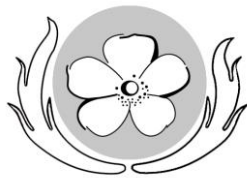


**Forschungsvorhaben**  
**"Feuerökologie und Feuer-Management auf**  
**ausgewählten Rebböschungen im Kaiserstuhl"**  
(Kap.0802 Tit.685 74)

**Abschlussbericht**  
Juni 2000



Zur Vorlage an das  
Ministerium Ländlicher Raum  
Baden-Württemberg

Arbeitsgruppe Feuerökologie  
Max-Planck-Institut für Chemie, Abt. Biogeochemie  
c/o Universität Freiburg  
H. Page, L. Rupp, S. Wießner, J.G. Goldammer

# Inhalt

	<b>Seite</b>
<b>1. Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Einleitung	1
1.2 Feuergeschichte der Böschungen	1
1.3 Feuerökologischer Hintergrund	2
<b>2. Abiotische Parameter</b>	<b>4</b>
2.1 <b>Feuertechnische Parameter</b>	<b>4</b>
2.1.1 <i>Methoden</i>	4
2.1.2 <i>Ergebnisse und Diskussion</i>	4
2.2 <b>Bodentemperatur und Bodenfeuchte</b>	<b>6</b>
2.2.1 <i>Methoden</i>	6
2.2.2 <i>Ergebnisse</i>	6
2.2.3 <i>Diskussion</i>	7
<b>3. Vegetationskundlicher Teil</b>	<b>9</b>
3.1 <b>Konzept der vegetationskundlichen Untersuchung</b>	<b>9</b>
3.2 <b>Probeflächen</b>	<b>10</b>
3.3 <b>Methoden</b>	<b>10</b>
3.3.1 <i>Vegetationsaufnahmen</i>	10
3.3.2 <i>Skala zur Deckungsschätzung</i>	10
3.3.3 <i>Evenness/Artenanzahl nach HAEUPLER (1982)</i>	11
3.3.4 <i>Populationsökologische Kenngrößen für <i>Solidago gigantea</i></i>	12
3.3.5 <i>Reaktion verschiedener Gehölzarten</i>	12
3.4 <b>Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>13</b>
3.4.1 <i>Frequenzanalysen der Probeflächen P1, P3 und P4</i>	13
3.4.2 <i>Populationsökologische Untersuchungen an <i>Solidago gigantea</i></i>	18
3.4.3 <i>Reaktion verschiedener Gehölzarten</i>	21
3.5 <b>Bewertung der Ergebnisse im Hinblick auf das kontrollierte Brennen</b>	<b>23</b>

	<b>Seite</b>
<b>4. Faunistischer Teil</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Einleitung</b>	<b>26</b>
4.1.1 <i>Untersuchungsziel</i>	26
<b>4.2 Methoden</b>	<b>26</b>
4.2.1 <i>Untersuchungsfläche</i>	26
4.2.2 <i>Erfassung der Gehäuseschnecken</i>	27
4.2.3 <i>Markierungsversuche</i>	27
4.2.4 <i>Ausbringung leerer Gehäuse (Verbrennungsgrad)</i>	28
<b>4.3 Ergebnisse</b>	<b>28</b>
4.3.1 <i>Erfassung der Gehäuseschnecken</i>	28
4.3.1.1 <i>Artenspektrum</i>	28
4.3.1.2 <i>Voruntersuchung</i>	28
4.3.1.3 <i>Vergleich der Gehäuseschnecken auf Brand- und Kontrollflächen</i>	30
4.3.2 <i>Markierungsversuche</i>	33
4.3.3 <i>Verbrennungsgrad von Leergehäusen</i>	34
<b>4.4 Diskussion</b>	<b>34</b>
<b>4.5 Folgerungen</b>	<b>36</b>
<b>5. Management Teil</b>	<b>38</b>
<b>5.1 Sozio-Ökonomie</b>	<b>38</b>
5.1.1 <i>Konzept</i>	38
5.1.2 <i>Zusammenfassung der problemzentrierten Interviews zum Thema Böschungspflege</i>	39
5.1.3 <i>Kernaussagen des Leitbildes</i>	39
5.1.4 <i>Integriertes Feuer-Management</i>	40
<b>5.2 Einsatzmöglichkeiten für das kontrollierte Brennen</b>	<b>41</b>
<b>5.3 Potentielle Brandtage</b>	<b>41</b>
<b>5.4 Kostenkalkulation verschiedener Pflegeverfahren</b>	<b>42</b>
<b>6. Zusammenfassung</b>	<b>44</b>
<b>7. Literatur</b>	<b>46</b>
<b>8. Anhang</b>	<b>49</b>

Wir können uns Feuer nicht anders  
denken denn als Element der  
Vernichtung. Doch sowohl  
Mythographen als auch  
Naturgeschichtler wissen es besser: Daß  
aus dem Scheiterhaufen der Phönix  
aufsteigt, daß durch eine Ascheschicht  
ein Schößling wiedererweckten Lebens  
sprießen kann.

**Simon Schama**

Der Traum von der Wildnis



## 1. Einführung

### 1.1 Einleitung

Ein wesentliches Charakteristikum der heutigen Kulturlandschaft des Kaiserstuhls ist der stufige Aufbau der Weinbauflächen, bei dem sich ebene Rebterrassen mit den dazugehörigen steilen Rebböschungen abwechseln. Dieses Landschaftsbild entstand im Zuge der Terrassierung des Lössmantels, der große Teile des ehemaligen Vulkansockels umgibt. Dabei wird die typische, Vegetation der Böschungen durch die Dominanz von offenen bzw. halboffenen Grünlandstrukturen geprägt, die als ein Ergebnis der Nutzungsgeschichte der Böschungen verstanden werden müssen. Bleibt über einen längeren Zeitraum jede menschliche Einflußnahme aus, so wird sich hier - abgesehen von extrem flachgründigen und südexponierten Böschungslagen - im Zuge der sekundären Sukzession Wald etablieren. Dem können mehr oder weniger stabile Versaumungs- und Verbuschungsphasen vorausgehen. Auf den südlichen Standorten mit einer hohen Sonneneinstrahlungsintensität schreitet die Entwicklung zum Wald sehr langsam voran, während abhängig von der Strahlungsintensität und dem Wasserhaushalt auf nicht südexponierten Standorten die Verbuschung und Waldentwicklung viel schneller abläuft.

Ist es das Ziel, die historisch gewachsene offene Vegetationsstruktur mit ihren typischen Biozöosen der Rebböschungen nachhaltig zu sichern, so ist eine Pflege in den meisten Fällen unabdingbar. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass die Mahd eine geeignete Pflegemaßnahme ist. Diese ist jedoch aufgrund der großen räumlichen Ausdehnung der kaiserstühler Böschungen sowie aus arbeitstechnischen und finanziellen Gründen nicht flächig durchführbar. Deshalb wird im Rahmen des dreijährigen Pilotprojektes "Feuerökologie und Feuermanagement auf ausgewählten Rebböschungen des Kaiserstuhls" untersucht, ob mit Hilfe des kleinflächigen, kontrollierten Brennens während des Winters diese für den Kaiserstuhl typischen, offenen Standorte nachhaltig gepflegt und entwickelt werden können. Die Ergebnisse sollen eine Grundlage für eine Diskussion über die zukünftige Böschungspflege liefern. Dazu werden zum Einen unterschiedliche Fragestellungen zur Auswirkung des Feuers auf Fauna und Flora bearbeitet. Zum Anderen werden sozio-ökonomische Aspekte untersucht, die im Zusammenhang mit dem kontrollierten Brennen auftreten und Grundlagen für eine spätere Umsetzung erarbeitet

### 1.2 Feuergeschichte der Böschungen

Die Nutzungsgeschichte der Rebböschungen und die damit einhergehende Vegetationsentwicklung, sowie Kenntnisse über die Rolle des "Flämmens" in der Vergangenheit liefern wichtige Grundlagen für die Diskussion über die zukünftige Böschungsentwicklung und die mögliche künftige Rolle des kontrollierten Brennens als Pflegeinstrument.

Die Entstehungsgeschichte der Rebböschungen ist eng mit dem Weinbau verknüpft, dessen erste urkundliche Belege bis in die zweite Hälfte des achten Jahrhunderts zurückreichen (WILMANNNS et al. 1989). Dabei ist davon auszugehen, dass schon zu dieser Zeit schmale Terrassen angelegt wurden, da ein Anbau der Reben direkt am Hang wegen der Erosionsgefährdung des Lösses kaum möglich ist. Diese Kleinterrassen haben über viele Jahrhunderte das Landschaftsbild der Weinbaugebiete des Kaiserstuhls geprägt. Ihre Böschungen besaßen in der Regel eine wiesenartige Vegetationsstruktur mit vielen Arten des Mesobromions (V. ROCHOW 1948), da die Winzer und Bauern sie regelmäßig zur Grünfuttergewinnung mähten. Vereinzelt wurden die Böschungen auch im Winter geflämmt, um das Graswachstum zu stimulieren (FISCHER 1982, WILMANNNS et al. 1989). Leider liegen bis heute keine gesicherten Erkenntnisse darüber vor, wie häufig die Böschungen gebrannt wurden und wie groß die Ausdehnung der Brandflächen in der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg war.

Aus der Einsicht alter Akten, die vom Landratsamt Emmendingen zur Verfügung gestellt wurden, geht hervor, dass das Abflämmen von Rainen, Böschungen und Hecken schon Mitte der dreißiger Jahre dieses Jahrhunderts Anlaß bot, von staatlicher Seite gegen diese "Unsitte" vorzugehen<sup>1</sup>. Seither zieht sich der Streit um das Abbrennen von Vegetation wie ein roter Faden durch die Naturschutzdiskussion.

In den vorhandenen Unterlagen werden jedoch nicht explizit die Böschungen des Kaiserstuhls angesprochen. Dies lässt darauf schließen, dass die Auseinandersetzung um das Abbrennen der Vegetationsdecke auch über diese Region hinaus Relevanz hatte.

Das führt einerseits zu der Annahme, dass das Flämmen mit unterschiedlichen regionalen Schwerpunkten - auch innerhalb des Kaiserstuhls - schon in der Mitte der dreißiger Jahre allgemein verbreitet war. Andererseits musste es in einem so erheblichen Maße durchgeführt werden, dass Verwaltung und Politik schon zu dieser Zeit Anlass zum Handeln sahen. Wäre

<sup>1</sup> Zitat aus der "Naturschutzverordnung vom 18. März 1936 (RGLB.I, S.181) §14":

- (1) In der freien Natur ist für die Zeit vom 15. März bis zum 30. September verboten:
  1. Hecken, Gebüsch und lebende Zäune zu roden, abzuschneiden oder abzubrennen
  2. Die Bodendecke auf Wiesen, Feldrainen, ungenutztem Gelände, an Hängen und Hecken abzubrennen,
  3. Rohr- & Schilfbestände zu beseitigen



das Flämmen nur auf wenige Einzelfälle beschränkt gewesen, so wäre kaum eine so massive Reaktion darauf zu erwarten gewesen.

Am 01.07.1963 wurde in Baden-Württemberg erstmals das ganzjährige Abbrennverbot für die Vegetationsdecke ausgesprochen<sup>2</sup>, das darauf hin Mitte der 70-er Jahre auch Eingang in die Naturschutzgesetze des Bundes und der Länder<sup>3</sup> fand.

Die tiefgreifenden strukturellen Veränderungen in der Landwirtschaft seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges führten im Kaiserstuhl zu einer Intensivierung und flächigen Ausweitung des Weinbaus von bislang ungekanntem Ausmaß. So betrug die Rebfläche hier in der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts um die 2000ha mit einer dazugehörigen Böschungfläche von ca. 240ha<sup>4</sup>. Bis zum Beginn der 80er Jahre wuchs die gesamte (Netto-)Rebfläche auf 4060ha an und durch die Umlegungsarbeiten entstanden in den Flurbereinigungsgebieten in etwa 400ha neuer Böschungflächen, wobei die Höhe der einzelnen Böschungen bis zu 40m betragen kann (WILMANN et al. 1989, FISCHER 1982).

Diese Zunahme des Weinbaus und der damit gleichzeitig einhergehende Niedergang der Viehwirtschaft führten dazu, dass die Böschungen immer seltener gemäht wurden. Statt dessen nahm das winterliche "Abflämmen" der Böschungen der alten Rebgebiete erheblich zu, um eine unerwünschte Verfilzung und Verbuschung zu vermeiden. Als wichtigste Pflanzengesellschaft der trockenen und wärmeren Lagen wird hier von FISCHER (1982) das *Diplotaxi-Agropyretum* beschrieben. Er bezeichnet es als eine Gesellschaft mit Pioniercharakter, in der viele Arten des mediterran-submediterranen Geoelements vorkommen, und für die das wiederkehrende Flämmen in erster Linie eine gesellschaftserhaltende Funktion hat, während Bodenstörungen sich gesellschaftsschaffend auswirken. Das Pendant dazu bildet die *Valeriana wallrothii* - *Brachypodium pinnatum* - *Arrhenatherion* - Gesellschaft, die auf den frischeren Standorten vorkommt, ansonsten aber eine ähnliche Dynamik aufweist.

Auch über diese Zeitperiode gibt es keine gesicherten Daten über Häufigkeit und Ausdehnung der Brände. Doch bei Gesprächen mit der älteren Winzergeneration entsteht der Eindruck, dass die Intensität des Böschungslämmens von Gemarkung zu Gemarkung unterschiedlich war und dass im zentralen Kaiserstuhl

das Flämmen nicht so üblich war wie in seinen Randbereichen.

In den 70er Jahren entstanden die meisten der Großböschungen in den Rebumlegungsgebieten. Viele von ihnen wurden anfänglich mit einer Anspritzsaat begrünt, teilweise wurden auch Gehölze angepflanzt. Dies geschah zum Einen aus ästhetischen Gründen. Zum Anderen wurde versucht, mit der Hilfe von Weidenspreitlagen die Böschungsstabilität zu verbessern, nachdem Anfang der 80er Jahre große oberflächliche Rutschungen auf vielen Böschungen in den Umlegungsgebieten (Tapetenrutschungen) auftraten. Eine regelmäßige Pflege hat seither nur an den Böschungskanten stattgefunden, die auch heute noch regelmäßig gemulcht werden. Ansonsten liegen die Großböschungen, ebenso wie der überwiegende Teil der alten Böschungsbereiche, als Brachflächen zwischen den Weinbauterrassen.

### 1.3 Feuerökologischer Hintergrund

Seit den siebziger Jahren wurden in Mitteleuropa einige vegetationskundliche Untersuchungen zum kontrollierten Brennen in verschiedenen Grünlandgesellschaften durchgeführt (ZIMMERMANN 1979, SCHIEFER 1981, SCHREIBER 1981, 1997), die im Grundsatz zu folgenden allgemeinen Ergebnissen führten (GOLDAMMER et al. 1997, GOLDAMMER & PAGE 1998):

Das kontrollierte Brennen kommt als Pflegemethode in Betracht, wenn es in erster Linie um den Erhalt von Offenlandstrukturen und um die Vermeidung von Gehölzaufwuchs geht. Ein weiterer Effekt des Feuereinsatzes ist die Reduktion der akkumulierten Streuschicht, die für viele licht- und wärmebedürftigen Pflanzenarten ein bedeutender Wuchshemmer ist. Dabei sind die Feuerart und die vorherrschenden Witterungsbedingungen zwei wichtige Einflußgrößen, die die jeweiligen Auswirkungen des kontrollierten Brennens entscheidend mitbestimmen. So wandern beispielsweise Gegenwindfeuer, deren Hitzeschwerpunkt nahe am Erdboden liegt, sehr langsam über die zu brennende Fläche. Das hat zur Folge, dass auch eine große Anzahl der Moose, Horst- und Rosettenpflanzen von letalen Temperaturen in Bodennähe betroffen werden. Bei in Bodennähe kälteren Mitwindfeuern treten an diesen Arten meist keine direkten Vegetationsschäden auf, da die Flammen sehr schnell über die Fläche streichen und der Hitzeschwerpunkt höher über dem Erdboden liegt. Pflanzen, deren Überdauerungsorgane im Erdboden liegen, werden von der Hitzeeinwirkung des winterlichen Brennens nicht direkt betroffen. Ferner können die Vitalität und die Blühintensität einiger Arten gefördert werden (SCHIEFER 1983, SCHREIBER 1997).

