

Brang, P.; Filli, F.; Bugmann, H.; Heiri, C. 2011. Der Nationalpark - das Reich der Bergföhre. In: Brang, P.; Heiri, C.; Bugmann, H. (Red.). Waldreservate. 50 Jahre natürliche Waldentwicklung in der Schweiz. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL; Zürich, ETH Zürich. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 220-231.



6.12

Der Nationalpark – das Reich der Bergföhre

Peter Brang, Flurin Filli, Harald Bugmann
und Caroline Heiri

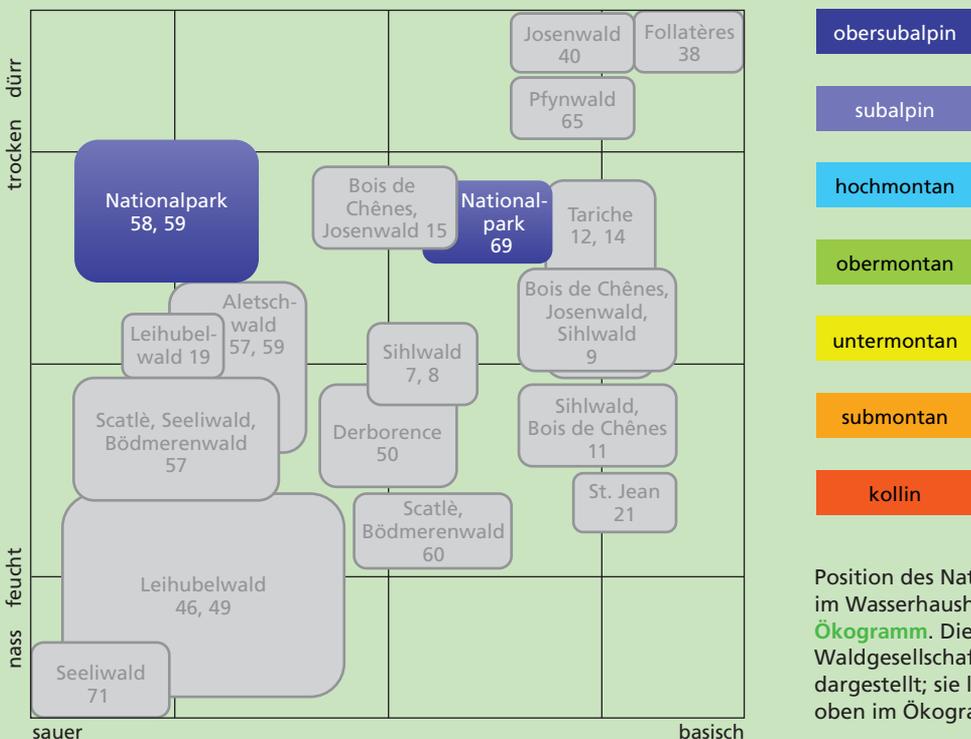
Im ersten und bisher einzigen schweizerischen Nationalpark, im Ofenpassgebiet zwischen dem Engadin und dem Val Müstair gelegen, ist der Wald ein wichtiges Landschaftselement. Wälder bedecken heute 31 % der Parkfläche, wobei Bergföhren in ihnen am häufigsten sind. Wer durch diese Wälder wandert, erlebt Wildnis: Tote Bäume sind sehr zahlreich und liegen einem Mikado gleich kreuz und quer am Boden. Wer würde ahnen, dass in vielen Wäldern im Nationalpark noch bis etwa 1850 intensiv Holz geschlagen wurde?

Steckbrief Nationalpark

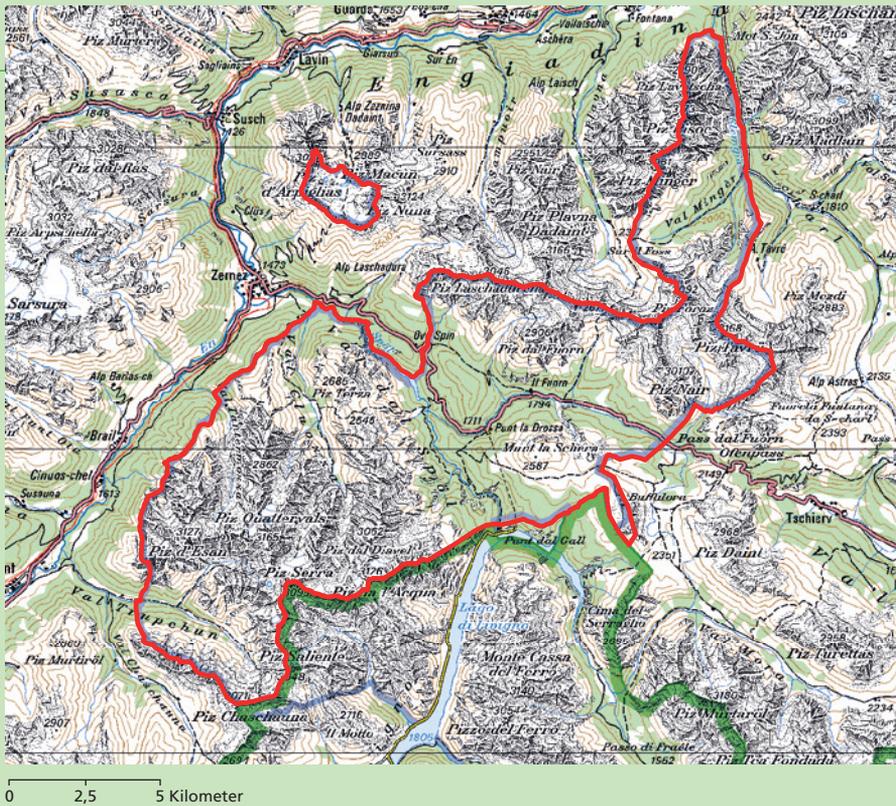
Der Nationalpark liegt im östlichsten Zipfel der Schweiz in der wilden Berglandschaft des Ofenpassgebietes. Er ist mit vielen Wanderwegen gut erschlossen; es fällt schwer, einen davon besonders zu empfehlen. Entlang der Ofenpassstrasse kann man die typischen Bergföhrenwälder (Abb. 6.12.1) erkunden; auf einer Wanderung über den Munt la Schera begegnet man den meisten hier beschriebenen Waldtypen. Im Nationalpark darf man – im Unterschied zu den meisten anderen Naturwaldreservaten – die Wege nicht verlassen.

