

Phönix aus der Asche: Die rasche Wiederbesiedlung der Waldbrandfläche oberhalb von Leuk durch Pflanzen

Thomas Wohlgemuth¹ & Barbara Moser¹

Bull. Murithienne 126/2008 : 29-46 (2009)

Nach dem verheerenden Waldbrand von Leuk wurde die Wiederbesiedlung mit Moosen und Pflanzen im 300 ha grossen Brandgebiet während vier Jahren intensiv und regelmässig beobachtet. Im Vordergrund stand die Frage, wie rasch Pflanzen die stark verbrannte Oberfläche wieder besiedeln. Zur Untersuchung dieses Themas wurden wiederholt Vegetationserhebungen auf 153 dauerhaft markierten Quadraten von je 200 m² Fläche durchgeführt. In den ersten vier Jahren nach dem Waldbrand entwickelte sich eine grosse Artenvielfalt. Mehrere Arten dominierten vorübergehend oder über längere Zeit grosse Flächen im Brandgebiet. Während in der Subalpinstufe die natürliche Baumverjüngung mit Laubhölzern und Nadelhölzern voranschreitet, ist das Verjüngungstempo in der unteren Montanstufe gering. Dort ist vor allem das Fehlen der Waldföhre hervorzuheben. Die Wiederbesiedlung des Waldbrandgebiets ist insgesamt rasch vorangeschritten. Doch das Aufkommen von Wald dürfte in der trockenen unteren Montanstufe länger dauern als in den höheren Lagen.

Phénix sort des cendres: rapidité de la recolonisation végétales des surfaces forestières détruites par le feu au-dessus de Loèche. – Suite à l'incendie de la forêt de Loèche, les 300 hectares calcinés ont fait l'objet d'un suivi régulier et intensif durant quatre ans afin d'étudier la recolonisation par les mousses et les plantes vasculaires. Le thème prioritaire était de connaître le temps nécessaire à la végétation pour s'installer sur un sol fortement ravagé par le feu. Des relevés botaniques ont été effectués chaque année sur 153 placettes permanentes d'une surface de 200 m² chacune. Quatre ans après l'incendie une grande diversité floristique apparaît bien que plusieurs espèces dominant ou colonisent pour une longue période des surfaces importantes. Dans la zone subalpine le rajeunissement naturel d'arbres feuillus et de résineux est bien présent alors qu'à l'étage montagnard l'installation d'arbres indigènes se fait plus lentement; il faut noter l'absence du pin sylvestre. La recolonisation végétale de la forêt incendiée est rapide, avec une reforestation plus lente dans les parties sèches de l'étage montagnard que dans les parties plus élevées.

Schlüsselwörter

Waldbrand,
Vegetation,
Artenvielfalt,
Landolts Zeigerwerte

Mots clés

Forêt brûlée, végétation,
biodiversité,
indices écologiques de Landolt

Nomenklatur

AESCHIMANN und HEITZ (2005)

¹ Eidgenössische
Forschungsanstalt für Wald,
Schnee und Landschaft,
WSL, Zürcherstrasse 111,
8903 Birmensdorf

EINLEITUNG

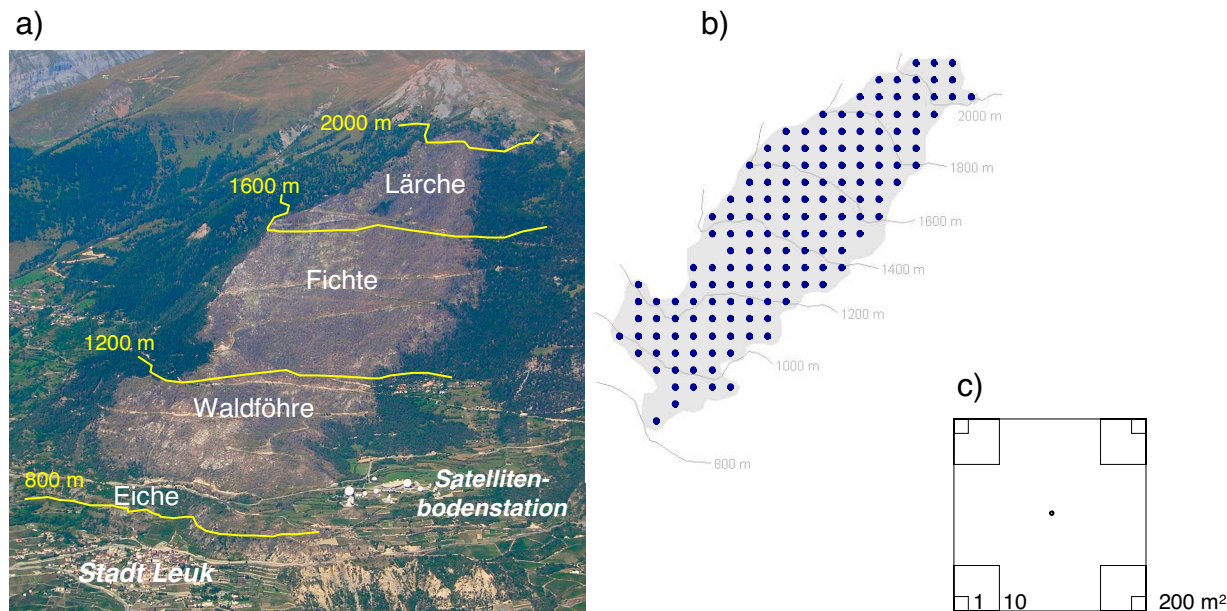
Beim grössten Waldbrand der letzten hundert Jahre im Wallises Zentraltal brannten am 13. August 2003 oberhalb von Leuk 300 ha Wald nieder (GIMMI *et al.* 2004). Je nach Topographie und je nach Menge und Beschaffenheit des Brandguts schwelte das Feuer mehrere Tage oder Wochen weiter. Übrig blieben verkohlte Stämme und eine bis zu 50 cm mächtige Kohle- und Ascheschicht. Das Brandgebiet erstreckt sich von 850 m ü.M. bis zur Waldgrenze auf 2100 m ü.M. und ist stellenweise 1000 m breit (**Fig. 1**). Der unterste Teil, rund ein Fünftel des praktisch vollständig zerstörten Waldes, erfüllte bis anhin die Funktion eines Schutzwaldes für die Stadt Leuk sowie für die Strasse nach Leukerbad.

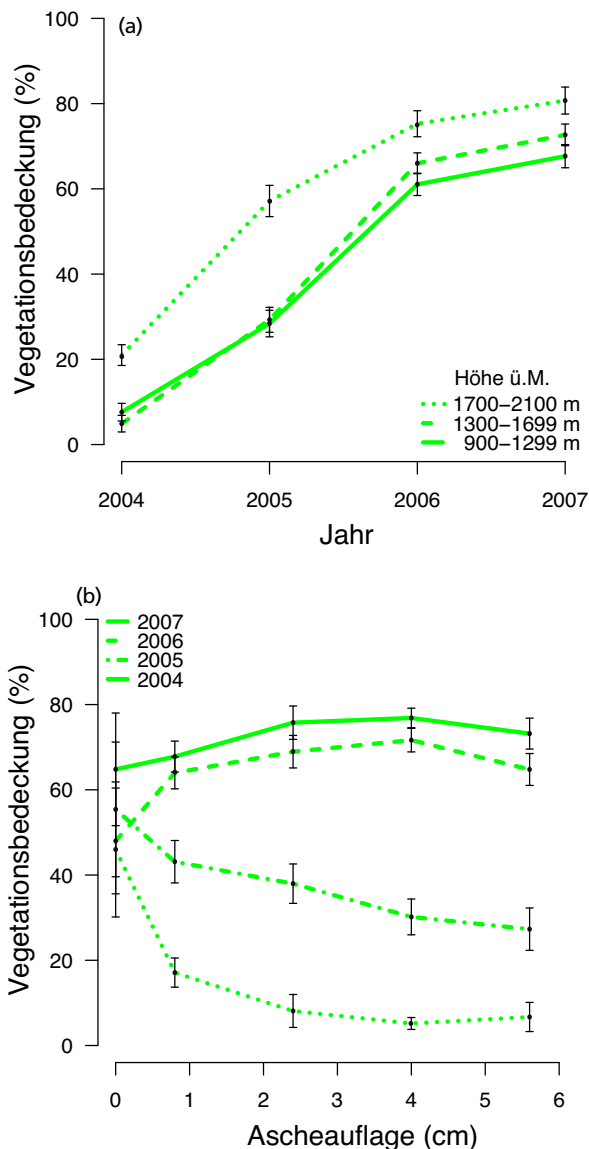
Nach dem Brand wurde von der lokalen Bevölkerung die Frage nach dem Tempo der Wiederbesiedlung durch Pflanzen und Tiere, und insbesondere die Frage nach der Rückkehr eines schutzfähigen Waldes aufgeworfen. Angesichts der Klimaerwärmung erlangen diese Themen eine neue Bedeutung. Denn ob sich z. B. die einheimischen Baumarten unter den erwarteten trockeneren und wärmeren Witterungen (ZIMMERMANN & BUGMANN 2008) wieder ansiedeln, entscheidet letztlich darüber, ob oder

wie rasch in Zukunft wieder Wald entsteht (WOHLGEMUTH & *al.* 2006; MOSER & *al.* *subm.*). Diesbezügliche Überlegungen sind von globaler Bedeutung (REICH und OLEKSYN 2008), doch fehlen oft gute Feldbeobachtungen. Das Leuker Brandgebiet ist eines der grössten seiner Art in den Zentralalpen. Wegen seiner Ausdehnung und Lage entlang eines grossen Höhengradienten und dank der ausgezeichneten Erschliessung durch verschiedene Strassen ist es bestens geeignet, um die Dynamik der Wiederbesiedlung zu untersuchen.

Forschungsarbeiten über Effekte von Waldbränden sind in der Schweiz bisher vor allem im Tessin durchgeführt worden, sowohl zu praktisch relevanten Themen (CONEDERA & *al.* 1996; MARXER 2003) als auch in grundlagenorientierter ökologischer Ausrichtung (DELARZE & *al.* 1992; TINNER & *al.* 2005). Erkenntnisse zur Waldbrandökologie in den Zentralalpen beschränken sich auf wenige Studien im Wallis (WERLEN 1968; DELARZE und WERNER 1985), im Münstertal (SCHÖNENBERGER und WASEM 1997) sowie im Nationalpark (KOUTSIAS & *al.* 2004; STÄHLI & *al.* 2006). Im Jahr 2004 wurde das Projekt «Waldbrand im Wallis» als Teil des WSL-Forschungsprogramms Walddynamik (2001-2007) ins Leben gerufen. Das Projekt untersucht die Wiederbesiedlung der Waldbrandfläche und die zugrunde liegenden Prozesse anhand verschiedener Stichproben zu Klima, Boden, Vegetation und Wirbellosenfauna sowie mit Luftbildanalysen (WOHLGEMUTH & *al.* 2005). Die Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung umfassen einerseits einen Vergleich der Artenvielfalt und deren Zusammensetzung vor und nach dem Waldbrand. Wir verdanken diese Studien dem Umstand, dass Gödickemeier (1998) bereits vor 12 Jahren Vegetationserhebungen auf 40 Probeflächen im heutigen Waldbrandgebiet durchgeführt hat (KÜTTEL 2004; SERENA 2005; TEMPERLI 2007). Andererseits wurden

FIGUR 1 – (a) Die Waldbrandfläche von Leuk im August 2007 (Photo T. Wohlgemuth, WSL). **(b)** Lage der 153 Stichprobenpunkte zur regelmässigen Erfassung der Vegetation innerhalb der Waldbrandfläche. **(c)** Geschachteltes Stichprobendesign mit 1 x 200m², 4 x 10m², und 4 x 1m² Quadraten zur Erhebung der Artenvielfalt sowie des Deckungsgrades der einzelnen Arten auf den einzelnen Stichprobenflächen.





FIGUR 2 – Wiederbesiedlung der Waldbrandfläche Leuk durch Gefässpflanzen in Abhängigkeit von Höhenlage und Brandintensität: (a) Mittlere Vegetationsbedeckung (\pm Standardfehler) der Krautschicht in drei verschiedenen Höhenzonen; (b) Mittlere Vegetationsbedeckung (\pm Standardfehler) der Krautschicht in Abhängigkeit von der Mächtigkeit der Ascheauflage (Median aus 9 Messungen pro Quadrat).

153 systematisch angelegte Dauerbeobachtungsflächen im gesamten Brandgebiet eingerichtet, um die Vegetation wiederholt zu erheben. Der vorliegende Bericht baut auf den Ergebnissen dieser Stichprobenflächen auf und fokussiert auf den Prozess der Wiederbesiedlung durch Gefässpflanzen, mit besonderer Berücksichtigung der Baumpflanzen. Dabei stehen folgende Fragen im Zentrum: Wie entwickelt sich die Vielfalt der Gefässpflanzen auf der Waldbrandfläche in Abhängigkeit von der seit dem Brand verstrichenen Zeit, wie erfolgreich sind einzelne Arten, in welcher Reihenfolge erobern sie die Fläche, und in welcher Weise ändern sich die ökologischen Voraussetzungen während der ersten vier Jahre nach dem Brandereignis?