Es sind gegenwärtig vor allem faunistische Gesichtspunkte, die zur Ablehnung des Feuers als

<sup>2</sup> Verordnung des Kultusministerium zum Schutze der wildwachsenden Pflanzen und der nichtjagbaren wildlebenden Tiere (Naturschutzverordnung) in der Fassung vom 06.06.1963 (Ges. Bl. S. 89) und der Änderungsverordnung vom 01.07.1963 §14.

<sup>3</sup> Naturschutzgesetz Baden-Württemberg vom 29.03.1995 (NatschG Ba-Wü) §29, Abs. 2

<sup>4</sup> Für die in der Regel nur wenige Meter hohen Böschungen dieser alten Rebgebiete errechnete MÜLLER (1933) überschlagsmäßig eine Gesamtlänge, die in etwa der Strecke Freiburg - Berlin (Luftlinie ca. 600km) entsprach. Wird hier von einer durchschnittlichen Böschungshöhe von etwa 4m ausgegangen, so entspricht das einer Fläche von ca. 240ha.



Pflegeinstrument angeführt werden. Dabei wird *a priori* davon ausgegangen, dass der ökologische Schaden an der Fauna jeden Nutzen überwiegt. Doch muss die Richtigkeit dieser pauschalen Annahme bezweifelt werden. Nach den Ergebnissen von LUNAU & RUPP (1988) sind vor allem die Tierarten direkt von dem Feuereinsatz im Winter betroffen, die sich zum Brandzeitpunkt über dem Erdboden in der abgestorbenen Vegetation aufhalten. Individuen, die sich im Erdboden aufhalten, werden kaum betroffen. Ferner muss davon ausgegangen werden, dass kleinere Brandflächen, die an genügend große vom Feuer unberührte Bereiche angrenzen, sich in ihrem Artenspektrum kaum ändern, sondern es lediglich zu temporären Schwankungen in der Populationsmächtigkeit einzelner Arten kommt. Aufgrund einer Einwanderung und Wiederbesiedlung aus unbeeinflussten Bereichen werden von den meisten feuergeschädigten Arten die eingetretenen Verluste kurzfristig wieder ausgeglichen.

Bietet das Feuer die einzige Alternative gegenüber der Brache, so sollte bedacht werden, dass beim Ausbleiben jeglicher Eingriffe die meisten der vorhandenen Offenlandhabitats im Zuge der sekundären Sukzession im Laufe der Zeit verschwinden. Durch diese strukturelle Veränderung des Lebensraumes wird auch den Tier- und Pflanzenarten des Offenlandes die notwendige Lebensgrundlage entzogen. Hier gilt es nun abzuwägen, ob die in der Regel zeitlich begrenzten, direkten Schäden in Teilbereichen des faunistischen Spektrums eines Lebensraumes durch den kleinflächigen, mosaikartigen Feuereinsatz schwerer zu gewichten sind als der dauerhafte Verlust von offenen Habitatstrukturen (GOLDAMMER & PAGE 1998). Dabei ist zu bedenken, dass der dauerhafte Erhalt offener Strukturen gerade für das Überleben vieler thermophiler und aus naturschutzfachlicher Sicht bedeutender Arten am Kaiserstuhl zwingend notwendig ist. Zwar bedeutet das Feuer, so wie jeder andere Pflegeeingriff auch, für unterschiedliche Artengruppen einen katastrophalen Eingriff, doch kann mit ihm ein Beitrag zur Offenhaltung der Landschaft geleistet werden. Dies kann in bestimmten Naturräumen auch zur Förderung vieler thermophiler, seltener und gefährdeter Arten führen (HANDKE 1997).

Der oben skizzierte Gedankengang zeigt, dass ein Feuereinsatz dort sinnvoll sein könnte, wo es um den Erhalt offener und halboffener Strukturen sowie spezifischer, daran gebundener Arten geht. Doch wird es nach heutigem Kenntnisstand nicht möglich sein, Biozönosen in jedem Detail so zu erhalten, wie sie sich aufgrund anderer Bewirtschaftungsformen - beispielsweise durch die Mahd - entwickelten.



## 2. Abiotische Parameter

In diesem Kapitel werden die verwendeten **feuerteknische Parameter** beschrieben, die der Charakterisierung des Feuerverhaltens der einzelnen Versuchsbrände dienen. Ausserdem werden die Methoden und die Ergebnisse der **Bodentemperatur- und Bodenfeuchtemessungen** auf Brand- und Kontrollflächen nach dem Feuereinsatz dargestellt.

### 2.1 Feuertechnische Parameter

#### 2.1.1 Methoden

##### a. Messung der Feuertemperaturen

Die entscheidenden Einflussgrößen, die die direkten Auswirkungen eines Brandereignisses auf ein Ökosystem beschreiben, sind die Höhe, Verteilung und Dauer der Hitzeeinwirkung. Dazu wurden im Rahmen dieses Projektes Data-Logger mit integrierten Temperatursensoren der Firma Testo (testostor 171-8, Typ K (NiCr-Ni)) eingesetzt. Damit können gleichzeitig auf 4 Kanälen mit Hilfe von Thermoelementen Temperaturen zwischen -200 und +1100°C gemessen und gespeichert werden. Die Genauigkeit des Gerätes beträgt +/- 0,4°C bei +/- 0,2% Abweichung vom Mittelwert. Dabei ist die Abweichung der einzelnen Kanäle untereinander gleichgerichtet und betrifft nur die absolut gemessenen Werte, nicht aber deren Differenzen.

Mit Hilfe eines "Messbaumes", bei dem an einer Metallstange die Temperatursonden in unterschiedlichen Höhen angebracht sind, werden Temperaturprofile von Versuchsbränden erstellt. Diese werden daraufhin zusammengefasst, um die durchschnittliche Temperaturentwicklungen in den verschiedenen Höhen des Messbaumes zu ermitteln.

Zur Erstellung dieser Durchschnittskurven werden zuerst die einzelnen Zeitreihen der Temperaturmessungen, die im 3-Sekunden Takt vorgenommen wurden, in einer Tabelle zusammengestellt. Dabei entspricht jede Zeile jeweils dem selben zeitlichen Meßintervall von 3 Sekunden. Jede Spalte repräsentiert eine Meßreihe. Kalibriert werden die einzelnen Meßreihen, indem die Maximaltemperaturen in der selben Zeile stehen. Daraufhin wird für jede Zeile das arithmetische Mittel der gemessenen Temperatur gebildet und diese durchschnittlichen Temperaturverläufe in einem Diagramm graphisch dargestellt.

##### b. Parameter zur Charakterisierung der Brandbedingungen

Folgende Parameter wurden erhoben, die zur Charakterisierung der Feuerverhaltens und zur Beschreibung der Witterungsverhältnisse zum Brandzeitpunkt dienen:

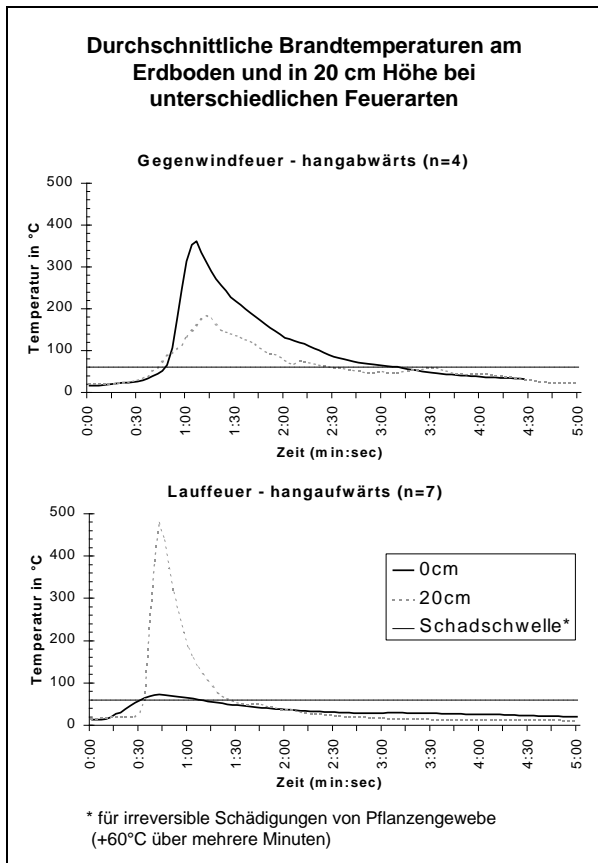
- **Relative Luftfeuchte in %**
- **Lufttemperatur in °C**
- **Bewölkung** (ausgedrückt in x/8)
- **Windgeschwindigkeit und Windrichtung**
- **Verbrannte Biomasse in %** (Kurz vor dem Brennen der Probeflächen wird auf diesen, je nach Homogenität der Streuauflage, an bis zu 8 Stichpunkten die oberirdische Biomasse mit Hilfe eines 25x25 cm großen Rahmens entnommen. Nach dem Brand wird in unmittelbarer Nähe zu diesen eine Wiederholung der Aufnahme durchgeführt. Die Proben werden danach im Labor bei 103°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Aus dem Gewichtsvergleich der Proben vor und nach dem Brennen wird ermittelt, wieviel Prozent der Streu verbrannt ist.)
- **Streu feuchte zum Brandzeitpunkt** (Die Proben, die bei der oben genannten Biomassenentnahme vor dem Brennen gewonnen wurden, werden im Feld gewogen. Durch den Gewichtsvergleich vor und nach dem Trocknen wird die Streufeuchte in Gewichtsprozent bezogen auf das Trockengewicht ermittelt.)
- **Ausbreitungsgeschwindigkeit des Feuers in m/min** (Sie wird ermittelt, indem mehrere Fluchtstäbe jeweils in 2 m Abstand in Laufrichtung des Feuers ausgebracht werden. Während des Brennens wird mit Hilfe einer Stoppuhr die Zeit ermittelt, die die Feuerfront benötigt, um sich vom einen Fluchtstab zum anderen auszubreiten. In der Regel werden 3 Wiederholungen durchgeführt und das arithmetische Mittel der einzelnen Aufnahmen in cm/s angegeben.)
- **Flammenhöhe in cm** (Okulare Schätzung in Referenz zu den Fluchtstäben)

#### 2.1.2 Ergebnisse und Diskussion

##### a. Feuertemperaturen

In der Abbildung 1 sind die Ergebnisse der Feuertemperaturmessungen zusammengestellt. Bei der Betrachtung der durchschnittlichen Temperaturverläufe fallen zwei wesentliche Unterschiede von hangaufwärts brennenden Feuern (entspricht einem Lauffeuer mit dem Wind) und hangabwärts brennenden Feuern (entspricht einem Gegenwindfeuern) auf.





**Abb. 1** Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Feuertemperaturmessungen

Bei hangabwärts brennenden Feuern liegt das Temperaturmaximum in den meisten Fällen direkt am Erdboden, hier können über mehrere Minuten Temperaturen von weit über +60°C auftreten. (Die gemessenen Werte reichen von +101°C bis +606°C.) Dagegen erreichen hangaufwärts brennende Feuer die höchsten Temperaturen in der Regel in einigen dm Höhe über dem Erdboden (gemessener Spitzenwert: +640°C in 20 cm Höhe), während sie direkt am Erdboden nur selten und sehr kurzfristig über 60°C liegen. (Die gemessenen Werte reichen von +8°C bis +248°C.) Deswegen muss davon ausgegangen werden, dass die direkten Schäden durch Hitzeeinwirkung an Fauna und Flora am Erdboden bei einem Gegenwindfeuer viel größer sind, als bei einem Lauffeuer. Dies gilt insbesondere für Tierarten, die sich zum Brandzeitpunkt am Erdboden aufhalten bzw. für Pflanzen deren Überdauerungsorgane knapp über der Erdbodenoberfläche liegen, wie beispielsweise bei Rosettenpflanzen. Diese Arten werden durch ein Lauffeuer, dessen Flammen sehr schnell über die Fläche streichen, weitaus weniger betroffen.

Temperaturen, die um die 60°C liegen und nur für wenige Minuten anhalten, reichen aus, um aktives pflanzliches Gewebe letal zu schädigen (HARE 1965, LARCHER 1973, GOLDAMMER 1993). Deswegen wird dieser Wert als "Schadschwelle" in der Abbildung 1 bezeichnet. Je höher die Temperaturen sind, desto kürzere Zeit ist notwendig, um das Gewebe durch

Koagulation der Eiweiße zum Absterben zu bringen. So reichen schon bei 100°C wenige Sekunden aus, um eine letale Schädigung herbeizuführen. Ein bedeutender Faktor ist dabei jedoch, inwieweit das lebende Gewebe durch eine Isolationsschicht, wie beispielsweise Borke oder Knospenschuppen, vor der Einwirkung letaler Temperaturen geschützt ist.

Die Ergebnisse der Feuertemperaturmessungen dieser Arbeit decken sich weitestgehend mit denen anderer feuerökologischer Untersuchungen (DAUBENMIRE 1968, ZIMMERMANN 1979, SCHREIBER 1981, LUNAU & RUPP 1988), wobei betont werden muß, dass jeder Brand ein einmaliges Ereignis darstellt und das Feuerverhalten sehr stark variieren kann. Doch für den Fall der zukünftigen Anwendung des kontrollierten Brennens zur Pflege der Rebböschungen kann verallgemeinert gesagt werden, dass in Bodennähe kältere Mitwindfeuer von ihrer Wirkung her der Mahd am nächsten kommen und am besten für die Pflege noch offener Grünlandstrukturen geeignet sind. Dahingegen könnten sich Gegenwind- und Flankenfeuer<sup>1</sup> von ihrem Temperaturverhalten her am ehesten dazu eignen, sehr frühe Verbuschungsstadien zu bekämpfen.

Eine Besonderheit für das kontrollierte Brennen am Kaiserstuhl stellt das sehr steile Gefälle (in der Regel zwischen 45° und 55°) der Rebböschungen dar. Das Ausbreitungsverhalten von Vegetationsbränden wird wesentlich durch die beiden Faktoren Windgeschwindigkeit und Topographie beeinflusst, und die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Lauffeuers steigt mit zunehmenden Gefälle exponentiell an (DAUBENMIRE 1968, HEIKKILÄ et al. 1993). So verdoppelt sich die Geschwindigkeit eines Feuers bei einer Zunahme der Neigung von 10° auf 20°. Das bedeutet, dass sich die Lauffeuer auf den Böschungen auch bei Windstille sehr schnell ausbreiten und deswegen die Hitzeeinwirkung nur sehr kurz ist. Ferner läßt sich das Ausbreitungsverhalten des Feuers bei geringen Windgeschwindigkeiten durch die Steilheit des Geländes im Voraus relativ gut abschätzen, da hier der leicht und gut einzuschätzende Faktor Topographie die sehr variablen Faktoren Windgeschwindigkeit und -Richtung überlagert.

#### b. Parameter zur Charakterisierung des Feuers

Die Witterungsbedingungen, die bei den einzelnen Versuchsbränden herrschten, sowie die Streufeuchte und verbrannte Biomasse sind im Anhang (Anh.-Tab. 1) dargestellt. Sie dienen als Zusatzinformationen und werden an dieser Stelle nicht näher kommentiert.

<sup>1</sup> Flankenfeuer werden in Falllinie der Böschungen entzündet und laufen (mit oder gegen den Wind) quer zum Hang. Sie stehen in ihrer Wirkung zwischen den Gegenwind- und Lauffeuern.