Das Klima im Nationalpark ist **kontinental** geprägt, mit geringer Niederschlagsmenge, geringer Bewölkung, langer Sonnenscheindauer und ausgesprochenen jahreszeitlichen Temperaturextremen [1]. Bei der Station Buffalora auf 1970 m ü.M., die gerade ausserhalb des Nationalparkes liegt, beträgt das Jahresmittel der Temperatur 0,2°C, die Jahressumme des Niederschlags rund 925 mm [2].

Als Gesteinsunterlage dominiert im Nationalpark Dolomit, stellenweise tritt auch Verrucano auf. Die Hänge sind teilweise mit Moränen- und Bergsturzmaterial überlagert. Auffällig sind auch einige grosse Schwemmfächer in den Talböden.



Position des Nationalparks im Wasserhaushalt-Basengehalt-Ökogramm. Die im Text erwähnte Waldgesellschaft EK 67 ist nicht dargestellt; sie liegt ganz rechts oben im Ökogramm.



Kanton
Graubünden **6.12**

Gemeinden
Zernez, S-chanf, Lavin,
Scuol, Val Müstair

Landeskarten 1:25 000
1218 Zernez
1219 S-charl
1199 Scuol
1238 Piz Quattervals
1239 Sta. Maria

Koordinaten
812.000/172.000

Reservatsfläche
17031 ha

Waldfläche
5349 ha [3]

Meereshöhe
1400 bis 3174 m



Abb. 6.12.1. Bergföhren beherrschen die Landschaft im Nationalpark. Abstieg von der Alp la Schera nach Il Fuorn, im Hintergrund der Piz dal Fuorn.

Waldgesellschaft

Im Nationalpark dominieren Nadelwaldgesellschaften: der Schneeheide-Bergföhrenwald (*Eri-co-Pinetum montanae*, EK 67), der Steinrosen-Bergföhrenwald (*Rhododendro hirsuti-Pinetum montanae*, EK 69) und der Lärchen-Arvenwald (*Larici-Pinetum cembrae*, EK 59) [4]. Kleinere Flächen werden vom Lärchen-Fichtenwald (*Larici-Piceetum*, EK 58) und vom Erdseggen-Engadinerföhrenwald (*Carici humilis-Pinetum engadinensis*, ähnlich EK 65) eingenommen. All diese **Waldgesellschaften** sind durch mindestens zwei **Kernflächen** in der Reservatsforschung vertreten, mit einem Schwergewicht bei den Bergföhrenwäldern. Keine Kernflächen gibt es in den gebüschförmigen Legföhrenwäldern, die rund einen Drittel der Waldfläche im Nationalpark ausmachen.

Waldgeschichte

Arven, Lärchen, Wald- und Bergföhren und später auch Fichten wanderten bald nach der letzten Eiszeit ins Engadin ein, teils von Westen über den Malojapass, teils von Osten über den Reschenpass [5]. Dabei verdrängte zunächst die Fichte die Arve, während später menschliche Aktivitäten die Lärche begünstigten. Im Nationalparkgebiet dürfte über Jahrtausende die Bergföhre verbreitet gewesen sein; sie konnte nach den regelmässigen Feuern die Brandflächen rasch wieder besiedeln. Wie Analysen von Baumpollen und Kohlenfragmenten in den Böden zeigen, wechselte sie sich mit der Fichte ab, die heute nur eine untergeordnete Rolle spielt [3].

Während der letzten Jahrhunderte wurden die Wälder im Nationalpark intensiv genutzt. In den Jahren 1835 bis 1847 gab die Gemeinde Zernez 1700 ha Wald zum **Kahlschlag** frei. Ausgedehnte Wälder im Spöltal wurden damals kahlgeschlagen, viele davon bereits zum zweiten Mal; ausgespart wurden nur wenige Wald-**Bestände** zum Unterhalt von Brücken und für die Alpwirtschaft [6]. Hauptgrund für diese intensive Nutzung war der grosse Holzbedarf der Eisenbergwerke bei Buffalora und der Saline im tirolischen Hall.

Bis zur Gründung des Nationalparks im Jahr 1914 wurde der Wald weiter genutzt, vor allem entlang der Ofenpassstrasse. Letzte Durchforstungen wurden noch 1931 bei Champlönch durchge-

führt [6]. Zur Holznutzung kam die Beweidung. Seit etwa 1931 konnte sich der Wald überall im heutigen Nationalpark ohne direkten Einfluss des Menschen entwickeln. Ausnahmen machen lediglich die Anlagen des Spöl-Kraftwerks und ein schmales Band auf beiden Seiten der Ofenpassstrasse, wo wegen der Verkehrssicherheit manchmal geholt wird.

