

<b>Zeitschrift:</b>	Botanica Helvetica
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Botanische Gesellschaft
<b>Band:</b>	111 (2001)
<b>Heft:</b>	2
<b>Artikel:</b>	Dendrochronologische Untersuchungen zur Verwaldung der Alpen am Beispiel eines inneralpinen Trockentals (Ramosch, Unterengadin, Schweiz)
<b>Autor:</b>	Schöne, Bernd R. / Schweingruber, Fritz H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-73906">https://doi.org/10.5169/seals-73906</a>

### **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:** 11.01.2026

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

# Dendrochronologische Untersuchungen zur Verwaldung der Alpen am Beispiel eines inneralpinen Trockentals (Ramosch, Unterengadin, Schweiz)

Bernd R. Schöne<sup>1</sup> und Fritz H. Schweingruber<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Geosciences, University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA; e-mail: bernd.schoene@excite.com

<sup>2</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Zürcherstr. 111, CH-8903 Birmensdorf, Schweiz

Manuskript angenommen am 23. August 2001

## Abstract

Schöne B.R. and Schweingruber F.H. 2001. Dendrochronological Studies of Natural Reforestation of the Alps Exemplified on an Inner-alpine Dry Valley (Ramosch, Lower Engadine, Switzerland). *Bot. Helv.* 111: 151–168.

Since the end of World War II, especially between 1960 and 1980, the natural reforestation of the Swiss Alps accelerates. Predominant causes are connected to socio-economic changes, population shift to urban areas, abandonment of limited yield stands and changes in land management methods. The reforestation history of abandoned lands of the Inn Valley can be precisely reconstructed by dendrochronological methods. Initially, pioneer copses (*Juniperus* sp.) grew adjacent to rocks. Protected by juniper shrubs, Scots pine (*Pinus sylvestris*) established. Larch (*Larix decidua*) settled in open meadows. Grass and shrubs disappeared as pioneer tree stands expanded and provided new germination sites. The patches of forest merged with each other and formed extended forest areas. Today, fast growing pine dominates over spruce (*Picea abies*) on pioneer tree stands, but slow growing spruce dominates on stands reforested more than 80 years ago. Although browsing of wild and domesticated animals may have slowed the natural reforestation process, rates of reforestation continued to accelerate due to disruption of the grass cover by human and animal activity.

**Key words:** Natural reforestation, Swiss Alps, dendrochronology, Ramosch, abandoned land.

## Einleitung

In weiten Teilen der Alpen und anderer Gebirge nahm die Waldfläche im Laufe des 20. Jahrhunderts zum Teil drastisch zu (Camaret et al. 1998, Miller und Halpern 1998). Ein Grund für diese landschaftsökologische Entwicklung alpiner Regionen ist, dass

viele Flächen aufgelassen werden und weitgehend selbstständig verwaldeten. Wenig bekannt sind aber Voraussetzungen, Mechanismen und Tempo der natürlichen Wiederbewaldung.

Vorliegende Fallstudie rekonstruiert Ursachen und Mechanismen der Verwaldung aufgelassener Flächen in der Umgebung von Ramosch, Unterengadin/Schweiz vorwiegend mit dendrochronologischen Methoden. Im Mittelpunkt stehen folgende Fragen: Wann entwickelten sich die Bestände? Welche Faktoren initiieren und begünstigen eine selbstständige Regeneration? Da sich die Flächen in unterschiedlichen Sukzessionsstadien befinden, spiegelt sich das zeitliche Nacheinander der Entwicklungsschritte auf räumlicher Ebene wider. Daraus lassen sich nicht-überlieferte Anfangsstadien heute verwaldeter Standorte interpretieren. Aus vegetations- und standortkundlichen Analysen, Luftbildern und Befragungen der Bevölkerung sollen ausserdem mögliche Verwaldungsmechanismen erkannt werden, die sich der Jahrringanalyse entziehen.

## Untersuchungsgebiet, Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet liegt an den südexponierten und terrassierten Hängen des Inn-Tals nordöstlich der Gemeinde Ramosch im Unterengadin, Kanton Graubünden, Schweiz (Abb. 1). Manche der bereits im Neolithikum angelegten (Raba 1996) Terrassen werden noch bis in die heutige Zeit hinein gemäht und weidewirtschaftlich genutzt, während andere bereits vollständig verwaldet sind oder im Begriff sind zu verwalden. Eng umgrenzte Parzellen unterschiedlicher Verwaldungsgrade bilden so ein Mosaik von baumfreien Wiesen, unterschiedlich stark verwaldeten Flächen und Waldstücken (Abb. 1). Das Klima dieses zu den Zentralalpen gehörenden inneralpinen Trockentals ist kontinental geprägt. Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge von 706 mm (Periode 1931–1997) geht hauptsächlich während Mai bis September nieder. Ende Juli/Anfang August werden Temperaturen von bis zu 32,6 °C erreicht. Fröste treten gewöhnlich von Oktober bis Mai auf.

Die acht ausgewählten Untersuchungsflächen gehören der subalpinen Zone an (1300 bis 1700 m ü. NN). Für die Auswahl der Flächen war wichtig, unterschiedliche Verwaldungsstadien zu erfassen. Die Flächen sollten vegetationskundlich homogen, der heutige anthropogene Einfluß auf die Entwicklung der Flächen minimal und die heute typischen lokalen Vegetationsgemeinschaften vertreten sein. Die Grösse der Untersuchungsflächen schwankt stark (100 bis 2200 qm) und widerspiegelt die o.g. Parzellierung der Landschaft. Die vegetations- und standortkundliche Erfassung der Flächen erfolgte im Mai und August 1998.

Auf den untersuchten Flächen wurden im Mai 1998 sämtliche Gehölze für dendrochronologische Studien (Schweingruber 1983) beprobt. 85% der insgesamt 400 Holzproben bilden Stammscheiben (Querschnitte) oberhalb des Stammfussansatzes (Höhe ca. 10 bis 60 cm). Nur bei einem geringen Teil der Proben konnten Bohrkerne mit einem Zuwachsbohrer entnommen werden.

Das ungefähre Gehölzalter ist durch Abzählen der Jahrringe ermittelt worden. Die Messung der Jahrringbreiten erfolgte auf einem Messtisch (Software TSAP®) in 10 µm-Schritten. Bei 160 Proben beträgt die minimale Jahrringbreite weniger als 200 µm. Das Erstellen histologischer Schnitte (12–20 µm dick; Schweingruber 1978) erschien hier sinnvoll, um die Jahrringbreiten später mittels digitaler Bildverarbeitung präziser ( $\pm 1$  µm) bestimmen zu können. Für jedes Gehölz wurde eine mittlere Jahrringbreiten-Kurve erstellt.

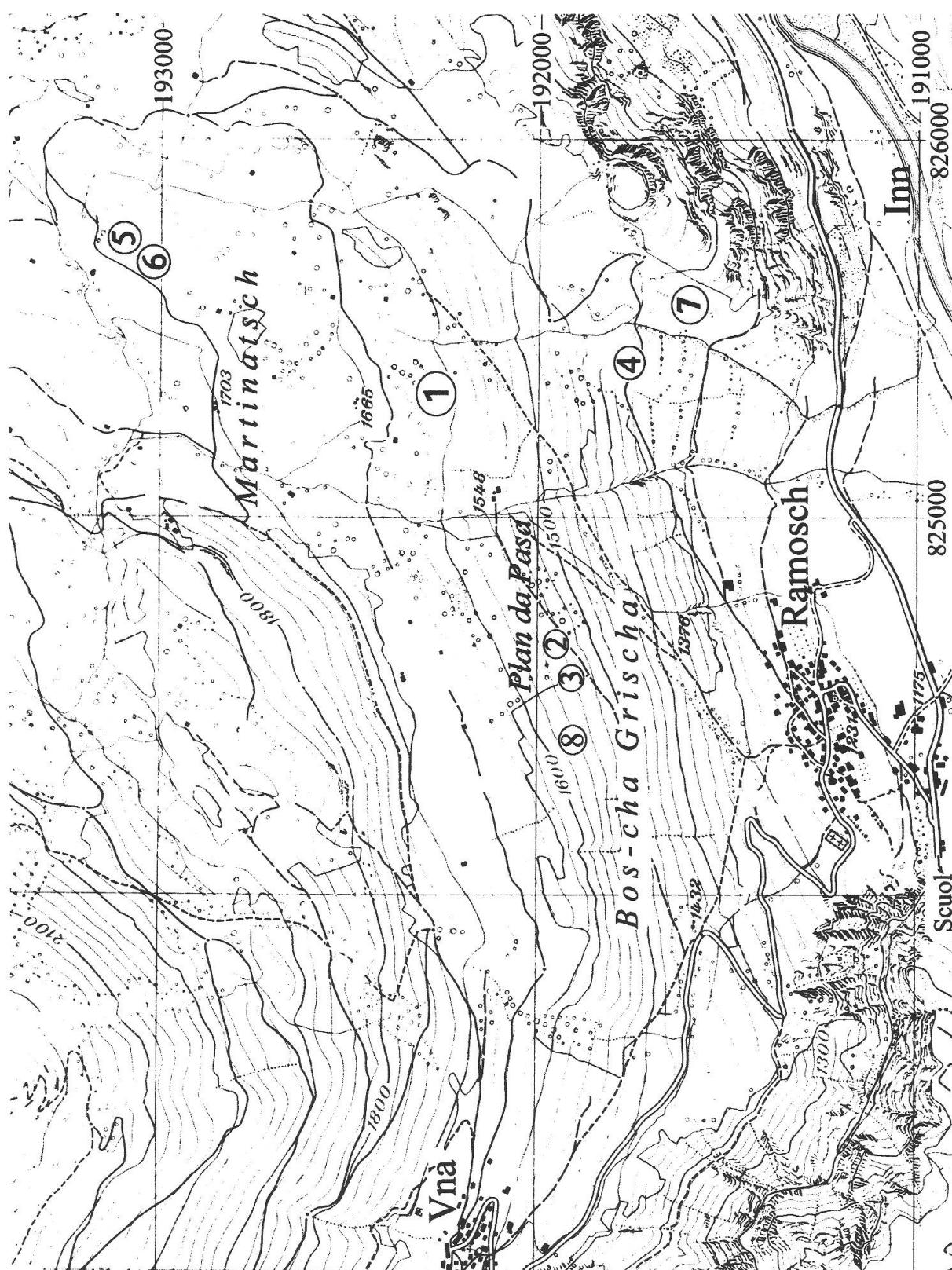


Abb. 1. Untersuchungsgebiet Ramosch im Unterengadin, Schweiz. Die Zahlen 1 bis 8 beziehen sich auf die Untersuchungsflächen (Kartengrundlage TK 25 Scuol 1199, Landeskarte der Schweiz, Bundesamt für Landestopographie 3084 Wabern 1991).

