

Anleitung für terrestrische Fotoserien in Naturwaldreservaten

Version 1.1 vom 25.7.2009

Peter Brang



Herausgeber: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf



Autor

Peter Brang

Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstr. 111, CH-8903 Birmensdorf

Zitierung: Brang P. 2009. Anleitung für terrestrische Fotoserien in Naturwaldreservaten. Version 1.1. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 20 S.

Ein Bericht aus dem Projekt «Naturwaldreservate Schweiz»

Im pdf-Format zu beziehen über www.waldreservate.ch und www.e-collection.ethz.ch

Umschlag: Fotoserie aus einer Bergföhrenfläche der ertragskundlichen Forschung der WSL im Nationalpark. Fotos: 1925 H. Burger, 1934 W. Nägeli, 1947 H. Badoux, 1963 Anonymus, 1977 F. Pfäffli, 1987 P. Brang

Dank: Ich danke A. Zingg für das Zurverfügungstellen der Fotoserie aus dem Nationalpark.

©Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf, 2009

Inhalt

Abkürzungen	3
Abstract: Guidelines for terrestrial repeat photography in forest reserves.....	4
Abstract.....	5
1 Einleitung und Ziele	6
2 Anforderungen an Fotoserien	8
2.1 Bildausschnitte von Fotoserien	8
2.2 Anforderungen an die Aufnahmestandpunkte.....	8
2.3 Anforderungen an Jahreszeit, Tageszeit und Witterung	9
2.4 Anforderungen an die Auflösung der Fotos und an die Ausrüstung.....	9
2.5 Anforderungen an die Dokumentation im Feld.....	10
2.6 Anforderungen an die Dokumentation im Büro	11
3 Vorgehen bei der Aufnahme	13
4 Material für Fotoserien	14
5 Anhang	15
5.1 Vergleich analoger mit digitaler Fotografie.....	15
5.2 Literatur zu Fotoserien	16
5.3 Aufnahmeprotokoll	20

Abkürzungen

IPTC	International Press Telecommunications Council
KF	Kernfläche
NWR	Naturwaldreservat
SP	Stichprobe(n)

Brang P. 2009. Anleitung für terrestrische Fotoserien in Naturwaldreservaten. Version 1.1. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 20 S.

Abstract: Guidelines for terrestrial repeat photography in forest reserves

As a part of research and monitoring in Swiss nature forest reserves, time series of terrestrial photographs are established. Such photographs illustrate, on the scale of a forested slope, the evolution of forest structure and density and, on the stand scale, growth, mortality, regeneration processes as well as dead wood formation and decay. These guidelines describe the selection of the fields of view, the selection and marking of the viewpoints, the field procedure for taking pictures, the photographic equipment and the supplementary data recorded in the field and during archival of the photographs. They also include an extensive reference list about the application of terrestrial repeat photography in forest ecology.

Keywords: Natural forest reserves, monitoring, repeat photography, forest structure, Switzerland

Brang P. 2009. Anleitung für terrestrische Fotoserien in Naturwaldreservaten. Version 1.1. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 20 S.

Abstract

Im Rahmen der Forschung und des Monitorings in Schweizer Naturwaldreservaten werden terrestrische Fotoserien angelegt, die auf der Ebene eines bewaldeten Hanges die Entwicklung von Waldstruktur und -dichte sowie auf Bestandesebene Wachstum, Mortalität, Verjüngung sowie Totholzentstehung und -abbau veranschaulichen. Diese Anleitung beschreibt die Auswahl der Bildausschnitte, die Auswahl und Versicherung der Aufnahmestandpunkte, das Vorgehen beim Fotografieren im Feld und die Fotoausrüstung und die Dokumentation der Bilder während den Aufnahmen und bei deren Archivierung. Er enthält auch eine umfangreiche Literaturliste zur Anwendung terrestrischer Fotoserien in der Waldökologie.

Schlüsselwörter: Naturwaldreservate, Monitoring, Fotoserien, Waldstruktur, Schweiz

1 EINLEITUNG UND ZIELE

Ziel des Projekts "Forschung und Wirkungskontrolle in Naturwaldreservaten" (NWR) ist aufzuzeigen, was die natürliche Walddynamik in NWR im Vergleich zu Wirtschaftswäldern auszeichnet, insbesondere was die Baumverjüngung, die natürliche Konkurrenz, die Alterung, die Mortalität sowie Entstehung und Abbau von Totholz betrifft (Brang et al. 2008). **Fotoserien** dienen dabei der Veranschaulichung der Bestandesentwicklung (Burger 1950, Preuhler & Pinto da Costa 1995). Dieser Effekt ist besonders wirksam, weil terrestrisch aufgenommene Fotos der natürlichen Sichtweise entsprechen (Abbildung 1). Oft wird auch die Wiederbewaldung unbewaldeter Flächen mit Fotos dokumentiert (Literaturliste im Anhang, z.B. Giovanoli 2005, Gruell 2005). Fotoserien werden v.a. an Umsetzungsveranstaltungen eingesetzt, illustrieren aber auch in Publika-