Zur Finanzierung des Nationalparks wurde im Jahr 1909 der Schweizerische Bund für Naturschutz (heute Pro Natura) gegründet. Die Wälder im Nationalpark gehören nach wie vor den ursprünglichen Besitzern, nämlich den umliegenden Gemeinden. Ihr Schutz ist durch langjährige Pachtverträge mit dem Bund sichergestellt.

Waldstruktur

Die Wälder im Nationalpark nehmen 5349 ha oder 31 % der Parkfläche ein [3]. Auf weiteren 6 % der Parkfläche sind Bäume mit einem Deckungsgrad von unter 30 % vorhanden, meist in der Übergangszone zwischen Wald- und Baumgrenze. Flächenmässig dominiert im Nationalpark mit 44 % der Waldfläche reiner Bergföhrenwald (Titelbild Kap 6.12), der oft eintönig wirkt. Bei der Inventur von 25 Kernflächen in den Jahren 1992 bis 1994 waren von den insgesamt 25057 lebenden Bäumen 73 % Bergföhren, 12 % Lärchen, 8 % Arven, 5 % Fichten und 1 % Waldföhren. Eine Lebensraumkartierung aufgrund von Luftbildern ergab ähnliche Baumartenanteile: Bergföhre (allerdings inkl. Legföhre) 73 %, Lärche 16 %, Arve 5 %, Fichte 3 % und Waldföhre 2 % [3].

Die Bergföhren recken sich meist nur 10 oder 15 m in die Höhe, mit dünnen Stämmen und lichten Kronen (Abb. 6.12.2). Viele Bergföhren sind tot, ein Teil von ihnen liegt am Boden. Doch auf fruchtbaren und gut mit Wasser versorgten **Standorten** können die Bergföhren auch höher als 20 m werden (Tab. 6.12.1). Die Bergföhrenbestände sind oft sehr stammzahlreich, die **Stammzahlen** lagen bei der Inventur von 1992 bis 1994 in den zwölf Kernflächen mit reiner oder fast reiner Bergföhre zwischen 895 und 2466 pro ha. Ihre **Grundflächen** hingegen waren mit Werten zwischen 21,9 und 34,1 m² pro ha eher gering.

Als Beispiele für Bergföhrenbestände ziehen wir zwei Kernflächen auf der Alp la Schera heran (Abb. 6.12.3). Kernfläche 17 liegt auf einem süd-



Abb. 6.12.2. Lichter, schlecht wüchsiger reiner Bergföhrenwald auf kargem Boden in Südwestexposition auf 2050 m ü.M. (Kernfläche 17).

Tab. 6.12.1. Maximale Baumhöhen, **Oberdurchmesser** und maximale BHD nach Baumarten. Messungen der letzten Inventur von 1992 bis 1994 in 25 Kernflächen. Es sind jeweils nur Kernflächen berücksichtigt, auf denen eine Baumart mindestens 25 % der Grundfläche einnimmt.

Baumart	Kleinste und grösste Maximalhöhe [m] pro Kernfläche	Minimaler und maximaler Oberdurchmesser [cm] pro Kernfläche	Maximum des BHD [cm]
Arve	13/25	44,9/56,5	90,2
Bergföhre	11/21	19,8/36,0	59,0
Fichte	20/34	32,3/56,3	79,2
Lärche	19/34	34,4/54,5	83,6

westlich exponierten Trockenstandort nahe der Waldgrenze und ist sehr stammzahlreich, mit sehr kleinen Bäumen (Abb. 6.12.2), wogegen der Wald in Kernfläche 14 unterhalb der Alp la Schera wüchsig ist. Die Bergföhre tritt unter rund 1800 m ü.M. auch in Mischung mit der Waldföhre auf beziehungsweise mit deren Lokalrasse, der so genannten Engadinerföhre (Kernfläche 21, Abb. 6.12.3).

Im Lärchen-Arvenwald und im Fichtenwald sind im Vergleich zum Bergföhrenwald die Stammzahlen mit Werten zwischen 459 und 1071 pro ha

geringer, die Grundflächen mit Werten zwischen 38,9 und 57,7 m² pro ha hingegen deutlich grösser. Die Arven und Lärchen treten dabei teilweise in Mischung mit Fichte auf. In einigen Kernflächen kommen Bergföhren, Arven und Lärchen gemischt vor. Sie liegen bezüglich Stammzahlen und Grundflächen zwischen den Bergföhrenwäldern und den Lärchen-Arvenwäldern. Als Beispiele für einen Lärchen-Arvenbestand und einen Bergföhren-Lärchen-Arvenbestand sind die Kernflächen 24 beziehungsweise 4 dargestellt (Abb. 6.12.3).

Der mittlere BHD der 100 dicksten Bäume pro Baumart und Kernfläche variierte zwischen 20 und 57 cm (Tab. 6.12.1). Das ist angesichts der hohen Baumalter wenig im Vergleich zu Wäldern tieferer Lagen. Der Hauptgrund dafür ist das raue Gebirgsklima, das die Bäume nur langsam wachsen lässt. Am dicksten waren durchschnittlich die Arven, am dünnsten die Bergföhren. Der dickste Baum der Inventur von 1992 bis 1994 war eine Arve mit 90 cm BHD. Die dickste Lärche war 84 cm dick, die dickste Fichte 79 cm, die dickste Bergföhre 59 cm (Tab. 6.12.1).