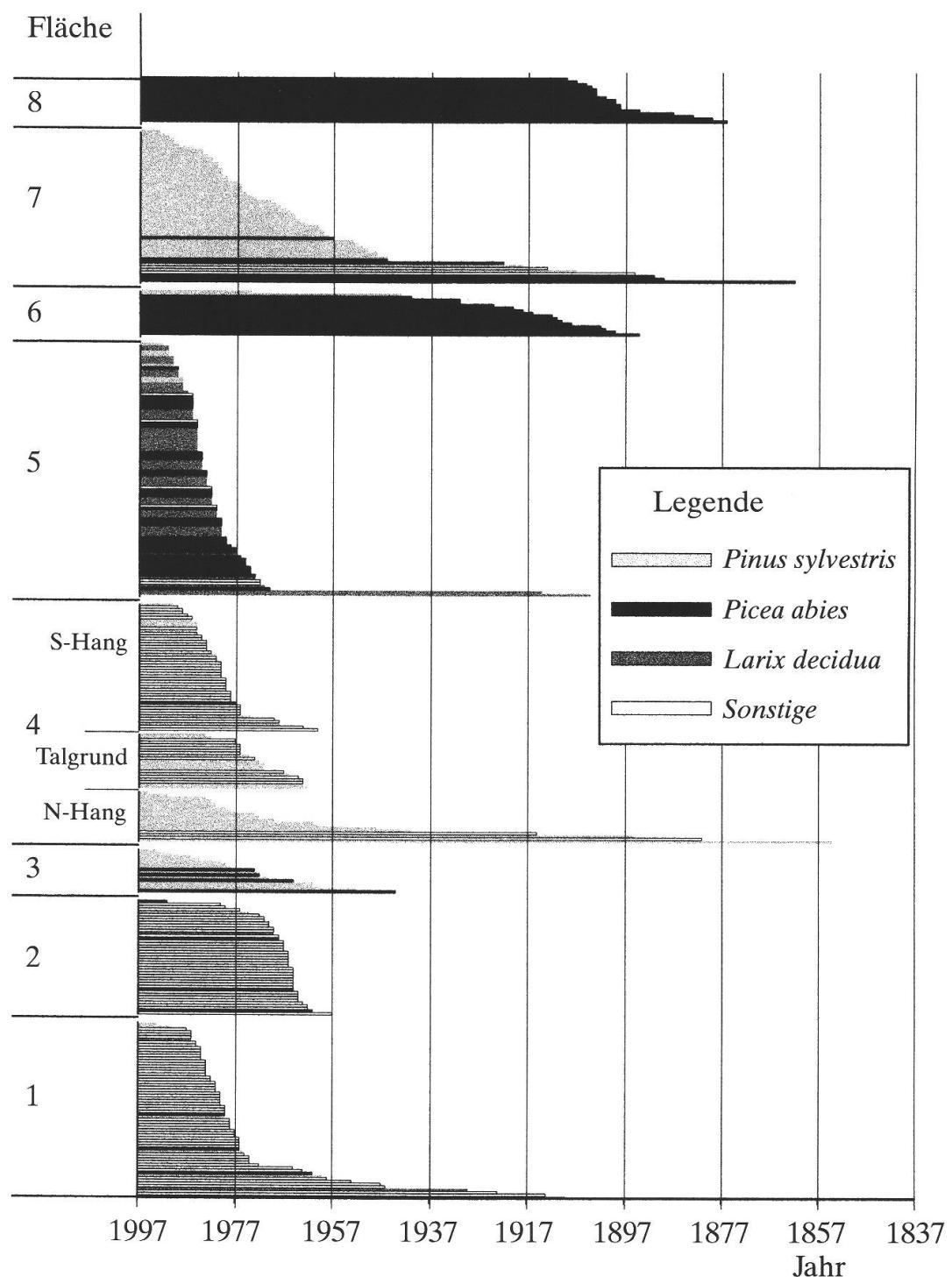


Abb. 2. Baumalter der Hauptbaumarten und sonstiger Gehölze auf den 8 Untersuchungsflächen. Die Zunahme der noch auf den Flächen stockenden Individuen beschreibt einen S-förmigen Verlauf. Die ältesten Gehölze keimten im 19. Jahrhundert. Dabei handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um Einzelbäume oder kleine Baum- oder Strauchgruppen, die vom Menschen stehengelassen wurden. Die meisten Individuen sind in den 1960er Jahren und zwischen 1970 und 1980 entstanden. Seit 1990 nimmt die Zahl möglicher Besiedlungsplätze ab, gleichzeitig auch die Zahl neuer Gehölze.

Bewaldungsstadien während verschiedener Zeitscheiben konnten anhand der Alter der Holzgewächse rekonstruiert und in topographischen Karten dargestellt werden. Solche synoptischen Diagramme enthalten nicht nur Angaben zum Stammdurchmesser, zu Kronenschirmflächen und standörtlichen Besonderheiten (Abb. 4–7; Legende Abb. 3); aus ihnen gehen auch raumzeitliche Verwaldungstrends hervor. Luftbildaufnahmen bzw. terrestrische Photographien oder Berichte der einheimischen Bevölkerung ergänzen die Beobachtungen.

## Ergebnisse

Mit 47% gehört die Kiefer (*Pinus sylvestris*) heute zur häufigsten Baumart im Gebiet, gefolgt von Fichte (*Picea abies*, 27%) und Lärche (*Larix decidua*, 16%; Abb. 2). Die restlichen 10% stellen Laubbaumarten (*Sorbus* spp., *Prunus* spp., *Salix* spp., *Populus tremula*) und Sträucher (*Corylus avellana*, *Juniperus sabina* und *J. communis*). In Abbildung 2 sind die Minimalalter für alle untersuchten Gehölze dargestellt. Die ältesten Individuen keimten Mitte des 19. Jahrhunderts, die meisten jedoch erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, insbesondere während der 1960er Jahre und zwischen 1970 und 1980. Die Zunahme bis heute überlebender Individuen pro Zeit beschreibt auf jeder Fläche eine S-förmige Funktion (Abb. 2). Nachfolgend sollen die untersuchten Standorte einzeln vorgestellt werden, um typische Verwaldungsmechanismen zu erörtern (Abb. 3–7).

### Fläche 1

Standort, Lokalität und Größe der Fläche (SLG): Höhe über NN: 1610–1620 m; r<sup>82</sup>5330, h<sup>19</sup>2245 bis r<sup>82</sup>5370, h<sup>19</sup>2300; 2200 m<sup>2</sup>

Boden (Bo): skelettreiche Braunerde über quartärem Moränenmaterial, z.T. anstehender Bündnerschiefer des Penninikums; Bodenmächtigkeit: wenige cm (oberer Terrassenhang) bis 1 m (Terrassenebene, rel. hohe Bodenfeuchte)

Bedeckungsgrade (Bg): Baumschicht B 20% (davon 80% *Pinus sylvestris* L., Rest *Picea abies* (L.) Karst., *Larix decidua* Mill.); Strauchschicht S 20% (*Juniperus communis* L., *J. sabina* L., *Sorbus aucuparia* L., *Prunus avium* L.); Krautschicht K 100% (darunter 95% Gramineen, insbesondere *Calamagrostis villosa* (Chaix) Gmelin, untergeordnet *Carex* sp., *Galium* sp., *Centaurium* sp., *Bromus erectus* Huds., *Brizia media* L., *Galium verum* L., *G. mollugo* L.); Moossschicht (M) 0%.

Dieser Standort lässt sich in mehrere Abschnitte untergliedern: eine ebene Terrasse im N, ein sich südlich anschliessender, nach SSE exponierter, 10–25° geneigter Terrassenhang, der sich allmählich verflacht. Weiter im S der Fläche verläuft ein ehemaliger Feldweg, der an eine weitere Terrasse grenzt. Luftbildern und Berichten (mdl. Mitt. N. Bischof 1998) zufolge sind Parzellen des nördlichen Flächenabschnitts nach 1940 von der Mahd ausgespart worden. Auf dem unteren Terassenhang und dem Feldweg erfolgte die Mahd dagegen bis Anfang der 1970er Jahre. Das Wollige Reitgras bedeckt als dichter Filz grosse Teile des untersuchten Standortes und fehlt nur in überschatteten Bereichen. Bäume wachsen konzentriert neben anstehendem Gestein, Geröll und erratischen Blöcken auf oder inmitten von Wacholder (Abb. 4, 1998). Im Gegensatz zu freistehenden Bäumen sind die kleinwüchsigen Individuen, die im *Juniperus*-Gebüsch gedeihen, deutlich weniger stark verbissen. Zu den ältesten Bäumen (Abb. 4, 1920) gehören eine Lärche (\*1909) und eine Föhre (\*1913). Beide Individuen wachsen neben Geröllmassen oder anstehendem auf. Sukzessive siedeln weitere Föhren, Wacholder und eine Fichte an (Abb. 4, 1920 bis Mai 1998). Das Gehölzalter sinkt von Norden nach

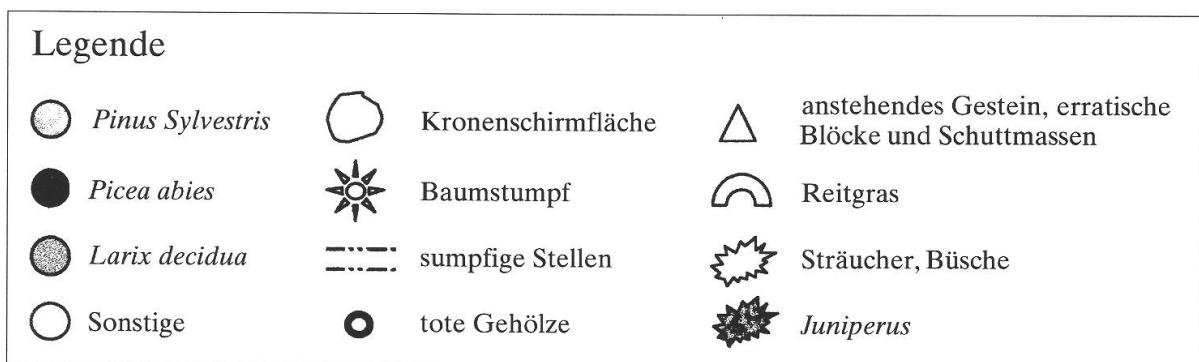


Abb. 3. Legende zu den Abbildungen 4–7. Kreisdurchmesser der Gehölze in den synoptischen Diagrammen ist dem Stammdurchmesser äquivalent.

