

In: Schütz M, Krüsi BO, Edwards PJ (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat park-Forsch Schweiz 89, 9–25

The history of botanical studies and permanent plot research in the Swiss National Park

Geschichte der botanischen Forschung und Dauerbeobachtung im Schweizerischen Nationalpark

Thomas Scheurer

Research Council of the Swiss National Park¹, Swiss Academy of Sciences SAS², Bärenplatz 2, CH-3011 Bern, Switzerland

¹ Forschungskommission SNP. Until / bis 1998: Kommission für die wissenschaftliche Erforschung des Schweizerischen Nationalparks (short / kurz: Wissenschaftliche Nationalparkkommission WNPK).

² Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften SANW. Until / bis 1988: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft SNG.

Abstract

Since the foundation of the Swiss National Park (SNP) in 1914, various long-term projects on botanical research have been conducted there, the most significant of which comprises a network of more than 160 permanent vegetation plots. Most of this network was established between 1917 and 1945, and has been maintained by Josias Braun-Blanquet (1917–1938), Balthasar Stüssi (1939–1992) as well as Bertil Krüsi, Martin Schütz and Helena Grämiger (since 1993). The permanent plots are located in alpine swards, sub-alpine pastures, forests, and several special sites. To complement them, permanent plots for lichens (maintained 1923–1956) and bryophytes (since 1954), as well as forest plots (since 1926, 1978 and 1996) have been established. Further long-term observation projects concern the study of factors affecting vegetation (with/without grazing ungulates, changes in stream flow) and of special sites (burnt areas, seeded road verges, avalanche paths).

Zusammenfassung

Seit der Gründung des Schweizerischen Nationalparks (1914) wurden verschiedene Langzeitprojekte zur botanischen Dauerbeobachtung begründet. Das bedeutendste Projekt umfasst ein Netz von mehr als 160 Vegetations-Dauerflächen, welches hauptsächlich zwischen 1917 und 1945 eingerichtet und bis heute von Josias Braun-Blanquet (1917–1938), Balthasar Stüssi (1939–1992) sowie Bertil Krüsi, Martin Schütz und Helena Grämiger (seit 1993) betreut wurde. Die Vegetations-Dauerflächen erstrecken sich auf alpine Rasen, subalpine Weiden und Wälder sowie einige Spezialstandorte. In Ergänzung dazu wurden Dauerflächen für Flechten (betreut 1923–1956) und Moose (seit 1954) sowie forstliche Versuchsflächen (seit 1926) und Dauerflächen für die waldkundliche und forstökologische Forschung (seit 1978 und 1996) installiert. Weitere Dauerbeobachtungs-Projekte betreffen die Untersuchung von Einflussfaktoren (mit/ohne Huftiereinfluss, bei Abflussänderungen) und von Sonderstandorten (Brandfläche, Böschungs-Ansaaten, Lawinenzüge).

1. Introduction

Since the foundation of the Swiss National Park in 1914, botanical and forest research in the Park has been the concern of the Botanical Sub-council³ of the Scientific Council of the Swiss National Park, based on a work programme approved in 1917 by the Swiss Academy of Sciences (SNG 1917). Botanical research initially focused on the production of catalogues of plant species represented in the area, and on long-term monitoring of vegetation development (Braun-Blanquet 1940, Lüdi 1942, 1950, Baer 1962, Burckhardt 1991).

The first inventories were produced by Josias Braun-Blanquet (vascular plants), Eduard Frey (lichens), Charles Meylan (bryophytes), Jules Favre (fungi), Steiven Brunies (tree vegetation) and Stefan Blumer (parasitical fungi). Further systematic records were made by Walter Duggeli (soil bacteria) and Walter Vischer (soil algae). The following catalogues were published: Flora (Zoller et al. 1964), Lichens (Frey, 1953), Bryophytes (Meylan 1940), Fungi (Favre 1945, 1955, 1960), Parasitical fungi (Blumer 1946). These works complemented botanical and forest ground work on the area carried out by Schröter, Coaz and others before the Park was founded.

Once the most important catalogues were completed after 1950, two vegetation mapping projects (Campell and Trepp 1968; Zoller 1995) and one forest inventory (Kurth et al. 1960) were carried out. Further topics of vegetation and forest research were seed distribution (Müller-Schneider 1948), structured swards (Zuber 1968), alpine sward communities (Galland 1982) and phyto mass production (Holzgang 1997). More recent forest studies were particularly concerned with the growth history and structure of mountain pine forests (Brang 1988, Stöckli 1996, Hauenstein 1998).

Evidently, one focus of botanical research in the Swiss National Park has always been on long-term studies. The following sections will

1. Einleitung

Die botanische und forstliche Forschung im Schweizerischen Nationalpark (SNP) liegt seit der Parkgründung im Jahre 1914 in den Händen der Botanischen Subkommission³ und stützt sich auf das 1917 verabschiedete Arbeitsprogramm der Kommission zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks (SNG 1917). Die botanische Forschung konzentrierte sich vorerst auf die Erarbeitung von Katalogen der im Gebiet vorkommenden Pflanzenarten und auf das langfristige Verfolgen der Vegetationsentwicklung (Braun-Blanquet 1940, Lüdi 1942, 1950, Baer 1962, Burckhardt 1991).

Die ersten Inventarisierungs-Arbeiten übernahmen Josias Braun-Blanquet (Gefässpflanzen), Eduard Frey (Flechten), Charles Meylan (Moose), Jules Favre (Pilze), Steiven Brunies (Baumvegetation) und Stefan Blumer (Parasitische Pilze). Weitere systematische Erhebungen wurden durch Walter Duggeli (Bodenbakterien) und Walter Vischer (Bodenalgen) durchgeführt. Folgende Kataloge wurden publiziert: Flora (Zoller et al. 1964), Flechten (Frey 1953), Moose (Meylan 1940), Pilze (Favre 1945, 1955, 1960), Parasitische Pilze (Blumer 1946). Diese Arbeiten ergänzten botanische und forstliche Grundlagen des Gebietes, welche noch vor der Parkgründung durch Schröter, Coaz und andere erhoben wurden.