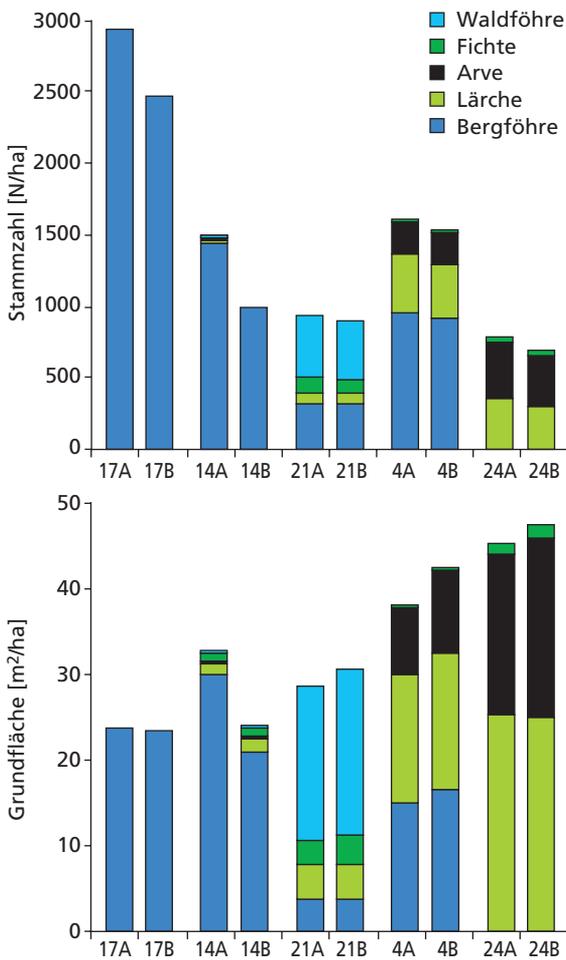


Abb. 6.12.3. Entwicklung von Stammzahl und Grundfläche im Nationalpark von 1978 bis 1993 nach Baumarten. Daten von fünf Kernflächen: 17 (0,47 ha; EK 69), 14 (1,17 ha; EK 69), 21 (0,59 ha; EK 65), 4 (1,47 ha; EK 69) und 24 (1,36 ha; EK 59). A bezeichnet die Erhebung von 1977 bis 1979, B diejenige von 1992 bis 1994.

In den Durchmesserverteilungen der Kernflächen nimmt die Stammzahl mit zunehmendem BHD oft ab. Beispiel dafür ist die stammzahlreiche Kernfläche 4, in der auch erkennbar ist, dass die Bergföhre vor allem bei den dünnen Bäumen einen grossen Anteil hat (Abb. 6.12.4). Es gibt aber auch eingipflige Verteilungen, wie sie für Altersklassenwälder typisch sind, meist verbunden mit gros-

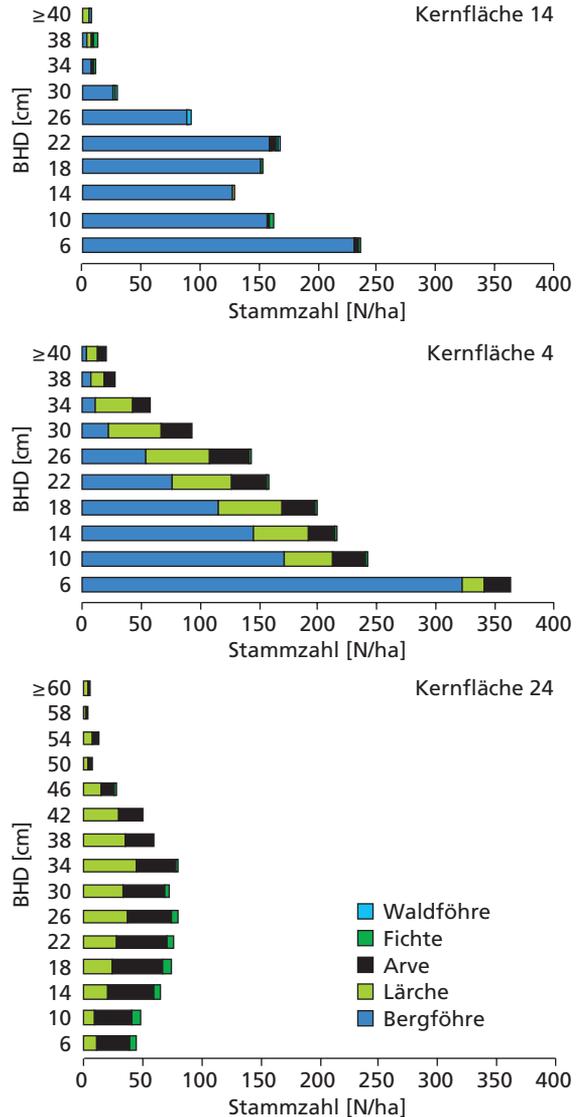


Abb. 6.12.4. Durchmesserverteilung nach Baumarten im Nationalpark bei der Inventur von 1992 bis 1994. Daten aus den Kernflächen 14 (1,17 ha, oben), 4 (1,47 ha, mitte) und 24 (1,36 ha, unten).

ser Grundfläche. Dafür steht als Beispiel Kernfläche 24. Hier ist deutlich zu sehen, wie Lärchen in der **Oberschicht** ab BHD 32 cm dominieren, während Arven und Fichten bei den dünneren Bäumen stärker vertreten sind. Wenige Kernflächen weisen zweigipflige Verteilungen auf, was auf das Überlappen mehrerer Generationen hinweist (Kernfläche 14, Abb. 6.12.4).

