Sie stellen eine flächendeckende, generalisierte Abbildung der Wirklichkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt dar. Durch die Digitalisierung und Georeferenzierung der analogen Karten sind heute effiziente, grossräumige Analysen möglich. In der Schweiz nimmt der Wald seit Mitte des 19. Jahrhunderts zu. Dies belegen Statistiken des Bundes und der Kantone. Eine regionale Betrachtung der Veränderungen ist mit diesen Statistiken allerdings nur begrenzt möglich. In dieser Arbeit wurde auf der Basis des Topographischen Atlases der Schweiz (Siegfriedkarten) an drei Zeitschnitten (1880, 1915 und 1940) sowie anhand der Ausgabe der Landeskarte zum Zeitschnitt 2000 die Waldfläche erhoben. Dazu wurde in einer Stichprobe mit 20 638 Probeflächen, analog zur Luftbildinterpretation im Schweizerischen Landesforstinventar, für jeden Zeitschnitt ein Wald-Nichtwald-Entscheid getroffen. Die Zunahme der Waldfläche von 1880 bis 2000 beträgt demnach für die gesamte Schweiz 21.6%. Dies ist, bedingt durch unterschiedliche Methoden und Walddefinitionen, deutlich weniger, als die statistischen Quellen ausweisen (57.6%). Die regionalen Unterschiede sind beträchtlich. Generell lässt sich ein Trend von Nord nach Süd und von Ost nach West beobachten. In den meisten Regionen mit starker Siedlungsentwicklung stagnierte die Waldfläche, oder sie hat leicht abgenommen. Die Zunahme der Waldfläche hat vor allem in den Alpen und auf der Alpensüdseite stattgefunden.

Développement de la surface forestière en Suisse durant les 120 dernières années

Les cartes historiques sont à la source des analyses spatiales du paysage. Elles reflètent la réalité à un moment précis en offrant une image généralisée de tout le territoire. Grâce à la numérisation et au géoréférencement de cartes analogues, il est possible aujourd'hui de procéder à des analyses efficaces à grande échelle. En Suisse, la forêt gagne du terrain depuis le milieu du XIX^e siècle. Les statistiques de la Confédération et des cantons le prouvent. Mais celles-ci ne permettent qu'une interprétation limitée des variations régionales. Dans ce travail, l'aire forestière a été relevée sur la base de l'Atlas topographique de la Suisse (cartes Siegfried) pour trois périodes (1880, 1915 et 1940), ainsi qu'à l'aide de la carte nationale pour celle de l'an 2000. En outre, l'appartenance à la forêt ou à l'aire non boisée d'un échantillon de 20 638 placettes a été définie pour chaque période selon la méthode d'interprétation des photos aériennes de l'Inventaire forestier national. Il en résulte que l'aire forestière a augmenté de 21.6% dans l'ensemble de la Suisse entre 1880 et 2000. Ce taux est nettement inférieur à celui qui provient des sources statistiques (57.6%), car les méthodes et les définitions de la forêt sont très différentes, notamment à l'échelle régionale. Une tendance générale se constate à partir du nord au sud et de l'est vers l'ouest. Dans les régions où les zones d'habitation se sont fortement développées, l'aire forestière n'a pas changé ou a légèrement diminué. Elle a surtout augmenté dans les Alpes et au sud des Alpes.