Nach Abschluss der wichtigsten Inventarisierungs- und Katalogisierungsarbeiten wurden nach 1950 zwei Vegetations-Kartierungen (Campell & Trepp 1968, Zoller 1995) und eine Waldinventur (Kurth et al. 1960) in Angriff genommen. Weiterführende vegetations- oder waldkundliche Fragen wurden nur vereinzelt bearbeitet, so beispielsweise in Untersuchungen zur Samenverbreitung (Müller-Schneider 1948), zu den Strukturrasen (Zuber 1968), zu alpinen Rasengesellschaften (Galland 1982) oder zur Phytomassen-Produktion (Holzgang 1997). Jüngere forstliche Arbeiten befassten sich im besonderen mit der Wachstumsgeschichte und

³ Presidents of the Botanical Sub-council / Präsidenten der Botanischen Subkommission: H. Schinz (1916–1918), E. Wilczek (1918–1938), Werner Lüdi (1939–1949), Walter Vischer (1950–1957), Otto Jaag (1958–1966), Heinrich Zoller (1967–1985), Otto Hegg (1986–1997), Patricia Geissler (1998–27.3.2000†).

highlight some significant stages and episodes in this work.

2. The permanent vegetation plots established by J. Braun-Blanquet and B. Stüssi

To observe vegetation development, Josias Braun-Blanquet established the first permanent plots from 1917. Over time, the network of these plots was augmented considerably, to the present extent of over 160 plots, which also serve as temporal and spatial reference for further botanical long-term observations at the Swiss National Park (Fig. 1).

1917–1938: Josias Braun-Blanquet prepares the foundations

From a botanical point of view, the emphasis was on the issue of how (rapidly) arboreal regeneration of sub-alpine pastures would progress. At the time, rapid development towards a climax plant community corresponding to the habitat conditions was expected. Hence, various successional stages, such as virgin soil areas, sub-alpine and alpine swards, as well as forest stands at various developmental stages were of particular interest. With the objective of covering key locations, J. Braun-Blanquet established 29 permanent plots between 1917 and 1938, six of which are located above the tree-line, while the remaining 23 are located in the sub-alpine belt, generally above 1700 m asl. Since the Park does not cover the full range of ecological conditions occurring in the Swiss Alps (glacier forelands, crystalline bed rock), J. Braun-Blanquet established some plots outside the boundaries of the Park in Macun, Sesvenna and Val Scarl (cf. Table 1 in Grämiger et al. 2000, in this volume). Since 1930, however, none of the plots located outside the Park has been revisited. De-

Struktur von Bergföhrenbeständen (Brang 1988, Stöckli 1996, Hauenstein 1998).

Ein Schwerpunkt der botanischen Forschung lag somit von Anbeginn auf der Dauerbeobachtung. Nachstehend wird auf einige bedeutsame Etappen und Begebenheiten der botanischen Dauerbeobachtung im Schweizerischen Nationalpark eingegangen.

2. Die Dauerflächen von J. Braun-Blanquet und B. Stüssi

Zur Beobachtung der Vegetationsentwicklung richtete Josias Braun-Blanquet 1917 die ersten Dauerflächen ein. Das Netz der Vegetations-Dauerflächen erfuhr im Laufe der Zeit wesentliche Ergänzungen und umfasst heute mehr als 160 Flächen, welche zugleich als zeitliche und räumliche Referenz für weitere botanische Dauerbeobachtungen im Schweizerischen Nationalpark dienen (Abb. 1).

1917–1938: Josias Braun-Blanquet schafft die Grundlagen

Mit der Parkgründung stand aus botanischer Sicht die Frage im Vordergrund, wie (schnell) die Wiederbewaldung der subalpinen Weiden verlaufen würde. Damals wurde eine rasche Entwicklung in Richtung der den Standortbedingungen entsprechenden Klimax-Gesellschaften erwartet. Unter diesem Aspekt waren unterschiedliche Sukzessionsstadien wie Rohbodenflächen, subalpine und alpine Rasen sowie unterschiedlich weit entwickelte Waldflächen von Interesse. Mit dem Ziel, exemplarisch die wesentlichen Standorte abzudecken, richtete J. Braun-Blanquet zwischen 1917 und 1938 29 Dauerflächen ein. 6 Flächen liegen oberhalb der Waldgrenze, 23 Flächen in der subalpinen Stufe meist oberhalb 1700 m.ü.M. Da verschiedene Standorte wie Gletschervorfelder oder kristalliner Untergrund im Park fehlen, befinden sich einige der von Braun-Blanquet eingerichteten Flächen auch ausserhalb des damaligen Nationalparks (Macun, Sesvenna, Val Scarl; vgl. Tabelle 1 in Grämiger & Krüsi 2000, in diesem Band). Die Untersuchung der ausserhalb des Parks liegenden Flächen wurde in den

Frey, and the bryophyte specialist, Charles Meylan. In 1931, a paper on the development of the vegetation during the first decade after the Park's foundation was published (Braun-Blanquet et al. 1931). From approx. 1930, J. Braun-Blanquet's interest focused on forest vegetation. His companions in the field work in the Lower and Upper Engadine were the soil scientist, Hans Pallmann, and Eduard Campell, a forester from the Lower Engadine. As in his alpine belt studies, soil was considered a possible key factor to vegetation development. Even after he moved to Montpellier, France in 1926, J. Braun-Blanquet continued to visit the Park for several days almost every year until 1955. Together with his colleagues in soil science he complemented his phytosociological studies on forest and dwarf shrub populations (Braun-Blanquet et al. 1954). Finally, in the 1950ies, following on from his earlier work in the alpine belt, he focused on the summit vegetation of the Lower Engadine (Braun-Blanquet 1955, 1957, 1958). More recently, follow-on studies to this work have been carried out by Georg Grabherr (University of Vienna, Austria; Grabherr et al. 1994).

For the area of the Swiss National Park the work of J. Braun-Blanquet provided fundamental data on the vegetation and its interactions with climate and soil formation in the nival belt, alpine and sub-alpine swards as well as sub-alpine forests (Braun-Blanquet 1939, 1940). Further site-related ecological research projects inspired by the work of J. Braun-Blanquet and his colleagues were initiated later on. Among them is the work by a team of scientists carried out between 1940 and 1945 on the hill of Plan Posa, studying the vegetation, soil and soil biology of mountain pine stands in function of slope and aspect. Analogous to this project, interdisciplinary studies (soil zoology, soil, botany) carried out between 1976 and 1984 under Willy Matthey focused on the ecology of alpine swards at Munt la Schera. Unfortunately, so far no synthesis papers have been published about these projects. Additionally, from 1960, Adolf Nadig initiated wide-ranging interdisciplinary studies in the mountain belt along the Inn river (Project «Oekologische Untersuchungen im Unterengadin»; Nadig et al. 1999). Among others, Hans Ellenberg, who was to initiate the