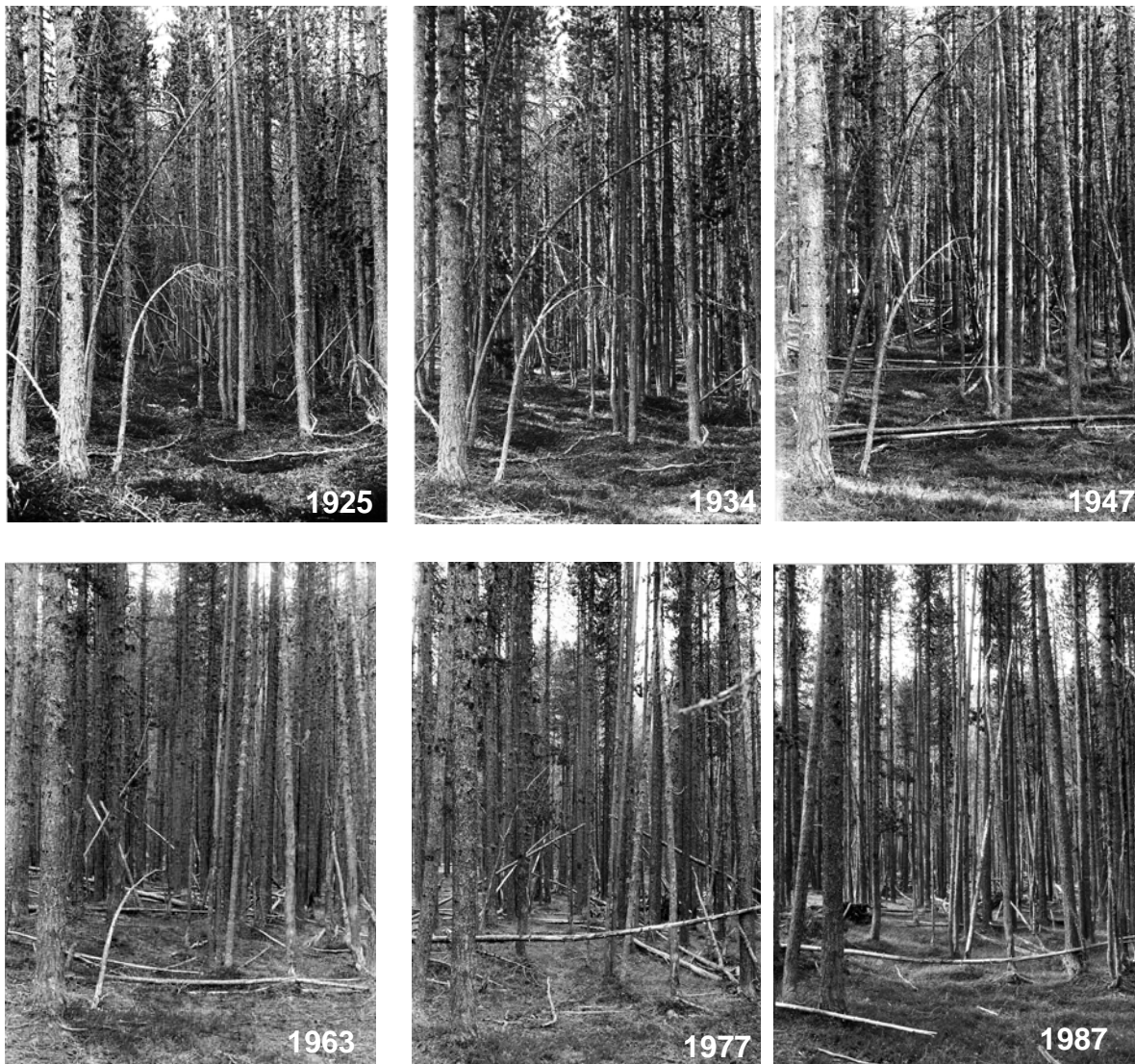


Abbildung 1. Foto-Zeitreihe einer Versuchsfläche der WSL im Nationalpark. Fotos 1925 H. Burger, 1934 W. Nägeli, 1947 H. Badoux, 1963 Anonymus, 1977 F. Pfäffli, 1987 P. Brang

tionen die Waldentwicklung. Eine quantitative Analyse solcher Foto-Zeitreihen wurde selten versucht, scheint aber möglich (Clark & Hardegree 2005, Schönenberger et al. 2005). Bisher existieren in Schweizer NWR erst die Fotoserien von Bestandesentwicklungen von WSL-Versuchsflächen im Nationalpark (Burger 1950, Zingg & Schütz 2005, Abbildung 1).