Gebiet

Das Brandgebiet erstreckt sich am südsüdwestexponierten, durchschnittlich 25 Grad geneigten Hang von 850 bis 2100 m ü.M. in einer Breite zwischen 600 und 1000 m. Das Muttergestein besteht aus mächtigen kalkhaltigen Sedimentgesteinen der Helvetischen Decken (BURRI 1987); die Niederschläge sammeln sich nicht in Bächen sondern versickern. In den Zonen des geschlossenen Föhrenwaldes liegt Kalk an der Oberfläche. Gegen die Waldgrenze hin, d.h. in der Lärchenzone, liegt die Kalkgrenze in rund 40 cm Bodentiefe (WOHLGEMUTH & *al.* 2005). In Anlehnung an OTT & *al.* (1997) und unter Berücksichtigung der Waldvegetation vor dem Brand (WERLEN 1995) unterteilten wir das Gebiet in drei Höhenzonen: Föhrenbestände in der unteren Montanstufe von 900 bis 1300 m ü.M., hauptsächlich Fichtenbestände in der oberen Montanstufe von 1300 bis 1700 m ü.M., und Fichten-, Fichten-Lärchen- und Lärchenbestände in der Subalpinstufe von 1700 bis 2100 m ü.M. Vorherrschende Bodentypen sind Rendzinen im unteren Teil der Brandfläche, Braunerden sowie leicht podzolierte Braunerden in höheren Lagen. Die Abfolge entspricht den Niederschlagsverhältnissen im Gebiet, die von jährlich 637 mm in Sierre (539 m ü.M.) auf 951 mm in Montana (1508 m ü.M.) ansteigen (Angaben für 1931–2007; Climap ©, MeteoSchweiz).

Stichprobe und Erhebungsmethoden

Die Wiederbesiedlung der Brandfläche durch Pflanzen wurde mittels systematischer Stichproben während vier Jahren (2004–2007) erhoben. Richtlinien für ein Netz mit 125 m Maschenlänge über das Brandgebiet bildete das Schweizerische Koordinatensystem. Die Mittelpunkte der Stichprobenflächen wurden dauerhaft markiert. Die Vegetationserhebungen erfolgten auf geschachtelten Quadratflächen von 1, 10 und 200 m² mit Nord-Süd-Ausrichtung der Ecken (Fig. 1). Im grössten Quadrat schätzten wir für alle Pflanzenarten die prozentualen Flächenanteile mit der verfeinerten Londo-Skala (LONDO 1975). Bei den Moosen berücksichtigten wir die auffälligsten und am häufigsten vorkommenden Arten:

	VEGETATION				ANZAHL ARTEN					
	Bedeckung %		1 m ²		10 m ²		200 m ²		153 x 200 m ²	
2004	Ø	±	Ø	±	Ø	±	Ø	±		
900-1299 m	7,6	15,2	2,2	3,9	6,9	7,3	25,6	18,5	239	
1300-1699 m	4,9	9,6	2,5	3,5	7,3	6,4	25,9	21,1	216	
1700-2100 m	21,0	21,8	7,1	6,6	17,7	11,2	51,7	14,4	280	
Gesamtfläche	10,5	18,0	3,6	5,0	9,8	9,4	32,3	21,0	431	
2005										
900-1299 m	28,4	22,9	4,6	4,4	12,7	8,5	43,4	18,0	288	
1300-1699 m	29,3	21,4	4,7	3,9	12,7	7,3	41,9	18,2	249	
1700-2100 m	57,2	22,7	10,3	7,2	23,3	11,2	65,4	14,8	304	
Gesamtfläche	36,4	25,6	6,1	5,6	15,4	10,0	48,4	19,5	476	
2006										
900-1299 m	61,1	19,1	7,9	4,4	16,9	8,3	49,4	18,5	299	
1300-1699 m	66,0	19,2	7,5	3,9	17,1	6,5	49,3	21,5	272	
1700-2100 m	75,3	20,2	11,8	7,4	26,0	11,6	69,9	14,6	315	
Gesamtfläche	67,2	19,9	8,7	5,5	19,3	9,5	54,6	20,0	490	
2007										
900-1299 m	67,7	19,8	–	–	–	–	52,3	17,1	297	
1300-1699 m	72,7	18,6	–	–	–	–	49,3	18,9	277	
1700-2100 m	80,7	14,7	–	–	–	–	67,5	12,2	317	
Gesamtfläche	73,5	18,5	–	–	–	–	55,0	17,5	501	

TABELLE 1 – Mittlere Vegetationsbedeckung und Anzahl Gefässpflanzen in 153 geschachtelten Vegetationsquadraten im Brandgebiet von 2004 bis 2007, nach Höhenstufen und für die gesamte Fläche (n=54 für 900–1299 m ü.M.; n=60 für 1300–1699 m ü.M., n=39 für 1700–2100 m ü.M.).

Bryum argenteum Hedw., *Funaria hygrometrica* Hedw., *Marchantia polymorpha* L. Die Erhebungen auf den 153 Stichprobenflächen wurden den drei Höhenzonen zugeordnet: 900-1299 m ü.M. (n=54), 1300-1699 m ü.M. (n=60) und 1700-2100 m ü.M. (n=39). Als Indikator für die Brandintensität wurde bei der ersten Datenerhebung im Jahr 2004 die Aschenauflage im Zentrum und an acht Punkten ausserhalb der 200 m²-Flächen gemessen (HENIG-SEVER *et al.* 2001). Für die Analysen verwendeten wir die Mediane der neun Messungen. Sämtliche Stichprobenflächen wurden jedes Jahr fotografiert.

Anhand von ökologischen Zeigerwerten (LANDOLT 1977) charakterisierten wir die Entwicklung der ökologischen Faktoren im Waldbrandgebiet von 2004 bis 2007. Hierzu mittelten wir die Feuchte-, Reaktions- und Nährstoffzahlen für die in einem Quadrat vorkommenden Arten ohne Gewichtung. Mittelwertberechnungen von Pflanzenzeigerwerten haben sich beispielsweise in der Erfolgskontrolle des Moorschutzes (FELDMEYER-CHRISTE & *al.* 2007; KLAUS 2007) als äusserst zuverlässig erwiesen.

Resultate

In den ersten vier Jahren nach dem Waldbrand hat sich in allen Höhenlagen eine Vegetation gebildet, die im Sommer 2007 zwischen 70 und 80% des Bodens bedeckte (Fig. 2a). Die Kolonisierung des verbrannten Waldgebietes schritt in der Subalpinstufe deutlich rascher

voran als in der Montanstufe. Bereits ein Jahr nach dem Brand war der Boden nahe der Waldgrenze mit 21% Vegetation bedeckt, dies im Gegensatz zu den tiefer gelegenen Gebieten, wo erst wenige Pflanzen wuchsen (6% Bedeckung im Durchschnitt). Wo im Sommer 2004 viel Asche auf dem Boden lag, dauerte die Wiederbegrünung in den ersten beiden Jahren nach dem Brand länger als an Orten mit geringer Aschenauflage (Fig. 2b). Die unterschiedliche Vegetationsbedeckung korrelierte nur 2004 und 2005 negativ mit der Aschenauflage, danach nicht mehr ($R^2_{04}=0,08$, $p<0,0001$; $R^2_{05}=0,13$; $p<0,001$). Hingegen streute sie an Orten ohne Aschenauflage während allen Beobachtungsjahren stark.

Von 2004 bis 2007 stieg die gesamte Artenzahl in den 153 von 431 auf 501 Pflanzenarten an (Tab1; Appendix). Zusammen mit den rund 65 bereits wieder verschwundenen Arten wurden in dieser ersten Sukzessionsphase insgesamt über 570 Arten notiert. Von den Baumarten etablierten sich Zitterpappel (*Populus tremula*) und Weiden (*Salix caprea* / *Salix appendiculata*) am besten. Ihnen folgte die Birke (*Betula pendula*) und im untersten Teil der Fläche auch die Eiche (*Quercus pubescens*), welche allerdings im Schutzwald durch Säen gefördert wurde (Mitteilung Revierförster K. Egger). Von den früher bestandesbildenden Baumarten sind in höheren Lagen die Fichte (*Picea abies*) und die Lärche (*Larix decidua*) gekeimt. Die Waldföhre (*Pinus sylvestris*) hat sich dagegen im ganzen Gebiet noch kaum verjüngt: nur auf drei Quadraten vermochten sich bisher Jungpflanzen zu etablieren (Tab. 2). Die beiden häufigsten Krautpflanzen waren das Wald-Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) und das Rote Seifenkraut (*Saponaria ocymoides*), wobei letzteres bereits ein Jahr nach dem Brand in 86% aller Quadrate gefunden wurde (Fig. 3). An vielen Orten

ARTEN	JAHR			
	2004	2005	2006	2007
Bäume < 0,5 m				
<i>Populus tremula</i>	1,3	40,5	62,7	68,6
<i>Salix appendiculata</i>				
<i>Salix caprea</i>	3,9	39,9	57,5	62,1
<i>Betula pendula</i>	0,7	4,6	17,6	34,0
<i>Quercus</i> sp.	6,5	7,2	7,8	9,8
<i>Picea abies</i>	7,8	9,2	9,2	9,2
<i>Populus alba</i>		2,6	7,8	9,2
<i>Larix decidua</i>	4,6	4,6	6,5	8,5
<i>Sorbus aria</i>	2,0	3,3	6,5	8,4
<i>Pinus sylvestris</i>	2,6	2,0	2,0	2,0
<i>Prunus avium</i>	1,3	1,3	2,6	1,9
<i>Acer campestre</i>	0,7	2,6	1,9	1,9
Krautschicht				
<i>Epilobium angustifolium</i>	59,5	85,0	93,5	91,5
<i>Saponaria ocymoides</i>	86,3	87,6	88,2	90,2
<i>Taraxacum</i> sp.	38,6	79,7	86,9	88,2
<i>Campanula rotundifolia</i>	74,5	84,3	85,6	86,3
<i>Cirsium arvense</i>	22,2	61,4	73,2	79,7
<i>Calamagrostis varia</i>	56,9	66,0	75,8	75,8
<i>Euphorbia cyparissias</i>	75,8	77,8	81,0	73,2
<i>Blitum virgatum</i>	0,7	36,6	77,8	71,2
<i>Lotus corniculatus</i> aggr.	64,1	71,2	72,5	70,6
<i>Knautia arvensis</i>				
<i>Knautia dipsacifolia</i>	63,4	68,0	68,6	68,0
<i>Conyza canadensis</i>	20,3	77,8	73,2	67,3
<i>Rubus idaeus</i>	36,6	61,4	62,7	66,7
<i>Hippocrepis comosa</i>	48,4	60,1	62,7	66,7
<i>Cirsium vulgare</i>	16,3	46,4	59,5	65,4
<i>Lactuca serriola</i>	9,2	62,7	71,2	64,1
<i>Arenaria serpyllifolia</i> aggr.	16,3	41,2	60,8	60,1
<i>Hieracium murorum</i>	45,1	49,0	57,5	55,6
<i>Festuca rubra</i> aggr.	24,2	50,3	48,4	55,6
<i>Helianthemum nummularium</i>	42,5	49,0	49,0	50,3
<i>Polygala chamaebuxus</i>	50,3	52,3	51,0	46,4
<i>Silene nutans</i>	31,4	38,6	40,5	43,8
<i>Solidago virgaurea</i>	31,4	35,9	36,6	42,5
<i>Teucrium chamaedrys</i>	41,8	39,9	41,8	40,5
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	31,4	43,8	39,2	35,3
<i>Senecio vulgaris</i>	14,4	77,1	65,4	29,4
<i>Epipactis atrorubens</i>	34,0	37,3	27,5	25,5
Moose				
<i>Funaria hygrometrica</i>	52,9	92,2	92,8	87,6
<i>Bryum argenteum</i>		2,0	43,8	58,2
<i>Marchantia polymorpha</i>	16,3	24,8	17,0	14,4

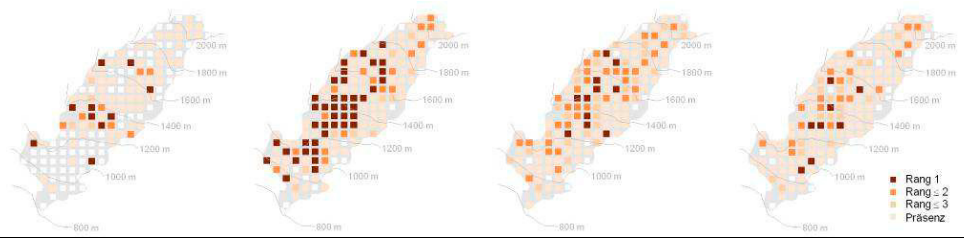
TABELLE 2 – Häufigste Pflanzenarten im Waldbrandgebiet von Leuk während der ersten vier Jahre nach dem Brandereignis: Vorkommen in den 153 Quadraten (Frequenz) in Prozenten, mit Berücksichtigung von Baumarten mit > 1%, Kraut- und Straucharten mit > 33% Vorkommen.

war das Seifenkraut seither aspektbildend und färbte auch noch im Sommer 2008 grosse Flächen in rosa Farbe ein. Im gesamten Waldbrandgebiet entwickelte sich in den ersten vier Jahren nach dem Feuer eine dynamische Konkurrenzsituation der neu ankommenden oder wieder austreibenden Arten. Bereits nach zwei Jahren waren grosse Teile des Gebietes mit Brandmoos (*Funaria hygrometrica* Hedw.) bedeckt. Im Sommer 2007 war die Art nur noch an wenigen Orten dominant. Eine rasante Ausbreitung war beim Kanadischen Berufskraut (*Conyza canadensis*) festzustellen, das in Europa bereits im 17. Jahrhundert Fuss fasste. Nachdem die Art im Jahr 2005 in allen Höhenlagen anzutreffen war, etablierte sie sich in den nächsten Jahren in der Montanstufe. Jeweils im Sommer wurde sie in der unteren Montanstufe dominant. Ausser dem Kanadischen Berufskraut traten sechs weitere Neophyten auf (**Appendix**), wobei diese Arten nur geringe Frequenzen erreichten (maximale Anzahl Quadrate pro Jahr in Klammern) oder ausserhalb der Quadrate wuchsen: *Lepidium densiflorum* (1), *Amaranthus retroflexus* (4), *Sisymbrium altissimum* (1), *Bromus squarrosus* (2), *Robinia pseudoacacia* (2) und *Solidago canadensis*.