den Jahren nach 1925 widmete sich J. Braun-Blanquet hauptsächlich den subalpinen Grünlandgesellschaften. Dabei pflegte er eine intensive Zusammenarbeit mit dem Flechten-Spezialisten Eduard Frey und dem Moos-Spezialisten Charles Meylan. Die Vegetationsentwicklung des ersten Jahrzehnts nach der Parkgründung wurde 1931 publiziert (Braun-Blanquet et al. 1931). Ab ca. 1930 wandte sich J. Braun-Blanquet der Waldvegetation zu. Seine Weggefährten bei den Feldarbeiten im Gebiet des Unter- und Oberengadins waren der Bodenkundler Hans Pallmann und der Unterengadiner Förster Eduard Campell. Wie bereits bei den Arbeiten in der alpinen Stufe wurde der Boden als möglicher Schlüsselfaktor in die Vegetationserhebungen einbezogen. Nach seinem Umzug nach Montpellier (1926) besuchte Braun-Blanquet den Nationalpark bis 1955 fast jährlich für mehrere Tage. Er ergänzte zusammen mit den Bodenkundlern seine pflanzensoziologischen Arbeiten zu den Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (Braun-Blanquet et al. 1954). Anknüpfend an seine früheren Arbeiten in der alpinen Stufe widmete er sich schliesslich in den 1950er Jahren der Gipfelvegetation des Unterengadins (Braun-Blanquet 1955, 1957, 1958). Diese Arbeiten wurden in neuerer Zeit von Georg Grabherr (Universität Wien) wieder aufgegriffen (Grabherr et al. 1994).

Dank den Arbeiten von J. Braun-Blanquet verfügen wir heute für den Nationalpark über grundlegende Kenntnisse zur Vegetation und deren Wechselwirkungen mit dem Klima und der Bodenbildung je für die nivale Stufe, die alpinen und subalpinen Rasen sowie die subalpinen Waldgesellschaften (Braun-Blanquet 1939, 1940). Unter dem Einfluss der ökologisch orientierten Forschungsarbeiten von J. Braun-Blanquet und seiner Weggefährten wurden später im Schweizerischen Nationalpark weitere standortökologische Forschungsprojekte initiiert. Zu erwähnen ist die bodenbiologische Arbeitsgemeinschaft (Botanik, Boden, Bodenbiologie), welche am Plan Posa zwischen 1940 und 1945 Bergföhren-Bestockungen in unterschiedlicher Exposition untersuchte. Als Pendant dazu widmete sich zwischen 1976 und 1984 ein fachübergreifendes Projekt (Bodenzoologie, Boden, Botanik) unter der Leitung von Willy

1939). At the same meeting the Scientific Council elected Balthasar Stüssi, active 1936 to 1944 at the Geobotanical Research Institute Rübel in Zürich, and proposed by W. Lüdi, to become the new person in charge of plot relevés. This election was controversial, since J. Braun-Blanquet had also proposed botanists. The meeting was preceded by correspondence between J. Braun-Blanquet and W. Lüdi, which revealed their different opinions regarding their concepts, sampling methods, and who should be in charge of plot relevés.

In 1939, on the occasion of a four-day excursion, the members of the Botanical Sub-council identified approx. 80 locations for new permanent plots, the majority of which were in the subalpine belt and included tall-herb communities, various types of swards and pastures, as well as forest populations. Between 1939 and 1945, B. Stüssi established the majority of these plots and initiated botanical relevés (cf. Table 1 in Grämiger et al. 2000, in this volume). After J. Braun-Blanquet completed the last relevés of his permanent plots in 1938, Stüssi also took over those plots. In the course of his field work, B. Stüssi complemented the network by adding several further plots, among them colonies of tor grass (*Brachypodium pinnatum*) and of evergreen sedge (*Carex sempervirens*) to monitor population development. Ultimately, the network grew to over 160 permanent plots, which B. Stüssi was to monitor until shortly before his death in 1992 (Grämiger et al. 2000, in this volume).

1992–2000: Old data – new questions

Thanks to the initiative of Helena Grämiger, who occasionally collaborated with B. Stüssi, and with the support of Otto Hegg (Botanical Sub-council), it was possible to save Stüssi's extremely valuable legacy in 1992. Bertil O. Krüsi and Martin Schütz's intervention finally resulted in its transfer to the Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL) at Birmensdorf, Switzerland. The reap-

noch 1938 von der Wissenschaftlichen Nationalparkkommission verabschiedet (WNPK 1939). An derselben Sitzung wurde Balthasar Stüssi, 1936–1944 am Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel in Zürich tätig, auf Vorschlag von W. Lüdi zum neuen Bearbeiter der Vegetations-Dauerflächen gewählt. Diese Wahl war nicht unumstritten, da auch J. Braun-Blanquet Bearbeiter vorgeschlagen hatte. Dieser Sitzung ging ein Briefwechsel zwischen J. Braun-Blanquet und W. Lüdi voraus, worin die Meinungsverschiedenheiten der beiden Forscher bezüglich Konzept, Aufnahmemethode und zukünftigen Bearbeitern zum Ausdruck kamen.

1939 legten die Mitglieder der Botanischen Subkommission anlässlich einer viertägigen Exkursion rund 80 Stellen für neue Dauerflächen fest. Diese lagen grösstenteils in der subalpinen Stufe und umfassten Lägerfluren, verschiedene Wiesen- und Weidetypen sowie Waldgesellschaften. Zwischen 1939 und 1945 richtete B. Stüssi den Grossteil der Flächen ein und begann mit den botanischen Aufnahmen (siehe Tabelle 1 in Grämiger & Krüsi 2000, in diesem Band). Nachdem J. Braun-Blanquet 1938 seine letzten Dauerflächen-Aufnahmen gemacht hatte, übernahm B. Stüssi auch diese Flächen. Im Verlauf seiner Feldarbeiten ergänzte Stüssi das Netz noch durch einzelne weitere Flächen, u.a. auch Kolonien der Fiederzwenke (*Brachypodium pinnatum*) oder der Immergrünen Segge (*Carex sempervirens*) für das Verfolgen der Populationsentwicklung. Insgesamt umfasste das Netz der Vegetations-Dauerflächen schliesslich mehr als 160 Flächen, welche von B. Stüssi bis kurz vor seinem Tode im Jahre 1992 betreut und bearbeitet wurden (Grämiger & Krüsi 2000, in diesem Band).