## 2.2 Bodentemperatur und Bodenfeuchte

### 2.2.1 Methoden

Auf den Probeflächen P1, P3 und P4 (Anh.-Tab. 4) wurden während der Vegetationsperioden 1998 und 1999 mit Hilfe eines stationären Datenloggers<sup>2</sup> und Temperatursonden der Temperaturverlauf von benachbarten Brand- und Kontrollflächen<sup>3</sup> in verschiedenen Höhen (+30 cm/ Bodenoberfläche/ -10 cm) ermittelt. Es wurde alle 30 Minuten gemessen, so dass pro Tag 48 Werte zur Verfügung stehen. Daraus werden die Tagesmittelwerte errechnet. Für die zusammenfassende Darstellung der Unterschiede zwischen Brand- und Kontrollflächen mit unterschiedlicher Exposition und Vegetationsstruktur werden Differenzkurven der Monatsmittelwerte erstellt.

Der Verlauf des Bodenwassergehaltes während der Vegetationsperiode 1998 wurde auf den selben Behandlungseinheiten der Probeflächen P3 und P4 ermittelt, die schon zur Temperaturmessung dienten. Dort wurde in unmittelbarer Nähe zu den Temperatursonden je ein Transekt quer zum Hang angelegt und pro Messung mit der Hilfe eines Bohrstocks (Pirkhammer) acht Bodenproben (von 0 bis 20 cm Bodentiefe) gewonnen. Nach der Ermittlung des Frischgewichtes vor Ort und anschließender Lufttrocknung bis zur Gewichtskonstanz im Labor wurden sie nochmals gewogen und der prozentuale Bodenfeuchtegehalt in Bezug auf das Trockengewicht (H<sub>2</sub>O Gew% TG) ermittelt (STEUBING 1965). Die Messungen wurden alle zwei bis drei Wochen wiederholt. Die Beurteilung, ob sich die Messergebnisse von Kontroll- und Brandfläche signifikant unterscheiden, erfolgte mit Hilfe eines t-Testes (zweiseitig, mit  $\alpha = 5\%$ ).

Zur Ermittlung des Zusammenhanges von Veränderungen im Bodenwasserhaushalt in Abhängigkeit der Temperaturverhältnisse wurde eine Korrelationsrechnung zwischen diesen beiden Parametern durchgeführt. Als Datengrundlage dienen die Bodenwassergehalte in Gew% TG von 0 bis 20 cm Bodentiefe und das entsprechende arithmetische Mittel

<sup>2</sup> Neben dem Data-Logger testostor 171-8 (vgl. 2.1.1) kam hier ein selbst konstruierter Data-Logger des Geobotanischen Institutes der Universität Freiburg zum Einsatz, der mit einer Genauigkeit von 0,01°C arbeitet.

<sup>3</sup> Auf folgenden Probeflächen wurden die Temperaturmessungen durchgeführt:

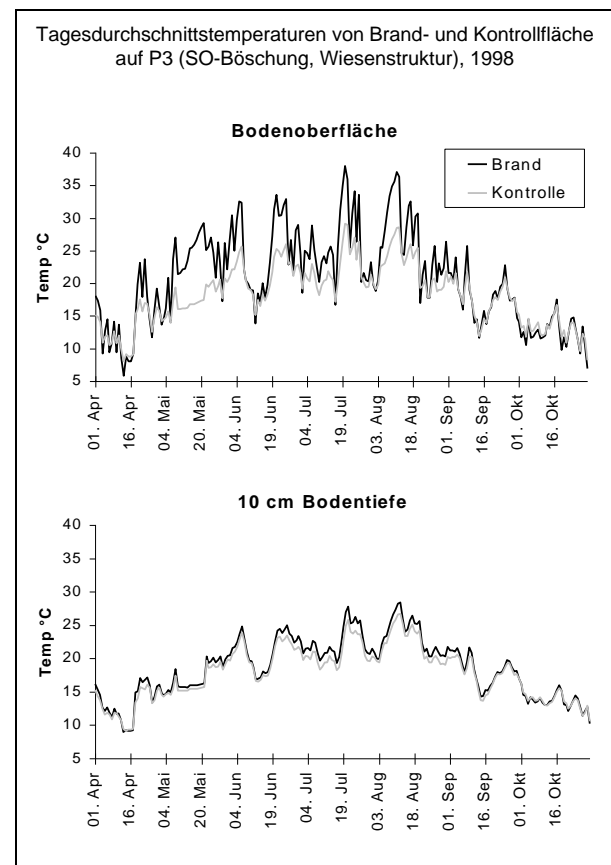
- P1 (NW-Böschung mit wiesenartiger Vegetationsstruktur), Messzeitraum: Vegetationsperiode 99, Data-Logger: testostor 171-8
- P3 (SO-Böschung mit wiesenartiger Vegetationsstruktur), Messzeitraum: Vegetationsperiode 98/99, Data-Logger: Geobotanik, Universität Freiburg
- P4 (O-Böschung, von *Solidago gigantea* dominiert), Messzeitraum: Vegetationsperiode 98/99, Data-Logger: Geobotanik, Universität Freiburg

der Bodentemperaturen in 10 cm Bodentiefe während der letzten 5 Tage vor der jeweiligen Probenentnahme zur Bodenfeuchtemessung. Das Ergebnis wird in einem XY-Diagramm graphisch dargestellt.

### 2.2.2 Ergebnisse

#### a. Bodentemperaturen

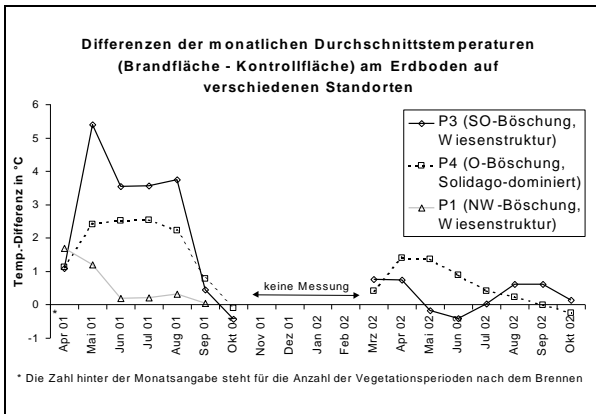
Bei Betrachtung der Abbildung 2 fällt auf, dass die Tagesdurchschnittstemperaturen auf der südost-exponierten Probefläche (P3) nach dem Brennen sowohl am Erdboden als auch in 10 cm Bodentiefe im Vergleich zur Kontrollfläche teilweise deutlich erhöht sind. Die Differenz kann bis zu + 7°C ausmachen, abhängig von der Strahlungsintensität des jeweiligen Tages.



**Abb. 2** Beispielhafte Darstellung der Entwicklung der durchschnittlichen Tagesmittelwerte der Bodentemperaturen auf Brand- und Kontrollfläche in unterschiedlichen Bodentiefen

Auf der Brandfläche wurden Maximaltemperaturen von bis zu +72°C gemessen; im Vergleich dazu lagen die höchsten Temperaturen auf der Kontrollfläche bei +44°C. Auf die Darstellung des Temperaturverlaufes in 30 cm Höhe wird verzichtet, da hier keine nennenswerten Differenzen festgestellt werden konnten. Die Differenzkurven in Abbildung 3 zeigen, dass die Unterschiede in Abhängigkeit von Standort,

Exposition und Vegetationsstruktur sowohl in zeitlicher Hinsicht als auch in der Größe ihrer Ausprägung sehr unterschiedlich sein können. So kann auf der nordwestlich exponierten Böschung (P1) bereits im späten Frühjahr nach dem winterlichen Brennen kein nennenswerter Unterschied mehr zwischen Brand- und Kontrollfläche festgestellt werden.



**Abb. 3** Temperaturdifferenzen der Monatsmittelwerte von Brand- und Kontrollflächen unterschiedlicher Standorte über einen Zeitraum von zwei Vegetationsperioden nach dem winterlichen Brand

Dagegen hält der Effekt auf den beiden anderen Versuchsflächen über die gesamte erste Vegetationsperiode an. Im zweiten Jahr nach dem Brennen kann lediglich auf der *Solidago*-dominierten Ost-Böschung noch eine deutliche Temperaturdifferenz beobachtet werden, die jedoch im Laufe der Vegetationsperiode stetig abnimmt.

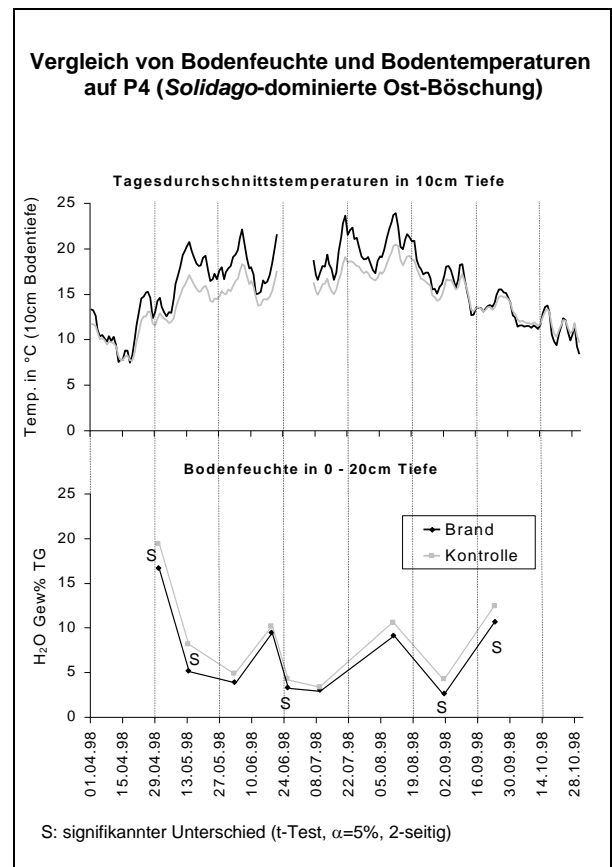
**b. Bodenfeuchte**

Die Ergebnisse der Bodenfeuchtemessung auf P3 und P4 sind im Anhang im Einzelnen aufgeführt (Anh.-Tab. 2 und 3). Abbildung 4 zeigt exemplarisch die graphische Darstellung der Bodenfeuchteverhältnisse von Brand- und Kontrollfläche auf P4 im Zusammenhang mit der Entwicklung der Temperaturen in 10cm Bodentiefe auf der selben Böschung. Das "S" steht für einen signifikanten Unterschied (t-Test, zweiseitig,  $\alpha=5\%$ ) der Differenzen des Bodenwassergehaltes. Bei der Betrachtung der Ergebnisse fällt auf, dass die Brandfläche im Vergleich zur Kontrollfläche zum Teil signifikant trockener geworden sind. Der Effekt tritt auf der Ostböschung ausgeprägter als auf der Südostböschung auf.

**2.2.3 Diskussion der Bodentemperatur- und Bodenfeuchtemessungen**

Auf allen Brandflächen konnten im Vergleich zu den Kontrollflächen höhere Bodentemperaturen nach dem Brennen ermittelt werden, wobei die Dauer und die

Ausprägung der beobachteten Differenzen je nach Exposition, Standort und Vegetationsstruktur sehr unterschiedlich ausfallen. Der Grund dafür ist - neben der zunehmenden Sonneneinstrahlungsintensität von Nord nach Süd - zum Einen die dunklere Färbung der Brandflächen in den ersten Wochen nach dem Feuer, die durch die Aschereste hervorgerufen wird. Dadurch reduziert sich der Albedo und die Wärmeadsorption des Bodens nimmt zu. Doch mit beginnendem Neuaustrieb in der folgenden Vegetationsperiode nimmt dieser Effekt immer stärker ab, bis im späten Frühjahr die Flächen in ihrer Färbung optisch nicht mehr unterschieden werden können.



**Abb. 4** Zusammenfassende Darstellung der Temperatur- und Bodenfeuchteverläufe auf Brand- und Kontrollfläche von P4 in der Vegetationsperiode nach dem Feuereinsatz

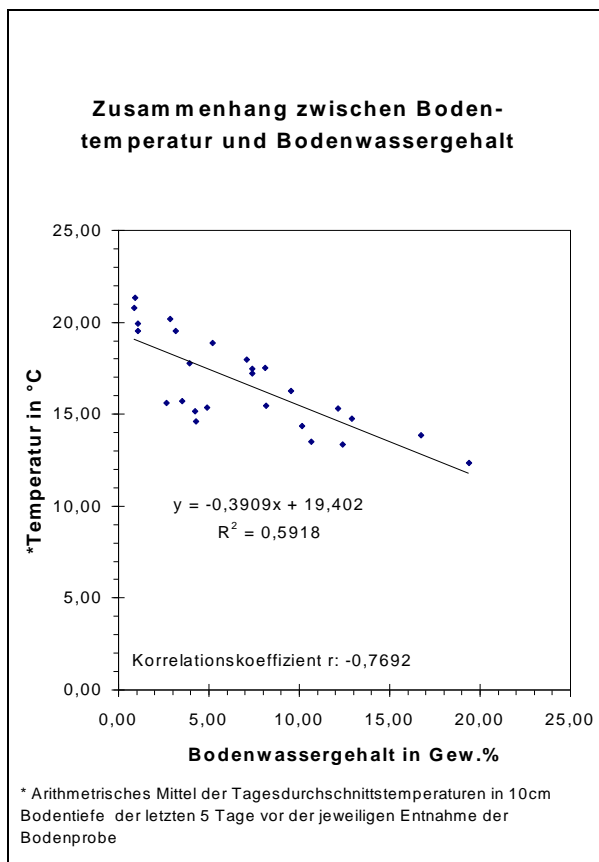
Zum Anderen wird durch den Brand die isolierend wirkende Streuschicht je nach Feuerintensität stark reduziert (bis 80% Gewichtsverlust), was sich solange auf den Bodentemperaturhaushalt positiv auswirken kann, bis sie wieder vollständig hergestellt ist. Dies mag der wesentliche Grund dafür sein, dass auf der *Solidago*-dominierten Ost-Böschung auch noch in der zweiten Vegetationsperiode nach dem Brennen eine Temperaturerhöhung festgestellt werden kann. Hier dauert es im Vergleich zu den von Gramineen und Stauden dominierten Südost- und Nordwest-Böschungen relativ lange, bis sich die kompakte und relativ schwer zersetzbar *Solidago*-Streuschicht wieder aufgebaut hat.



Diese genannten Effekte dürften die wesentlichen Gründe für die stärkere Erwärmung sein, die auch bei anderen feuerökologischen Untersuchungen immer wieder festgestellt wurde (GREENE 1935, KUCERA & EHRENREICH 1962, DAUBENMIRE 1968, SCHIEFER 1983).

Die Bodentemperatur ist neben anderen Einflussgrößen ein wesentlicher Faktor, der den Bodenwasserhaushalt beeinflusst, da mit zunehmenden Bodentemperaturen auch die Verdunstungsrate ansteigt (Van EIMERN 1984; 44ff). Das ist eine Ursache, warum die gebrannten Flächen nicht nur wärmer, sondern auch trockener geworden sind. Dies wird auch bei der Betrachtung der Abbildung 5 deutlich. Hier zeigt sich, dass der Bodenwassergehalt in Gew%TG relativ stark mit dem Bodentemperaturhaushalt korreliert ist (Korrelationskoeffizient  $r: -0,77$ ). Das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  liegt bei ca. 60%, was bedeutet, dass 60% der Veränderungen im Bodenwasserhaushalt durch die Unterschiede im Temperaturhaushalt erklärt werden können. Weitere Einflussgrößen könnten beispielsweise ein erhöhter Niederschlagsabfluss oder eine reduzierte Wasserspeicherkapazität durch das Verbrennen der Streuschicht sein.