Die 25 Kernflächen unterscheiden sich in den Baumhöhen erheblich, was auf Unterschiede in Baumart, Alter des Waldbestandes und Standort zurückzuführen ist. Die maximalen Baumhöhen waren bei den Fichten und Lärchen mit 34 m am grössten, bei den Bergföhren mit 21 m am kleinsten (Tab. 6.12.1). Besonders klein waren die höchsten Bäume auf den süd- bis südwestlich exponierten Kernflächen 16, 17 und 23 mit 11 bis 13 m, besonders hoch hingegen in den westexponierten Kernflächen 14 und 15 mit 18 bis 19 m. Die Waldbestände auf diesen fünf Kernflächen wurden

wahrscheinlich alle zwischen 1835 und 1847 kahl geschlagen [6] und sind daher etwa gleich alt. Deshalb dürften die Unterschiede der Baumhöhen durch Standortsunterschiede bedingt sein – eine Exposition nach Süden bedeutet im trockenen Klima des Nationalparks periodischen Trockenstress, was das Baumwachstum verlangsamt.

Störungen überprägen Spuren der früheren Holznutzung

Die zeitliche Entwicklung der einfachen Waldstruktur-Kennwerte Stammzahl und Grundfläche lässt interessante Muster erkennen (Abb. 6.12.5, vgl. Abb. 6.12.3). Wir nehmen hier die fünf Kernflächen der WSL hinzu, in welchen eine Datenreihe seit 1946 besteht. Kernflächen mit hohem Bergföhrenanteil heben sich deutlich von den anderen Kernflächen ab. In den 16 Kernflächen

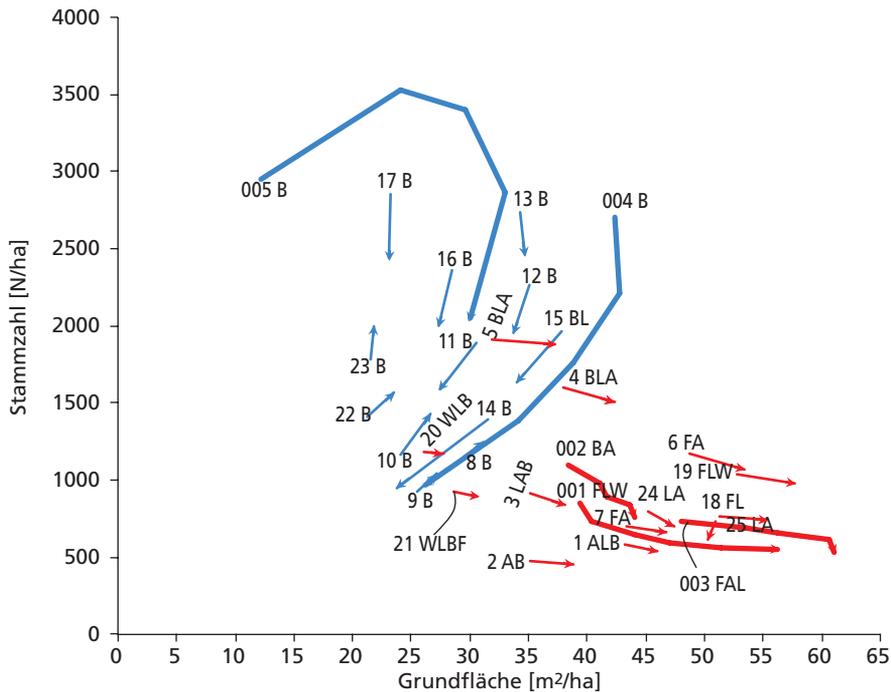


Abb. 6.12.5. Entwicklung von Stammzahl und Grundfläche der lebenden Bäume in 30 Kernflächen (KF) im Nationalpark. Pfeile zeigen die Entwicklungsrichtung, — KF mit Dominanz der Bergföhre, — KF mit Dominanz anderer Baumarten, dicke Linien KF der Ertragskunde der WSL (seit 1946), dünne Linien KF der Reservatsforschung von ETH und WSL (seit 1977), Zahlen = Nummer der KF, A = Arve, B = Bergföhre, F = Fichte, L = Lärche, W = Waldföhre. Die Baumart ist angegeben, wenn sie mindestens 10 % der Grundfläche einnimmt. Inventurjahre bei den KF 001–005 1946, 1963, 1977, 1991, 2003, bei den KF 1–25 1977 bis 1979 und 1992 bis 1994.

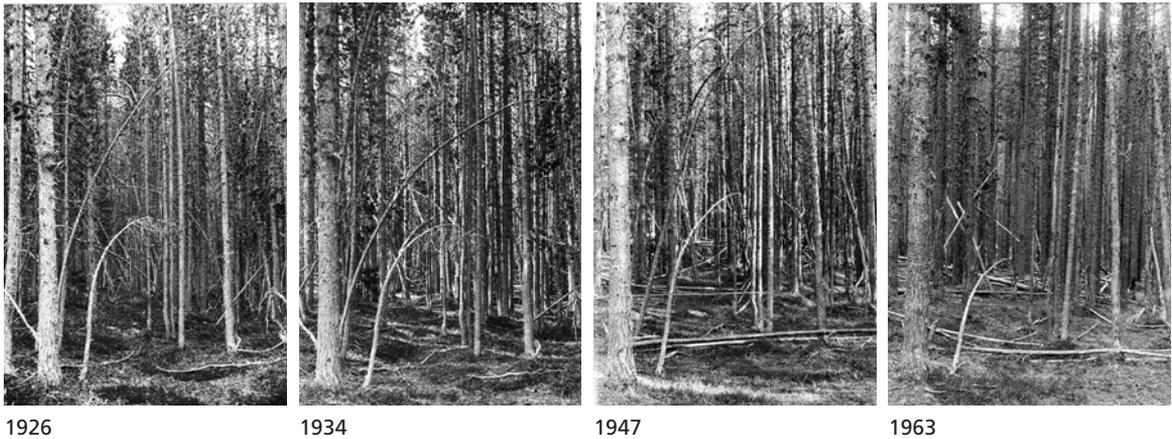


Abb. 6.12.6. Entwicklung der Kernfläche 004 in Stabelchod von 1926 bis 2003. Bis 1987 nimmt die Stammzahl kontinuierlich ab, danach setzen Zerfall und Verjüngung ein.