1992–2000: Alte Daten – neue Fragestellungen

Auf Initiative von Helena Grämiger, die B. Stüssi bei seiner Arbeit zeitweise unterstützt hat, und Otto Hegg (Forschungskommission SNP) konnte der wissenschaftlich sehr wertvolle Nachlass 1992 gerettet werden. Dank dem Engagement von Bertil O. Krüsi und Martin Schütz gelangte der Nachlass an die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf (Schweiz). Im

Figure 1 (pages 16–19): Permanent plots of long-term botanical and forest research in the Swiss National Park (in parantheses: years of installation)

Permanent vegetation plots J. Braun-Blanquet (1917–1930)	△	Vegetationsdauerflächen J. Braun-Blanquet (1917–1930)
Permanent vegetation B. Stüssi (mainly 1939–1945)	▲	Vegetationsdauerflächen B. Stüssi (hauptsächlich 1939–1945)
Permanent growth and yield plots (1925/1926)	□	Forstliche Versuchsflächen (1925/1926)
Permanent exclosures of the Grisons Exclosure Project (1992)	■	Dauerzäune Kontrollzaunprojekt Graubünden (1992)
Further permanent exclosures (1987–1994)	▣	Weitere Dauerzäune (1987–1994)
Plots of long-term forest research (1978)	■	Walddauerflächen (1978)
Plot Long-term Forest Ecosystem Research (1996)	▣	Dauerbeobachtungsfläche Langfristige Waldökosystem-Forschung (1996)
Bryophyte permanent plots (1954)	⊗	Moosdauerflächen (1954)
Permanent plots in road verges (1969)	▨	Dauerflächen Strassenböschungen (1969)
Permanent vegetation and bryophyte plots / forest transect within the burnt area of Il Fuorn (1951/1956)	⌘	Vegetations- und Moosdauerflächen und Waldtransekt Brandfläche Il Fuorn (1951/1956)
Transect across avalanche path La Schera (1939)	—	Transekt Lavinar La Schera (1939)
In combination with signature: Area with more than 1 permanent plot or installation	○	In Kombination mit Signatur: Standort mit mehr als 1 Dauerbeobachtungsfläche oder -einrichtung
Contourlines	—	1800 m 2200 m Höhenkurven

Map A. The Swiss National Park (SNP) area

Karte A. Lage des Schweizerischen Nationalparks (SNP)



Sources / Quellen:
RIMINI © BFS GEOSTAT
Gewässer © BFS GEOSTAT/L+T
DHM © GIS-SNP

Adaption / Bearbeitung:
GIS-SNP, August 2000

Map B. Swiss National Park: Overview and details of Fig. 1a–1d

Karte B. Der Schweizerische Nationalpark: Übersicht und Kartenausschnitte der Abb. 1a–1d

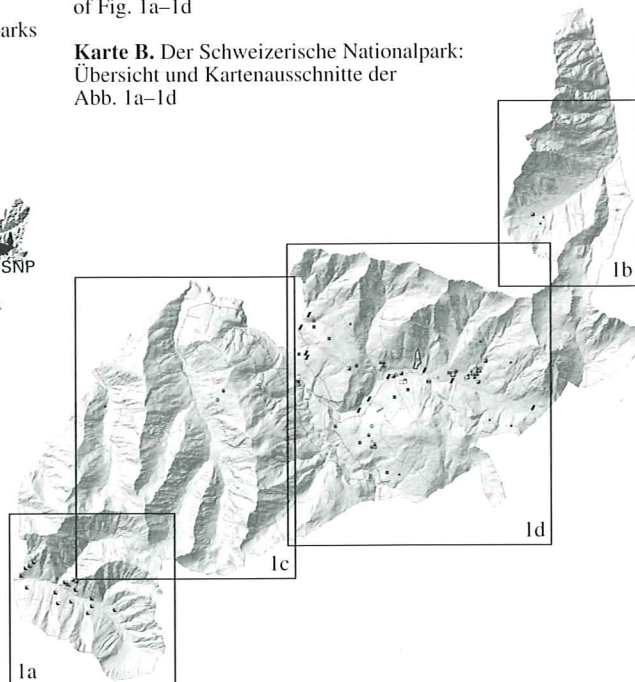


Figure 1b. Pe
forest research

Abbildung 1
flächen in der

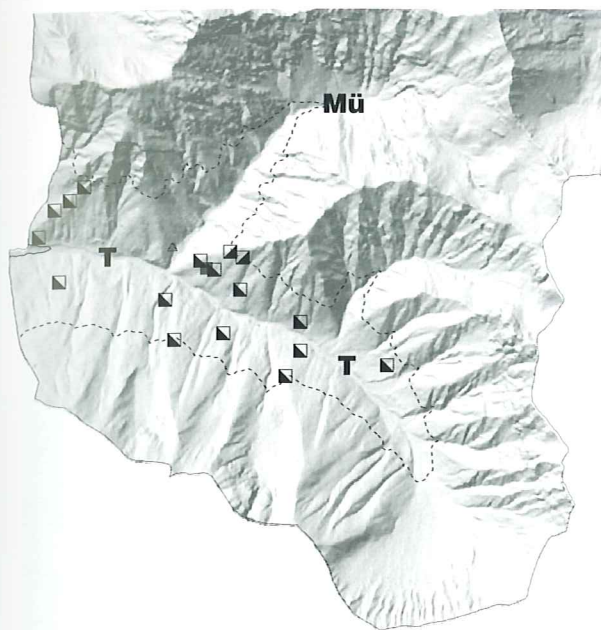


Figure 1a. Permanent plots of long-term botanical and forest research in Val Trupchun (T) / Val Mütsch (Mü)

Abbildung 1a. Botanische und forstliche Dauerflächen in der Val Trupchun (T) und Val Mütsch (Mü)

0 1 2 3 Kilometers

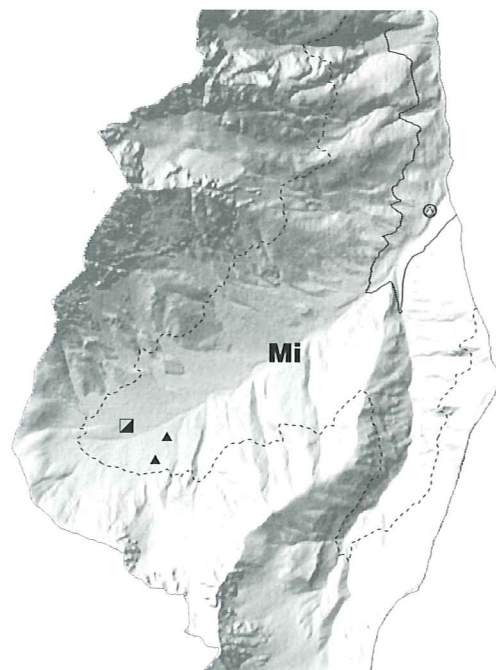


Figure 1b. Permanent plots of long-term botanical and forest research in Val Mingèr (Mi)

Abbildung 1b. Botanische und forstliche Dauerflächen in der Val Mingèr (Mi)