In ihrer Tendenz stimmen die Ergebnisse dieser Arbeit mit denen von SCHIEFER (1981, 1983) überein, bei der ebenfalls die Auswirkungen des kontrollierten Brennens auf Temperatur- und Wasserhaushalt im Rahmen der Brachflächenversuche Baden-Württemberg untersucht wurden. Jedoch treten die Unterschiede im Kaiserstuhl nicht so deutlich zu Tage, wobei bedacht werden muß, dass die methodischen Ansätze voneinander abweichen und deswegen ein Vergleich nur eingeschränkt möglich ist. Gleiches gilt für den Vergleich mit feuerökologischer Literatur aus Nordamerika. Zwar sind die Angaben über die Auswirkungen des Feuers auf den Wasserhaushalt teilweise gegensätzlich, jedoch wurde in den meisten Fällen eine Abnahme des Bodenwassergehaltes festgestellt (SAMPSON 1944, DAUBENMIRE 1968, HULBERT 1969).



**Abb. 5** Bei der Korrelationsrechnung zwischen Bodentemperatur und Bodenwassergehalt ergab sich ein relativ enger Zusammenhang ( $r=0,77$ ). Dies bedeutet, dass die Bodentemperaturen einen wesentlichen Einfluss auf die Bodenwassergehalte haben.



### 3. Vegetationskundlicher Teil

#### 3.1 Konzept der vegetationskundlichen Untersuchung

Ziel dieses Untersuchungsteiles ist es, die Auswirkungen des winterlichen kontrollierten Brennens auf die Vegetation der kaiserstühler Rebböschungen zu untersuchen und daraus zukünftige Einsatzmöglichkeiten für dieses Pflegeverfahren abzuleiten. Dabei ist aufgrund des begrenzten Zeit- und Finanzrahmens keine umfassende Bewertung aller Böschungsstandorte möglich, sondern es wurden einzelne, repräsentative Standorte für die Untersuchung ausgewählt. Dies sind vor allem gramineen- und staudenreiche Standorte, die höchstens ansatzweise verbuscht sind (Kapitel 1.3). Als weitere Voraussetzung muss im Winter eine geschlossene Brennmaterialauflage vorhanden sein, um eine flächige Brandausdehnung zu gewährleisten.

Die skizzierten Voraussetzungen erfüllen im Wesentlichen Pflanzengesellschaften die dem *Diplotaxi-Agropyretum* und dem *Mesobromion* auf den trockeneren, stärker besonnten Standorten zuzurechnen sind, sowie Gesellschaften des *Valeriana wallrothii* - *Brachypodium pinnatum* *Arrhenatherions* in den frischeren, eher absonnigen Bereichen. Auf entsprechenden Böschungen wurden folgende Fragestellungen untersucht:

- **Können offene, von Gramineen und Stauden dominierte Vegetationsstrukturen der Böschungen nachhaltig gesichert und entwickelt werden, ohne dass es zu Verschiebungen der typischen Arten- und Dominanzstrukturen kommt (die aus naturschutzfachlicher Sicht nicht toleriert werden können)?**
- **Wie reagieren ausgewählte Pflanzenarten auf den Feuereinsatz, die im Zuge der sekundären Sukzession zunehmend in die wiesenartigen Bereiche eindringen?** Im Hinblick auf diese Fragestellungen werden folgende Pflanzenarten näher untersucht:
  - *Solidago gigantea* (Späte Goldrute)
  - *Rubus caesius* (Kratzbeere)
  - *Clematis vitalba* (Waldrebe)
  - Stockausschläge von Gehölzarten, wie beispielsweise *Robinia pseudoacacia* (Robinie), *Populus spec.* (Pappel), *Salix spec.* (Weide), *Quercus spec.* (Eiche), *Cornus sanguineum* (Hartriegel)
  - *Vitis labrusca* (Amerikaner Rebe)

Es muß davon ausgegangen werden, dass am Ende dieses Projektes noch keine endgültigen Ergebnisse sondern lediglich erste Hinweise über das Verhalten einzelner Arten und Artenkombinationen auf das Feuer vorliegen. Sollten diese dazu führen, den Feuereinsatz zukünftig in die Praxis der Böschungspflege zu

integrieren, so muss ein begleitendes Vegetations-Monitoring eingerichtet werden. Dies ist notwendig, um langfristige Auswirkungen des Feuereinsatzes erfassen und bewerten zu können.

Neben dem vegetationskundlichen Untersuchungsprogramm, das von der Arbeitsgruppe Feuerökologie durchgeführt wird, wurden 1998 in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. U. Dail von der Biologischen Fakultät (Biologie II, Fachbereich Geobotanik) der Universität Freiburg folgende Diplomarbeitsthemen vergeben, die bislang jedoch noch nicht abgeschlossen sind:

#### a. Wiederholungskartierung der Böschungen des Hessleter Bucks (Oberbergen)

(bearbeitet von Herrn T. Mennle, Biologiestudent)

In den Jahren 1978 und 1979 wurde von FISCHER (1982) die Vegetation der alten Rebböschungen bei Oberbergen (Hessleter-Buck) kartiert. Auf diesen Flächen fanden seither keine bedeutsamen Eingriffe mehr statt. Deswegen stellen sie ein geeignetes Gebiet dar, um zu dokumentieren, wie sich die Vegetation der Böschungen durch das Brachliegen im Laufe der letzten 20 Jahre verändert hat. Mit dieser Wiederholungsaufnahme wurde im Frühjahr 1998 begonnen und es zeichnen sich folgende Ergebnisse ab:

- Rückgang der Trocken- und Halbtrockenrasen-Fragmente
- Zunahme von *Brachypodium pinnatum* dominierten Beständen
- Starke Ausbreitung von *Vitis labrusca*, die sich wie ein Teppich über die noch vorhandenen Grünlandfragmente schiebt. (FISCHER nannte 1982 diese Art noch gar nicht in der Kartierung dieses Gebietes, heute bedeckt sie ca. 10 bis 20 Prozent der trockeneren Böschungen. Ähnliches gilt für *Clematis vitalba* im frischeren Bereich)
- Zunahme von *Solidago gigantea*, jedoch nicht so stark wie in den Umlegungsgebieten

#### b. Populationsökologische Untersuchungen an *Anemone sylvestris*

(bearbeitet von Frau M. Blasl, Biologiestudentin)

Eine Charakterart der kaiserstühler Rebböschungen ist *Anemone sylvestris*. In der Diskussion um den Feuereinsatz wird immer wieder angeführt, dass sie durch das regelmäßige Brennen gefördert würde. Mit Hilfe von populationsökologischen Untersuchungen sollen im Rahmen dieser Diplomarbeit nähere Erkenntnisse über die Lebensraumsprüche dieser Pflanzenart gewonnen werden.

Nach ersten vorläufigen Auswertungen zeichnet sich bei dieser Art eher eine Förderung als Schwächung durch Brand ab.





## 3.2 Probeflächen

Die einzelnen Probeflächen stellen jeweils 30 bis 50 m lange Böschungsabschnitte dar, die in drei bis fünf 10 bis 20 m breite Behandlungseinheiten unterteilt sind. Folgende Behandlungseinheiten werden unterschieden:

**Tab. 1** Behandlungseinheiten

Symbol	Feuerintervall	Bemerkungen
kon		Kontrollfläche
feu 1	jährlich	Feuer hangaufwärts (entspricht Mitwindfeuer)
feu 2	alle 2 Jahre	Feuer hangaufwärts (entspricht Mitwindfeuer)
feu o	alle 2 Jahre	Feuer hangabwärts/seitwärts (entspricht Gegenwind- /Flankenfeuer)
mahd/feu	jährlich	Einmalige Mahd und Feuer (Solidago-dominierte Standorte)

Eine genaue Beschreibung der einzelnen Probeflächen mit Lageskizze befindet sich im Anhang (Anh.-Tab. 4; Anh.-Abb. 1).

## 3.3 Methoden

### 3.3.1 Vegetationsaufnahmen

Um die Frage beantworten zu können, wie die typischen Arten der offenen, gramineen- und staudenreichen Standorte auf den Feuereinsatz reagieren, wird eine leicht modifizierte Form der feinanalytischen Aufnahmemethodik nach FISCHER (1986) angewendet. Diese Aufnahmetechnik hat sich bei Sukzessionsuntersuchungen auf den Böschungen bewährt, da auch kleinere Veränderungen in den Dominanzstrukturen von Pflanzenbeständen erfassbar sind. Der Nachteil besteht in der hohen Arbeitsintensität dieses Verfahren mit der Konsequenz, dass es nur auf kleiner Fläche angewendet werden kann. Deswegen ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass Arten, die sehr zerstreut und nur in wenigen Exemplaren auf den Probeflächen vorkommen, von dem Aufnahmeraster nicht miterfasst werden.

Da jedoch nur wenige ausgewählte Probeflächen für die Versuche zur Verfügung standen, musste sich das Ziel dieser Arbeit von vorn herein darauf beschränken, die Reaktion typischer, auf den Böschungen häufig vorkommender Arten zu beschreiben. Dafür ist die Wahl der im Folgenden beschriebenen Methode gerechtfertigt.

Bei der auf den Probeflächen P1, P3 und P4 durchgeführten Frequenzanalyse werden pro Behandlungseinheit jeweils 6 oder 8 permanente, je ein Quadratmeter große Aufnahmeflächen ausgewählt. Zur Dokumentation der dort vorkommenden Arten und deren Verteilung wird ein 1 m<sup>2</sup>-großer (Frequenz-)

Rahmen über die Vegetation gelegt, der in 16 Teilquadrate à 25 cm Kantenlänge unterteilt ist. Daraufhin werden für jedes der 16 Teilquadrate die vorhandenen Arten und deren Deckung erfasst. Die Auswertung der so erhobenen Daten wird für die 1m<sup>2</sup>-große Stichprobe wie folgt durchgeführt:

#### ▪ Frequenzwert der einzelnen Art

Der Frequenzwert **F** wird errechnet, indem die Anzahl der Teilquadrate in denen eine bestimmte Art auftritt (*n*) durch 16 geteilt wird. Die Werte reichen von 0 bis 1

$$F = \frac{n}{16}$$

#### ▪ Mittlere Artmächtigkeit (MAZ)

Die mittlere Artmächtigkeit (MAZ) entspricht dem durchschnittlichen Deckungsanteil (ausgedrückt in Prozent), den eine Art in den 16 Teilfeldern des 1 m<sup>2</sup> großen Frequenzrahmens einnimmt.

$$MAZ = \frac{\sum D\%}{16}$$

D%: Deckung, die die jeweilige Art in einem der 16 Teilquadrate einnimmt

Symbol in den Vegetationstabellen: **MAZ**

### 3.3.2 Skala zur Deckungsschätzung

Folgende Deckungsgradskalen kommen bei den Vegetationsaufnahmen zur Anwendung:

**Tab.2** Skalen zur Deckungsschätzung

Deckungsprozent	Deckungsgradskalen		
	Frequenzanalyse (D%)	Schätzung (S%)	WILMANN'S (1993)
(1-5 Individ.)		r	r / +
< 1%	1	1	1
1 - 5%	5	5	2m
6 - 15%	10	10	2a
16 - 25%	20	20	2b
26 - 35%	30	30	3
36 - 45%	40	40	
46 - 55%	50	50	4
56 - 65%	60	60	
66 - 75%	70	70	
76 - 85%	80	80	5
86 - 95%	90	90	
> 95%	100	100	

Die grau hinterlegte Spalte "Frequenzanalyse (D%)" bezieht sich auf die Deckungsschätzung im Zusammenhang mit der Frequenzanalyse auf den Probeflächen P1, P3, P4. Bei weiteren Vegetationsaufnahmen, die im Rahmen dieses Projektes durchgeführt wurden, wurde die Artmächtigkeit bzw. der Deckungsgrad der einzelnen Arten durch okulare Schätzung mit Hilfe der Skala "Schätzung S%"



durchgeführt. Zum Vergleich ist zusätzlich die Artmächtigkeitsskala von WILMANN (1993) mitangegeben.

### 3.3.3 Evenness/Artenanzahl nach HAEUPLER (1982)

Die Evenness und die Artenanzahl sind zwei gebräuchliche Parameter, mit deren Hilfe Veränderungen im Arten- und Strukturgefüge von Lebensgemeinschaften erkannt und interpretiert werden können (MÜHLENBERG 1993, MAGURRAN 1988). Die hier verwendete Methode, bei der die Evenness und Artenanzahl eines Pflanzenbestandes in einem XY-Diagramm gegeneinander aufgetragen werden, richtet sich nach HAEUPLER (1982). Sie wurde ausgewählt, da es sich hier um zwei relativ einfache und leicht nachvollziehbare Parameter handelt, die es ermöglichen, Auswirkungen des kontrollierten Brennens auf die Vegetation der Probeflächen P1, P3, P4 und P5 erfassen zu können:

#### a) Artenanzahl

Die Artenanzahl einer Lebensgemeinschaft ist ein Maß für deren Mannigfaltigkeit bzw. Komplexität. Sie ist nach ERZ (1986) eines von mehreren Fachkriterien, das zur Bewertung von Pflegemaßnahmen im Naturschutz herangezogen werden kann. Um die Artenanzahl der verschiedenen Pflanzenbestände vergleichen zu können, ist es notwendig, die Bezugsflächen gleich groß zu wählen. Aus diesem Grund wurden im vorliegenden Fall auf jeder Behandlungseinheit einer Probefläche die Vegetationsaufnahmen (Frequenzanalysen) auf gleich vielen und gleich großen Flächen durchgeführt.

#### b) Evenness

Die Evenness ist ein Parameter, der herangezogen wird, um das Verteilungsmuster der Arten auf der Fläche zu beschreiben. Sie wird aus dem Diversitätsindex nach Shannon ( $H'$ ) abgeleitet:

$$H' = - \sum p_i \times \log p_i \quad \text{mit } p_i = n_i/N$$

$n_i$ : MAZ (Deckung) der einzelnen Art  
 $N$ : Gesamtdeckung (MAZ) aller Arten

Mit Hilfe dieser Formel wird die Diversität im Sinne von Abundanzverschiedenheiten der vorhandenen Arten ausgedrückt und  $H'$  erreicht ein Maximum, wenn alle Arten (bzw. alle Wahrscheinlichkeiten des Auftretens der Arten) gleich verteilt sind. Mit anderen Worten, es läßt sich keine hierarchische Ordnung in der Verteilung der Arten auf der Fläche erkennen. In diesem Fall ist:

$$H_{max} = \log n \quad (n: \text{Gesamtartenzahl})$$

Die Formel zeigt, dass  $H_{max}$  proportional mit der Erhöhung der Artenanzahl ansteigt. Die  $H'$ -Werte von Vegetationsbeständen mit unterschiedlichen Artenzahlen können daher nicht einfach miteinander verglichen werden, zuvor ist eine "Normierung" notwendig, bei der der reelle Grad der Verteilung der Arten mit dem mathematisch maximal möglichen verglichen wird. Die Evenness  $E$  drückt in Prozent aus, bis zu welchem Grad die maximal mögliche Gleichverteilung erreicht ist:

$$E = \frac{H'}{H_{max}} * 100$$

Indem der Diversitätsindex  $H'$  auf  $H_{max}$  bezogen wird, können verschiedene Bestände miteinander verglichen werden. Dabei kann jedoch beispielsweise eine Evenness  $E=60$  gleichermaßen bei 10, 50 oder 100 Arten auftreten. In diesen Fällen wären zwar die Dominanzverhältnisse die gleichen, keinesfalls aber die Komplexität der Struktur. Deswegen schlägt HAEUPLER (1982) vor, beide Parameter in einem XY-Diagramm aufzutragen. Somit werden Dominanzstruktur und Artenvielfalt in einer Abbildung vereinigt.