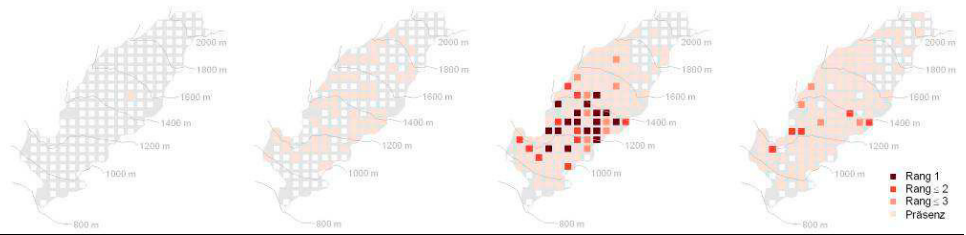
Völlig unerwartet kam zwei Jahre nach dem Brand der Erdbeerspinat (*Blitum virgatum*) an vielen Orten zum Vorschein. Im darauffolgenden Jahr entwickelte sich die Art in der oberen Montanstufe mancherorts zur dominanten Pflanzenart. Seither wurde sie zwar weiterhin häufig gefunden, doch dominierte sie kaum noch. Kurz nach dem Brand siedelte sich das Wald-Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) in höheren Lagen an, und bereits im Sommer 2005 begann es zu dominieren. In der Subalpin- und oberen Montanstufe war die Art seit 2006 grossflächig bestandesbildend. Als typisch ruderal wachsende Pflanze dehnte sich die Färberwaid (*Isatis tinctoria*) im untersten Teil des Waldbrandgebietes und entlang der Strasse zwischen Thel und Albinen aus. Von dort her entwickelte sie ihre grösste Dominanz in den Jahren 2006 und 2007, als sie jeweils im Mai mehrere Hektaren des Geländes mit leuchtend gelber Farbe überzog. Von den drei konsistent notierten Moosen war das Brandmoos (*Funaria hygrometrica* Hedw.) das häufigste. Das Silbermoos (*Bryum argenteum* Hedw.) trat erst drei Jahre nach dem Brand zahlreich in Erscheinung. Die grosse Dynamik, die die Wiederbesiedlung der Waldbrandfläche in Leuk in den ersten fünf Jahren prägte, ist in den Bilderserien in **Fig. 4** dokumentiert.

Analog zur Verdichtung der Vegetationsdecke stieg die Anzahl Pflanzenarten pro Fläche mit zunehmender Dauer seit dem Waldbrand an (**Fig. 5a**). In der Montanstufe waren die Artenzahlen ein Jahr nach dem Waldbrand mit durchschnittlich knapp 26 Pflanzenarten pro 200 m² generell klein. Mit beinahe 52 Arten pro Quadrat war die Artenvielfalt in der Subalpinstufe rund doppelt so gross. Seither hat die Vielfalt überall stark zugenommen, so dass im Sommer 2007 auch in der Montanstufe im Durchschnitt zwischen 49 und 52 Pflanzenarten/200 m² wuchsen; in der Subalpinstufe wurden bereits 67 Arten

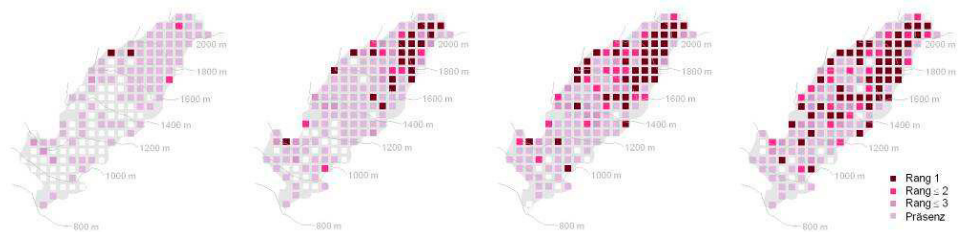
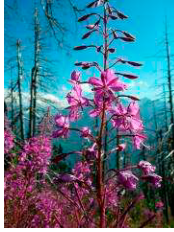
Funaria hygrometrica



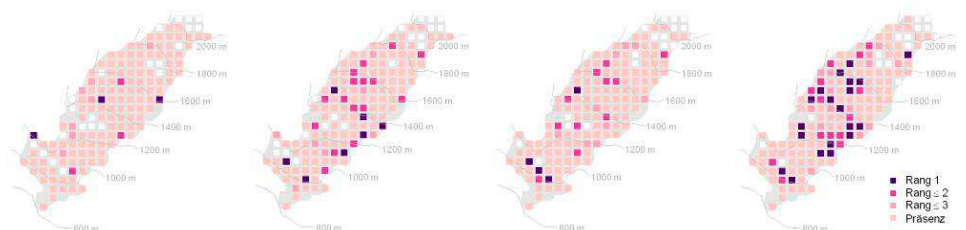
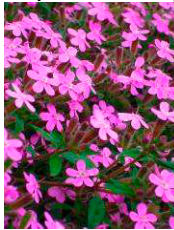
Blitum virgatum



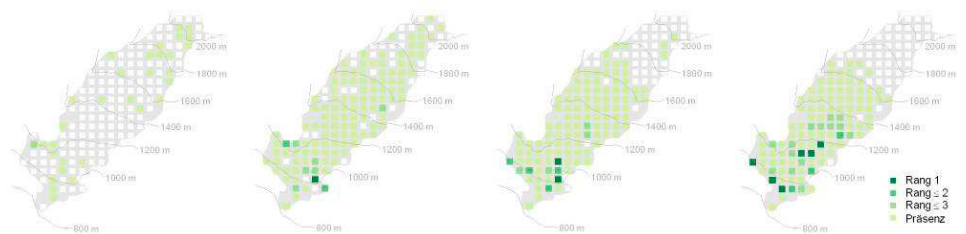
Epilobium angustifolium



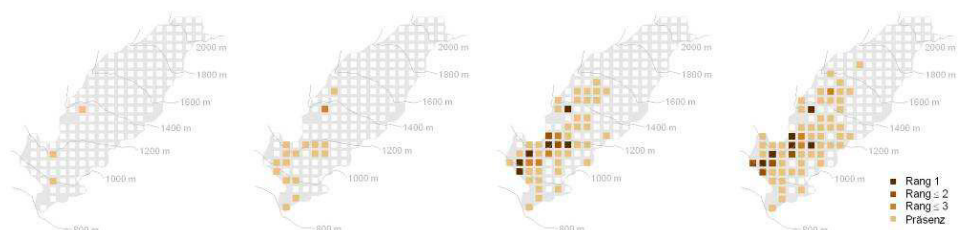
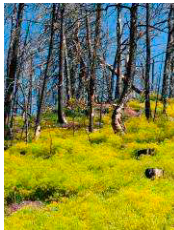
Saponaria ocymoides



Conyza canadensis



Isatis tinctoria



2004

2005

2006

2007

1100 m ü.M.



1300 m ü.M.



1600 m ü.M.



2004

2005

2006

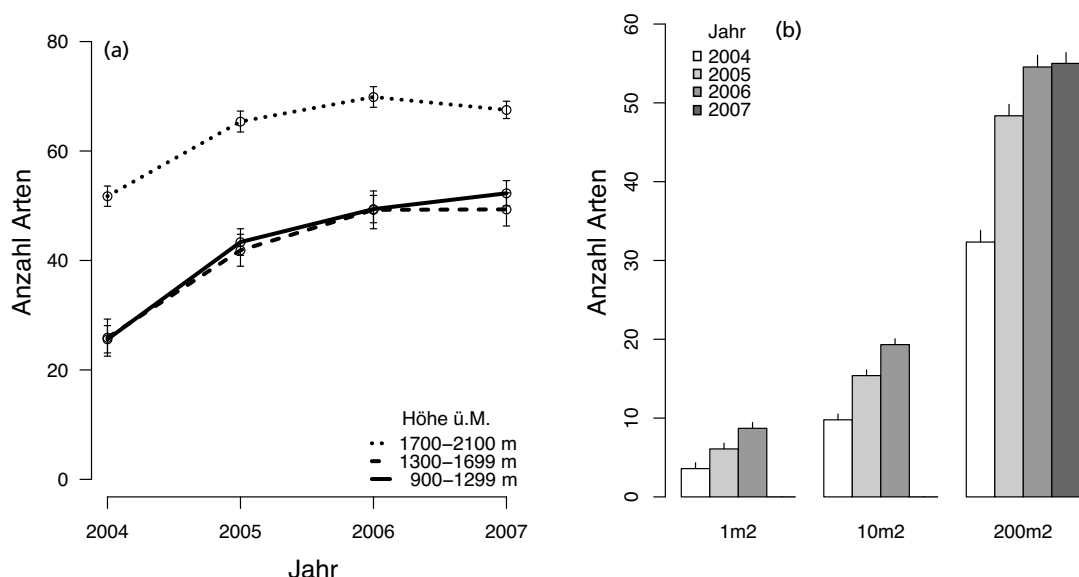
2007

FIGUR 4 – Dynamik der Vegetationsentwicklung in den ersten vier Jahren nach dem Waldbrand in Leuk.

FIGUR 3 (S. 34)– Dynamik einzelner Pflanzenarten in den ersten vier Jahren nach dem Waldbrand: Arten, die sich nach dem Brand rasch ausgebreitet haben, nach vier Jahren aber bereits wieder auf dem Rückzug sind: *Funaria hygrometrica*, *Blitum virgatum*; sowie Arten, deren Abundanz stark zugenommen hat: *Epllobium angustifolium*, *Saponaria ocymoides*, *Conyza canadensis*, *Isatis tinctoria*. Blasse Farben zeigen das Vorkommen der Art in den Quadraten an, starke Farben deren Dominanz im Vergleich zur gesamten Artenzusammensetzung.

gezählt. Je nach Betrachtungsmassstab gestaltete sich das Tempo der Vielfaltsentwicklung unterschiedlich. Auf kleinen Quadratflächen von 1 und 10 m² Grösse war in den ersten drei Jahren ein beinahe kontinuierlicher Anstieg zu verzeichnen, wogegen auf 200 m² der Zuwachs an neuen Arten rasch abnahm (Fig. 5b). Während in Hochlagen eine Sättigung an Arten bereits nach zwei Jahren erreicht wurde, verzeichneten die tiefer gelegenen Flächen zwischen 2005 und 2007 noch leichte Zunahmen der Artenvielfalt.

Zeigerwertanalysen der einzelnen Quadrate ergaben im ersten Jahr nach dem Brand eine erhöhte mittlere Reaktionszahl bzw. einen etwas erhöhten pH-Wert (Fig. 6) im Vergleich zu den Werten in den nächsten Jahren. In Montanlagen stiegen die Nährstoffzahlen in den ersten zwei Jahren deutlich an und erreichten das Maximum im Jahr 2006. Die Werte ein Jahr später waren bereits wieder signifikant kleiner (zweiseitiger t-Test, paarweise). In der Subalpinstufe war der Nährstoffanstieg von 2004 bis 2005 geringfügig, aber doch signifikant. Generell war das Nährstoffniveau in der Subalpinstufe tiefer als in der



FIGUR 5 – Entwicklung der Artenvielfalt pro 200 m² (Mittelwert \pm Standardfehler) in den ersten vier Jahren nach dem Brand in Abhängigkeit der Höhenstufe (a) und der Flächengrösse (b).

Montanstufe. Die fluktuierenden Werte in den drei Stufen unterschieden sich seit 2004 nicht signifikant.

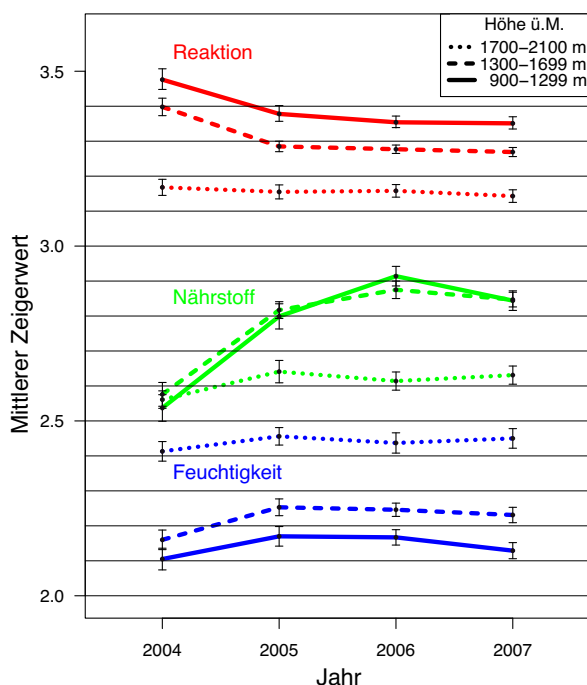
Diskussion

Untersuchungen über die Art und Weise, wie Pflanzen und Tiere eine Waldbrandfläche wiederbesiedeln stammen hauptsächlich aus Nordamerika und Skandinavien (z.B. ZACKRISSON 1977; JOHNSON und MIYANISHI 2001). In Bezug auf die Sukzessionsverhältnisse nach Waldbrand im Wallis ist vor allem die Arbeit von DELARZE & WERNER (1985) zu erwähnen, welche die Besiedlungsdynamik der Gefässpflanzen auf einer 120 ha grossen Brandfläche (Walliser Steppe und Föhrenwald) unterhalb von Erschmatt, also drei Kilometer östlich des Leuker Brandgebietes, während der ersten 3 Jahre nach dem Brand dokumentiert. In der Diplomarbeit von Werlen (1968) über die Pionierv egetation auf einer vierjährigen Waldbrandfläche im nahegelegenen Pfywald finden sich weitere Hinweise. Nur qualitative Informationen existieren dagegen zur Vegetationsabfolge nach Brand im Aletschwald oberhalb von 1400 m ü.M., d.h. in höheren Lagen des Walliser Haupttals (LÜDI 1946). Die hier vorgestellten Ergebnisse ergänzen diese älteren Arbeiten und belegen zudem anschaulich und detailliert die Vegetationsentwicklung auf einer ungewöhnlich grossen Fläche. Besonderes Augenmerk gilt den Auswirkungen der stark wechselnden klimatischen Bedingungen entlang des Höhengradienten auf den Prozess der Wiederbesiedlung.