Süden. Die Besiedlung der Terrasse und des oberen Terrassenhangs schreitet vor allem zwischen den 1940er und 1960er Jahren langsam voran (Abb. 2, 4). Zwischen den 1970er und 1980er Jahren entwickeln sich eine Vielzahl an Föhren. Im Schatten größerer Föhren aufgewachsene Individuen zeigen sehr geringe jährliche Zuwachsbreiten; manche sind bereits verendet. Die Verwaldung der Fläche durch Föhren und Sträucher findet hauptsächlich am flachgründigen Terrassenhang statt.

#### Fläche 2

SLG: H. ü. NN: 1540 m; r <sup>82</sup>4590, h <sup>19</sup>1885 bis r <sup>82</sup>4615, h <sup>19</sup>1910; 625 m<sup>2</sup>; schwach S-vergent

Bo: Braunerde über quartärem Moränenmaterial (Kristallin); insg. feuchter als Fläche 1

Bg: B 50% (davon 80% *P. sylvestris*, Rest *P. abies* und *L. decidua*); S 5% (*Salix* sp.); K 95% (*C. villosa*, untergeordnet *Molinia caerulea* (L.) Moench, *Aquilegia vulgaris* L., *Briza media* L., *Carex* sp., *Galium* sp. und *Succisa pratensis* Moench); M 0%.

Untersuchungsfläche 2 liegt am SW-Ende einer ehemaligen Weide, die heute fleckenhaft bewaldet ist und in unregelmässigen Abständen – unter Aussparung der Baumgruppen – gemäht wird (Aussage des Besitzers). Der Flurname weist auf die ehemalige Nutzung des Geländes hin: Plan da Pasa = rätoromanisch Ruheplatz während des Viehauftriebs (mdl. Mitt. N. Bischoff 1998). Der Standort ist mit einem dichten Reitgrasfilz überzogen. Gerade Einzelstämme von Föhre, Fichte und Lärche sind typisch. Die älteste Föhre ist im Mai 1998 40 Jahre alt. Tatsächlich sind auf Luftbildaufnahmen aus den 1950er Jahren keine Bäume erkennbar, dafür aber Mahdspuren. Im Verlauf der 1960er und Anfang der 1970er Jahre keimen mehr als 20 weitere Föhren, 3 Fichten und eine Lärche (Abb. 2). Die Lärche ist 1998 bereits ausgelichtet worden. Baumstümpfe zeugen von Holzeinschlägen.

#### Fläche 3

SLG: H. ü. NN: 1542 m; r <sup>82</sup>4570, h <sup>19</sup>1890 bis r <sup>82</sup>4580, h <sup>19</sup>1915; 250 m<sup>2</sup>; schwach S-vergent

Bo: Braunerde überdeckt quartäres Moränenmaterial (Kristallin)

Bg: B 5% (*P. abies*, *Sorbus aucuparia*). S 95% (*Lonicera xylosteum* L., *L. alpigena* L., *Sambucus racemosa* L., *Berberis vulgaris* L., *Rubus idaeus* L., *S. aucuparia* und *Juniperus sabina* L.); K 5% (*Vulpia* sp., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Cirsium* sp., *Polygonatum verticillatum* (L.) All., *Urtica dioica* L., *Trifolium arvense* L.); M 0%.

Bei Fläche 3 handelt es sich um eine leicht von hohen Fichten (im Westen) besetzte Waldrandgesellschaft am SW-Rand der Plan da Pasa. Laut Aussage des Besitzers wurde diese bis schätzungsweise in die 1990er Jahre hinein mit Mist „gedüngt“. Die Entwicklung der Flächen kann anhand der dendrochronologisch ermittelten Baumalter

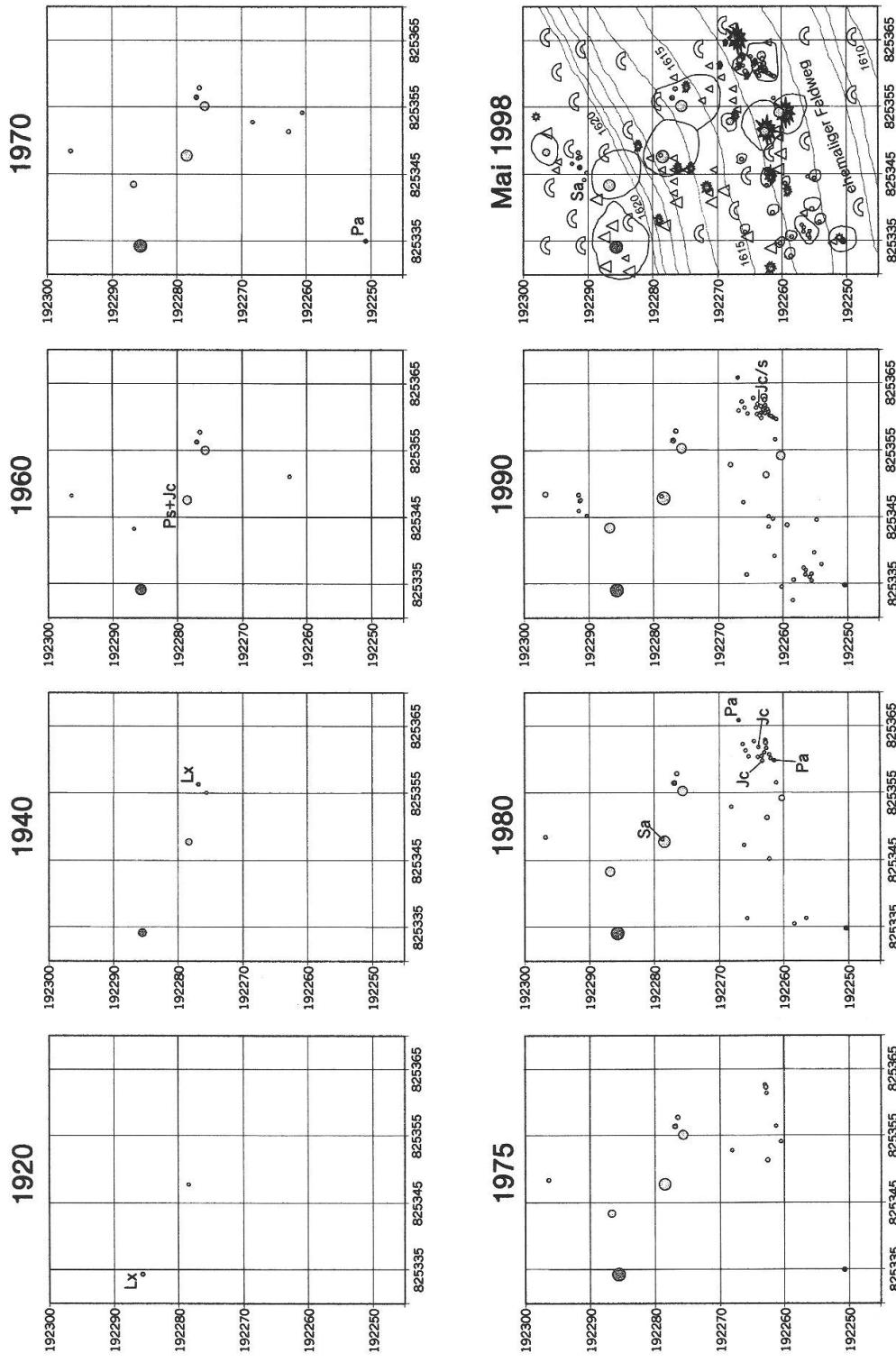


Abb. 4. Verwaldung auf Fläche 1 (Legende s. Abb. 3). Auf dem oberen Terrassenhang und der ebenen Terrasse (nördlicher Abschnitt der Fläche) stocken seit Beginn des 20. Jahrhunderts eine Föhre und eine Lärche. Die Verwaldung folgt der sukzessiven Aufgabe der Fläche in SSE-Richtung (sinkende Baumalter). Die Pionierbesiedlungen beginnen oft neben anstehendem Gestein oder Felsblöcken und im Schutz von Wachholder-Teppichen. Alle nicht gekennzeichneten Gehölze sind Föhren. Jc = Juniperus communis, LX = Larix decidua, Pa = Picea abies, Ps = *Pinus sylvestris*, Sa = *Sorbus aucuparia*.