Als Datengrundlage dienen die Vegetationstabellen der einzelnen Behandlungseinheiten der Vegetationstabellen der Probeflächen P1, P3 und P4 (Anh.-Tab. 5 bis 22). In einem ersten Schritt wird für jede der 6 bzw. 8 Frequenzaufnahmen einer Behandlungseinheit die Artenanzahl und die Evenness ermittelt (Anh.-Tab. 25 bis 27). Aus den so gewonnenen Werten wird das arithmetische Mittel für jede Behandlungseinheit einer Probefläche gebildet und in einem XY-Diagramm aufgetragen. Mit Hilfe von Pfeilen wird die zeitliche Entwicklung der einzelnen Behandlungseinheiten in den Aufnahmejahren 1997 bis 1999 veranschaulicht. Um zu prüfen, ob die hier zu beobachtenden Veränderungen statistisch signifikant sind, werden folgende Tests (nach: KÖHLER et al. 1995) durchgeführt:

Als Erstes wird mit Hilfe des H-Testes ( $\alpha=5\%$ ) von Kruskal-Wallis geprüft, ob 1997 vor dem Brennen unterschiedliche Ausgangssituationen hinsichtlich der Artenanzahl und Evenness zwischen den einzelnen Behandlungseinheiten einer Probefläche vorliegen, oder ob von einer homogenen Ausgangslage ausgegangen werden kann. Der H-Test entspricht einer einfaktoriellem Varianzanalyse auf ordinalskaliertem Niveau. Dieser Rangtest kommt hier zur Anwendung, da davon ausgegangen werden muss, dass die Daten nicht aus normalverteilten Grundgesamtheiten stammen, sondern eine andere Verteilung aufweisen. Wird festgestellt, dass signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungseinheiten vorliegen, so wird mit Hilfe eines multiplen Mittelwertvergleiches auf ordinalem Niveau (Nemenyi-Tests,



$\alpha=5\%$ ) geprüft, welche der Behandlungseinheiten sich signifikant unterscheiden.

All die Behandlungseinheiten, die sich 1997 nicht signifikant unterschieden, werden 1999, nach der Durchführung der verschiedenen Brand- und Mahd-techniken mit den gleichen Testverfahren nochmals auf signifikante Unterschiede geprüft. Treten nun nach den drei Untersuchungsjahren statistisch nachweisbare Veränderungen auf, so kann davon ausgegangen werden, dass diese durch die unterschiedlichen Behandlungen hervorgerufen wurden.

Anders wird mit den Behandlungseinheiten verfahren, die sich schon zu Beginn der Versuchsreihe in ihrer Evenness und/oder Artenanzahl signifikant von den andern unterschieden. Hier wird mit Hilfe des Wilcoxon-Tests für Paardifferenzen ( $\alpha=5\%$ ) untersucht, ob sich die Ausgangs- und Endsituation auf der selben Behandlungseinheit statistisch nachweisbar verändert hat.

Bei der Erstellung des Artenanzahl/Evenness-Diagramms für die Probefläche P5 wurde analog vorgegangen, doch repräsentiert hier der Datensatz zwei je 16m<sup>2</sup> große Dauerbeobachtungsflächen (Ahn.-Tab. 24), auf denen die Artmächtigkeiten mit Hilfe der Skala S% (Kapitel 3.3.2) geschätzt wurden. Ferner entfällt hier die statistische Auswertung, da nur eine Aufnahme pro Jahr und Behandlungseinheit existiert.

### 3.3.4 Populationsökologische Kenngrößen für *Solidago gigantea*

Um Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie *Solidago gigantea* auf den Feuereinsatz reagiert, wurden eine trockenere Ost-Böschung (P4) und eine feuchtere Nordwest-Böschung (P2) als Untersuchungsstandorte ausgewählt, deren Vegetation von *S. gigantea* dominiert wird. Hier wurden im Spätsommer 1998 und 1999 nach dem Feuereinsatz pro Behandlungseinheit 15 Stichproben von einer jeweils 25 x 25 cm großen Fläche genommen. Dabei wurden die Goldrutenriebe geerntet, vermessen, und das Ergebnis auf 1 m<sup>2</sup> hochgerechnet. (Zur Biomassenbestimmung wurden die entnommenen Triebe bis zur Gewichtskonstanz in einem Trockenofen bei 103°C getrocknet.) Anhand folgender Wachstumsparameter wird die Reaktion dieser Art auf den Feuereinsatz beschrieben:

- Biomasse von *S. gigantea* in kg(TG) / m<sup>2</sup> (Aufnahmejahr: 1998, 1999)
- Triebanzahl / m<sup>2</sup> (Aufnahmejahr: 1997<sup>1</sup>-1999)

<sup>1</sup> Im Rahmen einer Vorinventur im Spätsommer 1997 wurde keine Ernte durchgeführt, sondern die beschriebenen Parameter im Rahmen einer 6-Trieb-Stichprobe (mit 15 Wiederholungen) ermittelt. Dies ist ein Aufnahmeverfahren, das sich von einem forstlichen Inventurverfahren zur Ermittlung von Stammzahlen je ha (6-Baum-Stichprobe) abgeleitet (KRAMER & AKCA 1987). Zur Ermittlung

- Durchschnittliche Triebhöhe in cm (Aufnahmejahr: 1997<sup>1</sup>-1998)
- Durchschnittliche Triebdicke in 5cm Höhe in mm (Aufnahmejahr: 1997<sup>1</sup>-1998)

Um zu testen, ob die verschiedenen Brand- und Mahdversuche zu einer statistisch nachweisbaren Veränderung auf den verschiedenen Behandlungseinheiten führen, wird in einem ersten Schritt mit der Hilfe einer einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha=5\%$  geprüft, ob die Ausgangsbedingungen 1997 hinsichtlich der oben genannten Parameter homogen sind. Dieser Test wird darauf hin mit den Daten für jedes folgende Jahr wiederholt. Führt der Test zur Verwerfung der H<sub>0</sub>-Hypothese, das heißt es liegen signifikante Unterschiede vor, so wird mit Hilfe von multiplen Mittelwertvergleichen (Newman-Keuls-Test: NK-Test mit  $\alpha=5\%$ ) untersucht, welche der Behandlungseinheiten sich signifikant voneinander unterscheiden (KÖHLER et al. 1995).

### 3.3.5 Reaktion verschiedener Gehölzarten

Um die Reaktion verschiedener Gehölzarten auf den Feuereinsatz zu erfassen, wurde an unterschiedlichen Baum- und Straucharten auf Brandflächen die Mortalitätsrate in Abhängigkeit des Stammdurchmessers in 30 cm Höhe ermittelt. Um das Alter der Triebe anhand der Stammdicke abschätzen zu können, wurden zuvor an ausgewählten Individuen Jahrringzählungen vor Ort vorgenommen.

Um das Ausbreitungsverhalten von *Clematis vitalba* (Waldrebe) im Zusammenhang mit dem Feuer erfassen zu können, wurden auf der SO-Böschung P3 zwei zusätzliche Beobachtungsflächen ausgeschieden. Auf der Probefläche P5 wurde das Verhalten von *Vitis labrusca* (Amerikaner Rebe) beobachtet.

---

der Triebanzahl/m<sup>2</sup> wird dabei wie folgt vorgegangen: Von einem Probemittelpunkt aus wird ein gedachter Kreis gezogen. Der Radius ( $r$ ) dieses Kreises ist der Abstand vom Probemittelpunkt zum sechsten nächstgelegenen *Solidago*-Trieb. Die Grundfläche dieses gedachten Kreises entspricht der Standfläche der sechs nächsten *Solidago*-Triebe zum Probemittelpunkt. Ist auf diese Weise die Standfläche ermittelt worden, die die sechs Rameten benötigen, so kann mit Hilfe eines Dreisatzes hochgerechnet werden, wieviele *Solidago*-Triebe ( $X$ ) auf einem Quadratmeter stehen:

$$\frac{X}{10000\text{cm}^2} = \frac{6}{\pi * r^2}$$

Zusätzlich wurde an den 6 Trieben die Länge und Dicke in 5 cm Höhe erhoben und daraufhin deren Durchschnittswerte ermittelt.

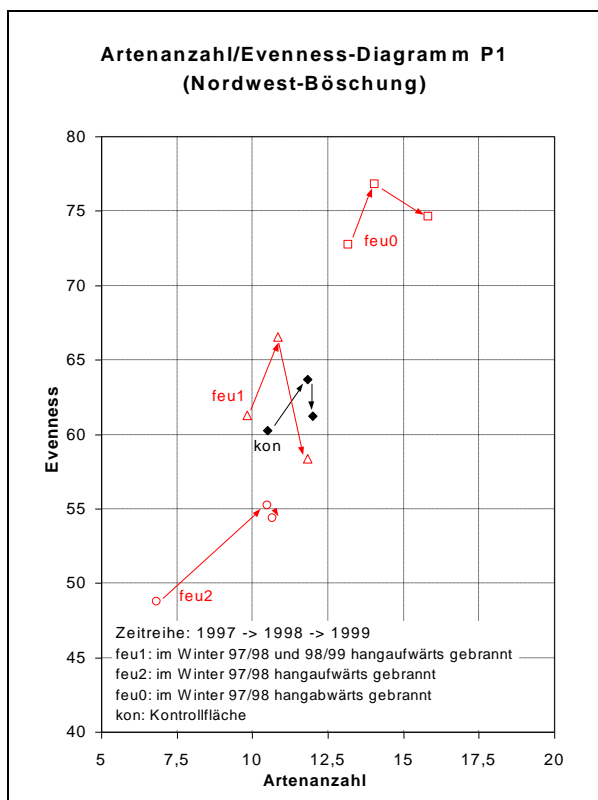


### 3.4 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.4.1 Frequenzanalysen der Probeflächen P1, P3 und P4

##### a) Probefläche P1 (Nordwest-Böschung, wiesentypige Vegetationsstruktur)

Bei dieser Probefläche (siehe Anh.-Abb. 1) handelt es sich um eine 8m hohe nordwestlich exponierte Böschung, die im Zuge von Reblandungsgestaltungen in den 40er Jahren entstand. Die Vegetation entspricht in weiten Teilen einem relativ artenarmen *Valeriana wallrothii* - *Brachypodium pinnatum* Arrhenatherion und gehört damit zu den typischen Böschungsvegetationsgesellschaften der frischeren Standorte (Vegetationstabelle Anh.-Tab. 5).



**Abb. 6** Entwicklung der durchschnittlichen Evenness- und Artenzahl-Werte auf den unterschiedlichen Behandlungseinheiten der Probefläche P1 über einen 3-jährigen Zeitraum

Im Artenzahl/Evenness-Diagramm (Abb. 6) fällt auf, dass die Ausgangslage 1997 zwischen den einzelnen Behandlungseinheiten (kon, feu1, feu2, feu0) vor dem Brennen relativ stark variiert. Ein statistisch signifikanter Unterschied besteht jedoch nur in der Artenzahl zwischen der Behandlungseinheit feu0 und feu2, ansonsten kann von homogenen Grundgesamtheiten ausgegangen werden. Wird die weitere Entwicklung bis einschließlich 1999 betrachtet, so fällt auf, dass die jährlich hangaufwärts gebrannte Fläche (feu1) und die Kontrollfläche (kon) sowohl im

Ausgangszustand 1997 als auch in ihrer Entwicklung am ähnlichsten sind.

In der Behandlungseinheit feu2, die alle zwei Jahre bergauf gebrannt wird, ist nach dem Feuer im Winter 97/98 ein relativ starker Anstieg in der durchschnittlichen Artenzahl und der Evenness zu erkennen. Sie behält dieses Niveau auch im darauffolgenden Sommer bei (hier wurde im Winter 98/99 nicht gebrannt).

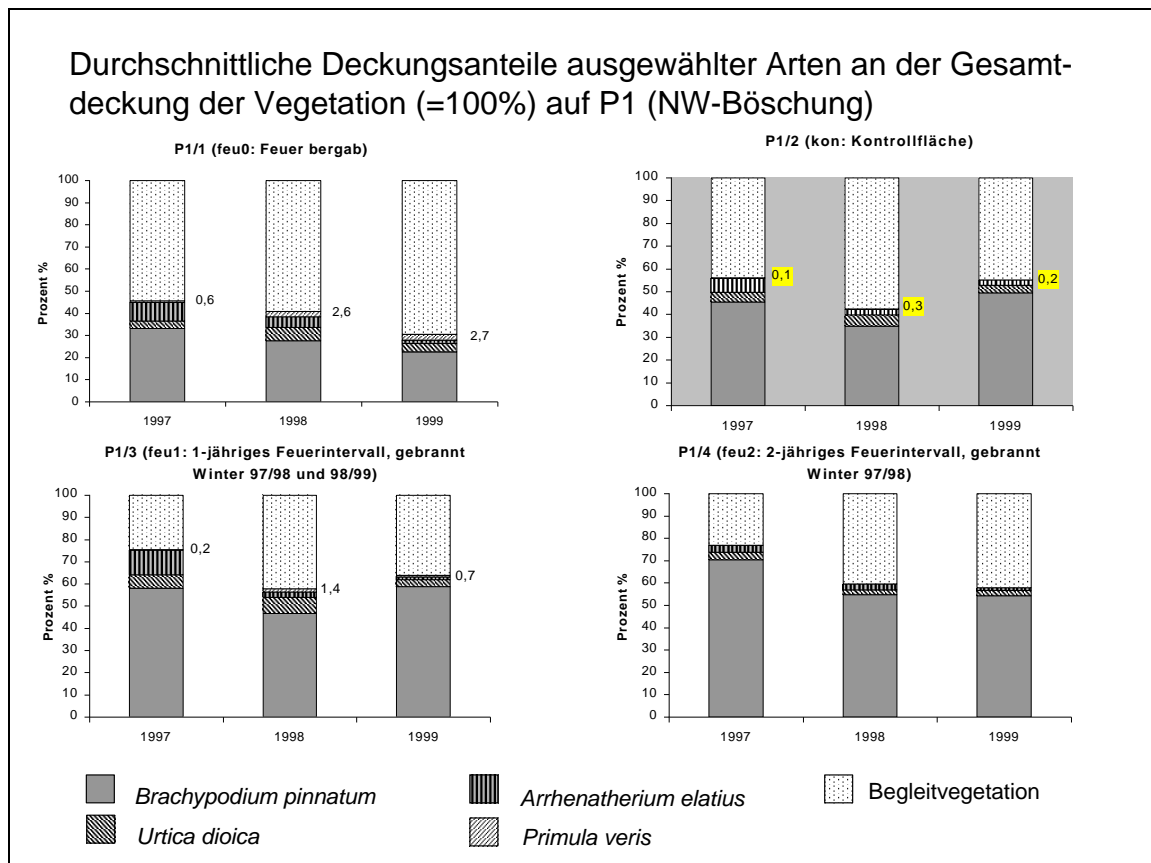
Im Jahr 1999 herrschen zwischen allen Behandlungseinheiten immer noch statistisch homogene Verhältnisse in Bezug auf die Evenness und durchschnittliche Artenzahl, abgesehen von feu0, die im Winter 97/98 hangabwärts gebrannt wurde. Hier unterscheidet sich die Artenzahl signifikant von feu2, wie schon im Jahr 1997. Jedoch sind die Verhältnisse bezüglich der Artenzahl innerhalb dieser Behandlungseinheit in der Periode von 1997 bis 1999 als homogen anzusehen. Insgesamt weist sie eine sehr ähnliche Reaktion wie die Flächen feu1 und kon auf, jedoch auf etwas höherem Niveau.

Wird nicht die durchschnittliche Artenzahl als Parameter herangezogen, sondern die Gesamtartenzahl der 6 Einzelaufnahmen einer Behandlungseinheit betrachtet, so fällt auf, dass es hier lediglich auf der hangabwärts gebrannten Fläche feu0 zu einem Rückgang von 32 auf 29 Arten kam (Anh.-Tab. 5). Auf der Kontrollfläche blieb sie nahezu konstant (1997: 26 Arten; 1999: 27 Arten) während sie auf den hangaufwärts gebrannten Flächen im gleichen Zeitraum um 5 Arten zunahm.

Verallgemeinert kann für diese Probefläche festgehalten werden, dass insbesondere auf den hangaufwärts gebrannten Behandlungseinheiten in Bezug auf die Artenzahl und Evenness in dem dreijährigen Untersuchungszeitraum bislang keine negativen Effekte durch das Brennen aufgetreten sind. Im Gegenteil muss die Entwicklung auf der Fläche mit dem 2-jährigen Feuerintervall (feu2) eher positiv gewertet werden.