Als **Vorgaben** für die Fotoserien wurden festgelegt:

- Die Fotoserien veranschaulichen die Waldentwicklung: Waldstruktur und -dichte auf der Ebene Hang sowie Wachstum, Mortalität, Verjüngung, Totholzentstehung und -abbau auf der Ebene Bestand.
- Für die 15 NWR im intensiven Monitoring werden je ca. 10 Fotoserien angelegt, für die meisten der 33 NWR im extensiven Monitoring je ca. 3 Serien. Der Zeitaufwand pro Aufnahme und NWR für eine Person beträgt 1 Tag (für kleine Reservate nur ein halber Tag), pro KF durchschnittlich 1 Stunde.
- Die fotografischen Aufnahmen werden bei jeder Inventur der KF und SP wiederholt. Eine zeitliche Verschiebung um höchstens ein Jahr ist zulässig.

2 ANFORDERUNGEN AN FOTOSERIEN

Es gibt eine umfangreiche Literatur zu Fotoserien (repeat photography, s. Liste im Anhang, Review in Rogers et al 1984). Wenige Publikationen beschreiben die Methodik, u.a. die Anforderungen an die Sujets, Aufnahmestandpunkte (Kamerastandpunkte) und die Ausrüstung (Magill & Twiss 1965, Harrison 1974, Wasser & Brang 1990, Preuhsler & Pinto da Costa 1995, Hall 2001, 2002a, 2002b).

2.1 BILDAUSSCHNITTE VON FOTOSERIEN

Folgende Bildausschnitte sind zu wählen:

- Aufnahmen ganzer Reservate oder von Reservatsteilen vom Gegenhang («Gegenhangaufnahmen», sofern aufgrund des Geländes möglich)
- Bestandesaufnahmen (überall), wobei im Vordergrund in Bildmitte bei der Erstaufnahme kein Baum stehen sollte
- Aufnahmen von stehendem oder liegendem Totholz (in Einzelfällen)

Die Bildausschnitte sollten so weit als möglich innerhalb von KF liegen.

2.2 ANFORDERUNGEN AN DIE AUFNAHMESTANDPUNKTE

Die Standpunkte müssen folgende Eigenschaften aufweisen:

- Möglichst gut zugänglich (Aufwand)
- Wo möglich eben oder nur leicht geneigt (Bequemlichkeit und Arbeitssicherheit bei der Aufnahme)
- Leicht wieder zu finden und gut versichert (Wiederholbarkeit); gut geeignet sind zum Beispiel Eckpunkte von KF, die ja bereits versichert sind
- Im Bildvordergrund frei und voraussichtlich frei bleibend (damit insbesondere nicht der Vordergrund zuwächst und der Hintergrund daher unsichtbar wird)
- Mehrere Aufnahmen mit unterschiedlichem Ausschnitt und/oder Blickwinkel erlaubend (Aufwand)
- Die Aufnahmen sollen die **typische** Struktur eines Bestandes wiedergeben
- Die **Blickrichtungen** sind wo möglich so zu wählen, dass bei Sonneneinstrahlung die Bilder auf nahe beieinander liegenden Aufnahmestandpunkten zeitlich direkt nacheinander mit der Sonne im Rücken aufgenommen werden können.

2.3 ANFORDERUNGEN AN JAHRESZEIT, TAGESZEIT UND WITTERUNG

Es gelten folgende Anforderungen:

- Die **Jahreszeit** sollte bei wiederholten Fotos immer gleich sein. In Laubwäldern ist der unbelaubte Zustand zu bevorzugen, in Nadelwäldern (auch wegen der Zugänglichkeit) eher der Sommer. Während Laubaustrieb und Blattfall wird nicht fotografiert.
- Eine leichte **Schneebedeckung** am Boden (nicht auf Ästen und an den Stämmen) lässt die Waldstruktur deutlich hervortreten, erfordert aber eine Folgeaufnahme ebenfalls bei Schneebedeckung.
- **Witterung**: Bedeckter Himmel ist stark zu bevorzugen, denn die Kontraste sind bei direktem Sonnenlicht zu hoch. Tage mit bedecktem Himmel, aber ohne Niederschlag sind nicht häufig!

2.4 ANFORDERUNGEN AN DIE AUFLÖSUNG DER FOTOS UND AN DIE AUSRÜSTUNG

Wegen der Auflösung und der genauen Einstellbarkeit wird mit **Kleinbild-Spiegelreflexkamera** fotografiert. Die Auflösung soll möglichst hoch sein. Die nötige Tiefenschärfe vom vordersten bis zum hintersten Bildpunkt wird durch Abblenden auf Blende 8, 11 oder 16 erreicht. Verwacklung wird mit **Stativ** (wenn möglich etwa auf Augenhöhe) und **Selbstausröser** vermieden. Ein horizontaler unterer Bildrand wird mit einer Aufsteck-Wasserwaage sichergestellt. Der Wiederholbarkeit wegen wird nur mit **Fixbrennweiten** fotografiert (18 mm, 28 mm, 50 mm). Jeder Kamerastandpunkt wird versichert (bzw. es werden bereits versicherte Punkte gewählt). Zusätzlich wird die Spiegelreflexkamera auf dem Stativ mit einer digitalen Kamera fotografiert (Abbildung 2).