Begrünung, Brandintensität und Höhenlage

Ein Jahr nach dem Brand war das Gebiet geprägt von Asche und Kohle. Grüne Flecken bildeten sich vereinzelt, aber nirgends war die Vegetationsdecke geschlossen. Ab dem zweiten Jahr begann dann eine rasante Rückeroberung der Brandfläche durch Moose und Gefässpflanzen. Dieser Prozess ging in der Subalpinstufe deutlich rascher vonstatten als in der Montanstufe. Sowohl das unterschiedliche Tempo als auch die abweichende Artenzusammensetzung lassen sich mit den Faktoren Ascheauflage (Brandintensität) und Höhe über Meer (Bodenfeuchtigkeit) erklären. Die Messungen der Ascheauflage ergaben höchste Werte in der Montanstufe und geringste Werte in der Subalpinstufe (WOHLGEMUTH *et al.* 2005). Eine mächtige Ascheauflage gilt als Indikator für grosse Brandintensität am Boden (HENIG-SEVER *et al.* 2001). Da intensives Feuer einen Grossteil der organischen Bodenschicht (Humusaufgabe) zerstört – wenn nicht die gesamte –, gehen dadurch auch Rhizome von Pflanzen oder ausdauernde Samen verloren. Als Folge davon dauert die Besiedlung, die in diesem Falle hauptsächlich durch Samenflug erfolgt, länger (JOHNSTONE & KASISCHKE 2005). Ein solcher Verzögerungseffekt war aber nur zwei Jahre lang messbar. Ob und in welcher Weise er die langfristige Pflanzensammensetzung prägt, wird sich im Verlaufe der weiteren Untersuchungen zeigen.

Mit zunehmender Höhenlage steigen die Niederschlagsmengen an. Messungen im Gebiet haben gezeigt, dass auf 900 m ü.M. während der Vegetationsperiode 260 mm Niederschlag fallen. Auf 2100 m ü.M. sind es mit 385 mm fast 50% mehr (Klimadaten von G. SCHNEITER, WSL; TEMPERLI 2007). Ein ähnlicher Anstieg be-



FIGUR 6 – Mittelwerte der durchschnittlichen Zeigerwertangaben (\pm Standardfehler) von Gefässpflanzen (ungewichtet) je Aufnahme für Feuchtigkeit (F), Reaktion (R) und Nährstoff (N), nach Höhenstufen.

steht zwischen den Messungen der Klimastationen von Sierre und Montana. Ausgehend von den Regenmengen dieser Stationen ergeben sich für das Brandgebiet in Leuk mittlere jährliche Summen von rund 750 mm am unteren Rand und 1150 mm an der Waldgrenze. Die besseren Niederschlagsverhältnisse in höheren Lagen bewirkten an diesem trockenen Südhang die rasche Bildung einer geschlossenen Vegetationsdecke.

Dominante Arten

Die Besiedlungsdynamik im Waldbrandgebiet ist bis heute ein faszinierendes Naturspektakel, in dessen Verlauf verschiedene Arten die verschiedenen Partien des Hangs mal braun, gelb, lila, rot oder weiss eingefärbt haben. Solche Erscheinungen sind an grossflächigen, kurzfristig vegetationsfreien Orten nichts Ungewöhnliches. Das wohl bekannteste Beispiel hierzu ist die mehrere Jahre dauernde Dominanz des Wald-Weideröschens, im Englischen auch «fireweed» genannt, nach Waldstörungen durch Brand, Windwurf oder Holzschlag in höheren Breitengraden in Nordamerika und Skandinavien. Eine analoge Situation hat sich nun im Waldbrandgebiet von Leuk in der oberen Montan- und Subalpinstufe mit hektargrossen Beständen dieser Art entwickelt. Eine weitere Pflanze, die sich nach dem Waldbrand rasch und grossflächig ausbreitete, ist das rote Seifenkraut. Das rasche Auftreten dieser Art auf ver-

brannten Böden wurde im Wallis bereits in früheren Untersuchungen beobachtet und kann deshalb als Seifenkrautphase bezeichnet werden (DELARZE & WERNER 1985). Wir stellten überdies fest, dass sich Seifenkrautphasen wiederholen können. An Orten, wo sich beispielsweise das Brandmoos oder der Erdbeerspinat, rasch etablierten, wurde das Seifenkraut kurzfristig zurückgedrängt. Nach dem lebenszyklusbedingten Zurückweichen solcher Arten breitete sich das Seifenkraut ab 2007 erneut aus. Ein solches An- und Abschwellen von mehreren Pionierarten als Folge des Kampfs um Ressourcen (DAVIS *et al.* 2000) war hauptsächlich unterhalb der subalpinen «Waldweidenröschen-Zone» zu beobachten.

Jede Waldbrandfläche hat ihre floristischen Eigenheiten. Nach dem grossen Waldbrand am Calanda 1943, Kt. Graubünden, breitete sich der lokal unbekannte böhmische Storchenschnabel (*Geranium bohemicum*) auf riesigen Flächen aus (BECHERER 1946). Im Aletschwald, der 1944 einem Feuer zum Opfer fiel, war der Waldstorchenschnabel (*Geranium sylvaticum*) während der Wiederbesiedlung besonders auffällig (LÜDI 1946). Wir erwarteten darum diese oder weitere schon früher beschriebene Arten, doch überraschenderweise kam der Erdbeerspinat (*Blitum virgatum*) zum Vorschein. Die Art schoss seit dem zweiten Jahr nach dem Brand bis in Höhen von etwa 1800 m ü.M. überaus zahlreich aus dem Boden und dominierte 2006 an vielen Stellen (MOSER & *al.* 2006). Über diese Art ist nur wenig bekannt. Sie kommt in den Gebirgen von Süd- und Südosteuropa vor und reicht östlich bis zum Himalaja. In der Schweiz ist sie im Engadin als Lagerpflanze am häufigsten anzutreffen. Im Wallis waren bisher nur wenige Fundorte bekannt. Für das Mittelwallis sind verschiedene Funde aus dem 19. Jahrhundert dokumentiert, so zum Beispiel von Varen (SUTER 1802; GAUDIN 1828-1833), Sierre (SUTER 1822; allerdings bezweifelt von GAUDIN 1828-1833), Vercorin (GAUDIN 1828-1833) und Leuk (JACCARD 1895). Neuere Funde aus dem Lötschental (nach 1994) und von Thel bei Leuk (1982; WAGNER 1995) deuten darauf hin, dass die Art im Wallis gelegentlich auftritt, auch wenn sie weder bei WALDIS (1987) und WERNER (2002) als Unkraut erwähnt wird, noch bei WERNER (1994) als Teil der Walliser Flora gilt. Der Erdbeerspinat wurde früher als Gemüse genutzt, als solches aber wahrscheinlich vom ergiebigeren und einfacher zu erntenden Spinat (*Spinacia oleracea*) verdrängt, dessen Anbau in Mitteleuropa im 16. Jahrhundert einsetzte (REINHARDT 1911; VOGEL 1996). Dass der Erdbeerspinat erst nach dem Brand in das Waldgebiet oberhalb von Leuk gelangt ist, scheint eher unwahrscheinlich, denn sein Vorkommen war in letzter Zeit nur für Thel, einer kleinen Siedlung am östlichen Rande des Waldbrandgebietes auf 1150 m ü.M., dokumentiert (WAGNER 1995). Vom übrigen Gebiet fehlen entsprechende Angaben trotz Begehung oder vegetationskundlicher Untersuchungen (GÖDICKEMEIER 1998; persönliche Mitteilung von M. Zemp). Es ist anzunehmen, dass die Zahl der potentiellen Vektoren, Gämsen oder Vögel, nach dem

Brand sehr gering waren, denn die spärliche Vegetation bot im ersten Jahr kaum Nahrung für Tiere. Vermutungen, wonach die Art in der Bodensamenbank überdauerte und Wärme der Keimung förderlich sei, konnten in einer Diplomarbeit bestätigt werden (BUHOLZER 2008). Wir gehen darum davon aus, dass der Erdbeerspinat während langer Zeit durch Ziegen von den Siedlungen in die angrenzenden Wälder verbreitet wurde. Ziegenweide war bis in neuere Zeit im Wallis noch verbreitet (STUBER und BÜRG 2001) und findet selbst heute im Gebiet noch ab und zu statt (persönliche Beobachtung von T. WOHLGEMUTH). Durch die besonderen Bedingungen nach dem Waldbrand – viel Licht, viel vegetationsfreier Raum, viel Nährstoffe und möglicherweise auch stimuliert durch Wärme – keimten die im Boden überdauernden Samen gleichzeitig in einem grossen Gebiet.

Nach Waldbrand können Neophyten, Pflanzen also, die seit der Entdeckung Amerikas neu zur einheimischen Flora gestossen sind, massenhaft auftreten. Dies zeigt sich beispielsweise im Tessin mit der Kermesbeere (*Phytolacca americana*) und dem Götterbaum (*Ailanthus altissima*; persönliche Mitteilung von M. Conedera). In Leuk hat sich das Kanadische Berufskraut (*Coryza canadensis*) bereits im ersten Jahr stark ausgebreitet und etablierte sich seither besonders in den unteren Montanlagen. Da die Pflanze einjährig ist und erst im Spätsommer ihre volle Grösse erreicht, verdrängt sie andere Pflanzen kaum, obwohl sie in gewissen Teilen der Fläche jeweils ab August zur deutlich dominantesten Art wird. Sie gilt übrigens als häufigster Neophyt in Europa (LAMBDON & al. 2008). Andere Neophyten sind bis anhin nicht zum Problem geworden, doch werden weitere Erhebungen zeigen, ob und wie dynamisch sich exotische Neuankömmlinge in der immer dichter werdenden Vegetation zu etablieren vermögen. Wie lange das Kanadische Berufskraut sich noch ausdehnt und ob sich seine Nische durch allfällige Effekte wärmerer Sommertemperaturen verändert, könnte am Beispiel von Leuk in Zukunft genauer untersucht werden (BROENNIMANN et al. 2007).

Artenvielfalt, Nährstoffe und Höhenlage

Die Entfaltung einer grossen Vielfalt an Pflanzen- und Tierarten nach Störungen im Wald ist ein bekanntes Phänomen (SCHERZINGER 1996). In der Schweiz wurde dieser Sachverhalt bisher für Windwurfflächen dokumentiert (WERMELINGER et al. 1995; WOHLGEMUTH 2008). Dass die Artenvielfalt nach dem Waldbrand von Leuk im Vergleich zum früheren Wald grösser ist, konnte z.B. TEMPERLI (2007) in seiner Diplomarbeit anhand eines Vergleichs von Vegetationsaufnahmen vor dem Brand (GÖDICKEMEIER 1998) mit solchen nach dem Brand zeigen. Aus dieser Arbeit wissen wir, dass die Pflanzenvielfalt pro 200 m² bereits im Jahr 2006 in allen Höhenlagen ähnlich oder gar höher war als die Vielfalt des unversehrten Waldes vor dem Brand. In der Subalpinstufe liegen die durchschnittlichen Artenzahlen um rund 20 Arten höher als in der Montanstufe, wofür mehrere Gründe zu nen-

nen sind. Gegen die Waldgrenze werden die Bestände in der Regel offener bzw. lichtreicher, was die Artenvielfalt fördert. Überdies ist diese Zone mit den darüberliegenden Alpweiden verzahnt. Die Bestände sind insgesamt reicher an Habitaten, so dass neben den schattentoleranten Waldpflanzen sowohl Wiesen- als auch viele kleinwüchsige Gebirgspflanzen vorkommen.

In den ersten Jahren nach einem Waldbrand ist die Vegetationsdynamik besonders gross, da viel Platz, genügend Licht und Nährstoffe zur Verfügung stehen (DAVIS & al. 2000). Neben den Arten, die von unbeschädigten Rhizomen wieder austreiben können, erscheinen auch Arten, deren ausdauernde Samen durch Abbrennen der obersten Bodenschicht zu Tage treten und spontan keimen. Zu den Erstbesiedlern zählen ebenfalls viele Arten mit flugfähigen Samen aus der Umgebung der Waldbrandfläche. Doch von Jahr zu Jahr steigt die gegenseitige Konkurrenz, und die sich ändernden Bodenverhältnisse beeinflussen die Pflanzenzusammensetzung. Aus Kostengründen mussten wir auf die Untersuchung der wechselnden Nährstoffverhältnisse im Boden verzichten. Stattdessen haben wir durch Zeigerwertanalysen die Bodenentwicklung anhand der Pflanzenzusammensetzung nachgezeichnet. Während die Bodenfeuchtigkeit in den ersten fünf Jahren nach dem Waldbrand keine nennenswerten Änderungen erfahren hat, deuten die mittleren Reaktions- und Nährstoffzahlen eine lebhaftere Dynamik im Boden an. Ein Jahr nach dem Brand zeigen die Pflanzen in der Montanstufe eine deutlich höhere mittlere Reaktionszahl als in den darauf folgenden Jahren. Messungen im ersten Jahr nach dem Brand haben gezeigt, dass die pH-Werte des Oberbodens im ganzen Brandgebiet im Vergleich zum umgebenden intakten Wald in vergleichbarer Höhenlage um 1 bis 1,5 Einheiten höher liegen (WOHLGEMUTH & al. 2005). Die Abnahme der mittleren Reaktionszahlen weist darauf hin, dass der Effekt der basisch wirkenden Asche wohl nur ein bis zwei Jahre, also nur kurze Zeit, andauert. In subalpiner Lage, wo die Ascheauflage generell kleiner war, zeigen die Arten keine zeitlichen Veränderungen an. Grössere Niederschlagsmengen, eine mächtigere Humusauflage und ein tieferes pH-Niveau dürften die Gründe hierfür sein. In ähnlicher Weise deuten die Arten nahe der Waldgrenze nur auf kleine Veränderungen der Nährstoffsituation hin. Verbesserte Bedingungen herrschen hier zwei Jahre nach dem Brand. Im Gegensatz dazu erreichen die Nährstoffzahlen in der Montanstufe im dritten Jahr nach dem Waldbrand ein Maximum. Die Resultate der ungewichteten Zeigerwertanalyse entsprechen der eigenen Erfahrung und dem Eindruck vieler Botaniker und Botanikerinnen, die das Gebiet erkundet haben: neben der grossen Artenvielfalt stach 2005 und 2006 die enorme Üppigkeit vieler Arten ins Auge. Es ist bekannt, dass das Verbrennen der Humusauflage je nach Brandintensität zu einer grösseren Nährstoffverfügbarkeit während der folgenden Jahre führt (NEARY & al. 1999); einen ähnlichen Düngeeffekt ist festzustellen, wenn Holzasche auf Waldboden ausgebracht wird (BRUNNER & al. 2004).