Figure 1c. Permanent plots of long-term botanical and forest research in Val Cluozza (C) and Val Tantermozza (Ta)

Abbildung 1c. Botanische und forstliche Dauerflächen in der Val Cluozza (C) und Val Tantermozza (Ta)



Figure 1d. Permanent forest research in Val Fuorn (F) / Alp Stab

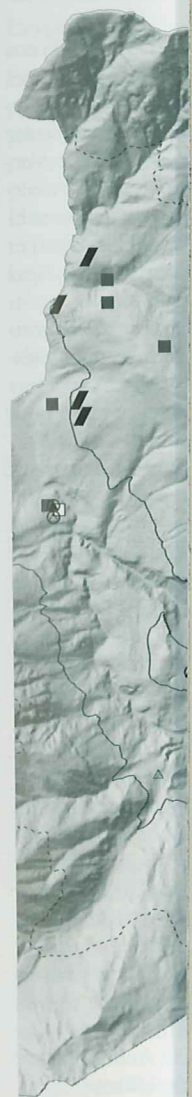


Figure 1d. Permanent plots of long-term botanical and forest research in Val Spöl (S) / Munt La Schera (LS) / Fuorn (F) / Alp Stabelchod (A)

Abbildung 1d. Botanische und forstliche Dauerflächen Val Spöl (S), Munt La Schera (LS), Fuorn (F) und Alp Stabelchod (A)



praisal of B. Stüssi's legacy has been undertaken since 1993, in the context of two projects supported by the Swiss National Science Foundation.

B. Stüssi's detailed sketches and photographs, and the park rangers' information helped recover almost all the original permanent plots, which were definitively secured by professional surveying. B. Krüsi, M. Schütz and H. Grämiger (WSL) have continued the botanical relevés, and have also complemented the existing network by adding several new permanent plots.

Treating the historical data set – which goes back some 80 years – with new botanical methods has not only yielded further knowledge on vegetation development in sward populations, it has also raised questions regarding the significance and intensity of various impact factors such as ungulates, climate or nutrients (Krüsi et al. 1995, 1996, 1998, 1999, Schütz et al. 1998, 1999, 2000, Achermann et al. 2000, in this volume). Taking the treatment of permanent plots as a starting-point, various recent complementary studies have been carried out, among them studies on temporal-spatial patterns of activity and on forage selectivity of ungulates (Märki et al. 2000, in this volume), on the reforestation of subalpine grassland (Bigler 1997), on forest rejuvenation and succession (Moser 1999, Moser et al. 2000, in this volume), on mono-dominant colonies of *Brachypodium pinnatum* (Bärlocher 1999, Bärlocher et al. 2000, in this volume), on the long-term visedsatial and temporal development of small subalpine pastures (Risch 1999), and on the impact of red deer on subalpine grassland ecosystems (Achermann 2000, Achermann et al. 2000, in this volume).

3. Additional permanent vegetation plots at the Swiss National Park

Apart from J. Braun-Blanquet's and B. Stüssi's vegetation plots, further permanent botanical

Rahmen von zwei durch den Schweizerischen Nationalfonds geförderten Projekten konnte seit 1993 die Aufarbeitung des Nachlasses in Angriff genommen werden.

Mit Hilfe der dataillierten Skizzen und Fotos von B. Stüssi und Hinweisen der Parkwächter war es nachträglich möglich, praktisch alle ursprünglichen Vegetations-Dauerflächen wieder aufzufinden und durch eine professionelle Vermessung definitiv zu sichern. Die Weiterführung der botanischen Aufnahmen übernahmen B.O. Krüsi, M. Schütz und H. Grämiger (WSL), welche zudem das bestehende Netz durch weitere Dauerflächen ergänzten.

Die Bearbeitung des bis 80 Jahre zurückreichenden Datensatzes mit neuen vegetationskundlichen Methoden hat nicht nur zu erweiterten Kenntnissen der Vegetationsentwicklung in Rasengesellschaften geführt, sondern auch Fragen bezüglich der Bedeutung und Wirksamkeit verschiedener Einflussfaktoren (Huftiere, Klima, Nährstoffe, u.a.) aufgeworfen (Krüsi et al. 1995, 1996, 1998, 1999, Schütz et al. 1998, 1999, 2000, Achermann et al. 2000; zum Teil in diesem Band). Ausgehend von der Bearbeitung der Vegetations-Dauerflächen wurden in den letzten Jahren verschiedene ergänzende Forschungsarbeiten u.a. zum raum-zeitlichen Aktivitätsmuster und zur Futterwahl der anwesenden Huftierarten (z.B. Märki et al. 2000, in diesem Band), zur Wiederbewaldung der subalpinen Weiden (Bigler 1997), zu Verjüngung und Sukzessionsverlauf in einem Bergföhrenbestand (Moser 1999; Krüsi & Moser 2000, in diesem Band), zur floristischen Vielfalt in mono-dominanten Kolonien von *Brachypodium pinnatum* (Bärlocher 1999; Bärlocher et al. 2000, in diesem Band), zur Entwicklung von kleinen subalpinen Weiden in Raum und Zeit (Risch 1999) oder zum Einfluss der Hirsche auf subalpine Weiden (Achermann 2000; Achermann et al. 2000, in diesem Band) durchgeführt.

3. Weitere botanische und forstliche Dauerflächen im Schweizerischen Nationalpark

Neben den Vegetations-Dauerflächen von J. Braun-Blanquet und B. Stüssi wurden seit der

observation
the foundati

Cryptogams

From 1923 to
prox. 30 sma
growth of lic
prox. 20–30 y
plots were a
few of these

In 1954, Fr
bryophyte per
in the God d
until 1973. F
1990 until he
monitored by

Permanent obs

In 1925 and
Forestry Rese
Institute for F
search, WSL)
0.25 ha each to
sults of develo
published by B
to issues of po
being monitore
for Forest, Sno
(Hansheinrich)

In 1978, Han
tiated the estab
proximately 4 h
tional Park, to
search. Relevés
are carried out
Matter).

As part of t
Ecosystem Rese
for Forest, Sno
been conducting
search at the Sta
lished in 1996
Walthert).

observation projects have been established since the foundation of the Park (Figure 1).

Cryptogams

From 1923 to 1941, Eduard Frey established approx. 30 small plots to observe succession and growth of lichens, which he monitored for approx. 20–30 years (Frey 1959), after which these plots were abandoned. The location of only a few of these plots is currently known.

In 1954, Fritz Ochsner established approx. 30 bryophyte permanent plots on various substrates in the God dal Fuorn forest, working on them until 1973. Following a lengthy hiatus, from 1990 until her death in 2000 these plots were monitored by Patricia Geissler (Geissler 1993).