Das **Querformat** ist generell zu bevorzugen, weil die Waldstruktur durch die Verteilung der Baumstämme bereits gut abgebildet und so der Bestandesausschnitt grösser ist.

In der professionellen Fotografie wird sowohl mit analogen als auch mit digitalen Bildern gearbeitet (Vergleich in Anhang 5.1). Bei Fotoserien wird vorläufig mit Farb-Diafilm gearbeitet und allenfalls später auf digitale Bilder umgestellt. Dabei ist ein Film mit hoher Auflösung zu wählen (64 oder 100 ASA).

Von jedem Bildausschnitt werden 2 Dias aufgenommen, um die Gefahr zu vermindern, dass von einem Ausschnitt gar kein brauchbares Bild vorhanden ist.



Abbildung 2. Beispielbild eines Aufnahmestandpunktes im NWR Unterwilerberg über dem mit einem Pfahl versicherten Eckpunkt einer Kernfläche.

2.5 ANFORDERUNGEN AN DIE DOKUMENTATION IM FELD

Bei der Aufnahme werden im Feld folgende Informationen in einem Fotoprotokoll (Datei «Fotoserien.xls», Anhang 5.2) erfasst (evtl. in Feldcomputer):

- Datum
- Fotograf
- Bildnummer auf dem Film
- Identifikationsnummer (nur bei Zweitaufnahmen, bei Erstaufnahme wird die Identifikationsnummer bei der Aufbereitung der Bilder im Büro vergeben)
- Aufnahmestandpunkt, in Worten und auf Plan eingetragen, inkl. Art der Versicherung
- Blickrichtung (ungefähr)
- Kamera
- Objektiv-Brennweite (mm)

- Eingestellte Belichtungskorrektur (z.B. +0.3)
- Belichtungszeit (s)
- Höhe der Filmmitte über dem Erdboden (auf 10 cm genau)
- Die Aufnahmezeit wird notiert (auf 1 Minute genau) oder aus den digitalen Standpunkt-Fotos abgeleitet
- Bemerkungen, insbesondere wenn ein Bild bereits eine Wiederholungsaufnahme darstellt.

2.6 ANFORDERUNGEN AN DIE DOKUMENTATION IM BÜRO

Die **Dias** werden mit einer **Identifikationsnummer** beschriftet, nach folgendem Schema:

tu.vw.xy.year.az, wobei *tu*=zweistellige Reservatsnummer, *vw*=zweistellige KF-Nummer, *xy*=fortlaufende zweistellige Bildnummer, *year*=Aufnahmejahr, *a*=a oder *b* zur Bezeichnung der Einzelbilder bei doppelten Aufnahmen, *z*=Zusatz zur Bezeichnung von Stereoaufnahmen. *07.09.02.2008a* bedeutet also die 2. Aufnahme von KF 9 in NWR 7, erste Aufnahme. Das Jahr wird, sofern es auf dem Diarahmen aufgedruckt ist, nicht auf den Diarahmen notiert. Der Zusatz *z* kann "r" oder "rr" lauten und bedeutet, dass es sich um eine rechte Stereoaufnahme handelt; "rr" ist zu verwenden, wenn es sich um eine 2. Stereoaufnahme von einem weiteren Kamerastandpunkt aus handelt.

Dateinamen der digitalen/digitalisierten Bilder: Liegen 2 Aufnahmen vor, wird nur das bessere Bild digitalisiert. Bezeichnung wie auf den Dias, z.B. bedeutet *07.09.02.2008.a.jpg* oder *07.09.02.2008.a.tif* das oben als Beispiel verwendete Bild, im Jahr 2008 aufgenommen.

Dateinamen von Fotos zum Kamerastandpunkt: Diese Fotos werden mit dem Bildnamen und Zusatz *k1*, *k2*, ... beschriftet. Z.B. bedeutet *07.09.02.2008.k2.jpg* das 2. Bild des Kamerastandpunkts, von dem aus *07.09.02.2008.jpg* aufgenommen wurde.