Waldverjüngung

Im Waldbrandgebiet von Leuk zeigen sich grosse Unterschiede bezüglich der Wiederansiedlung vom Baumarten. Generell sind Laubbäume im Vormarsch, allen voran Weiden, Pappeln und Birken. Dabei verjüngen sich in der Subalpinstufe mehr Bäume als in der oberen und unteren Montanstufe. Von den Nadelbäumen können sich Lärche und Fichte in den Weideröschenbeständen der Subalpinstufe etablieren. In der unteren Montanstufe fehlen nicht nur diese beiden Arten, sondern vor allem auch die vor dem Brand bestandbildende Waldföhre. Das Phänomen der nur zögerlichen Föhrenverjüngung wurde schon nach den Waldbränden unterhalb von Erschmatt (DELARZE & WERNER 1985) und ob Glaivaz, Kt. Waadt beobachtet (DELARZE 2001). Wohl im Wissen um dieses Problem hat der lokale Forstdienst im untersten Teil des Waldbrandgebietes mehrere Tausend Laubbäume gepflanzt sowie Eicheln gesteckt. Eine erste Erfolgskontrolle im Sommer 2008 (JOSS und WOHLGEMUTH 2008) hat gezeigt, dass viele der gepflanzten und während der Anwuchsphase sogar teilweise bewässerten Bäume überlebt haben und dass das Setzen von Eicheln erfolgreich war. Im Gegensatz dazu beschränkte sich die natürliche Verjüngung in unbepflanzten Vergleichsflächen auf wenige Stockausschläge von Flaumeichen, angesamte Birken und Mehlbeeren. Im untersten Teil der Waldbrandfläche kommt die natürliche Waldverjüngung also nur langsam voran. Mit einer Bepflanzung lässt sich dieser Prozess deutlich beschleunigen, wobei die Pflanzungen während der Anwuchsphase besonders während Trockenperioden bewässert werden müssen.

Schlussfolgerung

Extremereignisse wie Waldbrände oder Windwürfe hinterlassen oft grosse Offenflächen, auf denen sich selten gesehene Prozesse der Vegetationsdynamik abspielen. Die Wiederbesiedlung der Waldbrandfläche von Leuk bietet diesbezüglich ein besonders eindrückliches Bild. Zum einen folgt die Besiedlungsdynamik bereits bekannten Mustern – Beginn mit Seifenkrautphase, Feuermoss als Erstbesiedler von intensiv verbrannten Stellen oder zunehmende Dominanz durch Weidenröschen, wie dies in Waldschlägen und nach Waldbränden in höheren Breitengraden üblich ist. Zum anderen besiedeln Arten wie Erdbeerspinat, Färberwaid oder Kanadisches Berufskraut das Gebiet in unvorhersehbarem Masse. Sie können von der besonderen, aber vorübergehenden Nährstoff- und Lichtsituation profitieren. Infolge geringer Konkurrenz können in dieser ersten Sukzessionsphase viele Pflanzenarten wachsen. Daraus resultiert kurz- bis mittelfristig eine grosse Artenvielfalt auf kleinem Raum. Bei den Baumpflanzen zeigt sich in den untersten Lagen des Brandgebiets das Problem mangelnder Verjüngung. Insbesondere etablieren sich gekeimte Waldföhren nur am Rand zum intakten Wald. Dringendste Fragen betreffen die Faktoren der zaghaften

Verjüngung und die Massnahmen zur Förderung dieser bestandesbildenden Baumart. Die WSL geht diesen Fragen seit kurzem mit experimentellen Ansätzen in der Region Susten/Leuk nach. Zur Simulation der Föhrenkeimung unter extremer Trockenheit ist im Juni 2008 eine Regendachanlage auf dem Gelände der Abwasserreinigungsanlage Radet (Susten/Leuk) in Betrieb genommen worden.

DANK

Wir danken folgenden Kolleginnen und Kollegen für die Mitarbeit im Feld: Tabea Kipfer, Alex Bunge, Salome Leugger, Stefan Hadorn, Sara Bangerter, Ueli Wasem, Rico Cereghetti, Christian Matter, Dieter Trummer, Claudio Cataneo, Gustav Schneider, Lukas Wohlgemuth. Thomas Reich und Andreas Rigling haben das Manuskript sorgfältig durchgesehen. Ein weiterer Dank geht an die Burgergemeinde Leuk, die uns als Besitzerin von 90% der Waldfläche das Brandgebiet zu Forschungszwecken überlassen hat, sowie an Konrad Egger, Forstrevier Leuk & Umgebung, für die Zusammenarbeit in vielen Bereichen. Das Projekt war möglich dank finanzieller Unterstützung durch die kantonale Dienststelle für Wald und Landschaft, Sion, und durch das WSL-Forschungsprogramm Walddynamik.

LITERATUR

- AESCHIMANN, D. & C. HEITZ 2005. *Synonymie-Index der Schweizer Flora und der angrenzenden Gebiete* (SISF). Doc. Flor. Helv. 2: 1-323.
- BECHERER, A. 1946. Fortschritte in der Systematik und Floristik der Schweizerflora 5 (Gefässpflanzen) in den Jahren 1944 und 1945. *Ber. Schweiz. bot. Ges.* 56: 587-628.
- BROENNIMANN, O., U. A. TREIER, H. MÜLLER-SCHÄRER, W. THUILLIER, A. T. PETERSON & A. GUISAN 2007. Evidence of climatic niche shift during biological invasion. *Ecol. Lett.* 10: 701-709.
- BRUNNER, I., S. ZIMMERMANN, A. ZINGG & P. BLASER 2004. Wood-ash recycling affects forest soil and tree fine-root chemistry and reverses soil acidification. *Plant Soil* 267: 61-71.
- BUHOLZER, L. 2008. *Does fire promote germination and establishment of the endangered plant species Blitum virgatum?* Diplomarbeit WSL & Univ. Fribourg, Birmensdorf. 40 S.
- BURRI, M. 1987. *Les Roches*. Editions Pillet, Martigny. 159 S.
- CONEDERA, M., M. MARCOZZI, B. JUD, D. MANDALLAZ, F. CHATELAIN, C. FRANK, F. KIENAST, P. AMBROSETTI & G. CORTI 1996. *Incendi boschivi al sud delli Alpi: passato, presente e possibili sviluppi futuri*. Vd/f Hochschulverlag ETH, Zürich. 143 S.
- DAVIS, M. A., J. P. GRIME & K. THOMPSON 2000. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *J. Ecol.* 88: 528-534.
- DELARZE, R. 2001. *Suivi scientifique de l'impact des incendies du Bois de la Glaivaz (Commune d'Ollon)*. Rapport final 1997-2000. Etat de Vaud, Service des forêts, de la faune et de la nature. Rapport interne. 25 S.
- DELARZE, R., D. CALDELARI & P. HAINARD 1992. Effects of fire on forest dynamics in southern Switzerland. *J. Veg. Sci.* 3: 55-60.
- DELARZE, R. & P. WERNER 1985. Evolution après des incendies d'une pelouse steppique et d'une pinède dans une vallée intra-alpine (Valais Central). *Phytocoenologia* 13: 305-321.
- FELDMEYER-CHRISTE, E., K. ECKER, M. KÜCHLER, U. GRAF & L. WASER 2007. Improving predictive mapping in Swiss mire ecosystems through re-calibration of indicator values. *Appl. Veg. Sci.* 10: 183-192.
- GAUDIN, J. F. 1828-1833. *Flora Helvetica sive historia stirpium hucusque cognitarum in Helvetia et in tractibus conterminis aut sponte nascentium aut in hominis animaliumque usus vulgo cultarum continuata*. Orell Füssli, Zürich. 7 Bände.





- GIMMI, U., M. BÜRGI & T. WOHLGEMUTH 2004. Wie oft brannte der Walliser Wald im 20. Jahrhundert? *Schweiz. Z. Forstwes.* 155: 437-440.
- GÖDICKEMEIER, I. 1998. *Analyse des Vegetationsmusters eines zentralalpiner Bergwaldgebiets*. Diss. ETH 12641, Zürich. 127 S.
- HENIG-SEVER, N., D. POLIAKOV & M. BROZA 2001. A novel method for estimation of wild fire intensity based on ash pH and soil microarthropod community. *Pedobiologia* 45: 98-106.
- JACCARD, H. 1895. Catalogue de la flore valaisanne. *N. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.* 34: 1-472.
- JOHNSON, E. A. & K. MIYANISHI (eds) 2001. *Forest fires: behavior and ecological effects*. Academic Press, San Diego. 594 S.
- JOHNSTONE, J. F. & E. S. KASISCHKE 2005. Stand-level effects of soil burn severity on postfire regeneration in a recently burned black spruce forest. *Can. J. For. Res. - Rev. Can. Rech. For.* 35: 2151-2163.
- JOSS, A.-R. & T. WOHLGEMUTH 2008. *Erfolgskontrolle der Pflanzungen im Schutzwaldgebiet der Waldbrandfläche von Leuk*. Interner Bericht. 5 S.
- KLAUS, G. (ed) 2007. *Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz*. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Stand: Juni 2007. Bundesamt für Umwelt, Bern. 97 S.
- KOUTSIAS, N., K. KALABODIKIS & B. ALLGÖWER 2004. Fire occurrence patterns at landscape level: Beyond positional accuracy of ignition points with kernel density estimation methods. *Natural Resource Modeling* 17: 359-376.
- KÜTTEL, P. 2004. *Vegetationswechsel nach Waldbrand in Leuk*. In, vol. Diplomarbeit. Hochschule Wädenswil, Wädenswil. 37 S.
- LAMBON, P. W. et al. 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* 80: 101-149.
- LANDOLT, E. 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich* 64: 1-208.
- LONDO, G. 1975. Dezimalskala für die vegetationskundliche Aufnahme von Dauerquadraten. In: Schmidt W (ed) *Sukzessionsforschung. Ber. Int. Symp. Rinteln* 1973, pp 316-317.
- LÜDI, W. 1946. Der Waldbrand vom Jahre 1944 im Aletschwald bei Brig (Wallis). *Ber. Geobot. Forsch. inst. Rübel Zürich* 1945: 98-106.
- MARXER, P. 2003. *Oberflächenabfluss und Bodenerosion auf Brandflächen des Kastanienwaldgürtels der Südschweiz mit einer Anleitung zur Bewertung der post-fire Erosionsanfälligkeit* (BA EroKaBr). Basel. 217 S.
- MOSER, B., U. GIMMI & T. WOHLGEMUTH 2006. Ausbreitung des Erdbeerspinats *Blitum virgatum* nach dem Waldbrand von Leuk, Wallis (2003). *Bot. Helv.* 116: 179-183.
- MOSER, B., C. TEMPERLI, G. SCHNEITER & T. WOHLGEMUTH (subm.) Interaction of fire disturbance with global warming accelerates tree species shifts in mountain regions.
- NEARY, D. G., C. C. KLOPATEK, L. F. DEBANO & P. F. FOLIOTT 1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *For. Ecol. Manage.* 122: 51-71.
- OTT, E., M. FREHNER, H. U. FREY & P. LÜSCHER 1997. *Gebirgsnadelwälder. Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung*. Paul Haupt, Bern. 287 S.
- REICH, P. B. & J. OLEKSYN 2008. Climate warming will reduce growth and survival of Scots pine except in the far north. *Ecol. Lett.* 11: 588-597.
- REINHARDT, L. 1911. *Kulturgeschichte der Nutzpflanzen*. Reinhardt, München. Bd. 1: 738, Bd. 732: 756 S.
- SCHERZINGER, W. 1996. Naturschutz im Wald. *Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung*. Ulmer, Stuttgart. 447 S.
- SCHÖNENBERGER, W. & U. WASEM 1997. Wiederbewaldung einer Waldbrandfläche in der subalpinen Stufe bei Münstair. *Schweiz. Z. Forstwes.* 148: 405-424.
- SERENA, M. 2005. *Ökologische Resilienz nach zwei Jahre nach dem Waldbrand in Leuk*. In, vol. Diplomarbeit. Hochschule Wädenswil, Wädenswil. 57 S.
- STÄHLI, M., W. FINSINGER, W. TINNER & B. ALLGÖWER 2006. Wildland fire history and fire ecology of the Swiss National Park (Central Alps): New evidence from charcoal, pollen and plant macrofossils. *Holocene* 16: 805-817.
- STUBER, M. & A. BÜRGI 2001. Agrarische Waldnutzungen in der Schweiz 1800-1950. Waldweide, Waldheu, Nadel- und Laubfutter. *Schweiz. Z. Forstwes.* 152: 490-508.
- SUTER, J. R. 1802. *Helvetiens Flora worinn alle im Hallerischen Werke enthaltenen und seither neuentdeckten Schweizer Pflanzen nach Linne's Methode aufgestellt sind*. Orell Füssli, Zürich. Bd. 1: 345 S.; Bd. 342: 416 S.
- 1822. *Flora helvetica, exhibens plantas Helvetiae phanerogamas. Helvetiens Flora, enthaltend die phanerogamischen Gewächse Helvetiens*. Orell Füssli, Zürich. Bd. 1: 408 S.; Bd. 402: 504 S.
- TEMPERLI, C. 2007. *Vegetation dynamics after forest fire in comparison to the pre-fire state*. Diplomarbeit WSL & ETH Zürich, Birmensdorf. 66 S.
- TINNER, W., M. CONEDERA, B. AMMANN & A. F. LOTTER 2005. Fire ecology north and south of the Alps since the last ice age. *Holocene* 15: 1214-1226.
- VOGEL, G. 1996. *Handbuch des speziellen Gemüsebaues*. Ulmer, Stuttgart. 1127 S.
- WAGNER, H. H. 1995. *Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Nachträge und Ergänzungen*. Zweite Folge 1994. Zentralstelle der floristischen Kartierung der Schweiz, Bern. 156 S.
- WALDIS, R. 1987. Unkrautvegetation im Wallis: Pflanzensoziologische und chorologische Untersuchungen. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 63: 1-348.
- WERLEN, C. 1968. *Etude de la végétation des surfaces brûlées de la forêt de Finges suivie de quelques données en vue d'un reboisement*. Travail de diplôme, Inst. de sylviculture ETH, Zürich. 41 S.
- 1995. Spécificités de la végétation des forêts du Valais. *Saussurea* 26: 29-35.
- WERMELINGER, B., P. DUELLI, M. K. OBRIST, O. ODERMATT & M. SEIFERT 1995. Die Entwicklung der Fauna auf Windwurfflächen mit und ohne Holzräumung. *Schweiz. Z. Forstwes.* 146: 913-928.
- WERNER, P. 1994. *Die Flora*. Erkenne die Natur im Wallis. Pillet, Martigny. 259 S.
- 2002. Céréales de montagne et flore messicole rare du Valais: évolution récente et perspectives de conservation. *Bull. Murithienne* 119: 55-72.
- WOHLGEMUTH, T. 2008. Evolution de la régénération et de la végé-

tation dans les peuplements touchés par les tempêtes en Suisse. *Forêt Entreprise* 183: 37-40.