Permanent observation plots in forests

In 1925 and 1926, the Federal Institute for Forestry Research (current name: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL) established five forest plots of 0.25 ha each to study growth and yield. The results of developments from 1926 to 1946 were published by Burger (1950). With further regard to issues of population stability, these plots are being monitored by the Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL (Hansheinrich Bachofen, Andreas Zingg).

In 1978, Hans Leibundgut (ETH Zürich) initiated the establishment of 12 plots, each approximately 4 ha in size and typical for the National Park, to carry out long-term forest research. Relevés are spaced 10 to 15 years and are carried out by ETH Zürich (Jean-François Matter).

As part of the project, Long-term Forest Ecosystem Research, the Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research has been conducting comprehensive ecological research at the Stabelchod permanent plot established in 1996 (Norbert Kräuchi, Lorenz Walthert).

Parkgründung weitere Dauerbeobachtungs-Projekte begründet (Abbildung 1).

Kryptogamen

Eduard Frey richtete zwischen 1923 und 1941 rund 30 Kleinflächen zur Beobachtung von Sukzession und Wachstum der Flechten ein und verfolgte diese Flächen während jeweils 20 bis 30 Jahren (Frey 1959). Danach wurden diese Flächen nicht mehr weiter bearbeitet. Die Lage dieser Flächen ist heute nur noch in wenigen Fällen bekannt.

1954 richtete Fritz Ochsner im Waldgebiet «God dal Fuorn» rund 30 Moosdauerflächen auf unterschiedlichem Substrat ein und verfolgte die Moosentwicklung bis 1973. Nach einem längeren Unterbruch betreute Patricia Geissler diese Flächen von 1990 bis zu ihrem Tode im Jahr 2000 (Geissler 1993).

Wald-Dauerbeobachtung

1925/26 installierte die Forstliche Versuchsanstalt (heute: Forschungsanstalt WSL) fünf ertragskundliche Flächen von je 0,25 ha. Die Ergebnisse der Entwicklung zwischen 1926 und 1946 hat Burger (1950) publiziert. Diese Flächen werden heute unter zusätzlicher Berücksichtigung von Fragen der Bestandesstabilität von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (Hansheinrich Bachofen, Andreas Zingg) bearbeitet.

1978 wurden auf Initiative von Hans Leibundgut (ETH Zürich) zwölf ca. 4 ha grosse und für das Gebiet des Nationalparks charakteristische Flächen zur langfristigen waldkundlichen Forschung eingerichtet. Die Aufnahmen erfolgen alle 10 bis 15 Jahre durch die ETH Zürich (Jean-François Matter).

Als Teil des Projektes Langfristige Waldökosystem-Forschung führt die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) auf der 1996 eingerichteten Dauerbeobachtungsfläche bei Stabelchod umfassende ökologische Untersuchungen durch (Norbert Kräuchi, Lorenz Walthert).

2000, in this volume). Moreover, some of the exclosures are being studied in the context of soil and forest science. Forest relevés are being made in the context of the Grisons Exclosure Project (Walter Abderhalden), while soil samples are taken by the Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL (Peter Lüscher).

4. Outlook

The Swiss National Park is in charge of extensive long-term projects for botanical and forest observation. Future efforts will have to focus on cooperation with specialists from other fields (wildlife biology, soil science, zoology, meteorology, etc.), not only to expand insights gained from these projects on vegetation and forest development as well as on factors impacting (forest) vegetation, but also to achieve more precise spatial and temporal modeling of vegetation, forest and landscape development.

der Zäune werden regelmässig botanisch aufgenommen (vgl. Camenisch & Schütz 2000, in diesem Band). Ein Teil der Zäune wird zudem bodenkundlich und forstlich untersucht. Die forstlichen Aufnahmen werden im Rahmen des Kontrollzaunprojektes Graubünden durchgeführt (Walter Abderhalden), die bodenkundlichen von der Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (Peter Lüscher).

4. Ausblick

Der Schweizerische Nationalpark verfügt über umfangreiche botanische und forstliche Dauerbeobachtungs-Projekte. In Zukunft werden sich die Anstrengungen darauf konzentrieren, die aus diesen Projekten gewonnenen Kenntnisse zur Vegetations- und Waldentwicklung und zu den auf die Vegetation und den Wald wirkenden Einflussfaktoren zusammen mit anderen Fachspezialisten (Wildbiologie, Bodenkunde, Zoologie, Meteorologie, u.a.) zu erweitern, um eine räumlich und zeitlich präzisere Modellierung der Vegetations-, Wald- und Landschaftsentwicklung zu ermöglichen.

References / Literatur

- Achermann G 2000: The influence of red deer (*Cervus elaphus* L.) upon a subalpine grassland ecosystem in the Swiss National Park. Diss ETH 13479, Zürich
- Achermann G, Schütz M, Krüsi BO, Wildi O 2000: Tall-herb communities in the Swiss National Park: Long-term development of the vegetation. In: Schütz M, Krüsi BO, Edwards PJ (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat park – Forsch Schweiz 89, 67–88
- Baer J-G 1962: Un demi-siècle d'activité scientifique dans le Parc national suisse. Actes Soc Helv Sc Nat, 50-62
- Bärlocher A 1999: *Brachypodium pinnatum*-Kolonien im Schweizerischen Nationalpark. Auswirkungen auf die botanische Vielfalt, genetische Variabilität, Ausbreitungs- und Zerfallsdynamik. Diplomarbeit ETH, Zürich
- Bärlocher A, Schütz M, Krüsi BO, Grämiger H, Schneller JJ 2000: Development of species richness in mono-dominant colonies of tor grass (*Brachypodium pinnatum*) – an indicator of the impact of grazing upon subalpine grassland? In: Schütz M, Krüsi BO, Edwards PJ (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat park – Forsch Schweiz 89, 89–106
- Bigler C 1997: Auswirkungen von Huftieren auf die Wiederbewaldungsdynamik auf drei subalpinen Weiden im Schweizerischen Nationalpark. Diplomarbeit ETH, Zürich
- Blumer S 1946: Die parasitischen Pilze. Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park 14, 1-102
- Brang P 1988: Decline of Mountain Pine (*Pinus mugo ssp. unicata*) Stands in the Swiss National Park – a dendrochronological approach. Dendrochronologia 6, 151-162
- Braun-Blanquet J, Jenny H 1926: Vegetations-Entwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. Denkschr Schweiz Nat forsch Ges 63, 1-174
- Braun-Blanquet J 1928: Pflanzensoziologische Grundzüge der Vegetationskunde. Biologische Studienbücher 7, 1-330
- Braun-Blanquet J, Brunies S, Campell E, Frey E, Jenny H, Meylan C, Pallmann H 1931: Vegetationsentwicklung im Schweizerischen Nationalpark. Ergebnisse der Untersuchung von Dauerflächen. Jahresber Naturf Ges Graubünden 13, 3-82
- Braun-Blanquet J 1932: Plant Sociology. The Study of Plant Communities. Vol. 1. New York
- Braun-Blanquet J 1939: Über die Flora des schweizerischen Nationalparks. Protection de la nature 62, 4-5
- Braun-Blanquet J 1940: Vingt années de botanique au Parc National Suisse. Act Soc Helvet Sc Nat, 82-87