Die unter 2.5 erfassten Informationen werden in die Exceltabelle «*Fotoseerien.xls*» (Kapitel 5.3) eingetragen (bzw. vom Feldcomputer übertragen). Die digitalen Bilder werden pro NWR im Verzeichnis «N:\Waldyn\MFW\Proj NWR\Fotos» abgelegt und folgende Felder der **IPTC-Informationen**¹ beschriftet²:

- Objektbeschreibung (z.B. «Gegenhangaufnahme des NWR Tutschgenhalde» oder «Totholzreicher Buchenbestand im NWR Tariche Bois Banal»)
- Autor der Objektbeschreibung

¹ IPTC=International Press Telecommunications Council, www.iptc.org

² Die Bildnummer wird nicht eingetragen, weil sie als Dateinamen dient.

- Ort (Gemeinde)
- Objektname (Lokalname auf Landeskarte 1:25'000, entspricht bei kleinen NWR dem Reservatsnamen)
- Bildrechte-Autor
- Datum der Aufnahme

3 VORGEHEN BEI DER AUFNAHME

Fotoserien werden in folgenden Arbeitsschritten erstellt:

1. Vorhandene Fotos oder Fotoserien identifizieren und aufbereiten
2. Prüfen, ob eine Gegenhangaufnahme möglich ist
3. Jahres- und Tageszeit planen
4. Fotos machen
5. Tagebucheintrag, dass Fotoserien gemacht wurden, inkl. Bemerkungen zu den Aufnahmebedingungen (Witterung)
6. Feldprotokoll in «Fotoserien.xls» übertragen
7. Dias entwickeln lassen und beschriften
8. Dias digitalisieren
9. Dias ablegen
10. Digitale Bilder mit IPTC-Informationen beschriften

Bei der Wiederholungsaufnahme eines Bildes mit nur ungenau bekanntem Aufnahmestandpunkt kann dessen exakte Position nach den Angaben bei Harrison (1974) bestimmt werden.

4 MATERIAL FÜR FOTOSERIEN

Für die Arbeit im Feld ist folgendes Material nötig:

- Spiegelreflexkamera mit Objektiven, Filmen und Ersatzbatterien
- Digitalkamera mit geladener Batterie
- Stativ mit Kopf und Schnellverschlussplatte
- Kameratasche
- Vorhandene Fotos oder Fotoserien
- Schreibbrett mit Fotoprotokoll oder Feldcomputer mit digitalem Fotoprotokoll
- Reservatsplan mit Eckpunkten der KF und Versicherungsprotokoll
- Landeskarte 1:25'000 des Reservates
- Schreibzeug
- Kompass

Müssen Standorte neu versichert werden, sind dauerhafte Pfähle, Schlägel und Messband nötig.

5 ANHANG

5.1 VERGLEICH ANALOGER MIT DIGITALER FOTOGRAFIE

In Tabelle 1 werden analoge und digitale Spiegelreflexkameras hinsichtlich wichtiger Kriterien verglichen³. Der Vergleich legt professionelle Geräte zugrunde, z.B. eine Nikon F3, F4 oder F5 (Kleinbild 24 x 36 mm) und eine Nikon D3. Insgesamt hat die digitale SLR Vorteile bei der Auflösung, die analoge bei der Haltbarkeit. Die Kosten sind schwierig vergleichbar; sie hängen stark von den Fixkosten ab, da die Anzahl Bilder/Jahr mit <100 gering ist⁴.

Kriterium	Analoge SLR	Digitale SLR
Auflösung bei Aufnahme mit Stativ [Linienpaare/mm]	Diafilm 64 oder 100 ASA ca. 50 lpm / ca. 10 Mio Bildpunkte ⁵	12-24 Mio Bildpunkte
Kosten Kamerabody (CHF)	Gebraucht 500.- bis 2000.-	Neu ⁶ 1000.- bis 8000.-
Kosten Objektivsatz (CHF): 18, 28, 50 mm	Gebraucht 800.- bis 2000.-	Neu >2'000.-
Kosten Film und Entwicklung pro Bild	CHF 0.20-0.50	CHF 0.00
Kosten Scan pro Bild	4000 dpi: CHF 0.60-1.00	CHF 0.00
Hardcopy-Archiv	Als Dia	Über Ausdruck oder Entwicklung auf Fotopapier
Möglichkeit von Serien und nachträglicher Bildoptimierung	eingeschränkt	leicht möglich
Haltbarkeit	Diafilme: Einige Jahrzehnte (kühl und trocken)	Die Haltbarkeit digitaler Informationen (Dauerhaftigkeit und langfristige Verfügbarkeit von Speichermedien, Datenformaten, Laufwerken, Hard- und Software) ist umstritten.

Tabelle 1. Vergleich analoger und digitaler Spiegelreflexsysteme.

³ Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Digitalfotografie#Vergleich_mit_analoger_Fotografie und <http://sprec000.xardas.lima-city.de/Digicam2.html>, eingesehen 14.1.2009

⁴ Bei 10 Bildern/NWR im Intensivmonitoring und 3/NWR im Extensivmonitoring und einem Turnus von 10 Jahren ergibt das $10 \cdot 15 + 3 \cdot 33 = 249$ Fotoserien, pro Jahr ca. 25.