WOHLGEMUTH, T., H. BUGMANN, H. LISCHKE & W. TINNER 2006. Wie rasch ändert sich die Waldvegetation als Folge von raschen Klimaveränderungen? *Forum Wissen* 2006: 7-16.

WOHLGEMUTH, T., P. DUELLI, C. GINZLER, I. GÖDICKEMEIER, P. HADORN, F. HAGEDORN, P. KÜTTEL, P. LÜSCHER, M. MORETTI, G. SCHNEITER, S. SCIACCA & B. WERMELINGER 2005. Ökologische Resilienz nach Feuer: Die Waldbrandfläche Leuk als Modellfall. *Schweiz. Z. Forstwes.* 156: 345-352.

ZACKRISSON, O. 1977. Influence of forest fires on north Swedish boreal forest. *Oikos* 29: 22-32.

ZIMMERMANN, N. E. & H. BUGMANN 2008. Die Kastanie im Engadin – oder was halten Baumarten von modellierten Potenzialgebieten? *Schweiz. Z. Forstwes.* 159: 326-335.



APPENDIX: ARTENLISTE STAND 2007 (2004-2006)

- Nomenklatur: AESCHIMANN und HEITZ (2005)
- Angabe von Höhenverbreitung (Höhe) und Frequenz (FRZ) beziehen sich auf 153 Aufnahmen à 200 m²

BÄUME	HÖHE	FRZ
<i>Abies alba</i>	1210-1330	1%
<i>Larix decidua</i>	1200-2100	8%
<i>Picea abies</i>	960-2050	7%
<i>Pinus sylvestris</i>	960-1380	5%
<i>Quercus</i> sp.	2004	1%
<i>Salix appendiculata/caprea</i>	-2006	1%
<i>Sorbus aria</i>	1070-1240	1%

STRÄUCHER	HÖHE	FRZ
<i>Abies alba</i>	1330-1330	1%
<i>Acer campestre</i>	900-960	2%
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1750-1750	1%
<i>Amelanchier ovalis</i>	1020-1140	1%
<i>Berberis vulgaris</i>	870-1650	20%
<i>Betula pendula</i>	950-2010	34%
<i>Colutea arborescens</i>	870-870	1%
<i>Cornus sanguinea</i>	870-940	2%
<i>Corylus avellana</i>	940-1865	5%
<i>Cotoneaster integerrimus</i>	1750-1750	1%
<i>Cotoneaster tomentosus</i>	1060-1060	1%
<i>Crataegus monogyna</i>	960-960	1%
<i>Daphne mezereum</i>	2100-2100	1%
<i>Fraxinus excelsior</i>	960-960	1%
<i>Hippocrepis emerus</i>	940-1500	2%
<i>Juglans regia</i>	980-980	1%
<i>Juniperus communis</i> s.str.	960-1720	4%
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>nana</i>	1930-2100	2%
<i>Juniperus sabina</i>	1050-1050	1%
<i>Larix decidua</i>	1440-2100	8%
<i>Ligustrum vulgare</i>	870-960	2%

STRÄUCHER	HÖHE	FRZ
<i>Lonicera xylosteum</i>	870-1200	5%
<i>Picea abies</i>	960-2050	9%
<i>Pinus sylvestris</i>	960-1070	2%
<i>Populus alba</i>	1030-2010	9%
<i>Populus nigra</i> s.l.	1280-1410	1%
<i>Populus tremula</i>	900-2080	69%
<i>Prunus avium</i>	900-1140	2%
<i>Prunus mahaleb</i>	960-1140	2%
<i>Prunus padus</i> s.l.	900-900	1%
<i>Prunus spinosa</i>	1140-1140	1%
<i>Quercus</i> sp.	870-1330	10%
<i>Rhamnus cathartica</i>	900-960	1%
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	2100-2100	1%
<i>Robinia pseudoacacia</i>	900-900	1%
<i>Rosa canina</i>	870-1120	3%
<i>Rosa pendulina</i>	1100-1890	2%
<i>Rosa</i> sp.	870-1450	3%
<i>Salix appendiculata/caprea</i>	950-2080	62%
<i>Salix daphnoides</i>	1675-1675	1%
<i>Salix elaeagnos</i>	1360-1360	1%
<i>Salix myrsinifolia</i> s.l.	1930-1930	1%
<i>Salix purpurea</i>	1360-1360	1%
<i>Sambucus nigra</i>	990-1500	3%
<i>Sambucus racemosa</i>	1050-1920	14%

KRÄUTER	HÖHE	FRZ
<i>Abies alba</i>	1200-1750	2%
<i>Acer campestre</i>	900-1050	2%
<i>Acer pseudoplatanus</i>	960-1750	10%
<i>Achillea millefolium</i> s.l.	870-2100	29%
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	950-1740	12%
<i>Acinos alpinus</i>	1290-2100	22%
<i>Acinos arvensis</i>	1030-1730	8%
<i>Abies alba</i>	1180-2070	3%
<i>Acer campestre</i>	900-960	2%



KRÄUTER	HÖHE	FRZ	KRÄUTER	HÖHE	FRZ
<i>Acer pseudoplatanus</i>	960-2040	10%	<i>Astragalus onobrychis</i>	870-960	1%
<i>Achillea millefolium</i>	870-2100	35%	<i>Athamanta cretensis</i>	2020-2020	1%
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	950-1815	21%	<i>Atropa bella-donna</i>	990-1440	6%
<i>Acinos alpinus</i>	1420-2100	22%	<i>Avenella flexuosa</i>	2070-2100	2%
<i>Acinos arvensis</i>	870-1730	15%	<i>Bartsia alpina</i>	2004	1%
<i>Acinos sp.</i>	1510-1510	1%	<i>Berberis vulgaris</i>	870-1590	10%
<i>Aconitum sp.</i>	2100-2100	1%	<i>Betula pendula</i>	950-2080	53%
<i>Aconitum vulparia</i> aggr.	1930-1930	1%	<i>Biscutella laevigata</i>	1600-2100	10%
<i>Adenostyles glabra</i>	2004	1%	<i>Blitum virgatum</i>	940-2080	71%
<i>Agropyron caninum</i>	1540-1815	2%	<i>Botrychium lunaria</i>	1720-2100	3%
<i>Agropyron intermedium</i>	1660-1660	1%	<i>Brachypodium pinnatum</i>	900-1790	36%
<i>Agropyron repens</i>	1170-1745	3%	<i>Brassica napus</i>	2004	1%
<i>Agropyron sp.</i>	1210-1210	1%	<i>Briza media</i>	1720-1720	1%
<i>Agrostis capillaris</i>	950-2100	27%	<i>Bromus arvensis</i>	1200-1200	1%
<i>Agrostis gigantea</i>	1860-1860	1%	<i>Bromus erectus</i> s.l.	870-1960	20%
<i>Agrostis stolonifera</i>	1210-1210	1%	<i>Bromus hordeaceus</i>	1370-1370	1%
<i>Ajuga chamaepitys</i>	2004	1%	<i>Bromus inermis</i>	1100-1730	1%
<i>Ajuga genevensis</i>	1420-2070	9%	<i>Bromus squarrosus</i>	1160-1480	1%
<i>Ajuga pyramidalis</i>	1640-2100	5%	<i>Bromus sterilis</i>	900-1080	2%
<i>Ajuga sp.</i>	2050-2080	1%	<i>Calamagrostis epigejos</i>	1060-1815	9%
<i>Alchemilla alpina</i> aggr.	-2005	1%	<i>Calamagrostis varia</i>	950-2080	76%
<i>Alchemilla conjuncta</i> aggr.	2004	1%	<i>Calamagrostis villosa</i>	1050-2100	14%
<i>Alchemilla firma</i> aggr.	1815-1815	1%	<i>Calystegia sepium</i>	1390-1390	1%
<i>Alchemilla hybrida</i> aggr.	1675-2100	5%	<i>Campanula barbata</i>	1640-2100	10%
<i>Alchemilla pentaphyllea</i>	2100-2100	1%	<i>Campanula cochleariifolia</i>	1210-2080	12%
<i>Alchemilla sp.</i>	1730-2070	5%	<i>Campanula persicifolia</i>	2005	1%
<i>Alchemilla vulgaris</i> aggr.	1750-1930	1%	<i>Campanula rapunculoides</i>	1380-1815	13%
<i>Alliaria petiolata</i>	1680-1680	1%	<i>Campanula rotundifolia</i>	900-2100	86%
<i>Alyssum alyssoides</i>	1160-1730	18%	<i>Campanula thyrsoides</i>	1960-2050	1%
<i>Amaranthus cruentus</i>	950-1030	2%	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	960-1160	2%
<i>Amaranthus graecizans</i>	2004	1%	<i>Carduus defloratus</i> s.l.	990-2100	28%
<i>Amaranthus retroflexus</i>	1030-1100	1%	<i>Carduus nutans</i> s.l.	1160-1160	1%
<i>Amaranthus sp.</i>	950-980	1%	<i>Carduus nutans</i> ssp. <i>platylepis</i>	1050-1450	4%
<i>Amelanchier ovalis</i>	960-1100	2%	<i>Carex alba</i>	1200-1200	1%
<i>Anagallis arvensis</i>	2004	1%	<i>Carex caryophyllea</i>	1740-2080	1%
<i>Anchusa arvensis</i>	1260-1260	1%	<i>Carex digitata</i>	1290-1330	1%
<i>Androsace sp.</i>	2004	1%	<i>Carex flacca</i>	1230-1930	9%
<i>Antennaria dioica</i>	1790-2100	1%	<i>Carex halleriana</i>	1450-1695	3%
<i>Anthemis arvensis</i>	1060-1060	1%	<i>Carex humilis</i>	870-1790	39%
<i>Anthemis tinctoria</i>	990-990	1%	<i>Carex liparocarpos</i>	1660-1660	1%
<i>Anthericum lilago</i>	960-2100	4%	<i>Carex montana</i>	870-1510	1%
<i>Anthericum sp.</i>	1290-1290	1%	<i>Carex muricata</i> aggr.	1700-1700	1%
<i>Anthoxanthum odoratum</i> aggr.	1750-2100	5%	<i>Carex ornithopoda</i>	1210-2100	25%
<i>Anthyllis vulneraria</i> s.l.	870-2100	27%	<i>Carex pairae</i>	2005	1%
<i>Aquilegia atrata</i>	1500-1930	8%	<i>Carex pilulifera</i>	-2006	1%
<i>Aquilegia sp.</i>	1695-1695	1%	<i>Carex sempervirens</i>	2100-2100	1%
<i>Arabis ciliata</i>	1325-2100	2%	<i>Carex sp.</i>	980-2100	17%
<i>Arabis collina</i>	1200-1540	3%	<i>Carlina acaulis</i>	990-2100	25%
<i>Arabis hirsuta</i> aggr.	990-2020	7%	<i>Carum carvi</i>	1615-2100	2%
<i>Arabis nova</i>	1325-1325	1%	<i>Caryophyllaceae</i>	2004	1%
<i>Arabis sp.</i>	950-1970	5%	<i>Centaurea paniculata</i> aggr.	2006	1%
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	1070-2050	35%	<i>Centaurea scabiosa</i> s.l.	870-1730	14%
<i>Arenaria serpyllifolia</i> aggr.	990-2020	60%	<i>Cephalanthera longifolia</i>	960-960	1%
<i>Arenaria sp.</i>	2004	1%	<i>Cephalanthera rubra</i>	960-2050	6%
<i>Arnica montana</i>	2100-2100	1%	<i>Cephalanthera sp.</i>	900-1210	3%
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1170-1370	2%	<i>Cerastium alpinum</i>	-2005	1%
<i>Artemisia absinthium</i>	870-1360	7%	<i>Cerastium arvense</i> ssp. <i>structum</i>	1630-2100	7%
<i>Artemisia campestris</i> s.l.	940-1160	3%	<i>Cerastium fontanum</i> ssp. <i>vulgare</i>	1210-1785	3%
<i>Artemisia vulgaris</i>	1040-1210	3%	<i>Cerastium sp.</i>	-2006	2%
<i>Asperula cynanchica</i>	1340-1340	1%	<i>Chaenorrhinum minus</i>	1120-1790	13%
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	950-2050	6%	<i>Chaerophyllum hirsutum</i> aggr.	1500-2100	12%
<i>Asplenium septentrionale</i>	1740-1740	1%	<i>Chenopodium album</i>	870-2010	45%
<i>Asplenium trichomanes</i>	1230-1790	1%	<i>Chenopodium ficifolium</i>	2004	1%
<i>Asplenium viride</i>	1930-2100	2%	<i>Chenopodium hybridum</i>	950-1020	1%
<i>Aster alpinus</i>	2020-2100	2%	<i>Chenopodium sp.</i>	2005	1%
<i>Aster bellidiastrum</i>	1750-1930	2%	<i>Chondrilla juncea</i>	900-1180	2%
<i>Asteraceae</i>	2100-2100	1%	<i>Cirsium acaule</i>	960-1960	18%
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	900-1890	3%	<i>Cirsium arvense</i>	870-2080	80%
<i>Astragalus monspessulanus</i>	870-1540	16%	<i>Cirsium eriophorum</i> s.l.	1720-2080	1%