mit wenigen oder keinen Bergföhren nahm die Stammzahl zwischen der Inventur von 1977 bis 1979 bis zur Folgeinventur von 1992 bis 1994 leicht ab, die Grundfläche hingegen (bei einer Ausnahme) zu. Es starben also wenige Bäume ab, und die Entwicklung war vom Baumwachstum geprägt. Dazu gehören auch die Kernflächen 4 und 5, in denen unter 50 % Bergföhren vorkommen. Bergföhrenreiche Kernflächen dagegen entwickelten sich unterschiedlich: In fünf Kernflächen (KF 8, 9, 10, 22, 23) bei Champlönch nahmen Stammzahl und Grundfläche zu, ausgehend von einer eher tiefen Stammzahl. In neun weiteren Kernflächen mit Bergföhrendominanz (KF 004, 005, 11–17) nahmen hingegen die Stammzahl und meist auch die Grundfläche ab, in der Regel ausgehend von einer hohen Stammzahl. Deutlich sichtbar ist das in einer Fotoserie aus Kernfläche 004 von 1926 bis 2003 (Abb. 6.12.6).

Wie lassen sich diese Unterschiede erklären? Die Stammzahl kann sich verändern, weil Bäume einwachsen und erstmals erfasst werden oder weil sie sterben. In den Kernflächen im Nationalpark spielen sich beide Prozesse gleichzeitig ab. Insgesamt war die **Mortalität** von 1977/1979 bis 1992/1994 etwa doppelt so gross wie der **Einwuchs** [7]. Es gibt dabei aber sehr grosse Unterschiede. In den fünf Bergföhren-Kernflächen mit Stammzahlzunahme übertraf der Einwuchs die Mortalität um das 1,5- bis 3-fache, in den anderen neun Kernflächen übertraf hingegen die Mortalität den Einwuchs um das 2- bis 17-fache.

In den Kernflächen um Champlönch dürfte bis 1931 noch durchforstungsartig Holz genutzt worden sein [6]. Diese Nutzung liegt angesichts des langsamen Baumwachstums im Nationalpark noch nicht lange zurück. Sie könnte erklären, dass in diesen Kernflächen die Stammzahl immer noch zunimmt.

Die übrigen Bergföhren-Kernflächen wuchsen entweder sehr gleichförmig nach Kahlschlägen auf, seien es jene von 1835 bis 1847 oder spätere. Diese Wälder sind dicht, und die Bergföhren erreichen bald ihre natürliche Lebenserwartung von etwa 200 Jahren, wobei sie zunehmend anfällig werden für Borkenkäfer, Schneebruch und pathogene Pilze [8] (Titelbild Kap. 6.12).

Bei den anderen Kernflächen ohne Bergföhrendominanz konnten sich entweder nach den Kahlschlägen auch andere Baumarten einstellen, von denen **Samenbäume** stehen blieben, oder diese Kernflächen wurden im 19. Jahrhundert nicht kahl geschlagen. Dies gilt zum Beispiel für einige Kernflächen im God dal Fuorn, die als Schutzwald und Holzreserve für das Ofenberggut verschont blieben. Diese Wälder sind zum Teil über 200 Jahre alt (Abb. 6.12.7).

Insgesamt wirken zwar in den heutigen Strukturunterschieden und in der Waldentwicklung der letzten Jahrzehnte die Waldgeschichte und insbesondere die Holznutzung noch stark nach. Dennoch prägen natürliche Prozesse und vor allem Störungsereignisse die Walddynamik heute bereits deutlich.

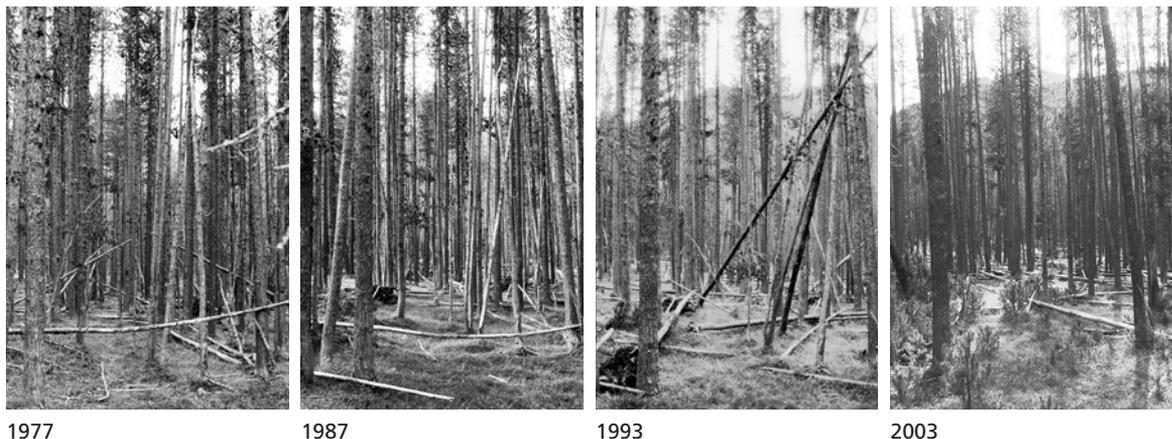


Abb. 6.12.6. Fortsetzung.