⁵ <http://sprec000.lima-city.de/Digicam4.html>

⁶ Zur Zeit sind noch kaum gebrauchte Objektive erhältlich.

5.2 LITERATUR ZU FOTOSERIEN

- Ackerbauer E, Eichhorn J. 1987. Kronenverlichtung und Kronenstruktur an Altbüchen auf hessischen Beobachtungsflächen. *Forschungsberichte der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt* 4: 49-78.
- Anonymus. 1999. Naturschönheiten im Schanfigg. *Bündnerwald* 52, 2: 49-53.
- Anonymus. 2000. Naturgefahren. *Bündnerwald* 53, 5: 50-53.
- Bahre C, Bradbury D. 1978. Vegetation change along the Arizona-Sonora boundary. *Annals of the Association of American Geographers* 68: 145-165.
- Bielecka E. 1986. Photointerpretation survey of changes in the range of the Tatra subalpine forests. *Miscellanea Geographica, Warszawa* 125-131.
- Bowers J E, Webb R H, Rondeau R E J. 1995. Longevity, recruitment and mortality of desert plants in Grand Canyon, Arizona, USA. *Journal of Vegetation Science* 6: 551-564.
- Brang P. 1989. Untersuchungen zur Zerfallsdynamik in unberührten Bergföhrenwäldern im Schweizerischen Nationalpark. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 140: 155-163.
- Brang P, Commarmot B, Rohrer L, Bugmann H. 2008. Monitoringkonzept für Naturwaldreservate in der Schweiz. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL und Zürich, ETH Zürich, Professur für Waldökologie. 58 S.
- Bullock S H, Martijena N E, Webb R H, Turner R M. 2005. Twentieth century demographic changes in cirio and cardón in Baja California, Mexico. *Journal of Biogeography* 32: 127-143.
- Burger H. 1950. Forstliche Versuchsflächen im schweizerischen Nationalpark. *Mitteilungen der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen* 26: 583-633.
- Butler D R, Malanson G P, Cairns D M. 1994. Stability of alpine treeline in Glacier National Park, Montana, U.S.A. *Phytocoenologia* 22: 485-500.
- Butler D R, Dechano L M. 2001. Environmental change in Glacier National Park, Montana: An assessment through repeat photography from fire lookouts. *Physical Geography* 22: 291-304.
- Clark P E, Hardegree S P. 2005. Quantifying vegetation change by point sampling landscape photography time series. *Rangeland Ecology & Management* 58: 588-597.
- Clay G R, Marsh S E. 2001. Monitoring forest transitions using scanned ground photographs as a primary data source. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 67: 319-330.
- Covington W W, Ful P Z, Moore M M, Hart S C, Kolb T E, Mast J N, Sackett S S, Wagner M R. 1997. Restoring ecosystem health in ponderosa pine forests of the southwest. *Journal of Forestry* 95: 23-29.
- Darbellay T, Métral R. 2004. Le rajeunissement des forêts après la tempête Vivian. L'exemple valaisan de Pro Noyet. *La Forêt* 57, 11: 12-15.
- Denzler L. 1999. Das Baum-Album der Schweiz von Johann Coaz - Eine Bestandesaufnahme nach 100 Jahren. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 150: 187-192.
- Elliott G P, Baker W L. 2004. Quaking aspen (*Populus tremuloides* Michx.) at treeline: a century of change in the San Juan Mountains, Colorado, USA. *Journal of Biogeography* 31: 733-745.
- Engesser R, Forster B, Landolt W. 2002. Frostschäden an Nadelbäumen im Winter 2001/2002 und deren Folgen. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 153: 471-475.
- Frey W, Thee P. 2002. Avalanche protection of windthrow areas: A ten year comparison of cleared and uncleared starting zones. *Forest Snow and Landscape Research* 77: 89-107.
- Geissler P. 1991. Dauerflächenbeobachtungen an Moosgesellschaften im Schweizerischen Nationalpark. *Dissertationes Botanicae* 196: 245-262.