Neben der Artenzahl und der Evenness ist es ebenfalls von Interesse, welche Auswirkung das Feuer auf das Artenspektrum hat. Werden in diesem Zusammenhang die Zu- und Abgänge von Arten betrachtet (Anh.-Tab. 10), so fällt auf, dass bis auf *Hieracium glaucinum* cf. (P1/1) keine neue Art auf der Böschung aufgetaucht ist. Alle anderen Arten waren vorher schon auf der Fläche vorhanden, wenn auch in unterschiedlichen Behandlungseinheiten. Dabei ist festzuhalten, dass sich die Zu- und Abgänge auf der Kontrollfläche in etwa die Waage halten, während auf den hangaufwärts gebrannten Flächen die Zugänge überwiegen. Dagegen sind auf der hangabwärts gebrannten Fläche die meisten Ausfälle zu verzeichnen, unter ihnen auch *Dianthus carthusianorum*<sup>2</sup> (Karthäuser Nelke), und *Campanula*

<sup>2</sup> Diese Art wird nach SEBALD et al. (1990-1998) als nicht gefährdet aber schonungsbedürftig eingestuft und verträgt kein Brennen.



**Abb 7** Entwicklung der Deckungsanteile ausgewählter Arten auf P1 in den verschiedenen Behandlungseinheiten

*persicifolia*<sup>3</sup> (Pflirsichblättrige Glockenblume). Diese Arten jedoch deswegen als feuerintolerant zu bezeichnen ist nach gutachterlicher Einschätzung zweifelhaft, da sie auf anderen gebrannten Flächen immer wieder beobachtet wurden.

In Abbildung 7 ist die Entwicklung der Deckungsanteile (MAZ) einiger - im Hinblick auf den Feuereinsatz - bedeutenden Arten dargestellt. Dabei wurde die gesamte Deckung aller Arten für jedes Jahr gleich 100% gesetzt und der Deckungsanteil, den jede einzelne Art daran hat, ermittelt. Auch hier können keine auffälligen Veränderungen zwischen den verschiedenen Brand- und Kontrollflächen festgestellt werden.

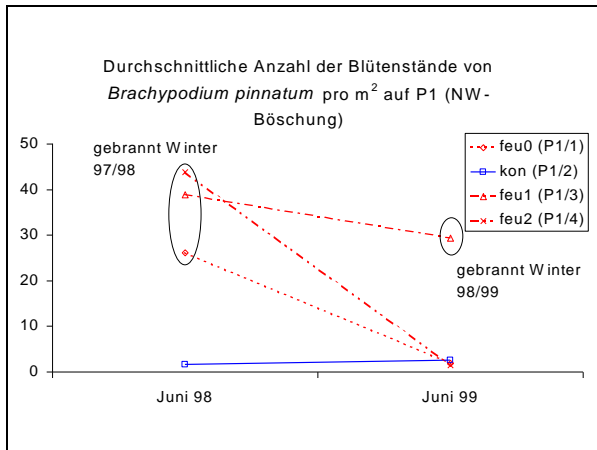
Erstaunlich ist die Abnahme von *Brachypodium pinnatum* (Fiederzwenke) auf der hangabwärts gebrannten Fläche (feu0). Eigentlich wäre eine Förderung dieser Grasart zu erwarten gewesen. Durch die in Bodennähe relativ heißen Gegenwindfeuer werden Rhizompflanzen wie die Fiederzwenke im Vergleich zu Pflanzenarten, deren Überdauerungsorgane am oder über dem Erdboden liegen, in der Regel in ihrer Konkurrenzkraft gestärkt (ZIMMERMANN 1979, SCHIEFER 1981, SCHLAEPFER 1997). Dabei scheint das Ausmaß der

Förderung bei *Brachypodium pinnatum* sehr unterschiedlich zu sein. SCHREIBER (1997) berichtet, dass sie um so größer wird, je trockener, flachgründiger und kalkreicher der Standort ist.

Ein anderer Indikator, der zur Beschreibung der Vitalität herangezogen werden kann, ist die Anzahl der Blütenstände pro Flächeneinheit. Dabei wurde für *Brachypodium pinnatum* auf allen Brandparzellen dieser Böschung eine deutlich höhere Anzahl der Blütenstände pro m<sup>2</sup> in der Vegetationsperiode nach dem winterlichen Brennen festgestellt als auf der Kontrollfläche (Abb. 8). Doch hält dieser Effekt nur eine Vegetationsperiode lang nach dem Feuer an. Lediglich auf der jährlich gebrannten Fläche kam es bislang zu einer dauerhaften Förderung der Blühintensität.

Da diese Grasart auch ohne Feuereinsatz auf den (frischeren) Böschungen sehr dominant werden kann, ist eine zusätzliche Förderung durch Brand kritisch zu beurteilen, denn dies führt zur Einschränkung des Wuchsräume konkurrenzschwächerer Arten. Dabei ist nicht eindeutig geklärt, wo die "Schadschwelle" der Förderung liegt. Eine Möglichkeit ist, sie an dem Verhalten der Begleitarten zu messen. Danach wäre sie tolerierbar, solange die anderen dort vorkommenden Arten nur unwesentlich in ihrem Lebensraum eingeschränkt werden und nicht mit einer starken Abnahme in der Deckung reagieren oder gar ganz verschwinden. Dieses war bislang auf keiner der Versuchsflächen der Fall.

<sup>3</sup> Diese Art ist nach SEBALD et al. (1990-1998) im Oberrheingebiet schonungsbedürftig.



**Abb. 8** Entwicklung der Blütenstände von *Brachypodium pinnatum* in den unterschiedlichen Behandlungseinheiten von P1

Eine weitere Art dieser Böschung, von der zu Versuchsbeginn angenommen wurde, dass sie sich nach dem Feuereinsatz stark ausbreitet, ist *Urtica dioica* (Brennnessel)<sup>4</sup>. Doch konnte diese Annahme bislang nicht bestätigt werden.

Der Deckungsanteil von *Primula veris*<sup>5</sup> (Frühlings Schlüsselblume) hat auf allen Brandflächen, auf denen sie zu Beginn der Untersuchung vorkam, zugenommen.

#### b) Probestfläche P3 (Südost-Böschung, wiesenartige Vegetationsstruktur)

Diese südöstlich exponierte und 29m hohe Böschung ist am Fuße des Scheibenbuckes gelegen. Sie entstand Anfang der 70er Jahre im Zuge der Flurbereinigung des Scheibenbuckes und der Mondhalde und ist durch eine gewisse standörtliche Inhomogenität des Ausgangsmaterials gekennzeichnet. Vom Böschungskopf aus abwärts besteht ca. das erste Drittel aus aufgeschüttetem Löss, in dem ca. 10 bis 20% grusiger Essexit enthalten sind. Daran schließt sich ein ca. 7 m breites Brand mit angeschnittenem Primärlöss an. Das Oberflächenmaterial des Böschungsfußes besteht wieder aus aufgeschüttetem Material mit einem Essexitanteil von ca. 40% (mit einem sehr hohen Grusanteil).

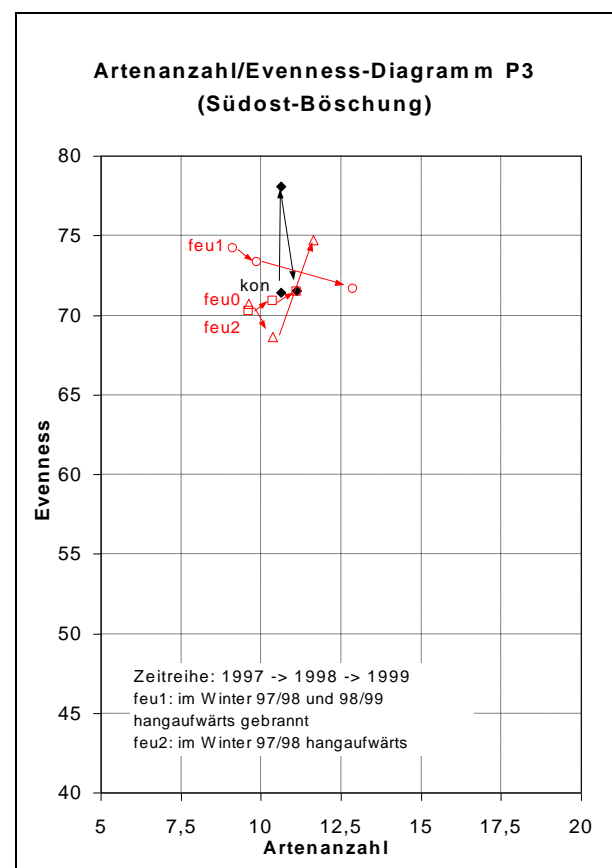
Die Vegetation dieser Böschung wird im Wesentlichen von den Arten des *Diplotaxi - Agropyretum typicum*s (BAMMERT 1992) bestimmt, wobei die Grasschicht von *Bromus inermis* dominiert wird. In Bereichen mit angeschnittenem Primärlöss oder mit einem hohen Essexitgrusanteil gibt es fließende Übergänge zum *Diplotaxi - Agropyretum artemisetosum caespitris*, bei

<sup>4</sup> Es ist aus dem nordwestlichen Teil der USA bekannt, dass die dortigen Ureinwohner mit Hilfe des Feuers *Urtica dioica* über Jahrhunderte gezielt förderten (WHITE 1999). Es bleibt jedoch die Frage offen bleibt, in wieweit die dortigen Erkenntnisse auf Mitteleuropa übertragbar sind.

<sup>5</sup> Nach SEBALD et. al (1990-1998) insgesamt durch die Intensivierung der Landwirtschaft zurückgegangen und besitzt in der mittleren und nördlichen Oberrheinebene die Gefährdungsstufe 2.

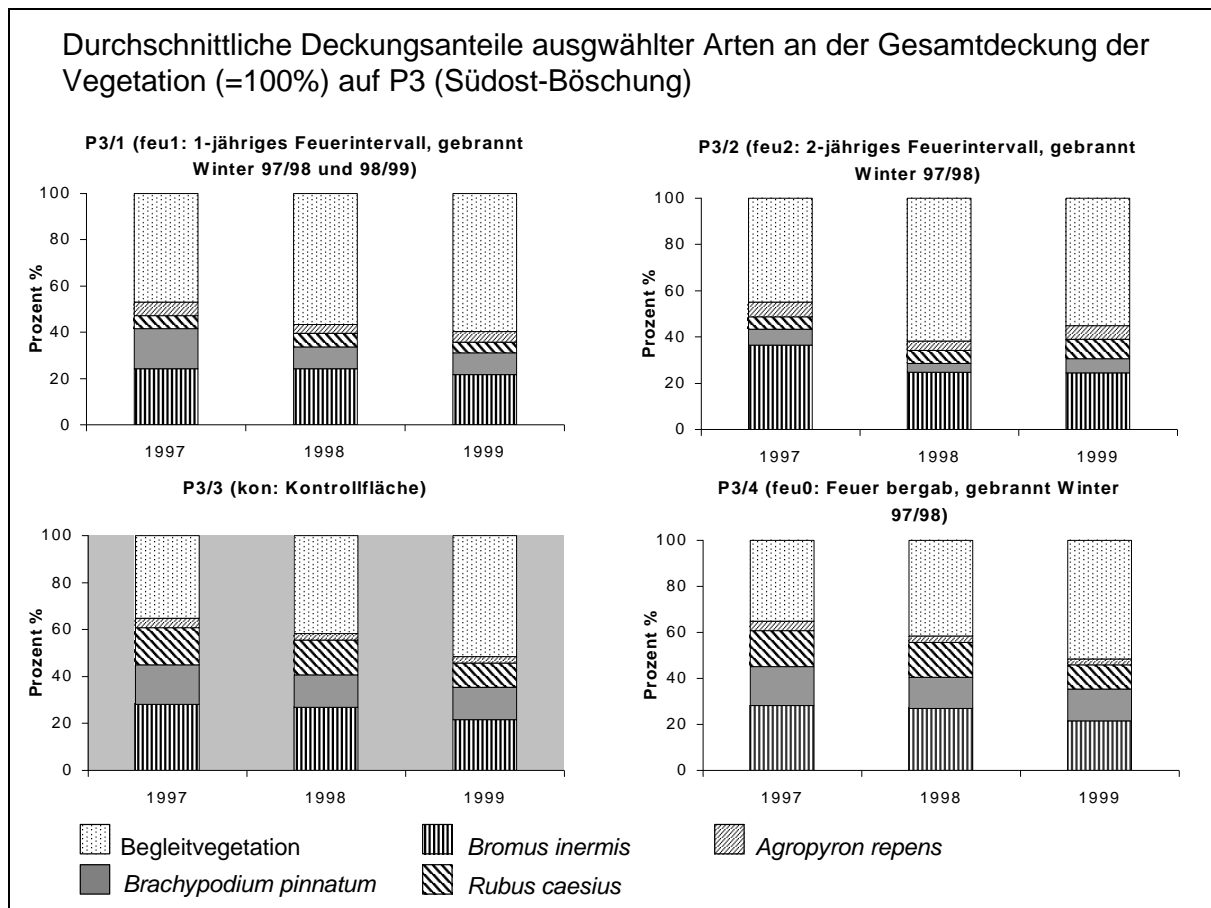
dem die Vegetation einen deutlich xerothermeren Charakter bekommt.

Bei der Betrachtung des Artenzahl/Evenness-Diagrammes dieser Böschung (Abb. 9) fällt auf, dass alle Punkte auf einem hohen Niveau sehr nah beieinander liegen, sowohl vor als auch nach den Feuerereignissen. So ließen sich auch weder zu Beginn der Aufnahmen 1997 noch am Ende 1999 signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungseinheiten feststellen. Während die Brandparzellen in der Evenness-Entwicklung etwas uneinheitlich reagierten, konnte in Bezug auf die durchschnittliche Artenanzahl pro Frequenzanalyse auf allen Flächen eine leichte Erhöhung festgestellt werden, die auf der feu1-Fläche am stärksten ausfiel.



**Abb 9** Entwicklung der durchschnittlichen Evenness- und Artenanzahl-Werte auf den unterschiedlichen Behandlungseinheiten der Probestfläche P3 über einen 3-jährigen Zeitraum

Dagegen blieb die durchschnittliche Artenanzahl auf der Kontrollfläche nahezu konstant. Etwas anders stellt sich die Lage dar, wenn nicht die durchschnittliche sondern die Gesamtartenzahl einer Behandlungseinheit berücksichtigt wird. Hier konnte während der dreijährigen Beobachtungsperiode eine Zunahme um 5 bis 6 Arten auf allen Flächen festgestellt werden (Anh.-Tab. 11). Da die Böschung erst vor ca. 25 Jahren entstand, kann dies als ein Zeichen dafür gewertet werden, dass viele Pflanzenarten noch nicht ihre



**Abb 10** Entwicklung der Deckungsanteile ausgewählter Arten auf P3 in den verschiedenen Behandlungseinheiten

optimale Verteilung erreicht haben und noch in Ausbreitung begriffen sind.

Anzumerken ist hier noch, dass das Brennen hangabwärts auf der Behandlungseinheit feu0 nur sehr eingeschränkt möglich war, da aufgrund der geringen und teilweise lückenhaften Brennmaterialauflage das Feuer immer wieder erlosch. Gleiches gilt für den zweiten Brandversuch auf der Behandlungseinheit mit dem einjährigen Feuerintervall (feu1). Hier reichte die eine Vegetationsperiode zwischen den beiden Bränden nicht aus, damit sich in dieser Zeit wieder eine geschlossene Brennmaterialauflage aufbauen konnte.

Werden die Deckungsanteile ausgewählter Arten auf den verschiedenen Behandlungseinheiten über den 3-jährigen Untersuchungszeitraum verglichen, so sind auch hier keine wesentlichen Veränderungen feststellbar (Abb. 10). Erstaunlich ist, dass auf allen Flächen die Begleitvegetation zugenommen hat und die Arten *Bromus inermis* (Unbewehrte Trespe), *Brachypodium pinnatum* (Fiederzwenke) und *Rubus caesius* (Kratzbeere) in ihren Deckungsanteilen relativ stabil geblieben sind.