Machen die Bergföhren den Arven und Lärchen Platz?

Zwischen der ersten Inventur 1977/1979 und der zweiten 1992/1994 starben in den 25 Kernflächen mit Inventuren 1977 bis 1979 und 1992 bis 1994 insgesamt 4686 Bäume (17%), davon 82 % Berg-

föhren, 12 % Lärchen, 3 % Arven, 2 % Fichten und 0,5 % Waldföhren. Im Vergleich zur Ausgangsstammzahl (s. Beginn des Abschnitts Waldstruktur) starben also überdurchschnittlich viele Bergföhren und unterdurchschnittlich viele Arven, Fichten und Waldföhren. Die absterbenden Bergföhren waren nur wenig dünner als die überlebenden



Abb. 6.12.7. Ein gefallener Lärchenriese auf der Alp La Schera.

(Abb. 6.12.8). Dies heisst, dass nicht nur beschattete, von den Nachbarbäumen überwachsene und deswegen kümmernde Bergföhren abstarben, sondern auch grosse Bäume der Oberschicht. Bei Arven und Lärchen war dies anders: hier starben vor allem unterständige Bäume; Waldföhren und Fichten nehmen eine Zwischenstellung ein.

Der Mortalität steht der Einwuchs gegenüber, dass heisst jene 2318 Bäumchen, die zwischen der ersten und der zweiten Inventur die Erfassungsschwelle von 4 cm BHD überschritten. Davon waren 89 % Bergföhren, 4 % Lärchen, 3 % Arven, 4 % Fichten und 0,5 % Waldföhren. Die Bergföhre ist also auch im Einwuchs sehr stark vertreten; sie hatte in 17 Kernflächen den grössten Anteil, die Fichte immerhin noch in vier, Arve und Lärche hingegen nur in je einer Kernfläche.

Aus einer Wiederholung der Inventur der WSL von 1957 [1] und aufgrund von Resultaten von Modellsimulationen wurde abgeleitet, dass sich die Wälder im Nationalpark langfristig in Richtung von Arven-Lärchenwäldern entwickeln, sofern keine **Störungen** wie pathogene Pilze, Insekten-Kalamitäten oder Waldbrände auftreten [2]. Die starke **Verjüngung** der Bergföhre und teilweise auch der Fichte, die sich im Einwuchs zeigt (s. oben), legt aber nahe, dass in weiten Teilen des Nationalparks solche grossflächige Störungen eine wichtige Rolle für die Walddynamik spielen.

Eine **Stichprobeninventur** in der Val Trupchun ergab, dass die Triebe kleiner Arven, Lärchen und Fichten relativ selten vom Hirsch verbissen wurden und deren Stämmchen nicht häufig gefegt wurden. Innert zwölf Jahren nahm die Stammzahl vielmehr um rund 80 % zu. Trotz grosser Hirsch-**Populationen** scheint der Wildeinfluss auf die Baumverjüngung hier gering zu sein [9].

Die vom Menschen verursachte Klimaänderung dürfte die langfristige Waldentwicklung im Nationalpark erheblich beeinflussen; die Erwärmung begünstigt die Fichte und die Waldföhre, an zunehmende Sommertrockenheit dürften die Bergföhre und die Waldföhre am besten angepasst sein. Falls es zu vermehrten Waldbränden kommt, begünstigt dies die beiden Föhrenarten und die Lärche.

Die insgesamt 31 Kernflächen im Nationalpark sind zwar nicht im statistischen Sinn repräsentativ für den gesamten Park, aber sie repräsentieren unterschiedliche Waldtypen in teilweise mehrfacher Wiederholung. Sie sind mit bisher zwei bis

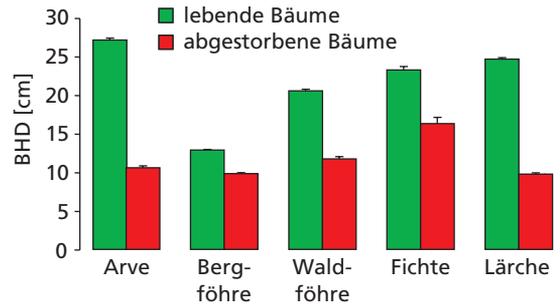


Abb. 6.12.8. Durchschnittliche BHD von toten und lebenden Bäumen nach Baumart. Angegeben sind der Mittelwert und der einfache Standardfehler.

fünf Inventuren für die Beobachtung der Nationalparkwälder nach Jahrhunderte langer intensiver Holznutzung sehr wertvoll. Wie entwickeln sich die verschiedenen Waldtypen weiter? Welche Baumarten setzen sich durch, welche werden verdrängt? Wie wirkt sich dabei die Klimaänderung aus? Zur Klärung dieser Fragen wird die weitere Beobachtung der bestehenden Kernflächen viel beitragen.