- Gibbens R P, Heady H F. 1964. The influence of modern man on the vegetation of the Yosemite Valley. California Agricultural Experiment Station Manual 36.
- Giovanoli A. 2005. Avanzamento del bosco in Bregaglia. Bündnerwald 58, 4: 73-75.
- Graf W L. 1983. Downstream change in stream power in the Henry Mountains, Utah. Annals of the Association of American Geographers 73: 373-387.
- Griffin R D, Stahle D W, Therrell M D. 2005. Repeat photography in the ancient Cross Timbers of Oklahoma, USA. Natural Areas Journal 25: 176-182.
- Gruell G E. 1983. Fire and vegetative trends in the Northern Rockies: Interpretations from 1871-1982 photographs. General Technical Report, USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station 158.
- Hall F C. 2001. Ground-based photographic monitoring. General Technical Report, USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experimental Station 503: 340.
- Hall F C. 2002. Photo point monitoring handbook. Part A - field procedures. General Technical Report, USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experimental Station 526: 48.
- Hall F C. 2002. Photo point monitoring handbook. Part B - concepts and analysis. General Technical Report, USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experimental Station 526: 134.
- Hämmerli F, Forster B. 1990. Fotografieren von Baumkronen: Kurzanleitung für das Erstellen von Foto-Zeitreihen. Phytosanitärer Beobachtungs- und Meldedienst PBMD. 2 S.
- Harrison A E. 1974. Reoccupying unmarked camera stations for geological observations. Geology 469-471.
- Hart R H, Laycock W A. 1996. Repeat photography on range and forest lands in the western United States. Journal of Range Management 49: 60-67.
- Hastings J, Turner R. 1965. The changing mile. Tucson, University of Arizona Press.
- Heady H, Zinke P. 1978. Vegetational changes in Yosemite Valley. National Park Service Occasional Paper 5.
- Hessl A E, Baker W L. 1997. Spruce-fir growth form changes in the forest-tundra ecotone of Rocky Mountain National Park, Colorado, USA. Ecography 20: 356-367.
- Howery L D, Sundt P C. 1998. Using repeat color photography as a tool to monitor rangelands. <http://ag.arizona.edu/pubs/natresources/az1024.pdf>, 6 S., eingesehen 4. November 2008.
- Huber R. 1996. Die Kamera als Gewissen unserer Landschaft. Bündnerwald 49, 5: 23-28.
- Huber R. 1996. Bildarchivierung durch Documenta Natura. Bündnerwald 49, 5: 29-31.
- Hytteborn H K. 1986. Methods of forest dynamics research. Wageningen, Pudoc.
- Kempf A. 2004. Von Waldbildern und Bildern zum Wald. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 155: 345-348.
- Klasner F L, Fagre D B. 2002. A half century of change in alpine treeline patterns at Glacier National Park, Montana, U.S.A. Arctic, Antarctic, and Alpine Research 34: 49-56.
- Magill A W, Twiss R H. 1965. A guide for recording esthetic and biological changes with photographs. Research Note PSW, USDA Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station 77: 8.
- Malde H E. 1973. Geologic bench marks by terrestrial photography. Journal of research of the United States Geological Survey 1: 192-206.
- U.S. Bureau of Land Management. 1984. Historical comparison photography: Headwaters Resource Area, Butte District. Butte, Montana, Bureau of Land Management.
- Mariotta S. 2004. Il bacino del Cassarate: Sintesi di 120 anni di interventi forestali volti a garan-

- tire la sicurezza del territorio. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 155: 278-285.
- Meuli K. 1994. Langfristig die Landschaft beobachten: Dank systematisch erstellten Fotodokumenten werden schleichende Veränderungsprozesse in unserer Umgebung sichtbar. Tages-Anzeiger 102: 72.
- Möhring K. 1989. Wuchsstörungen und Absterben in den Kronen einiger Buchen im Solling: Ergebnisse und Folgerungen einer mehrjährigen Fotodokumentation. Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge [AFZ-Der Wald] 44: 113-116.
- Möhring K. 1997. Wurzelschäden und Kronenentwicklung an Waldbäumen im Solling: Bericht über eine Fotodokumentation in einem deutschen Mittelgebirgswald von 1982 bis 1995. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben, Göttingen, Reihe B 53: 175.
- Munroe J S. 2003. Estimates of Little Ice Age climate inferred through historical rephotography, Northern Uinta Mountains, USA. Arctic, Antarctic, and Alpine Research 35: 489-498.
- Niggli R. 1949. Le reboisement du bassin de réception de la Baye de Montreux. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 100: 283.
- Nusser M. 2001. Understanding cultural landscape transformation: a re-photographic survey in Chitral, eastern Hindukush, Pakistan. Landscape and Urban Planning 57: 241-255.
- Petersson B. 1958. Dynamik och konstans i Gotlands flora och vegetation. Acta phytogeographica suecica 40: 288.
- Pickard J. 2002. Assessing vegetation change over a century using repeat photography. Australian Journal of Botany 50: 409-414.
- Plozza L. 2000. Das Integralprojekt Mesocco aus standortkundlich-waldbaulicher Sicht. Bündnerwald 53, 1: 35-43.
- Preuhsler T, Pinto Da Costa M E L. 1995. Simple guidelines for photographic documentation on longterm research plots. Hoersholm, Denmark, Danish Forest and Landscape Research Institute.
- Rhemtulla J M, Hall R J, Higgs E S, Macdonald S E. 2002. Eighty years of change: vegetation in the montane ecoregion of Jasper National Park, Alberta, Canada. Canadian Journal of Forest Research 32: 2010-2021.
- Rogers G F. 1982. Then and now: A photographic history of vegetation change in the Central Great Basin Desert. Salt Lake City, University of Utah Press.
- Rogers G, Malde H, Turner R. 1984. Bibliography of repeat photography for evaluating landscape change. Salt Lake City, University of Utah Press.
- Sandri A. 1996. Fotografien als Mittel zur Erfolgskontrolle im Projektwesen. Bündnerwald 49, 5: 54-61.
- Schmidt M. 1991. Zusammenhang zwischen Blattverlust und Fruktifikation bei Buche. Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge [AFZ-Der Wald] 46: 501-503.
- Schönenberger W. 2002. Windthrow research after the 1990 storm Vivian in Switzerland: objectives, study sites, and projects. Forest Snow and Landscape Research 77: 9-16.
- Schönenberger W, Angst C, Brändl M, Dobbertin M, Duelli P, Egli S, Frey W, Gerber W, Kupferschmid Albisetti a D, Lüscher P, Senn J, Wermelinger B, Wohlgemuth T. 2003. Vivians Erbe. Waldentwicklung nach Windwurf im Gebirge. Merkblatt für die Praxis, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft 36: 12.
- Skovlin J M, Thomas J W. 1995. Interpreting long-term trends in Blue Mountain ecosystems from repeat photography. Research Paper, USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experimental Station 315: 102.
- Skovlin J M, Strickler G S, Peterson J L, Sampson a W. 2001. Interpreting landscape change in high mountains of northeastern Oregon from long-term repeat photography. General Technical Report, USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experimental