KRÄUTER	HÖHE	FRZ	KRÄUTER	HÖHE	FRZ
<i>Cirsium palustre</i>	2005	1%	<i>Festuca altissima</i>	1170-1170	1%
<i>Cirsium</i> sp.	1890-1890	1%	<i>Festuca arundinacea</i> s.l.	950-1480	5%
<i>Cirsium vulgare</i>	870-2040	65%	<i>Festuca heterophylla</i>	870-1930	27%
<i>Clematis vitalba</i>	870-1480	14%	<i>Festuca ovina</i>	900-2050	24%
<i>Clinopodium vulgare</i>	900-1785	5%	<i>Festuca pratensis</i> s.l.	1070-2080	6%
<i>Coeloglossum viride</i>	2005	1%	<i>Festuca rubra</i>	870-2100	56%
<i>Colutea arborescens</i>	2004	1%	<i>Festuca</i> sp.	1230-1230	1%
<i>Convolvulus arvensis</i>	870-870	1%	<i>Festuca valesiaca</i>	1120-1120	1%
<i>Conyza canadensis</i>	870-1680	67%	<i>Festuca violacea</i>	2004	1%
<i>Cornus sanguinea</i>	900-1050	2%	<i>Filago arvensis</i>	1040-1615	3%
<i>Cornus</i> sp.	1170-1170	1%	<i>Fragaria vesca</i>	900-2070	54%
<i>Coronilla minima</i>	980-990	1%	<i>Fraxinus excelsior</i>	960-1790	7%
<i>Corylus avellana</i>	960-2020	5%	<i>Fumana ericoides</i>	2004	2%
<i>Cotoneaster integerrimus</i>	1060-2080	20%	<i>Fumana procumbens</i>	870-870	1%
<i>Cotoneaster tomentosus</i>	1060-1550	2%	<i>Galeopsis angustifolia</i>	1330-1330	1%
<i>Crataegus monogyna</i>	-2006	1%	<i>Galeopsis ladanum</i>	1290-2020	18%
<i>Crepis aurea</i>	2005	1%	<i>Galeopsis</i> sp.	950-950	1%
<i>Crepis biennis</i>	1540-1550	1%	<i>Galeopsis tetrahit</i>	1160-1970	30%
<i>Crepis capillaris</i>	1070-1070	1%	<i>Galium album</i>	900-2050	25%
<i>Crepis conyzifolia</i>	2100-2100	1%	<i>Galium anisophyllum</i>	1580-2100	12%
<i>Crepis foetida</i>	1420-1440	1%	<i>Galium aparine</i>	900-1930	13%
<i>Crepis pulchra</i>	940-1695	8%	<i>Galium lucidum</i>	900-1720	27%
<i>Crepis pyrenaica</i>	1720-1720	1%	<i>Galium parisiense</i>	-2006	1%
<i>Crepis</i> sp.	1070-1630	1%	<i>Galium pumilum</i>	1300-1300	1%
<i>Crepis vesicaria</i> ssp. <i>taraxicifolia</i>	940-2100	3%	<i>Galium</i> sp.	1750-1750	1%
<i>Cuscuta epithymum</i>	1640-1930	3%	<i>Galium verum</i> s.l.	960-1540	20%
<i>Cuscuta europaea</i>	2004	1%	<i>Gentiana acaulis</i>	2050-2100	1%
<i>Cuscuta</i> sp.	2005	1%	<i>Gentiana campestris</i> s.str.	1720-2100	7%
<i>Cynosurus cristatus</i>	-2006	1%	<i>Gentiana lutea</i>	1930-1930	1%
<i>Cystopteris fragilis</i>	1970-2020	1%	<i>Gentiana nivalis</i>	2004	1%
<i>Cystopteris</i> sp.	1930-1930	1%	<i>Gentiana purpurea</i>	2080-2100	1%
<i>Dactylis glomerata</i>	900-1860	18%	<i>Gentiana</i> sp.	2006	1%
<i>Dactylorhiza maculata</i> aggr.	2100-2100	1%	<i>Gentiana verna</i>	1790-2050	3%
<i>Daphne mezereum</i>	1930-2050	2%	<i>Geranium columbinum</i>	900-1330	1%
<i>Daucus carota</i>	950-1730	33%	<i>Geranium pyrenaicum</i>	1270-2080	20%
<i>Deschampsia cespitosa</i>	-2006	1%	<i>Geranium rivulare</i>	1930-2050	3%
<i>Descurainia sophia</i>	1080-1500	1%	<i>Geranium robertianum</i> s.l.	900-1240	1%
<i>Dianthus carthusianorum</i> s.l.	1790-1790	1%	<i>Geranium sanguineum</i>	1740-1740	1%
<i>Dianthus sylvestris</i>	1630-1660	1%	<i>Geranium sylvaticum</i>	1540-2100	18%
<i>Digitalis lutea</i>	1600-1650	1%	<i>Geum montanum</i>	2100-2100	1%
<i>Draba aizoides</i>	2020-2020	1%	<i>Geum urbanum</i>	900-900	1%
<i>Dryas octopetala</i>	2020-2020	1%	<i>Globularia cordifolia</i>	1930-2100	2%
<i>Dryopteris filix-mas</i>	1300-1300	1%	<i>Globularia nudicaulis</i>	2004	1%
<i>Echium vulgare</i>	870-1675	12%	<i>Globularia punctata</i>	870-1660	3%
<i>Epilobium angustifolium</i>	870-2080	92%	<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	2005	1%
<i>Epilobium dodonaei</i>	1830-2070	3%	<i>Gymnadenia conopsea</i>	1340-2050	5%
<i>Epilobium hirsutum</i>	950-1830	24%	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	1600-1960	1%
<i>Epilobium montanum</i>	1050-2070	40%	<i>Gymnocarpium robertianum</i>	2020-2020	1%
<i>Epilobium</i> sp.	-2006	12%	<i>Hedera helix</i>	870-900	1%
<i>Epipactis atrorubens</i>	1050-2050	25%	<i>Helianthemum nummularium</i> s.l.	870-2100	50%
<i>Epipactis helleborine</i> aggr.	960-1960	7%	<i>Helictotrichon pubescens</i>	-2006	1%
<i>Epipactis</i> sp.	-2006	1%	<i>Hepatica nobilis</i>	1300-2100	16%
<i>Erigeron acer</i> s.l.	900-1675	28%	<i>Heracleum sphondylium</i> s.l.	1615-1720	2%
<i>Erigeron alpinus</i>	2100-2100	1%	<i>Herniaria glabra</i>	1630-1740	2%
<i>Erigeron annuus</i> s.l.	940-1380	7%	<i>Hieracium amplexicaule</i>	-2006	1%
<i>Erigeron</i> sp.	1720-1720	1%	<i>Hieracium lactucella</i>	1540-1615	2%
<i>Erucastrum nasturtiifolium</i>	1020-1660	4%	<i>Hieracium murorum</i>	950-2100	56%
<i>Erysimum rhaeticum</i>	960-990	1%	<i>Hieracium pilosella</i>	870-2100	16%
<i>Eupatorium cannabinum</i>	1180-1330	1%	<i>Hieracium piloselloides</i>	1010-1740	3%
<i>Euphorbia cyparissias</i>	870-2100	73%	<i>Hieracium prenanthoides</i>	900-2100	7%
<i>Euphorbia seguieriana</i> s.str.	870-1280	4%	<i>Hieracium sabaudum</i> aggr.	1050-1130	2%
<i>Euphrasia hirtella</i>	1860-1960	2%	<i>Hieracium staticifolium</i>	1130-1130	1%
<i>Euphrasia minima</i>	2100-2100	1%	<i>Hieracium villosum</i>	2020-2050	1%
<i>Euphrasia nemorosa</i>	1795-2100	2%	<i>Hippocrepis comosa</i>	870-2100	67%
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	2005	1%	<i>Hippocrepis emerus</i>	950-1650	16%
<i>Euphrasia salisburgensis</i>	2020-2050	1%	<i>Homogyne alpina</i>	1730-2100	1%
<i>Euphrasia</i> sp.	2006	1%	<i>Hornungia petraea</i>	2004	1%
<i>Euphrasia stricta</i>	1610-1930	1%	<i>Huperzia selago</i>	1750-1750	1%
<i>Fallopia convolvulus</i>	990-1790	1%	<i>Hypericum maculatum</i> s.l.	1495-2100	5%



KRÄUTER	HÖHE	FRZ
<i>Hypericum perforatum</i> s.str.	900-1865	9%
<i>Hypericum</i> sp.	2005	1%
<i>Inula conyzae</i>	950-1350	7%
<i>Isatis tinctoria</i>	870-1680	40%
<i>Itea virginica</i>	2006	1%
<i>Juglans regia</i>	1020-1050	1%
<i>Juniperus communis</i> s.str.	1330-1330	1%
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>nana</i>	1930-2100	4%
<i>Kernera saxatilis</i>	2020-2020	1%
<i>Knautia arvensis/dipsacifolia</i>	900-2100	68%
<i>Lactuca perennis</i>	870-1790	41%
<i>Lactuca serriola</i>	870-2080	64%
<i>Lactuca viminea</i>	2004	1%
<i>Lappula deflexa</i>	1030-1810	22%
<i>Larix decidua</i>	1200-2070	21%
<i>Laserpitium gaudinii</i>	1390-1740	8%
<i>Laserpitium halleri</i>	1960-2100	3%
<i>Laserpitium latifolium</i>	1160-2050	18%
<i>Laserpitium siler</i>	990-2050	27%
<i>Lathyrus pratensis</i>	900-2070	27%
<i>Leontodon helveticus</i>	2004	1%
<i>Leontodon hispidus</i> s.l.	960-2100	16%
<i>Leontodon</i> sp.	-2005	1%
<i>Lepidium densiflorum</i>	1170-1170	1%
<i>Leucanthemum adustum</i>	950-2100	39%
<i>Ligustrum vulgare</i>	870-960	2%
<i>Lilium martagon</i>	2070-2100	1%
<i>Limodorum abortivum</i>	960-960	1%
<i>Linaria vulgaris</i>	-2005	1%
<i>Linum catharticum</i>	1240-2020	7%
<i>Linum tenuifolium</i>	870-870	1%
<i>Lolium perenne</i>	1060-1675	3%
<i>Lonicera nigra</i>	-2006	1%
<i>Lonicera xylosteum</i>	900-1330	4%
<i>Lotus corniculatus</i> aggr.	870-2100	71%
<i>Luzula forsteri</i>	2006	1%
<i>Luzula luzulina</i>	1550-1960	5%
<i>Luzula luzuloides</i>	1730-1785	1%
<i>Luzula multiflora</i>	2100-2100	1%
<i>Luzula pilosa</i>	-2006	1%
<i>Luzula</i> sp.	1650-2100	3%
<i>Luzula spicata</i> s.l.	-2006	1%
<i>Luzula sylvatica</i>	1730-1920	3%
<i>Maianthemum bifolium</i>	1700-1860	2%
<i>Malva neglecta</i>	2005	1%
<i>Medicago lupulina</i>	870-1960	29%
<i>Medicago minima</i>	870-980	3%
<i>Medicago sativa</i>	870-870	1%
<i>Melampyrum</i> sp.	900-2100	23%
<i>Melica ciliata</i>	940-1700	26%
<i>Melica nutans</i>	1615-1815	5%
<i>Melilotus albus</i>	1170-1540	2%
<i>Melilotus officinalis</i>	900-900	1%
<i>Micropus erectus</i>	1050-1050	1%
<i>Milium effusum</i>	2005	1%
<i>Minuartia rubra</i>	950-1480	3%
<i>Minuartia</i> sp.	2004	1%
<i>Minuartia verna</i>	2020-2020	1%
<i>Moehringia trinervia</i>	1700-1700	1%
<i>Molinia arundinacea</i>	1060-1080	1%
<i>Mycelis muralis</i>	900-1830	10%
<i>Myosotis alpestris</i>	1860-2100	3%
<i>Myosotis arvensis</i>	1785-1905	1%
<i>Myosotis</i> sp.	1610-1930	2%
<i>Myosotis sylvatica</i>	1640-1750	3%
<i>Nardus stricta</i>	2100-2100	1%
<i>Nigritella nigra</i>	2050-2100	1%
<i>Odontites luteus</i>	1100-1100	1%
<i>Odontites</i> sp.	2005	1%