Literatur

- [1] KURTH A.; WEIDMANN A.; THOMMEN F. 1960. Beitrag zur Kenntnis der Waldverhältnisse im schweizerischen Nationalpark. Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 36: 220–378.
- [2] RISCH A.C.; SCHÜTZ M.; KRÜSI B.O.; KIENAST F.; BUGMANN H. 2003. Long-term empirical data as a basis for the analysis of successional pathways in subalpine conifer forests. Forstwiss. Cent.bl. 120: 59–64.
- [3] HALLER R.; SCHWABE B.; ALLGÖWER B.; HAUENSTEIN P. 2008. Waldentwicklung im Schweizerischen Nationalpark. Bündnerwald 61/4: 62–69.
- [4] CAMPELL E.; TREPP W. 1968. Vegetationskarte des schweizerischen Nationalparks. Ergeb. wiss. Unters. schweiz. Natl.park 58: 18–42.
- [5] ZOLLER H.; ERNY-RODMANN C.; PUNCHAKUNNEL P. 1996. The history of vegetation and land use in the Lower Engadine (Switzerland). Pollen record of the last 13.000 years. Natl.park-Forsch. Schweiz 86: 1–65.
- [6] PAROLINI J.D. 1995. Zur Geschichte der Waldnutzung im Gebiet des heutigen Schweizerischen Nationalparks. Diss. ETH Zürich. 227 S.

- [7] BRANG P.; BUGMANN H. 2010. Der Wald hat ein gutes Gedächtnis. *Cratschla* 2010/2: 12–15.
- [8] BENDEL M.; KIENAST F.; RIGLING D.; BUGMANN H. 2006. Impact of root-rot pathogens on forest succession in unmanaged *Pinus mugo* stands in the Central Alps. *Can. J. For. Res.* 36: 2666–2674.
- [9] WEPPLER T.; SUTER W. 2006. Entwicklung der Waldverjüngung angesichts hoher Dichten von wilden Huftieren in der Val Trupchun (Schweizerischer Nationalpark) von 1991/1992 bis 2003. *Natl.park-Forsch. Schweiz* 93: 213–235.
- [10] BURGER H. 1950. Forstliche Versuchsflächen im schweizerischen Nationalpark. *Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch.* 26: 583–633.
- [11] ZINGG A.; SCHÜTZ M. 2005. Waldentwicklung im Nationalpark. *Cratschla* 2005/2: 4–7.
- [12] ZINGG A.; SCHÜTZ M. 2006. Ein scharf beobachtetes Reservat. *Bündnerwald* 59/1: 36–39.
- [13] RISCH A.C.; SCHÜTZ M.; BUGMANN H. 2009. Predicting long-term development of abandoned subalpine conifer forests in the Swiss National Park. *Ecol. Model.* 220: 1578–1585.
- [14] BRANG P. 1988. Decline of mountain pine (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*) stands in the Swiss National Park – a dendrochronological approach. *Dendrochronologia* 6: 151–162.
- [15] BRANG P. 1989. Untersuchungen zur Zerfallsdynamik in unberührten Bergföhrenwäldern im Schweizerischen Nationalpark. *Schweiz. Z. Forstwes.* 140: 155–163.
- [16] HAUENSTEIN P. 1998. Untersuchungen über die Struktur einer Bergföhrenbestockung im Schweizerischen Nationalpark. *Diss. ETH Zürich.* 178 S. + Anhang.
- [17] CHERUBINI P.; FONTANA G.; RIGLING D.; DOBBERTIN M.; BRANG P.; INNES J.L. 2002. Tree-life history prior to death: two fungal root pathogens affect tree-ring growth differently. *J. Ecol.* 90: 839–850.

Datengrundlage

Forscher der WSL (bzw. der damaligen Eidgenössischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen) richteten 1926 fünf Kernflächen von je 0,25 ha Fläche ein, auf denen 1946, 1963, 1977, 1991 und 2003 Inventuren mit einer **Kluppschwelle** von 0,0 cm durchgeführt wurden [10, 11, 12]. Die Entwicklung dieser Flächen ist seit 1926 (!) fotografisch dokumentiert (Abb. 6.12.6).

Im Jahr 1957 führte die WSL eine Inventur mit 2050 Stichprobenflächen im ganzen Nationalpark durch, die erste repräsentative Stichprobeninventur in einem Schweizer Wald [1]. Auslöser war das Begehren, im Nationalpark wieder Holz zu nutzen; dazu wollte man wissen, wie viel nutzbares Holz denn überhaupt vorhanden sei. Risch [2, 13] wiederholte diese Inventur 2001 bis 2002 in einem Teil des Nationalparks.

In den Jahren 1977 bis 1979 liess Leibundgut an 12 Orten 25 weitere Kernflächen einrichten (Flächengrösse 0,24 bis 1,85 ha, Mittelwert 0,86 ha; Kluppschwelle 4,0 cm). Das Ziel dieses damaligen Nationalfondsprojekts war eine Strukturanalyse in typischen Waldbeständen des Nationalparks, die spätere Untersuchungen zur Bestandesdynamik erlauben sollte. Die Zweitinventur auf diesen 25 Kernflächen fand 1992 bis 1994 statt, die Drittinventur hat 2011 begonnen. Schliesslich wurde anfangs der 1990er-Jahre eine weitere 2,0 ha grosse Wald-Beobachtungsfläche im Bergföhrenwald unterhalb der Alp Stabelchod angelegt, diesmal für die Langfristige Waldökosystemforschung LWF der WSL. Insgesamt gibt es im Nationalpark heute 31 Kernflächen mit unterschiedlicher Beobachtungsdauer und -intensität. Diese 31 Flächen liegen auf 1680 bis 2100 m ü.M., 29 davon beidseits der Ofenpassstrasse und in der Umgebung der Alp la Schera, zwei in der Val Trupchun.

Der Nationalpark wurde von Campell und Trepp [4] **pflanzensoziologisch** kartiert. Parolini [6] arbeitete die Nutzungsgeschichte des Nationalparks auf. In einer Reihe von Studien wurde zudem das verbreitete Absterben der Bergföhren untersucht [8, 14, 15, 16, 17].