- Braun-Blanquet J 1950: Sociología Vegetal. Estudio de las comunidades vegetales. Vol. 1. Buenos-Aires
- Braun-Blanquet J 1951: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Vol. 1. Springer, Wien
- Braun-Blanquet J, Pallmann H, Bach R 1954: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen: Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (*Vaccinio-Picetalia*). *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park N F* 4, 1-200
- Braun-Blanquet J 1955: Die Vegetation des Piz Languard, ein Massstab für Klimaänderungen. *Svensk Botanisk Tidskrift* 49, 1-8
- Braun-Blanquet J 1957: Ein Jahrhundert Florenwandel am Piz Linard (3414 m). *Bull Jard Bot Etat Brux*, 221-232
- Braun-Blanquet J 1958: Ueber die obersten Grenzen pflanzlichen Lebens. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 39, 1-20
- Braun-Blanquet J 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Vol. 1. Springer, Wien
- Braun-Blanquet J 1968: L'école phytosociologique Züricho-Montpelliéraine et la S.I.G.M.A. *Vegetatio* 16, 1-78
- Braun-Blanquet J 1971: Pflanzensoziologie. Edition Japonaise. Tokyo
- Burckhardt D 1991: 75 Jahre Forschung im Schweizerischen Nationalpark. In: Nievergelt B, Scheurer T (eds): *Forschung in Naturreservaten. Publikationen der Schweiz. Akademie der Naturwissenschaften* 4, 99-128
- Burger H 1950: Forstliche Versuchsflächen im Schweizerischen Nationalpark. *Mitt Schweiz Anst forstl Vers wes* 26, 583-634
- Camenisch M, Géhu J-M 1994: The Braun-Blanquet Heritage. *J Veg Sci* 5, 921-922
- Camenisch M, Schütz M 2000: Temporal and spatial variability of the vegetation in a four-year enclosure experiment in Val Trupchun (Swiss National Park). In: Schütz M, Krüsi BO, Edwards PJ (eds): *Succession research in the Swiss National Park. Nat park – Forsch Schweiz* 89, 165-188
- Campell E, Trepp W 1968: Vegetationskarte des schweizerischen Nationalparks mit einer Beschreibung der Pflanzengesellschaften. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 11, 1-58
- Ellenberg H, Meyer R, Schauer mann J 1986 (eds): *Oekosystemforschung – Ergebnisse des Sollingprojektes 1966-1986*. Ulmer, Stuttgart
- Favre J 1955: Les Champignons supérieurs. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 33, 1-212
- Favre J 1960: Catalogue descriptif des champignons supérieurs. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 42, 1-290
- Frey E 1953: Die Flechtenflora und -vegetation I. Teil: Die diskokarpen Blatt- und Strauchflechten. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 29, 1-156
- Frey E 1959: Die Flechtenflora und -vegetation II. Teil: Flechtenflora auf Dauerflächen. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 41, 1-84
- Galland P 1982: Etude de la végétation des pelouses alpines au Parc National Suisse. Thèse, Université de Neuchâtel
- Géhu J-M 1997: Le devenir de la bibliothèque de l'ancienne S.I.G.M.A. dans la continuité scientifique de Josias Braun-Blanquet. *Braun-Blanquetia* 21
- Geissler P 1993: Dauerflächenbeobachtungen an Moosgesellschaften im Schweizerischen Nationalpark. *Diss Bot* 196 (Festschrift H. Zoller), 245-262
- Geissler P, Hartmann J 2000: Vegetation dynamics in a mountain pine stand burnt down in 1951. In: Schütz M, Krüsi BO, Edwards PJ (eds): *Succession research in the Swiss National Park. Nat park-Forsch Schweiz* 89, 107-130
- Grabherr G, Gottfried M, Pauli H 1994: Climate effects on mountain plants. *Nature* 369, 448
- Grämiger H, Krüsi BO 2000: Balthasar Stüssi 17 July 1908-24 October 1992. In: Schütz M, Krüsi BO, Edwards PJ (eds): *Succession research in the Swiss National Park. Nat park – Forsch Schweiz* 89, 27-38
- Hauenstein P 1998: Untersuchungen über die Struktur einer Bergföhrenbestockung im Schweizerischen Nationalpark. *Diss ETH* 12971, Zürich
- Holzgang O 1997: Herbivore-carrying capacity of grasslands in the Swiss National Park. *Diss ETH* 12080, Zürich
- Jenny H 1941: Factors of soil formation. New York
- Klötzli F 1991: Zum Einfluss von Strassenböschungsaussaaten auf die umliegende naturnahe Vegetation am Beispiel des Schweizer Nationalparks. *Laif Semin Beitr* 3, 114-123
- Krüsi BO, Schütz M, Wildi O, Grämiger H 1995: Huftiere, Vegetationsdynamik und botanische Vielfalt im Nationalpark. *Cratschla* 1, 14-25
- Krüsi BO, Schütz M, Grämiger H, Achermann G 1996: Was bedeuten Huftiere für den Lebensraum Nationalpark? Eine Studie zu Nahrungsangebot und Waldverjüngung. *Cratschla* 2, 51-64
- Krüsi BO, Schütz M, Bigler C, Grämiger H, Achermann G 1998: Huftiere und Vegetation im Schweizerischen Nationalpark von 1917 bis 1997. Teil 1: Einfluss auf die botanische Vielfalt der subalpinen Weiden; Teil 2: Einfluss auf das Wald-Freilandverhältnis. In: Cornelius R, Hofmann R (eds) *Extensive Haltung robuster Haustierrassen, Wildtiermanagement, Multi-Spezies-Projekte – Neue Wege in Naturschutz und Landschaftspflege?* Inst Zoo- Wildtierforsch, Berlin
- Krüsi BO, Schütz M, Bigler C, Grämiger H, Achermann G 1999: Wild ungulates as a management tool: long-term experiences from the Swiss National Park with red deer. *Proceedings of the Conference of the «Large Herbivore Coordination Group»*. Lelystad, The Netherlands