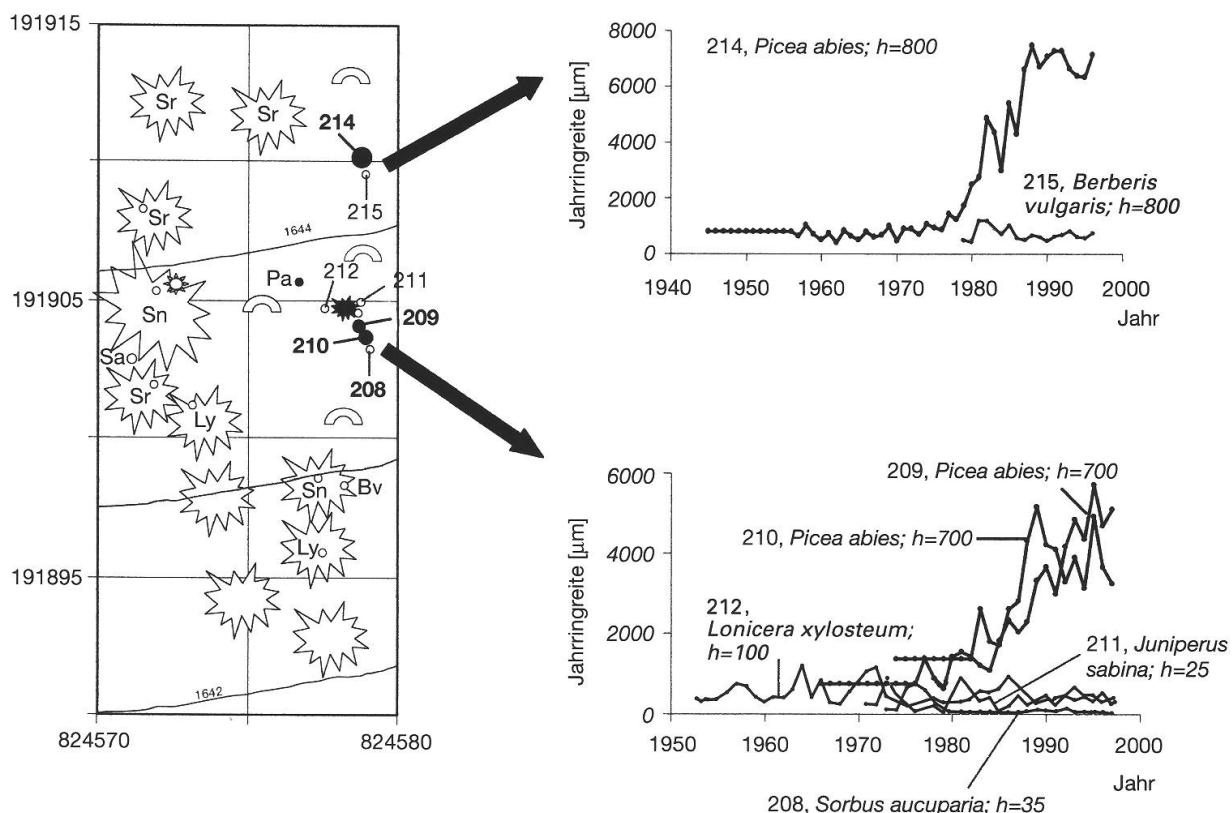


Abb. 5. Konkurrenz um Licht zwischen Föhre und Lärche auf Fläche 3 (Legende s. Abb. 3). Die Fichten wachsen seit Mitte der 1980er Jahre aus der Strauchschicht heraus; gleichzeitig steigt ihre Zuwachsrate deutlich an. Sträucher wie *Juniperus*, *Lonicera* oder *Berberis* werden allmählich ausgelichtet. Bv = *Berberis vulgaris*, Ly = *Lonicera xylosteum*, Pa = *Picea abies*, Sr = *Sambucus racemosa*, Sn = *Sambucus nigra*, Sa = *Sorbus aucuparia*.

bis 1945 (Fichte Nr. 214, Abb. 5; Abb. 2) zurückverfolgt werden. Bemerkenswert ist der Jahrringkurven-Verlauf der 1945 entstandenen Fichte Nr. 214 (Abb. 5): Für 35 Jahre bleibt der jährliche Zuwachs in einer Höhe von 30 cm über dem Boden sehr gering (weniger als 1 mm pro Jahr). Dann nimmt er rapide zu und erreicht 1997 fast 1 cm pro Jahr. Mit einer Baumhöhe von 800 cm überragt die in ihrem Stammbasisbereich stark verbuschte Fichte im Mai 1998 die Höhe der benachbarten Sträucher. In ihrem Schatten wächst im Jahr 1998 eine 17 Jahre alte Berberitze. Ihr Jahreszuwachs vermindert sich seit Mitte der 1980er Jahre zunehmend. Weiter südlich stocken zwei Fichten (Nrn. 209 und 210, Abb. 5) inmitten eines Wacholder-Gebüsches (211) auf, umgeben von Gemeiner Heckenkirsche (212) und Vogelbeere (208). *Lonicera* ist etwa 40 Jahre alt und zeigt ähnlich der Anfang der 1970er Jahre entstandenen Wacholder und Vogelbeere eine leicht abnehmende jährliche Zuwachsrate, insbesondere seit dem Aufwachsen der Fichten Ende der 1970er und Anfang der 1980er Jahre.

#### Fläche 4

SLG: H. ü. NN: 1380 m; r 825415, h 191725 bis r 825445, h 191745; 1200 m<sup>2</sup>

Bo: skelettreiche Braunerde über quartärem Moränenmaterial (Kristallin)

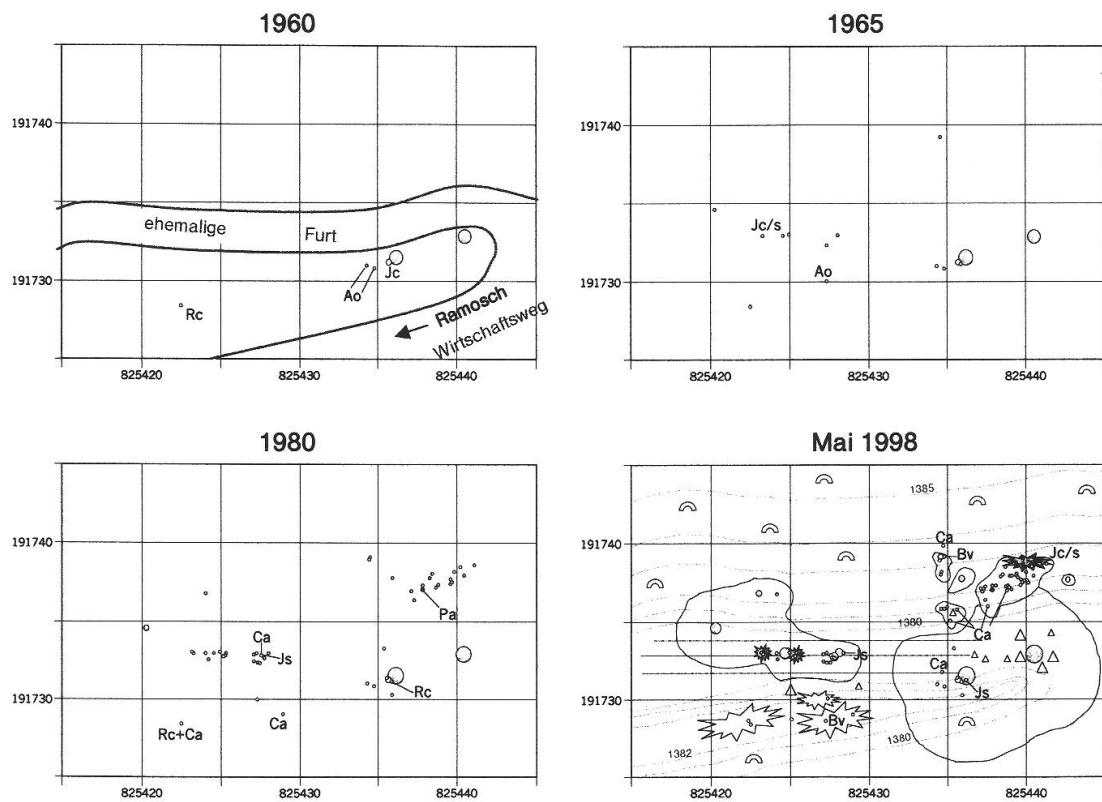


Abb. 6. Verwaldung auf Fläche 4 (Legende s. Abb. 3). Der schattige N-Hang ist seit mindestens 143 Jahren von *Amelanchier ovalis* bewachsen. Anfang des 20. Jahrhunderts kommen zwei Föhren hinzu, welche die Einfahrt zu einer ehemaligen Furt markieren. Der Talgrund (= Furt) erlebt in den 1960er Jahren eine starke Besiedlung durch Gehölze (vorwiegend Föhren), ebenso der sonnenexponierte Hang im Norden. Ao = *Amelanchier ovalis*, Bv = *Berberis vulgaris*, Ca = *Corylus avellana*, Jc = *Juniperus communis*, Jc/s = *Juniperus communis* + *J. sabina*, Pa = *Picea abies*, Rc = *Rhamnus catharticus*. Föhren nicht gekennzeichnet.

Bg (Nordhang): B 30% (*P. sylvestris*); S 10% (*Amelanchier ovalis* Medik., *Rhamnus catharticus* L., *Juniperus communis*; *Corylus avellana* L., *Rosa arvensis* Huds.); K 100% + M 100% (*Galium verum* L., *Hieracium* sp., *Hylomecum* sp., *Plantago media* L., *Trifolium pratense* L.)

Bg (Talgrund): B 60% (*P. sylvestris*); S 80% (*Salix* sp., *Salix purpurea* L., *Juniperus sabina*, *J. communis*); K 100% + M 5% (*Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch, *Leontodon* sp., *Taraxacum officinale* L., *Dactylis glomerata* L.)

Bg (Südhang): B 50% (*P. sylvestris*); S 80% (*Juniperus communis*, *J. sabina*); K 60% (*Thymus serpyllum* L. emend. Mill., *Helianthemum nummularium* (L.) Mill. non Grosser, *Onobrychis* sp., *Hieracium pilosella* L., *Seseli* sp., *Chrysanthemum leucanthemum* L., *Plantago* sp., *Astragalus* sp., *Campanula rotundifolia* L.); M 0%.