KRÄUTER	HÖHE	FRZ
<i>Odontites viscosus</i>	1070-1070	1%
<i>Onobrychis arenaria</i>	2004	1%
<i>Onobrychis viciifolia</i>	1120-1480	3%
<i>Ononis natrix</i>	870-1170	3%
<i>Ononis pusilla</i>	870-1200	10%
<i>Ononis repens</i>	870-1495	8%
<i>Ononis rotundifolia</i>	1010-1700	10%
<i>Ononis</i> sp.	1140-1200	1%
<i>Ononis spinosa</i> s.l.	870-1450	2%
<i>Ononis ustulata</i>	1660-1790	2%
<i>Origanum vulgare</i>	1350-1350	1%
<i>Orobancha caryophyllacea</i>	960-960	1%
<i>Orobancha</i> sp.	2006	1%
<i>Orobancha teucarii</i>	990-1510	4%
<i>Orthilia secunda</i>	1750-2040	2%
<i>Oxalis acetosella</i>	1730-1730	1%
<i>Papaver dubium</i>	990-1220	5%
<i>Papaver rhoeas</i>	1010-1010	1%
<i>Paradisea liliastrum</i>	2004	1%
<i>Pedicularis tuberosa</i>	2050-2100	1%
<i>Petasites paradoxus</i>	1615-1615	1%
<i>Petrorhagia prolifera</i>	950-1330	2%
<i>Peucedanum cervaria</i>	1050-1270	5%
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	870-1730	16%
<i>Peucedanum ostruthium</i>	1815-1930	3%
<i>Phleum alpinum</i> aggr.	2080-2100	1%
<i>Phleum phleoides</i>	2004	1%
<i>Phleum pratense</i> aggr.	1010-1890	11%
<i>Phragmites australis</i>	1180-1180	1%
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	1495-2100	10%
<i>Phyteuma orbiculare</i>	1580-2100	14%
<i>Phyteuma ovatum</i>	1580-1960	5%
<i>Phyteuma</i> sp.	2080-2080	1%
<i>Phyteuma spicatum</i>	1730-1930	3%
<i>Picea abies</i>	1050-2100	31%
<i>Picris hieracioides</i> s.str.	900-1730	5%
<i>Pimpinella major</i>	1540-1540	1%
<i>Pimpinella nigra</i>	870-1595	10%
<i>Pinus nigra</i>	2005	1%
<i>Pinus</i> sp.	1490-1490	1%
<i>Pinus sylvestris</i>	960-1280	7%
<i>Plantago alpina</i>	1700-2100	3%
<i>Plantago atrata</i> s.str.	1410-2100	14%
<i>Plantago lanceolata</i>	1120-1495	5%
<i>Plantago major</i> s.l.	1180-1720	5%
<i>Plantago media</i>	1540-1675	1%
<i>Plantago serpentina</i>	-2006	1%
<i>Plantago</i> sp.	1480-1480	1%
<i>Platanthera bifolia</i>	1500-1500	1%
<i>Poa alpina</i>	1865-2100	4%
<i>Poa annua</i>	950-1720	6%
<i>Poa cenisia</i>	2004	1%
<i>Poa chaixii</i>	2050-2050	1%
<i>Poa compressa</i>	950-1785	25%
<i>Poa molinerii</i>	2004	1%
<i>Poa nemoralis</i>	1070-2080	11%
<i>Poa pratensis</i> aggr.	900-2080	36%
<i>Poa</i> sp.	1020-1830	3%
<i>Poa supina</i>	2080-2080	1%
<i>Poa trivialis</i> s.l.	1040-1865	3%
<i>Poaceae</i>	1030-1030	1%
<i>Polygala alpestris</i>	1720-1720	1%
<i>Polygala chamaebuxus</i>	940-2100	46%
<i>Polygala</i> sp.	1070-2020	9%
<i>Polygala vulgaris</i> s.l.	1750-1750	1%
<i>Polygonatum multiflorum</i>	-2005	1%
<i>Polygonatum odoratum</i>	870-1660	5%
<i>Polygonatum</i> sp.	1200-1200	1%
<i>Polygonum aviculare</i>	940-1480	3%

KRÄUTER	HÖHE	FRZ	KRÄUTER	HÖHE	FRZ
<i>Polygonum viviparum</i>	1930-2100	3%	<i>Securigera varia</i>	900-1620	13%
<i>Polypodium vulgare</i>	960-1750	3%	<i>Sedum acre</i>	2050-2050	1%
<i>Polystichum lonchitis</i>	1750-1930	1%	<i>Sedum album</i>	960-2070	20%
<i>Populus alba</i>	1050-1930	8%	<i>Sedum alpestre</i>	2004	1%
<i>Populus nigra</i> s.l.	1270-1270	1%	<i>Sedum annuum</i>	2004	1%
<i>Populus</i> sp.	2004	1%	<i>Sedum dasyphyllum</i>	1230-2050	3%
<i>Populus tremula</i>	950-2080	54%	<i>Sedum montanum</i>	1280-1660	1%
<i>Potentilla aurea</i>	1745-2100	3%	<i>Sedum</i> sp.	1230-1920	1%
<i>Potentilla crantzii</i>	1860-2100	4%	<i>Selaginella selaginoides</i>	2006	1%
<i>Potentilla grandiflora</i>	1720-2100	5%	<i>Sempervivum arachnoideum</i>	2100-2100	1%
<i>Potentilla neumanniana</i>	870-2100	19%	<i>Sempervivum montanum</i>	2020-2100	2%
<i>Potentilla pusilla</i>	2004	1%	<i>Sempervivum tectorum</i> s.l.	1630-1790	2%
<i>Potentilla reptans</i>	1270-1270	1%	<i>Senecio doronicum</i>	1790-2100	8%
<i>Potentilla</i> sp.	1700-1790	1%	<i>Senecio viscosus</i>	1180-2070	45%
<i>Prenanthes purpurea</i>	1580-1860	3%	<i>Senecio vulgaris</i>	1160-2080	29%
<i>Prunella grandiflora</i>	960-2100	25%	<i>Sesleria caerulea</i>	2050-2050	1%
<i>Prunus avium</i>	900-1480	5%	<i>Setaria verticillata</i>	-2006	1%
<i>Prunus mahaleb</i>	960-960	1%	<i>Setaria viridis</i>	1120-1120	1%
<i>Prunus padus</i> s.l.	870-950	2%	<i>Silene nutans</i>	960-2100	44%
<i>Prunus spinosa</i>	900-1100	1%	<i>Silene otites</i>	870-1540	1%
<i>Pulmonaria australis</i>	1580-2100	18%	<i>Silene rupestris</i>	1960-2100	3%
<i>Pulsatilla alpina</i> s.str.	1650-2100	14%	<i>Silene vulgaris</i> s.str.	1290-2080	24%
<i>Pulsatilla montana</i>	960-1010	1%	<i>Sinapis alba</i>	-2006	1%
<i>Pulsatilla</i> sp.	1740-1750	1%	<i>Sinapis arvensis</i>	-2006	1%
<i>Pulsatilla vernalis</i>	2050-2100	2%	<i>Sisymbrium altissimum</i>	2004	1%
<i>Pyrola chlorantha</i>	1070-1070	1%	<i>Solanum dulcamara</i>	900-1610	37%
<i>Pyrola</i> sp.	1300-1300	1%	<i>Solanum nigrum</i>	960-960	1%
<i>Quercus cerris</i>	960-990	1%	<i>Soldanella alpina</i>	1860-2100	2%
<i>Quercus</i> sp.	900-1330	18%	<i>Solidago virgaurea</i> s.l.	940-2100	42%
<i>Ranunculus acris</i> ssp. <i>friesianus</i>	1615-1640	1%	<i>Sonchus asper</i>	950-1865	35%
<i>Ranunculus kuepferi</i>	2100-2100	1%	<i>Sonchus oleraceus</i>	870-1860	24%
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	2005	1%	<i>Sonchus</i> sp.	2006	2%
<i>Ranunculus montanus</i> aggr.	2100-2100	1%	<i>Sorbus aria</i>	950-1440	10%
<i>Ranunculus nemorosus</i> aggr.	1450-2080	19%	<i>Sorbus aucuparia</i>	1210-1860	2%
<i>Ranunculus repens</i>	1290-1495	1%	<i>Sorbus mougeotii</i>	2004	2%
<i>Ranunculus</i> sp.	1700-1960	2%	<i>Stachys pradica</i>	2100-2100	1%
<i>Ranunculus villarsii</i>	1960-1960	1%	<i>Stachys recta</i> s.l.	1030-1865	11%
<i>Reseda lutea</i>	950-1675	8%	<i>Stellaria graminea</i>	1720-1720	1%
<i>Rhamnus cathartica</i>	870-1210	3%	<i>Stellaria media</i> aggr.	1080-1080	1%
<i>Rhinanthus glacialis</i>	1930-2050	2%	<i>Stipa capillata</i>	870-870	1%
<i>Robinia pseudoacacia</i>	900-900	1%	<i>Stipa eriocalis</i>	990-1660	1%
<i>Rosa canina</i>	960-1060	1%	<i>Taraxacum</i> sp.	870-2100	88%
<i>Rosa pendulina</i>	1720-1930	3%	<i>Telephium imperati</i>	940-1200	4%
<i>Rosa</i> sp.	870-1930	7%	<i>Teucrium chamaedrys</i>	870-1865	41%
<i>Rubus caesius</i>	870-1540	31%	<i>Teucrium montanum</i>	870-1790	9%
<i>Rubus idaeus</i>	1050-2070	67%	<i>Thesium alpinum</i>	1440-2100	18%
<i>Rubus saxatilis</i>	1470-2070	24%	<i>Thesium pyrenaicum</i>	1720-1720	1%
<i>Rubus</i> sp.	950-950	1%	<i>Thlaspi perfoliatum</i>	-2006	1%
<i>Rumex acetosa</i>	2100-2100	1%	<i>Thymus serpyllum</i> aggr.	960-2100	28%
<i>Rumex alpestris</i>	2004	1%	<i>Torilis arvensis</i>	900-1160	6%
<i>Rumex obtusifolius</i>	1720-1720	1%	<i>Tragopogon dubius</i>	870-1740	35%
<i>Rumex scutatus</i>	1360-1360	1%	<i>Trifolium alpestre</i>	1660-2080	3%
<i>Sagina apetala</i> s.str.	2004	1%	<i>Trifolium badium</i>	1860-2100	1%
<i>Salix appendiculata</i> /caprea	950-2080	50%	<i>Trifolium hybridum</i> s.str.	1120-1675	3%
<i>Salix elaeagnos</i>	-2006	1%	<i>Trifolium medium</i>	1010-1960	8%
<i>Salix myrsinifolia</i> s.l.	1360-1360	1%	<i>Trifolium montanum</i>	1720-1720	1%
<i>Salix</i> sp.	1330-1920	1%	<i>Trifolium pratense</i> s.l.	900-2100	28%
<i>Sambucus nigra</i>	-2006	1%	<i>Trifolium repens</i> s.l.	900-2070	20%
<i>Sambucus racemosa</i>	1050-1890	7%	<i>Trifolium rubens</i>	1010-1010	1%
<i>Sambucus</i> sp.	950-950	1%	<i>Trifolium</i> sp.	950-1830	4%
<i>Sanguisorba minor</i> s.l.	870-2020	35%	<i>Trifolium thalii</i>	2010-2020	1%
<i>Saponaria ocyroides</i>	870-2050	90%	<i>Tripleurospermum perforatum</i>	950-1410	1%
<i>Saxifraga paniculata</i>	1600-2050	5%	<i>Trisetum distichophyllum</i>	1960-2050	3%
<i>Scabiosa columbaria</i> s.l.	870-870	1%	<i>Trisetum flavescens</i>	1040-1640	3%
<i>Scabiosa lucida</i>	1930-2100	5%	<i>Triticum</i> sp.	-2005	1%
<i>Scabiosa triandra</i>	2005	1%	<i>Trollius europaeus</i>	1860-2100	3%
<i>Scorzonera laciniata</i> s.str.	-2006	1%	<i>Turritis glabra</i>	900-1210	6%
<i>Secale cereale</i>	-2006	1%	<i>Tussilago farfara</i>	950-2070	48%
<i>Urtica dioica</i>	950-2070	15%	<i>Ulmus glabra</i>	2005	1%



KRÄUTER	HÖHE	FRZ
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1300-2100	14%
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2070-2100	2%
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	1580-2100	15%
<i>Valeriana montana</i>	1930-2050	3%
<i>Valeriana tripteris</i>	1730-2100	10%
<i>Verbascum lychnitis</i>	960-1960	22%
<i>Verbascum nigrum</i>	1170-1540	2%
<i>Verbascum sp.</i>	950-1740	7%
<i>Verbascum thapsus</i> s.l.	870-2010	37%
<i>Veronica chamaedrys</i>	1495-2100	9%
<i>Veronica fruticans</i>	2020-2020	1%
<i>Veronica fruticulosa</i>	1500-2020	7%
<i>Veronica officinalis</i>	1170-2100	33%
<i>Veronica prostrata</i> s.l.	900-900	1%
<i>Veronica teucrium</i>	1720-1720	1%
<i>Veronica urticifolia</i>	1730-1930	1%
<i>Viburnum lantana</i>	900-1200	6%
<i>Vicia cracca</i> s.l.	900-1450	1%
<i>Vicia sativa</i> s.l.	2006	1%
<i>Vicia sepium</i>	-2006	1%
<i>Vicia sp.</i>	900-900	1%

KRÄUTER	HÖHE	FRZ
<i>Viola arvensis</i>	-2005	1%
<i>Viola biflora</i>	1930-1930	1%
<i>Viola collina</i>	1495-1865	7%
<i>Viola mirabilis</i>	1540-1590	1%
<i>Viola reichenbachiana</i>	900-1960	16%
<i>Viola rupestris</i>	870-2070	31%
<i>Viola sp.</i>	1280-2010	5%
<i>Viscum album</i> s.l.	960-1070	2%
<i>Vulpia myuros</i>	-2006	1%

MOOSE	HÖHE	FRZ
<i>Bryum argenteum</i>	940-2020	58%
<i>Funaria hygrometrica</i>	900-2080	88%
<i>Marchantia polymorpha</i>	1180-2080	14%

DATENERHEBUNG 2004-2007

Bunge A., Hadorn S., Kipfer T., Kube M. Leugger S., Bangerter S., Moser B., Wohlgemuth L., Wohlgemuth T.