Krüsi BO, M
forest in th
research in
Kurth A, Wei
tionalpark.
Lüdi W 1930
Bd. 5, 527-
Lüdi W 1942
Lüdi W 1952:
published)
Lüdi W 1954:
1-20
Lüdi W 1966:
schen Natio
Märki K, Nie
vegetation de
search in th
Meylan C 194
Moser B 1999
waldes am l
Mueller P 194
1-13
Nadig A, Saut
gebn wiss U
Riederer R 19
im Schweiz
Risch A 1999:
schen Natio
Schütz M, Krü
Interpretatio
105-124
Schütz M, Krü
auf räumlich
Nationalpark
Schütz M, Wol
on species r
(eds): Succ
Schütz M, Wil
land in the S
plots. In: Sel
Forsch Schw
Schütz M, Wil
bution patter
PJ (eds): Suc
SNG – Schweiz
wissenschaft
Stöckli V 1996
stress on tree
Stüssi B 1970: l
während der
WNPK – Wisse
lichen Natio
WNPK – Wisse
tionalparkfor
Zoller H, Braun
Umgebung. I
Zoller H 1995:
85, 1-108
Zuber E 1968: U

- Krüsi BO, Moser B 2000: Impacts of snow and ungulates on the successional development of a mountain pine forest in the Swiss National Park (Munt La Schera). In: Schütz M, Krüsi BO, Edwards PJ (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat park – Forsch Schweiz 89, 131–164
- Kurth A, Weidmann A, Thommen F 1960: Beitrag zur Kenntnis der Waldverhältnisse im Schweizerischen Nationalpark. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 8, 221–378
- Lüdi W 1930: Methoden der Sukzessionsforschung in der Pflanzensoziologie. *Hdb.biol. Arbeitsmeth. Abt. XI*, Bd. 5, 527–528
- Lüdi W 1942: Vegetationsforschung im Schweizer Nationalpark. *Schweizer Naturschutz*, VIII, 4, 79–83
- Lüdi W 1952: Botanische Subkommission: Bericht über den Stand der Forschungsarbeiten. (unveröffentlicht/unpublished)
- Lüdi W 1954: Neubildung des Waldes im Lavinar der Alp La Schera. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 30, 1–20
- Lüdi W 1966: Lokalklimatische Untersuchungen am Fuornbach (Ova dal Fuorn) und am Spöl im Schweizerischen Nationalpark. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 56, 275–337
- Märki K, Nievergelt B, Gigon A, Schütz M 2000: Impact of selective foraging by red deer on the long-term vegetation development in the Swiss National Park. In: Schütz M, Krüsi BO, Edwards PJ (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat park – Forsch Schweiz 89, 189–206
- Meylan C 1940: Les Muscinées. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 7, 1–77
- Moser B 1999: Vom Pionierwald zur Klimaxgesellschaft. Untersuchungen zur Entwicklung eines Bergföhrenwaldes am Munt La Schera im Schweizerischen Nationalpark. Diplomarbeit ETH, Zürich
- Mueller P 1948: Endozoochore Samenverbreitung durch Weidetiere. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 19, 1–13
- Nadig A, Sauter W, Zoller H 1999: Oekologische Untersuchungen im Unterengadin: Versuch einer Synthese. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 12, E1–E118
- Riederer R 1996: Untersuchungen über die Sukzessionsvorgänge in den Lavinen nördlich der Alp La Schera im Schweizerischen Nationalpark. Diplomarbeit Syst-Geobot Inst Universität Bern
- Risch A 1999: Raum-Zeit-Modell der Vegetationsentwicklung auf zwei subalpinen Kleinweiden im Schweizerischen Nationalpark. Diplomarbeit ETH, Zürich
- Schütz M, Krüsi BO, Achermann G, Grämiger H 1998: Zeitreihenanalyse in der Vegetationskunde: Analyse und Interpretation von Einzelflächen am Beispiel von Daten aus dem Schweizerischen Nationalpark. *Bot Helv* 108, 105–124
- Schütz M, Krüsi BO, Achermann G, Moser B, Leuzinger E, Nievergelt B 1999: Langzeitwirkung des Rothirsches auf räumliche Struktur, Artenzusammensetzung und zeitliche Entwicklung der Vegetation im Schweizerischen Nationalpark seit 1917. *Beitr Jagd- Wildforsch* 24, 49–59
- Schütz M, Wohlgemuth T, Krüsi BO, Achermann G, Grämiger H 2000: Influence of increasing grazing pressure on species richness in subalpine grassland in the Swiss National Park. In: Schütz M, Krüsi BO, Edwards PJ (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat park – Forsch Schweiz 89, 39–66
- Schütz M, Wildi O, Achermann G, Krüsi BO, Nievergelt B 2000: Predicting the development of subalpine grassland in the Swiss National Park: how to build a succession model based on data from long-term permanent plots. In: Schütz M, Krüsi BO, Edwards PJ (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat park – Forsch Schweiz 89, 207–235
- Schütz M, Wildi O, Krüsi BO, Märki K, Nievergelt B 2000: From tall-herb communities to pine forests: distribution patterns of 121 plant species during a 585 year regeneration process. In: Schütz M, Krüsi BO, Edwards PJ (eds): Succession research in the Swiss National Park. Nat park – Forsch Schweiz 89, 237–255
- SNG – Schweizerische Naturforschende Gesellschaft 1917: Reglemente und Programme der Kommission für die wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks (WNPK). Zürich & Lausanne
- Stöckli V 1996: Tree rings as indicators of ecological processes: the influence of competition, frost and water stress on tree growth, size and survival. Diss Univ Basel
- Stüssi B 1970: Naturbedingte Entwicklung subalpiner Weiderasen auf Alp La Schera im Schweizer Nationalpark während der Reservatsperiode 1939–1965. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 61, 1–385
- WNPK – Wissenschaftliche Nationalparkkommission 1939: Protokoll der Jahressitzung 1938 der Wissenschaftlichen Nationalparkkommission vom 15.1.1939. Zerne
- WNPK – Wissenschaftliche Nationalparkkommission 1989: Forschungskonzept 1989. Arbeitsberichte zur Nationalparkforschung. Zerne
- Zoller H, Braun-Blanquet J, Müller-Schneider P 1964: Die Flora des Schweizerischen Nationalparks und seiner Umgebung. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 51, 1–408
- Zoller H 1995: Vegetationskarte des Schweizerischen Nationalparks, Erläuterungen. Nat park – Forsch Schweiz 85, 1–108
- Zuber E 1968: Untersuchungen an Strukturrasen. *Ergebn wiss Unters Schweiz Nat park* 60, 1–80