Diese Fläche umfasst einen rekolonisierten Wegeinschnitt mit einzelnen Baumgruppen, die bereits zu einem geschlossenen Bestand zusammenwachsen. Von S nach N lassen sich drei Standorttypen ausscheiden (Abb. 6): ein schattiger, mit bis zu 15° nach N einfallender, feuchter Abschnitt, ein mit 5 Grad nach W geneigter sehr feuchter Talgrund und ein trockener, sonniger S-Hang (Neigung: 30°). Viele Gehölze weisen Verbiss auf. In der näheren Umgebung dieser Untersuchungsfläche findet noch Viehauftrieb statt.

Am Nordhang gedeihen zahlreiche, sehr alte Sträucher: *Amelanchier ovalis* (>143 Jahre alt), *Rhamnus catharticus* (>53 Jahre) und *Juniperus communis* (>102 Jahre). Im E wird der Nordhang durch zwei Föhren flankiert (\*1915 und \*1931; Abb. 6). Sie markieren gleichzeitig die ehemalige Wegeinmündung. Im Talgrund (ehemalige Furt) wachsen seit Beginn der 1960er Jahre Föhren, kleinwüchsige Weiden und Wacholder-Büsche auf (vgl. Abb. 6, 1965). Die Besiedlung des Süd-Hangs beginnt Mitte der 1960er Jahre (Abb. 6, 1965 ff.) mit Föhren und setzt sich bis in die 1970er Jahre hinein fort.

#### Fläche 5

SLG: H. ü. NN: 1620 m ; r <sup>82</sup>5700, h <sup>19</sup>3045 bis r <sup>82</sup>5720, h <sup>19</sup>3065; 400 m<sup>2</sup>

Bo: Braunerde über quartärem Moränenmaterial (Kristallin)

Bg: B 30% (*L. decidua*); S 40% (*P. sylvestris*, *P. abies*); K 90% (i.w. *C. villosa*, untergeordnet Gramineae indet., *Brizia media*, *Avenula pubescens* (Huds.) Dumort., *Festuca rubra* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv., *Molinia caerulea*, *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Trollius europaeus* L., *Tofieldia calyculata* (L.) Wahlenb., *Orchis maculata* L., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Vaccinium uliginosum* L., *Arnica montana* L., *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., *Pulmonaria* sp., *Erica* sp.); M 5% (*Scleropodium* sp.).

Fläche 5 umfasst einen fast ebenen, bewaldeten Geländerücken neben einem Flachmoor. Die Bodenfeuchte ist viel höher als auf allen übrigen Untersuchungsflächen. Zwei domierende Lärchen mit abholziger Schaftform datieren in die Jahre 1904 und 1914 (Abb. 7). Nördlich und ausserhalb der von diesen beiden Individuen beschatteten Bodenfläche wachsen im dichten Reitgrasfilz bis zu 30 Jahre alte Föhren und Fichten auf (Abb. 7, 1975 und 1980; vgl. Abb. 2). Der Verbissgrad ist gering. Luftbilder zeugen von Mahdspuren im nördlichen Umfeld der dominanten Lärchen bis in die 1970er Jahre hinein. Frische Mahdspuren waren 1998 im südlichen Bereich zu erkennen.

#### Fläche 6

SLG: H. ü. NN: 1620 m ; r <sup>82</sup>5675, h <sup>19</sup>3020 bis r <sup>82</sup>5685, h <sup>19</sup>3030; 100 m<sup>2</sup>

Bo: Braunerde über quartärem Moränenmaterial (Kristallin)

Bg: B 95% (*P. abies*); S 10% (*Salix caprea*); M 25% (*Sorbus aucuparia*, *Carduus* sp., *Rosa* sp., *Convallaria majalis* L., *Lonicera caerulea*, *Equisetum arvense* L., *Rubus* sp., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Vaccinium myrtillus* L. und *Ribes* sp.); M 50% (*C. villosa*, untergeordnet Gramineen und *Mnium* sp.).

In unmittelbarer Nachbarschaft von Fläche 5 stockt eine von dichtem Reitgras umgebene Fichtenrotte in direkter Umgebung eines Flachmoores. Die älteste Fichte ist im Jahr 1894 entstanden und fällt durch abholzige Schaftform auf. Die jüngste Fichte datiert ins Jahr 1941 (vgl. Abb. 2). Viele jüngere Fichten haben vollholzige Stämme und überragen den ältesten Baum an Stammhöhe (1400 bis 1700 cm versus 600 cm). Der Bereich ausserhalb der Fichtenrotte wird nach Aussagen des Besitzers dieses Grundes in unregelmässigen Abständen gemäht. 1998 waren jedoch keine frischen Mahdspuren erkennbar.

#### Fläche 7

SLG: H. ü. NN: 1360 bis 1348 m; r <sup>82</sup>5525, h <sup>19</sup>1545 bis r <sup>82</sup>5560, h <sup>19</sup>1580; 1225 m<sup>2</sup>

Bo: Braunerde über Diabas und quartären Schuttmassen

Bg: B 50% (*P. abies*, *P. sylvestris*, *S. aucuparia*, *Populus tremula* L.); S 80% (*Berberis vulgaris* L., *Viburnum lantana* L., *Corylus avellana* L., *Lonicera xylosteum*, *Sorbus aucuparia*, eine stark verbissene Fichte (75 Jahre alt, 60 cm hoch), *Rosa* sp., *Cotonoeaster integerrima* Medik., *Rhamnus catharticus*, *Salix* sp., *Salix caprea*, *Prunus spinosa*, *Amelanchier ovalis*); K 80% (*Primula elatior* (L.) Hill., *Sorbus aucuparia* L., *Lonicera xylosteum* L., *L. alpigena* L., *Rhamnus catharticus* L., *Melica nutans* L., *Chaerophyllum hirsutum* L., *Galium mollugo* L., *Satureja* sp., *Trifolium alpinum* L., *Medicago sativa* falcata (L.) Arcang., *Prunella vulgaris* L., *Cantaurium* sp., *Ga-*

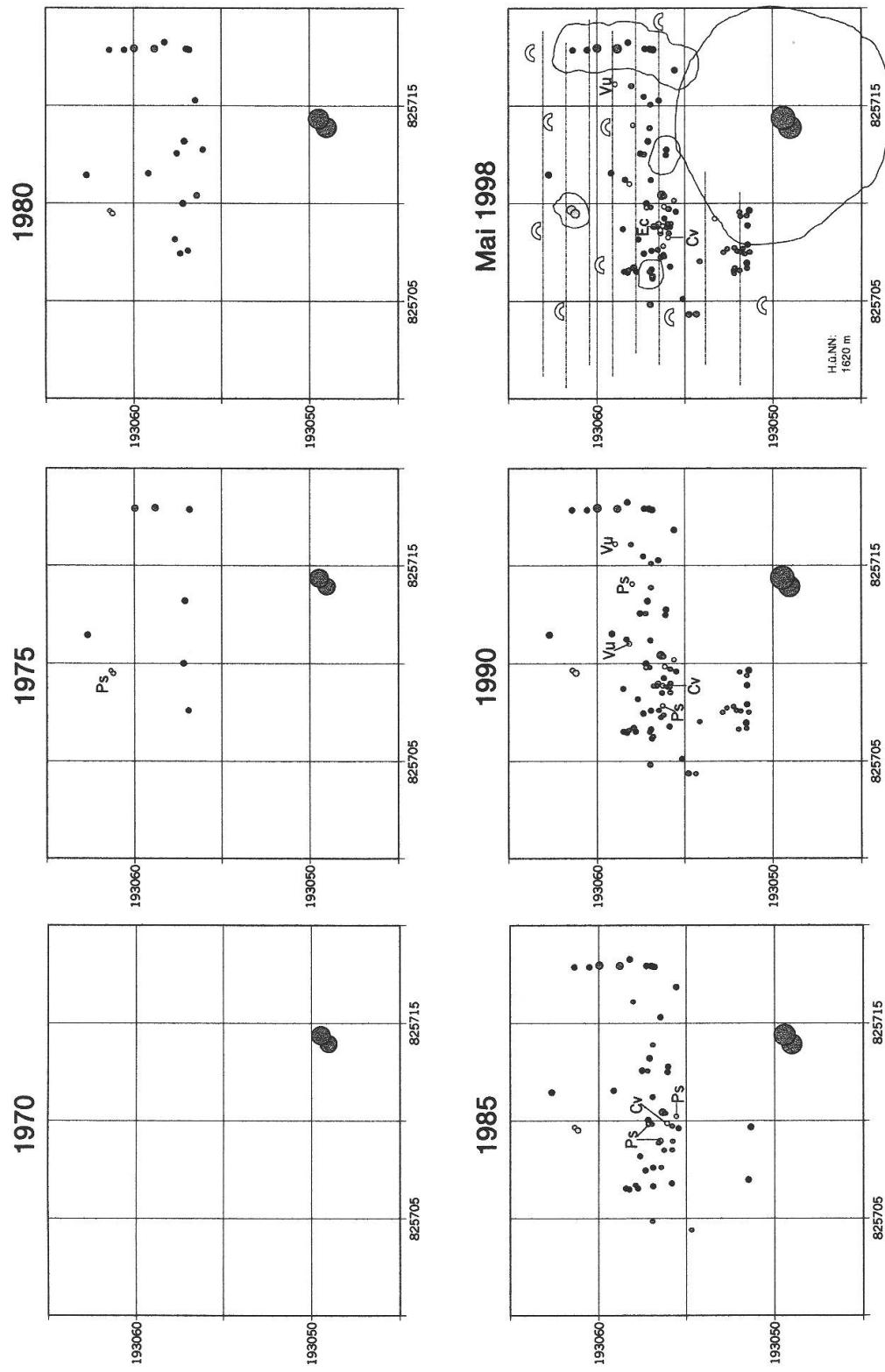


Abb. 7. Verwaldung auf Fläche 5 (Legende s. Abb. 3). Seit Anfang des 20. Jahrhunderts siedeln zwei dominante Lärchen auf einem Gelände neben einem Flachmoor. Erst seit Anfang der 1970er Jahre und den frühen 1980er Jahren samen Lärchen, Föhren und Fichten an. Cv = *Calluna vulgaris*, Ec = *Erica carnea*, Ps = *Pinus sylvestris*, Vu = *Vaccinium uliginosum*. Fichten und Lärchen sind nicht gekennzeichnet.