In den meisten anderen feuerökologischen Untersuchungen, die in Mitteleuropa bislang durchgeführt wurden, erfuhren diese Arten eher eine Förderung durch Brand (RUNGE 1967, ZIMMERMANN 1979, SCHLAEPFER 1997). Wobei SCHREIBER (1997)

darauf hinweist, dass es äußerst problematisch ist, allgemein gültige Aussagen zu treffen, da die einzelnen Arten trotz ähnlicher Rahmenbedingungen sehr unterschiedlich reagieren können und die Gründe dafür jedoch bislang noch nicht hinreichend bekannt sind.

Werden die Zu- und Abgänge von Arten in der Zeitperiode von 1997 bis 1998 betrachtet (Anh.-Tab. 16), so fällt auf, dass auf der jährlich gebrannten (P3/1) und der hangabwärts gebrannten (P3/4) Behandlungseinheit die meisten Neuzugänge beobachtet werden können. Gleichzeitig fallen hier jedoch auch die meisten Arten aus. Auf der Kontrollfläche (P3/3) und der alle 2 Jahre gebrannten Fläche sind die Änderungen im Artenspektrum geringer. In der Bilanz der Gesamtartenzahlen sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungseinheiten in den Jahren 1997 und 1999 marginal.

Insgesamt handelt es sich bei allen Arten um typische Böschungsbewohner. Lediglich *Bromus squarrosus*<sup>6</sup> (Sparrige Trespe) bildet hier eine Ausnahme. Diese Art ist auf der jährlich gebrannten Fläche ausgefallen und auf der alle 2 Jahre gebrannten neu hinzugekommen. Auf der Kontrollfläche trat sie lediglich einmal im Jahr 1998 auf.

<sup>6</sup> Nach SEBALD et al. (1990-1998) wird dieser Neophyt aufgrund der wenigen aktuellen Standorte als "potentiell gefährdet" (G4) eingestuft.

Interessant ist der Ausfall von *Clematis vitalba* (Waldrebe) in den Frequenzaufnahmen der jährlich gebrannten Fläche (P3/1). Betrachtet man die dazugehörige Vegetationstabelle (Anh.-Tab. 12), so fällt auf, dass diese Art in den Frequenzanalysen von 1997 auf P3/1/4 und P3/1/7 noch vorkommt und dann aber 1998 nach dem Brennen verschwunden ist. P3/1/4 liegt am Rande eines größeren *Clematis*-Polykormons, der insgesamt durch das jährliche Brennen kaum geschädigt, sondern lediglich in seiner Ausbreitung geschwächt bzw. etwas zurückgesetzt wurde. Anders verhält es sich bei P3/1/7. Hier war vor dem Brennen ein kleiner Sämling vorhanden, den das Feuer wahrscheinlich letal geschädigt hat. Dies gibt einen ersten Hinweis darauf, dass sehr junge Individuen dieser Art mit der Hilfe des Feuers verdrängt werden können, nicht jedoch ältere Polykormone.

Eine weitere Art, die in Zusammenhang mit dem kontrollierten Brennen von besonderem Interesse ist, ist *Solidago gigantea* (Späte Goldrute) auf P3/4. Diese tritt hier 1998 erstmals nach dem Brennen auf (P3/4/6, Anh.-Tab. 15), wobei ihre MAZ im 2. Jahr nach dem Brennen wieder abgenommen hat. Es wird interessant zu beobachten sein, wie sich diese Art in den folgenden Jahren entwickelt.

### c) Probefläche P4 (Ost-Böschung, *Solidago*-dominiert)

Auf dieser 28m hohen nach Osten geneigten Böschung herrscht eine reliktsche wiesenartige Vegetationsstruktur vor, die mittlerweile von *Solidago gigantea* (Späte Goldrute) dominiert wird. Dabei ist die Goldrute in der oberen Böschungshälfte weitaus weniger dominant als in der unteren, was durch eine Zunahme der Bodenfeuchte vom Böschungskopf zum Böschungsfuß begründet sein könnte. Bei dieser Probefläche liegt der Untersuchungsschwerpunkt auf der Beobachtung der Reaktion von *Solidago gigantea* auf Feuer auf eher trockenen bis mäßig frischen Standorten. Im folgenden Kapitel 3.4.2 wird noch ausführlicher auf diese Art eingegangen.

Wird das Artenanzahl/Evenness-Diagramm dieser Probefläche (Abb. 11) mit denen der anderen Böschungen verglichen, so wird deutlich, dass hier die Veränderungen auf den verschiedenen Behandlungseinheiten am größten sind. Sowohl die Evenness als auch die Artenanzahl steigen auf allen Brandflächen und der kombinierten Mahd/Brand-Fläche im Vergleich zur Kontrollfläche deutlich an. Jedoch unterscheiden sich auch hier die verschiedenen Behandlungseinheiten 1997 und 1999 nicht signifikant voneinander, mit einer Ausnahme: 1999 liegt die Evenness von mahd/feu (kombinierte Mahd- und Brandfläche) signifikant über der der Kontrollfläche.

In Bezug auf das Artenspektrum lassen sich auch hier kaum Neuzugänge beobachten (Anh.-Tab. 23). Bis auf drei Arten, die neu auf der Fläche erschienen, waren alle anderen Spezies schon auf der Fläche vorhanden.

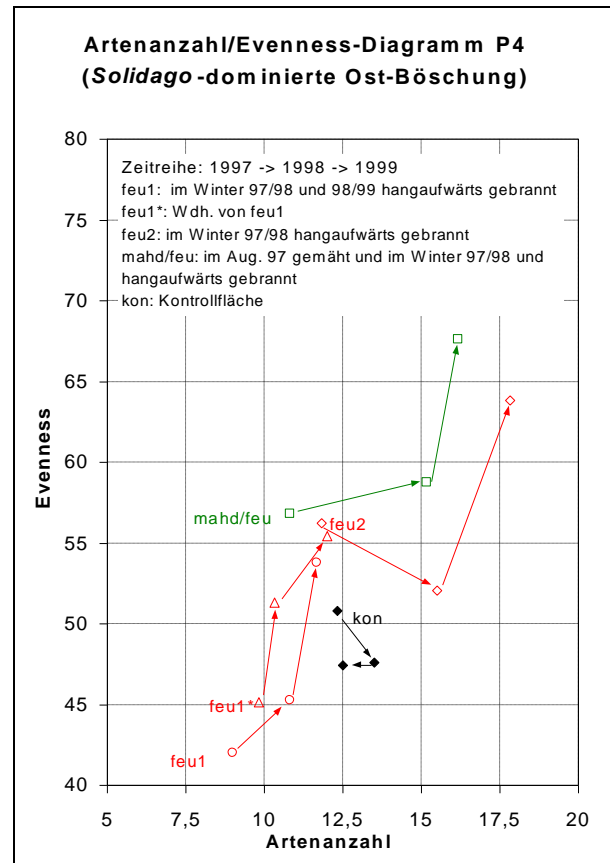


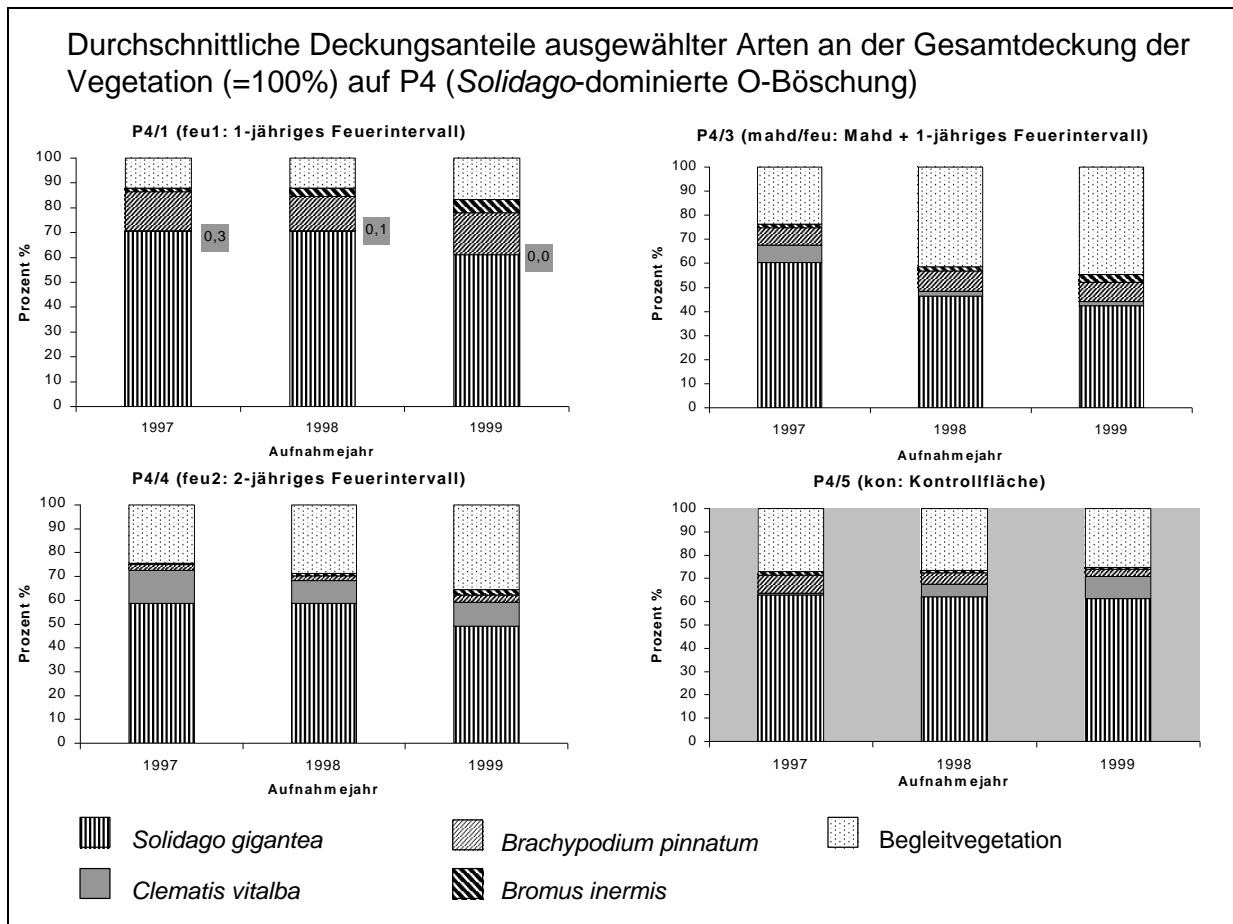
Abb. 11 Entwicklung der durchschnittlichen Evenness- und Artenanzahl-Werte auf den unterschiedlichen Behandlungseinheiten der Probefläche P4 über einen 3-jährigen Zeitraum

Auch für diese Fläche sind in Abbildung 12 die Veränderungen der Deckungsanteile ausgewählter Arten graphisch dargestellt. Dabei zeigt *Solidago gigantea* auf allen Behandlungseinheiten einen Rückgang an der Gesamtdeckung; dieser Trend ist auf der kombinierten Mahd/Brand-Fläche am deutlichsten ausgeprägt.

Bei *Clematis vitalba* ist auch ein eindeutiger Rückgang auf allen Behandlungseinheiten festzustellen, während sie auf der Kontrollfläche von ca. 1 auf 10% zugenommen hat. Ferner konnte auf dieser Böschung erstmals eine deutliche Zunahme der Deckungsanteile von *Bromus inermis* und *Brachypodium pinnatum* auf den Brandflächen festgestellt werden. Die Begleitvegetation, unter der alle anderen Arten zusammengefasst sind, hat auf allen Behandlungseinheiten zugenommen.

Zusammenfassend kann für diese Fläche festgehalten werden, dass die MAZ von *Solidago gigantea* auf den Brandflächen leicht und auf der kombinierten Mahd/Brandfläche stärker zurückgegangen ist bei einer gleichzeitigen Zunahme der Deckungsanteile der anderen Arten. Ferner ist eine Erhöhung der Gesamtartenzahl auf den Behandlungseinheiten festzustellen. *Clematis vitalba* wurde in ihrer Ausbreitung auf allen Behandlungseinheiten zurückgeworfen, während sie auf der Kontrollfläche zugenommen hat.





**Abb. 12** Entwicklung der Deckungsanteile ausgewählter Arten auf P4 in den verschiedenen Behandlungseinheiten

### 3.4.2 Populationsökologische Untersuchungen an *Solidago gigantea*

Die kanadische und die späte Goldrute (*Solidago canadensis* und *S. gigantea*) sind zwei Arten, die sich in den letzten Jahrzehnten sehr stark auf Ruderalstandorten und ehemaligen landwirtschaftlich genutzten Flächen wie Grünland- und Ackerbrachen ausgebreitet haben. Beide Neophyten stammen aus Nordamerika, wo sie in Hochgrasprärien und auf aufgelassenem Farmland beheimatet sind. Neben der großen Samenproduktion ist die vegetative Vermehrung über Rhizome eine Ursache dafür, dass sich diese Arten sehr effizient ausbreiten und in den meisten Fällen die ursprünglich vorhandene Vegetation stark zurückdrängen können (SCHULDES & KÜBLER 1991, HARTMANN & KONOLD 1995). Gerade die Ausbreitung über unterirdische Sprosssteile lässt vermuten, dass diese Arten durch den Feuereinsatz noch zusätzlich gefördert werden. Hinzu kommt, dass beide Arten eine relativ breite ökologische Amplitude besitzen und sich deswegen auf sehr unterschiedlichen Standorten ausbreiten können, wobei die späte Goldrute feuchtere Bereiche bevorzugt (ELLENBERG et al. 1992, SEBALD et al. 1990-1998). Diese Gründe führten dazu, dass im Rahmen dieses Projektes auf den Probeflächen P2 und P4 das Verhalten von *Solidago gigantea* auf den Feuereinsatz anhand der Triebdicke, Trieblänge, Triebanzahl und Biomassenproduktion

näher untersucht wurde. Für die Erfassung der Auswirkung des Feuers auf das Ausbreitungsverhalten dieser Art wurden 2 zusätzliche Dauerbeobachtungsflächen (P4/6A; gebrannt und P4/6/B; Kontrolle) unmittelbar neben der Probefläche P4 eingerichtet.