- Station 505: 78.
- Snell N. 1957. How long before a fallen tree disappears? *Yosemite Nature Notes* 36: 61-67.
- Snell N, Carter F. 1959. Trees change slowly at high altitudes. *Yosemite Nature Notes* 38: 55.
- Snell N. 1960. Invasion of a meadow by lodgepole pine. *Yosemite Nature Notes* 39: 19-20.
- Sondermann D L. 1980. Using terrestrial stereo photography to interpret changes in tree quality characteristics. Research Note, USDA Forest Service, North Eastern Forest and Experiment Station 298.
- Stanga P, Zbinden N. 2004. Evoluzione della copertura vegetale in aree alpestri del Canton Ticino nel periodo 1971-2001. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 155: 286-289.
- Stickney P F. 1986. First decade plant succession following the Sundance Forest Fire, Northern Idaho. General Technical Report, USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station 197.
- Stützer A. 2000. Die Wald- und Baumgrenze der Saualpe: Ein Vergleich alter und neuer Bilder. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 119: 20-31.
- Vale T, Vale G. 1983. U.S. 40 today: Thirty years of landscape change in America. Madison, University of Wisconsin Press.
- Vale T R. 1987. Vegetation change and park purposes in the high elevations of Yosemite National Park, California. *Annals of the Association of American Geographers* 77: 1-18.
- Vale T R, Vale G R. 1994. Time and the Tuolumne landscape. Salt Lake City, University of Utah Press.
- Valverde T, Silvertown J. 1997. Canopy closure rate and forest structure. *Ecology* 78: 1555-1562.
- Vankat J, Major J. 1978. Vegetation changes in Sequoia National Park, California. *Journal of Biogeography* 5: 377-402.
- Waldemarson J E. 1979. Successions in relationship to lagoon development in the laitaure delta, North Sweden. *Acta phytogeographica suecica* 66: 120.
- Walker R I. 1968. Photography as an aid to wilderness resource inventory and analysis Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.
- Wasser B, Brang P. 1990. Anleitung zur Baumbeobachtung für Forstpraktiker. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Eidgenössische Forstdirektion, 29 S.
- Werbedienst SBB. 1980. Pfaffensprung bei Gurtnellen 1880 und 1980.
- Willig J R. 2002. Sturmwurf im Naturwaldreservat Weiherskopf – Forschungskonzept, Vegetations- und Verjüngungsentwicklung. *Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung* 38: 35-48.
- Zingg A, Schütz M. 2005. Waldentwicklung im Nationalpark. *Cratschla* 2/2005: 4-7.
- Zingg A, Schütz M. 2006. Ein scharf beobachtetes Reservat. *Bündnerwald* 59, 1: 36-39.
- Zuber R. 1996a. Waldentwicklungen sichtbar machen. *Bündnerwald* 49, 5: 15-21.
- Zuber R. 1996b. Fragen - und einige Antworten. *Bündnerwald* 49, 5: 33-52.
- Zuber R. 1999. Veränderung von Waldlandschaften an der Schwelle zum dritten Jahrtausend. *Bündnerwald* 52, 6: 31-36.