*lum verum* L., *Salvia pratensis* L., *Campanula rotundifolia* L., *Seseli* sp., *Geranium* sp., *Vincetoxicum* sp., *Cirsium* sp. u.v.a.m.).

Dieser Standort unterscheidet sich von den übrigen Flächen durch seine SW-Exposition, seine Hangneigung, seine Zugehörigkeit zum Übergangsbereich montane/subalpine Stufe und das abweichende Muttergestein im Untergrund. Der weitgehend verbuschte Steilhang grenzt im Nordosten an eine baumfreie Wiese, verflacht in Richtung Südwesten kontinuierlich und grenzt dort an eine ehemalige Terrasse. 2500 bis 2800 cm hohe Wetterfichten (\*1862, \*1889 und \*1891) dominieren (Baumhöhe) auf dem Standort. Eine Föhre misst eine Baumhöhe von 2600 cm und datiert ins Jahr 1895. 1908 und 1914 keimen Vogelbeeren am NE-Ende der Fläche. Die ältesten Sträucher und Pappeln im NE datieren in die 1950er Jahre. Auf Luftbildern von 1949 lassen sich bereits Konturen von Sträuchern ausmachen. Späteren Datums (1960er Jahre) sind die in der Mitte und im SW der Fläche aufwachsenden Sträucher. Viele Pappeln keimen um 1980 im SW.

### Fläche 8

SLG: H. ü. NN: 1560 bis 1565 m; r<sup>82</sup>4435, h<sup>19</sup>1895 bis r<sup>82</sup>4450, h<sup>19</sup>1910; 225 m<sup>2</sup>

Bo: geringmächtige Braunerdebedeckung über Bündnerschiefer

Bg: B 100% (*P. abies*); S 0%; K 60% (*Prenanthes purpurea* L., *Aquilegia vulgaris* L., *Ranunculus* sp., *Viola* sp., *Solidago virgaurea* L., *Hieracium* sp., *Melica nutans* L., *Vulpia* sp., *Carex caryophyllea* Latour., *Carex humilis* Leysser, *Galium boreale* L., *Cirsium* sp.); M 0%.

Fläche 8 befindet sich in einer jüngst forstlich stark aufgelichteten (etliche Baumstümpfe), ehemaligen Waldweide (Bos-cha Grischa). Die ausgewählte Fläche selbst zeigt jedoch keine Spuren von Holzeinschlag. Spuren alter Terrassen zeugen von früheren, erfolglosen Versuchen, auch diesen Standort für Ackerbau oder Weidewirtschaft umzugestalten. Eine Krautschicht umgibt die Fichtengruppe. Die überwiegend vollholzigen Fichten sind zwischen 1876 und 1905 entstanden (vgl. Abb. 2). Der älteste Baum ist 1600 cm hoch, der jüngste 200 cm. Die maximale Baumhöhe liegt bei 2500 cm.

### Diskussion

Rekonstruktionen der Vegetationsentwicklung auf aufgelassenen Standorten basieren meistens auf direkten Beobachtungen (Schönenberger und Wasem 1997, Schönenberger et al. 1999, Schumacher 1997). Oft zieht sich ein solches Monitoring unter hohem Arbeitsaufwand über Jahrzehnte hin. Mit der Dendrochronologie steht ein wesentlich bequemeres Mittel für die Rekonstruktion der Landschaftsentwicklung zur Verfügung (Faliński 1986). Die Flächenentwicklungen können anhand der Jähringe mit hoher zeitlicher Präzision rekonstruiert und in synoptischen Diagrammen veranschaulicht werden. Wenn Langzeitbeobachtungen fehlen, sind dendrochronologische Untersuchungen sogar die einzige Möglichkeit, den Zeitpunkt, das Tempo und die Bestandesstruktur während verschiedener Entwicklungsstufen zu rekonstruieren (Iseli und Schweingruber 1990). Luftbildaufnahmen und terrestrische Photographien können dendrochronologische Analysen von Standortentwicklungen ergänzen, aber nicht ersetzen, weil solche Aufnahmen in der Regel nur in unregelmässigen zeitlichen Abschnitten angefertigt wurden und sich Objekte erst ab einer gewissen Mindestgröße auf den Aufnahmen zu erkennen geben. Ausserdem leisten Luftbilder und terrestrische Photographien allein keinen grossen Beitrag, um Bestandesdynamik und Witterungsbedingungen zu rekonstruieren. Diese erschliessen sich aber aus der Varia-

tion in Zeitreihen von Jahrringbreiten und Jahrringdichten (Schweingruber 1983, Fritts 1976).

Dendrochronologische Untersuchungen könnten unter Umständen ein ungenaues Bild von der Verwaldung vermitteln: Frühe Besiedlungsversuche durch Gehölze auf Landschaftsbrachen und Wüstungen mögen wegen ungünstiger Standortbedingungen, starkem Verbiss usw. fehlgeschlagen sein. Im vorliegenden Fall ist die Entwicklung der Flächen allerdings durch Luftbilder und Photographien dokumentiert. Der Zeitpunkt des Auflassens und das Ende der Mahd kann an diesen Aufnahmen auf 5 bis 10 Jahre genau eingegrenzt werden (z.B. Flächen 1, 2). Die ältesten, heute lebenden Gehölze auf diesen Flächen sind laut Jahrringanalyse tatsächlich nur wenige Jahre (etwa 5–10) nach dem Datum der Flächenaufgabe gekeimt. Anhand der Jahrringe kann das Einsetzen der natürlichen Regeneration auf diesen Flächen also mit hoher Präzision abgeleitet werden (z.B. Fläche 1: Aufgabe des unteren Terrassenhangs Anfang 1970, sporadische Pflege auf der ebenen Terrasse und dem oberen Terrassenhang seit etwa 1940; Fläche 2: nachlässige Pflege seit Anfang der 1950er Jahre).

## 1. Der Einfluss von Mensch und Tieren auf die Verwaldung

Der Mensch verhinderte die Wiederbewaldung im Untersuchungsraum früher vollständig oder teilweise durch die regelmässige, intensive manuelle ‚Pflege‘ der Flächen. Auf den Flächen 1, 4 und 5 stocken lange Zeit nur wenige Individuen. Die Anzahl neuer Gehölze steigt erst viel später sprunghaft an, vor allem zwischen 1960 und 1980 (siehe unten). Einzelindividuen und kleinere Parzellen wurden von der Mahd ausgespart (Luftbilder, Berichte der einheimischen Bevölkerung). Dabei spielten möglicherweise ästhetische oder praktische Gesichtspunkte eine Rolle. Einzelbäume fungierten vielleicht als Schattenspender während der Mittagshitze (Flächen 1 und 5). Sträucher säumten Wegeinmündungen (Fläche 4, N-Hang). Die ältesten Bäume auf solchen Flächen zeigen ausnahmslos abholzige Schaftformen; ein weiterer Hinweis darauf, dass es sich ehemals um Einzelbäume handelte. Solche Erstbesiedlungen haben zu sehr unterschiedlichen Zeiten stattgefunden, meistens bereits im 19. Jahrhundert. Dendrochronologisch ermittelte Daten geben an, wann die Bewaldung spätestens einzettete: Fläche 1 → 1909, Fläche 4 → 1854, Fläche 5 → 1904, Fläche 6 → 1894, Fläche 7 → 1862. Bewaldungsschübe fallen dagegen vorwiegend in die 1960er Jahre (Fläche 1: Terrasse und oberer Terrassenhang; Fläche 2; Fläche 4: Talgrund und S-Hang) und zwischen 1970 und 1980 (Fläche 1: unterer Terrassenhang; Fläche 5). Verschiedene Gründe sind denkbar: Der sozioökonomische Wandel nach Ende des zweiten Weltkriegs könnte zu einer verstärkten Abwanderung der ländlichen Bevölkerung in die Städte geführt haben (Landflucht; Bischof 1984). Die Flächen wurden in der Folge nur noch in unregelmässigen Abständen gepflegt oder sind völlig brach gefallen. Motorbetriebene Mähdrescher verdrängten außerdem zunehmend traditionelle Mahdmethoden, wodurch grössere Steine, erratische Blöcke und Büsche grosszügig von der Mahd verschont blieben.

Menschliche Eingriffe prägen auch die Bestandesdynamik der Flächen 3 und 7. Auf Fläche 3 wurden laut Aussagen des Besitzers Gehölze entfernt, Mist und Dung abgelagert. Ob sich auf einer Fläche zuerst Sträucher ansiedeln oder bereits nach kurzem Verbuschungsstadium Bäume etablieren können, wird u.a. vom Samenangebot abhängig sein. Am landwirtschaftlich nicht nutzbaren Steilhang der Fläche 7 stocken seit mehr als 100 Jahren Wetterfichten und Sträucher. Die Vegetationsgemeinschaft weicht

dort ausserdem von anderen untersuchten Standorten ab. Es ist bekannt, dass vor allem dorfnahe gelegene Terrassen noch bis vor wenigen Jahrzehnten land- und weidewirtschaftlich genutzt wurden (Raba 1996). Das trifft wahrscheinlich auch auf die nahe gelegene Wiese oberhalb des Steilhangs zu; anthropogener Fremdsameneintrag in Richtung Steilhang wäre denkbar.

Auch Tiere steuern den Wiederbewaldungsprozess. Hier seien vor allem Verbiss und Trittverletzungen genannt (obwohl die Bedeutung der Tiere als Vektoren bekannt ist und auch hier relevant sein dürfte). Verbiss betrifft im Untersuchungsgebiet insbesondere ungeschützt aufwachsende Keimlinge (z.B. Fläche 5). Das hat den Verwaltungsprozess aber nicht gestoppt. Verbiss muss nicht zwingend zum Tod der Bäume führen. Auf das Höhenwachstum von Lärche und Laubhölzern wirkt sich Verbiss angeblich sogar positiv aus (Krüsi et al. 1998). Es ist ausserdem wenig wahrscheinlich, dass durch systematischen Verbiss das Ankommen von Bäumen grossregional vollständig unterdrückt werden kann (vgl. Ellenberg 1996: 153; aber z.B. Geiser 1992, Ott et al. 1991).

Trotz enormer Zunahme der Hirschpopulation im Schweizer Nationalpark ist das Vordringen des Waldes nicht verhindert worden. Die Zahl an Jungbäumen hat sich möglicherweise gerade wegen der Zunahme an Huftieren deutlich erhöht (Krüsi et al. 1998; Dunwiddie 1977). Ist nämlich bereits ein dichter Grasfilz ausgebildet (Fläche 1), muss zunächst ein Bodenaufriß verursacht werden, damit Keimstellen entstehen, z.B. durch Trittverletzungen des Bodens (Krüsi et al. 1998) oder durch die Rotorblätter motorbetriebener Mähdrescher. Mit wachsender Wilddichte steigen andererseits Verbissrate und Trittverletzungen so stark an, dass die Überlebenschancen junger Pflanzen zum Teil minimiert werden und sich der Ansamungszeitraum erhöhen kann (Rigling und Schweingruber 1997). Einen Hinweis auf verzögerte Ansamungszeiträume liefert Fläche 8, auf der zur Zeit der Probenentnahme im Mai 1998 kaum Jungwuchs beobachtet wurde. Verbiss mag den Zeitraum der Verwaldung hinauszögern; verhindern konnten Tiere die natürliche Regeneration im Untersuchungsgebiet jedenfalls nicht, sonst gäbe es die jungen Bestände heute nicht.

## 2. Der Einfluss sonstiger Faktoren auf die Verwaldung

*Samentransport.* Die artliche Zusammensetzung neu entstehender Waldstücke wird meistens durch die in der Nähe wachsenden Waldgesellschaften und die vorherrschende Windrichtung geprägt. Der Transport der Samen von Fichte, Föhre und Lärche erfolgt in der Regel durch den Wind. Der hohe Lärchenanteil auf Fläche 5 dürfte u.a. mit den wenigen 100m nördlich befindlichen Lärchen-Weidwäldern zusammenhängen. Genauso dürfte die unmittelbare Nähe zu Fichtenbeständen die artliche Zusammensetzung der Fläche 6 bestimmt haben.

*Standortbedingungen und Fruktifikationserfolg.* Der Fruktifikationserfolg von Gehölzen hängt von Standortbedingungen ab (Kenk et al. 1991). Ein dichter Reitgrasfilz kann ein Ansamen von Lärchen auf Fläche 6 vereitelt haben. Das Ankommen von Lärchen setzt nämlich ‚nackten‘ Boden voraus. Als Lichtbaumarten sind Föhre und Lärche auf südexponierte, sonnige Lagen angewiesen. Fichte (Fläche 3: Schattenwurf der Altbestände) und Vogelbeere (Fläche 4) beispielsweise ertragen Schatten dagegen eher. Föhren besiedeln auch trockene Standorte (Fläche 1), während Lärchen feuchte Böden bevorzugen (Fläche 5).

*Bedeutung der Sträucher bei der Verwaldung.* In vielen Fällen sind die Pionieransiedlungen schon vor langem von später aufwachsenden Gehölzen verdrängt oder zurückgedrängt worden. Zu solchen Pionieransiedlungen auf vernachlässigten oder vollständig aufgelassenen Flächen gehört z.B. Wacholder (Flächen 1 und 4). Obwohl die dendrochronologisch untersuchten Alter des Wacholders und anderer Sträucher meistens unterschätzt wurden und ein jüngeres Alter als die darin aufgewachsenen Bäume anzeigen, lassen Vergleichsstandorte den Schluß zu, daß Sträucher zu den Erstbesiedlern gehören. Zahlreiche andere Studien zur Wiederbewaldung aufgelassener agro-pastoraler Standorte nennen ebenfalls Sträucher, insbesondere Wacholder-dominierte frühe Sukzessionsstufen (Rousset und Lepart 2000, Ruecker et al. 1998). *Juniperus communis*- und *J. sabina*-Sträucher keimen meistens direkt neben Felsen oder Steinen (z.B. Fläche 1, Abb. 4). Vögel scheiden die Samen mit ihrem Kot aus, wahrscheinlich bevorzugt in der Nähe solcher Landschaftserhebungen. Unter dem sich ausdehenden *Juniperus*-Teppich wird der meist dichte Grasfilz ausgelichtet; es entstehen Ansamungsmöglichkeiten für Nadelhölzer (Faliński 1986). *Juniperus*-Teppiche bieten den jungen Bäumen einen gewissen Schutz vor Verbiss und Trockenheit (Rousset und Lepart 2000). Wacholder wird von Wild nur dann gefressen, wenn alternative Nahrungsquellen bereits erschöpft sind (Miller et al. 1998). Unter den hochwachsenden Bäumen setzt sich die sukzessive Auslichtung der Wacholderbüschte und des Grasfilzes fort. Der tatsächliche Beginn der natürlichen Regeneration und somit der Zeitpunkt des Auflasens der Flächen lässt sich dann kaum dendrochronologisch bestimmen. Auf Luftbildern sind die frühen Strauchstadien mangels ausreichender Größe nicht erkennbar.

In seiner pflanzensoziologischen Studie zeigt Bischof (1984) auf, wie unterschiedlich sich Wüstungen entwickeln. Er kommt zu dem Schluss, dass „nicht jede Sukzessionslinie zum Wald führt“ (ibid.: 90). Manche Strauchvergesellschaftungen würden demnach das Aufkommen von z.B. Fichten „stark hemmen“. Auch in der hier untersuchten unterengadinischen Terrassenlandschaft gedeihen auf manchen Standorten schon seit langem ausnahmslos Sträucher (z.B. Flächen 3, 4, 7?). Trotzdem konnte auf den untersuchten Flächen keine Strauchvegetation ein Ankommen von Nadelgehölzen unterbinden. Aller Wahrscheinlichkeit nach setzt sich der Wald letztlich durch (siehe Fläche 8), unabhängig davon ob und welche Sträucher auf den Standorten stocken oder nicht. Eine Strauchbedeckung kann wohl allenfalls die Bewaldungsgeschwindigkeit beeinflussen (z.B. Flächen 3, 4 und 7 mit 1). Es ist unklar, wieviel Jahre nach Aufkommen von Sträuchern sich Föhren oder Fichten ansiedeln. Das Alter von Sträuchern lässt sich nur schwer exakt bestimmen; denn das tatsächliche Alter dürfte in den meisten Fällen deutlich über dem an ober- oder unterirdischen Trieben bestimmten dendrochronologischen Alter liegen. Als grobe Schätzung für die Bewaldungsgeschwindigkeit sei hier ein Zeitraum von 10 bis 20 Jahren angegeben. Ähnliche Zeiträume gibt Faliński (1986) in seinen Wiederbewaldungsstudien im Białowieża Nationalpark an.

*Verwaldung um Einzelbäume.* Die Bewaldung einer Fläche kann aber in selteneren Fällen auch von einzelnen Bäumen ausgehen, die nicht im Schutze von Sträuchern (Flächen 1, 3) oder Steinen (Flächen 1, 4) gedeihen, sondern auf freier Fläche. Nach einem plötzlichen Ende der Bewirtschaftung bieten die lediglich mit lichtem Gras bewachsenen Standorte ideale Ansamungsplätze (z.B. Fläche 5). Allerdings ist die Mortalitätsrate von Pionierbäumen auf freiem Feld sehr hoch. Zum einen breitet sich Reitgras auf vielen aufgelassenen Flächen schnell aus und ist ein starker Konkurrent für die jungen Bäume: Diese werden nicht mehr ausreichend mit Wasser und Nährstoffen versorgt (Elliot und White 1987, Carrer und Zangrand 1994).

### 3. Verwaldungsdynamik

In der sigmoidalen Gestalt der Verwaldungskurven widerspiegelt sich die Bestandesentwicklung nach erfolgreicher Ansamung: Zunächst finden Pionieransiedlungen statt (Fläche 5), von denen aber nur wenige Bäume überleben und allmählich über die Verbisskante hinauswachsen. Sukzessive werden dabei das Wacholdergebüsch (z.B. Fläche 1) oder andere Sträucher und angrenzende Grasflächen ausgelichtet und neue Ansamungsplätze geschaffen (z.B. Fläche 3). Um diese Nukleationspunkte herum samten rasch weitere Bäume an (z.B. Fläche 5). Die Verwaldungskurven versteilen sich deshalb. Die Waldflecken vergößern sich (z.B. Flächen 1, 2, 5) und verschmelzen schliesslich miteinander zu einem geschlossenen Verband (z.B. Fläche 4). Gleichzeitig vermindern sich die Zahl potentieller Besiedlungsplätze und die Steigung der Verwaldungskurve. Das Tempo der Verwaldung von komplett aufgelassenen Standorten (z.B. Flächen 1, 2, 3, 4) kann derzeit noch nicht bestimmt werden. Ausser der Bos-cha Grischa (Fläche 8) ist heute keine Fläche vollständig verwaldet. Jedoch ist nicht bekannt, wann Fläche 8 zuletzt baumfrei war.

### 4. Verwaldungs-Szenario

Das Gebiet um Ramosch (Tschanüff) stellt sich heute als landschaftsökologisch abwechslungsreiches Mosaik dar, bestehend aus baumfreien Wiesen, in Verwaldung oder Verbuschung begriffenen Terrassen und vollständig bewaldeten Flächen. Wie könnte die künftige landschaftsökologische Entwicklung in der betrachteten Region aussehen? Die Verwaldung wird nichts aufhalten können, ausser der Mensch greift (wieder) in die Landschaftsentwicklung ein. Mit schwankenden Wild- und Viehdichten verändert sich möglicherweise das Tempo der natürlichen Regeneration. Aber selbst ohne Wild- und Viehbestände würde der Wiederbewaldung nichts mehr im Wege stehen; neue Ansamungsplätze entstehen unter hochwachsenden Bäumen durch kontinuierliche Auslichtung der überschatteten Strauchvergesellschaftungen und des Reitgrasfilzes. Ohne Zutun des Menschen dürften Pionierbaumarten wie die Föhre sicherlich vorwiegend auf Regenerationsflächen und Extremstandorten aspektbestimmend sein. Mit steigendem Flächenanteil geschlossener Bestände wird die Fichte zur häufigsten Baumart werden, während Lärche und Föhre zahlenmäßig kontinuierlich weiter in den Hintergrund treten. Die unterschiedlichen Durchmesser- und Höhenwachstumsraten bei Fichte, Föhre und Lärche liefern Hinweise auf die unterschiedliche Funktion im Laufe der Bestandesdynamik. Die Fichte wächst viel langsamer als Föhre und Lärche und erreicht ein viel höheres Alter. Die Fichte kann lange Zeit unterdrückt im Unterwuchs überleben und bei günstigen Bedingungen schnell ins Kronendach aufwachsen (Flächen 6, 8). Lärchen hingegen werden bei unzureichenden Lichtverhältnissen vom Standort verdrängt (Fläche 2).

Schliesslich entwickelt sich ein hoch dynamisches Stadium, in dem dichte Fichtenbestände immer wieder aufgerissen werden, wenn alte oder kranke Bäume ausfallen oder Feuer Bestände flächenhaft vernichtet (Bischof 1981). So können kleine Wiesenbereiche entstehen, auf denen sich jedoch wieder Sträucher ansiedeln, die schliesslich von heranwachsenden Bäumen wieder verdrängt werden. Die Bos-cha Grischa, zu der auch Fläche 8 gehört, mag als Beispiel eines solchen Stadiums fungieren. Dieser Standort war schon dicht mit Fichten und sehr wenigen Föhren bestockt als auf den übrigen Flächen Bäume noch weitgehend fehlten. Das gilt offenbar auch für die weiter

zurückliegende Vergangenheit. Der Flurname Bos-cha deutet auf den früheren Zustand des Geländes hin: ein „Kollektiv [...] von Einzelbäumen“, also einen Wald (Bischoff 1981). Aufgelichtete Abschnitte und Baumlöcken sind heute allerdings eher Ursache der forstlichen Aktivität und werden durch nachwachsende, meistens verzweigte Individuen im Untergrund schnell geschlossen. Offene Parklandschaften, wie Geiser (1992) sie annimmt, werden mit Sicherheit nur lokal begrenztes Ausmass erreichen und nur dann entstehen, wenn Herden domestizierter Huftiere systematisch und kontinuierlich durch Waldweiden getrieben werden. Wie in der Vergangenheit haben die weiträumigen gehölzarmen oder -freien Florenassoziationen ohne Zutun des Menschen jedenfalls keinen dauerhaften Bestand (Zoller und Bischof 1980).

## Zusammenfassung

Seit Ende des Zweiten Weltkriegs beschleunigt sich die Verwaldung der Schweizer Alpen. Mit dendrochronologischen Methoden werden die Ursachen, Mechanismen und das Tempo der Wiederbewaldung eines inneralpinen Trockentals im Kanton Graubünden rekonstruiert. Am Beginn der natürlichen Regeneration von Landschaftsbrachen und Wüstungen an den Südhängen des Inn-Tals (submontane Stufe) steht meistens die Besiedlung geschützter Bereiche neben anstehendem Gestein und Felsen durch *Juniperus*. In diesen Wacholder-Teppichen wachsen vor allem Föhren auf. Lärchen besiedeln dagegen offene Wiesen. Aufwachsende Pionierbäume lichten den dichten Grasfilz und Sträucher aus und schaffen so neue Ansammlungsplätze für weitere Bäume. Mit dem Zusammenwachsen fleckenhaft verteilter Baumgruppen zu grösseren Waldstücken verdrängt die Fichte oft Föhren und Lärchen. Vieh und Wild konnten die natürliche Verwaldung nicht unterbinden. Bewaldungsschübe zwischen 1960 und 1980 stehen in engem Zusammenhang mit dem sozioökonomischen Wandel, der Landflucht und Aufgabe der Grenzertragsflächen, aber auch mit veränderten Methoden der Landschaftspflege.

Für zahlreiche Diskussionen danken wir herzlich Angelika Raba-Abderhalden, N. Bischof, Fabian Meyer, Andreas Rigling, Padruot Nogler, Theodor Forster, Dave Dettman und Silke Hoffmann. Zwei anonyme Leser nahmen dankenswerterweise die kritische Durchsicht des Manuskripts vor. Allen gilt unser herzlicher Dank. Klimadaten (Station Scuol, ca. 3 km westlich Ramosch) stellte freundlicherweise die SMA-MeteoSchweiz (<http://www.sma.ch>) zur Verfügung. Die Arbeit wurde mit Unterstützung eines Stipendiums (für B.R.S. an der Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, CH) im Rahmen eines gemeinsamen Hochschulsonderprogramms III von Bund und Ländern über den Deutschen Akademischen Austauschdienst ermöglicht.

## Literatur

- Bischof N. 1981. Romanische Flurnamen und Vegetationskollektive im Unterengadin. Bündnerwald 34: 513–522.
- Bischof N. 1984. Pflanzensoziologische Untersuchungen von Sukzessionen aus gemähten Magerrasen in der subalpinen Stufe. Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz 60: 1–128.
- Camaret S., Guerin B. and Leclerc D. 1998. Impact of nutcracker (*Nucifraga caryocatactes* L.) on the spatial distribution on Swiss Stone Pine (*Pinus cembra* L.) regeneration. Bull. Soc. Zool. France 123: 383–392.
- Carrer M. e Zangrand E. 1994. Influenza die aleuni fattori pedologici e climatici sulla distribuzione e sviluppo della rinnovazione die *Picea abies* (L.) Karst. in pascola montani abbandonati. Monti boschi 5: 48–54.

- Dunwiddie P.W. 1977. Recent tree invasion of subalpine meadows in the Wind River Mountains, Wyoming. *Arctic Alpine Res.* 9: 393–399.
- Ellenberg H. 1996. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht.* 5. Aufl. Stuttgart-Hohenheim, Ulmer: 1–1095.
- Elliot K.J. and White A.S. 1987. Competitive effects of various grasses and forbs on ponderosa pine seedlings. *For. sci.* 33: 356–366.
- Faliński J.B. 1986. *Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests.* Dordrecht, Kluwer (Geobotany 8): 1–537.
- Fritts H.C. 1976. Tree rings and climate. London-New York-San Francisco, Academic Press 1–567.
- Geiser R. 1992. Auch ohne Homo sapiens wäre Mitteleuropa von Natur aus eine halbaufe Weidelandschaft. *Laufener Seminarbeitr.* 2/92: 22–34.
- Iseli M. und Schweingruber F.H. 1990. Baumalter als Ausdruck der Bestandesdynamik in Brachlandflächen. *Schweiz. Z. Forstwes.* 141: 581–593.
- Kenk G., Menges U. und Bürger R. 1991. Natürliche Wiederbewaldung von Sturmwurfflächen? *AFZ* 46: 96–100.
- Krüsi B.O., Schütz M., Bigler C., Grämiger H. und Achermann G. 1998. Wiederbewaldung der Weiden nicht gestoppt durch Rothirsche. In: Cornelius R. (Hrsg.): *Extensive Haltung robuster Haustierrassen, Wildtiermanagement, Multi-Spezies-Projekte. Neue Wege in Naturschutz und Landschaftspflege. Ergebnisse eines Workshops am Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Berlin, 25./26.3.1998.* <http://www.wsl.ch/land/deer/B2Artikel/Berlin2.html>
- Miller E.A. and Halpern C.B. 1998. Effects of environment and grazing disturbance on tree establishment in meadows of the central Cascade Range, Oregon, USA. *J. Veg. Sci.* 9: 265–282.
- Miller G.R., Cummings R.P. and Hester A.J. 1998. Red deer and woodland regeneration in the Cairngorms. *Scottish Forestry* 52: 14–20.
- Ott E., Lüscher F., Frehner M. und Brang P. 1991. Verjüngungsökologische Besonderheiten im Gebirgsdichtenwald im Vergleich zur Bergwaldstufe. *Schweiz. Z. Forstwes.* 142: 879–904.
- Raba A. 1996. Historische und landschaftsökologische Aspekte einer inneralpinen Terrassenlandschaft am Beispiel von Ramosch. Unveröff. Diss. Univ. Freiburg i.B.: 163 S.
- Rigling A. und Schweingruber F.H. 1997. Entwicklung waldföhrenreicher Wälder im Gebiet Brienzer-Wiesen (GR). *Schweiz. Z. Forstwes.* 148: 173–196.
- Rousset O. and Lepart J. 2000. Positive and negative interactions at different life stages of a colonizing species (*Quercus humilis*). *J. Ecol.* 88: 401–412.
- Ruecker G., Schad P., Accubilla M.M. and Ferrer C. 1998. Natural regeneration of degraded soils and site changes on abandoned agricultural terraces in Mediterranean Spain. *Land degradation and development* 9: 179–188.
- Schönenberger W. und Wasem U. 1997. Wiederbewaldung einer Waldbrandfläche in der subalpinen Stufe bei Müstair. *Schweiz. Z. Forstwes.* 148: 405–424.
- Schönenberger W., Wasem U., Fischer A. und Mossmer R. 1999. Der Beginn der Wiederbewaldung von Sturmwurfflächen im Gebirge: ein Zwischenbericht. *Forstl. Forsch.-ber.* München 176: 102–110.
- Schumacher A. 1997. Die Vegetationsentwicklungen auf dem Bergrutsch am Hirschkopf (Baden-Württemberg) – Sukzession auf Kalkschutt- und Mergelrohböden. *Forstwiss. Cbl.* 116: 232–242.
- Schweingruber F.H. 1978. *Mikroskopische Holzanatomie.* Teufen, Flück-Wirth: 1–226.
- Schweingruber F.H. 1983. *Der Jahrring: Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie.* Bern, Haupt: 234 S.
- Zoller H. und Bischof N. 1980. Stufen der Kulturintensität und ihr Einfluß auf Artenzahl und Artengefüge der Vegetation. *Phytocoenologia* 7: 35–51.