Auf der frischen Nordwest-Böschung (P2) konnte ein Jahr nach dem Brennen keine deutliche Reaktion beobachtet werden (Abbildung 13). Lediglich in Bezug auf die Triebdicke wurden auf der Brandfläche höhere Werte festgestellt. Die einzige Fläche, auf der die Trieblänge signifikant abgenommen hat, war die Mahdfläche. Dazu muß an dieser Stelle noch angemerkt werden, dass das Brennen der einzelnen Behandlungseinheiten im Winter 97/98 kaum durchführbar war, da die kompakte Streuauflage der Böschung den ganzen Winter über eine zu hohe Feuchte aufwies. Gleiches gilt für die Mahdfläche, die eigentlich auch überbrannt werden sollte. Da auch im Winter 98/99 das Brennen der Flächen nicht möglich war, wurden hier keine weiteren Aufnahmen im Jahr 1999 durchgeführt. Hingegen stellen sich die Verhältnisse auf der trockeneren Ost-Böschung (P4) etwas anders dar. Abbildung 14 zeigt, dass die Triebzahlen von *S. gigantea* in allen Behandlungseinheiten im Vergleich zur Kontrollfläche zugenommen haben. Dahingegen haben die durchschnittliche Triebdicke, die durchschnittliche



### Reaktion verschiedener populationsökologischer Parameter von *Solidago gigantea* auf Feuereinsatz und Mahd auf frischem Standort (Nordwest-Böschung P2)

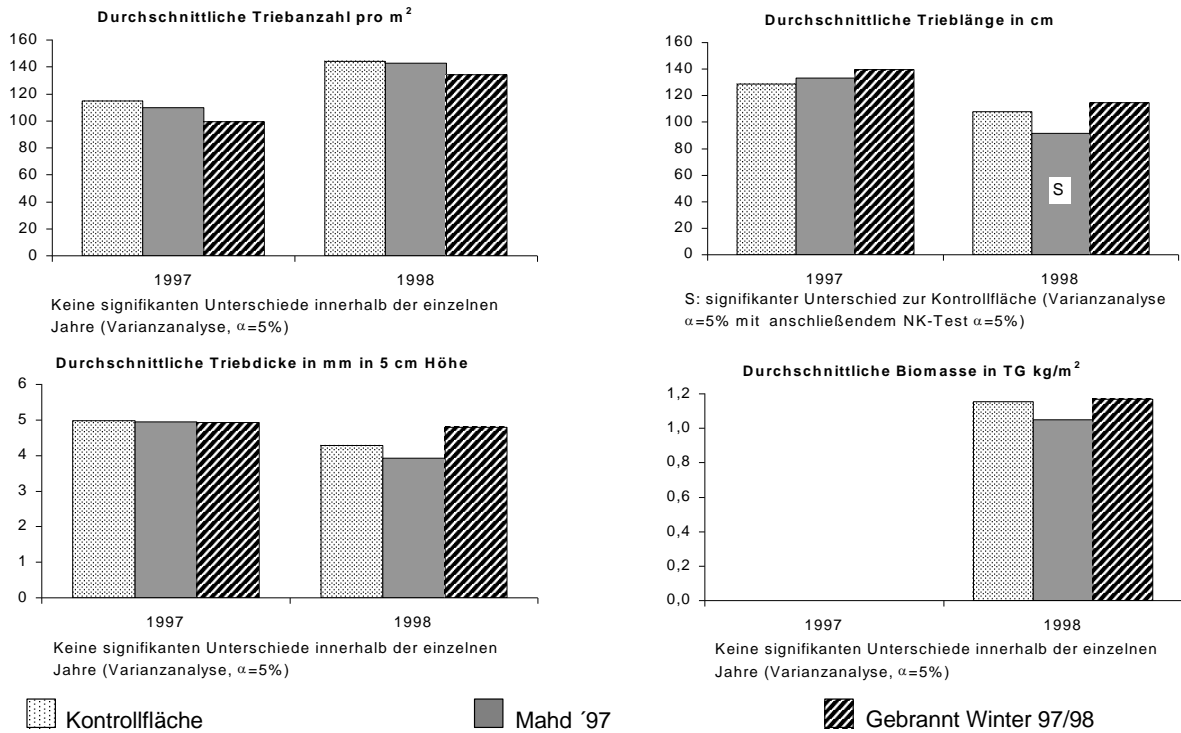


Abb 13 Populationsökologische Parameter von *Solidago gigantea* auf P2

### Reaktion verschiedener populationsökologischer Parameter von *Solidago gigantea* auf Feuereinsatz und Mahd auf trockenem Standort (Ost-Böschung P4)

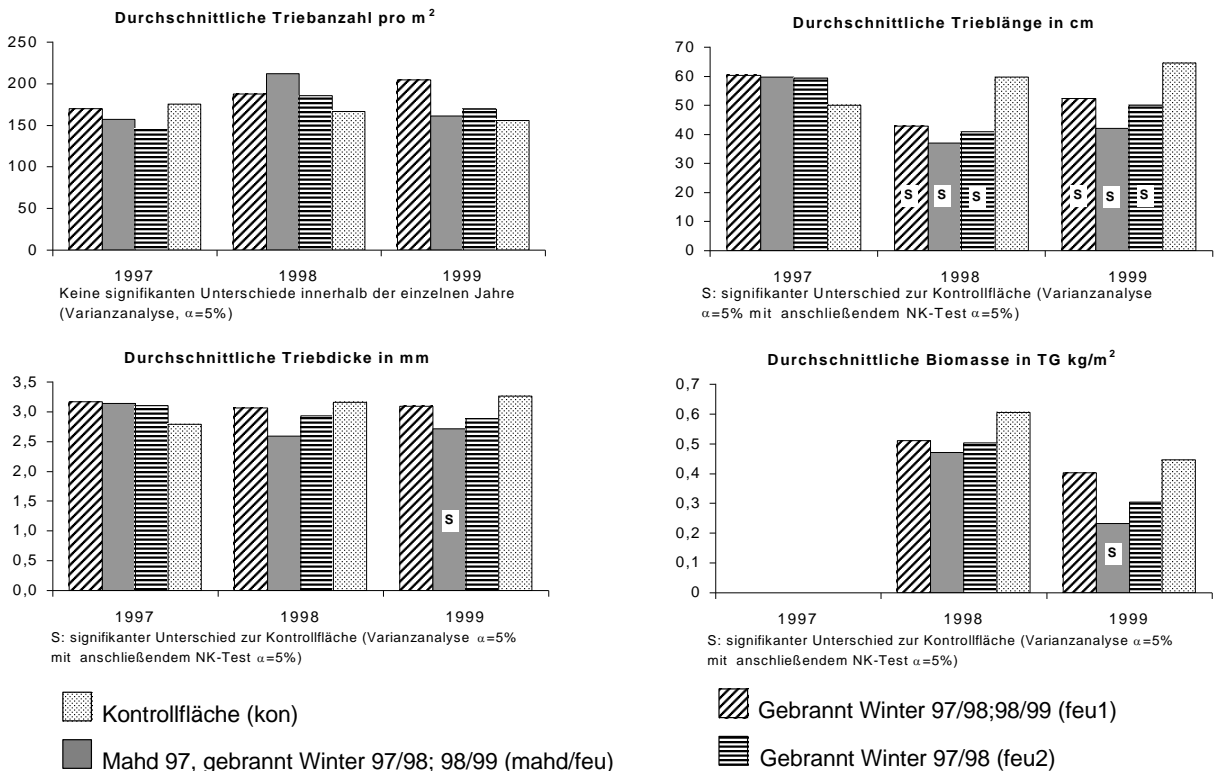


Abb.14 Populationsökologische Parameter von *Solidago gigantea* auf P4



Trieblänge und die Biomasse im Vergleich teilweise signifikant abgenommen. Alle hier beschriebenen Effekte sind auf der kombinierten Mahd/Brand-Fläche am deutlichsten ausgeprägt. Ähnliche Effekte wurden für die beiden Goldrutenarten von HARTMANN & KONOLD (1995) auf unterschiedlichen Mahd- und Mulchflächen beschrieben. Auch hier nahmen die Triebzahlen zunächst zu, während andere Parameter wie Abnahme der Triebdicke und die Zunahme der Deckung der Begleitarten auf eine Schwächung der Goldrute hindeuten. So scheint allein die Zunahme der Triebanzahl keine geeignete Größe zu sein, die auf die Wüchsigkeit der Goldrute schließen lässt. Im Gegenteil kann auf den Versuchsflächen am Kaiserstuhl beobachtet werden, dass auf Standorten mit hohen Triebzahlen die Wüchsigkeit der einzelnen Rameten eher kümmerlich ist, was sich positiv auf die Deckung der Begleitvegetation auswirkt.

So zeichnet sich auf der trockeneren Ost-Böschung (P4) eine Schwächung der Konkurrenzkraft der Goldrute ab (vgl. Abschnitt c im Kapitel 3.4.1). Ein Grund für diese Entwicklung könnte die größere Erwärmung und die damit einhergehende Abnahme des Bodenwassergehaltes der gebrannten Flächen sein (vgl. 2.2.2). Da die späte Goldrute ihr ökologisches Optimum eher im frischen Bereich hat, könnte sich hier die Zunahme der Trockenheit negativ auf ihre Konkurrenzkraft ausgewirkt haben.

In Bezug auf das vegetative Ausbreitungsverhalten von *Solidago gigantea* wurde auf der zusätzlich eingerichteten Probefläche auf P4 kein deutlicher

Unterschied zwischen Brand- und Kontrollfläche festgestellt (Abbildung 15). Welche Effekte das winterliche Brennen auf die generative Ausbreitung hat, konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht geklärt werden. Es besteht jedoch einerseits Grund zur Annahme, dass durch das Wegbrennen der Streu gute Keimungsbedingungen für die Art geschaffen werden. Andererseits könnte es auch sein, dass die Samen, sofern sie sich zum Brandzeitpunkt noch in der Streuschicht befinden, durch das Feuer abgetötet werden. Bis zum nächsten Samenflug im darauffolgenden Spätsommer ist der überwiegende Teil der durch das Feuer offengelegten Bodenstellen wieder überwachsen, auch wenn die Streuschicht noch nicht so kompakt ist, wie vor dem Brennen. Bislang konnte jedenfalls noch keine Neuansiedlung der Goldrute auf den Brandflächen, die im Rahmen dieses Projektes geschaffen wurden, beobachtet werden.

Zusammenfassend kann nach den Ergebnissen dieses Projektes für die späte Goldrute festgehalten werden, dass diese Art in ihrem ökologischen Optimum auf frischen bis feuchten Böschungsstandorten indifferent auf den Feuereinsatz reagiert. Wobei das Brennen hier aufgrund der hohen Streufeuchte nur eingeschränkt möglich ist. Etwas anders stellt sich die Lage auf frischen bis trockenen Standorten dar. Hier konnte eine leichte Schwächung der Konkurrenzkraft von *Solidago gigantea* beobachtet werden bei einer gleichzeitigen Zunahme der Begleitvegetation. Ist es das Ziel, die Goldrute effektiv zurückzudrängen so ist eine Mahd im Mai und August über mehrere Jahre hinweg notwendig

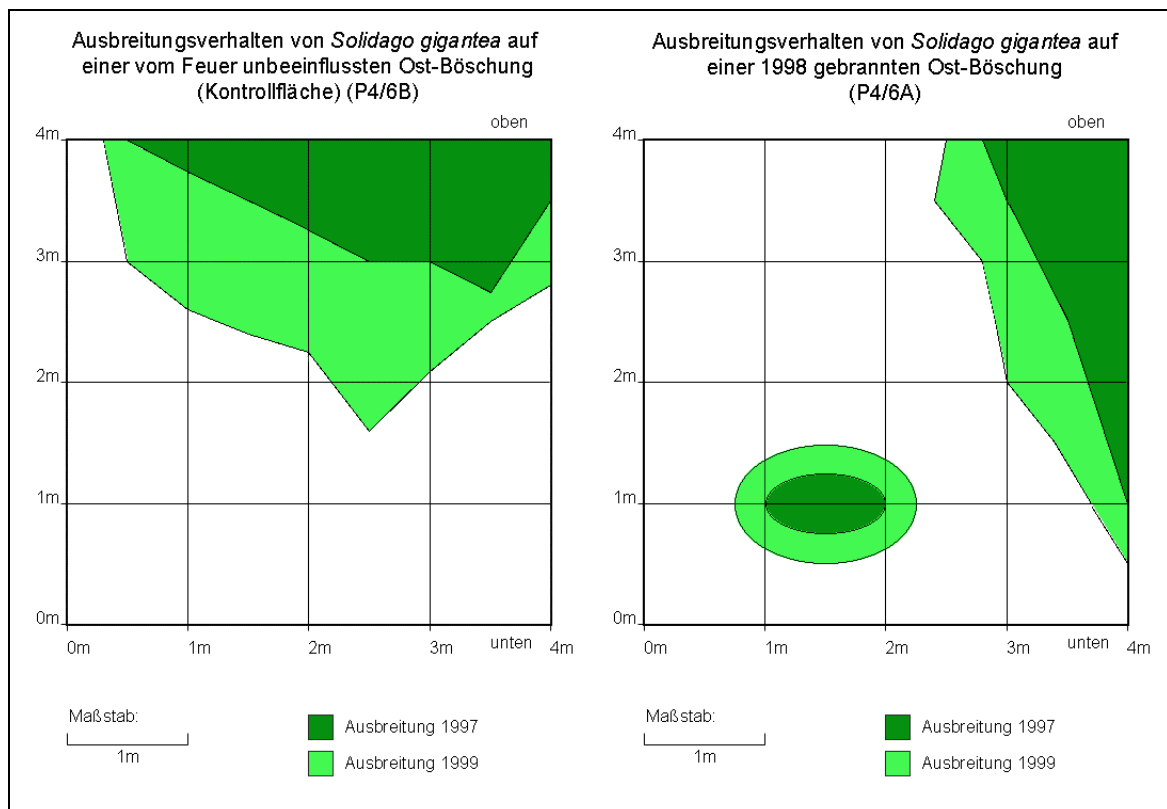


Abb. 15 Ausbreitungsverhalten von *Solidago gigantea* auf gebrannter und ungebrannter Beobachtungsfläche



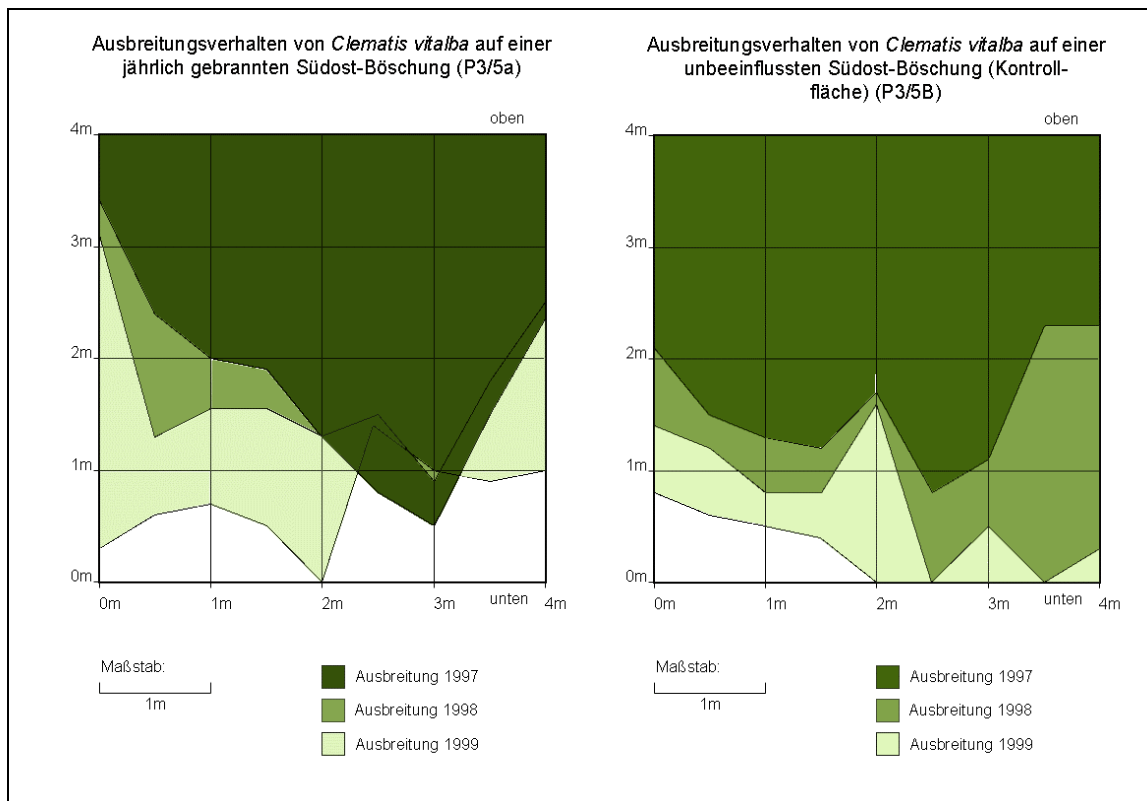


Abb. 16 Ausbreitungsverhalten von *Clematis vitalba* auf Brand- und Kontrollfläche

(SCHULDES & KÜBLER 1991, HARTMANN & KONOLD 1995). In Bezug auf die Effektivität der Konkurrenzschwächung auf trockeneren Standorten nimmt die Kombination aus einer Mahd im August und dem winterlichen Brennen eine Zwischenstellung ein.

### 3.4.3 Reaktion verschiedener Gehölzarten

Die meisten der Offen- und Grünlandstandorte Mitteleuropas sind potentielle Waldstandorte, die erst durch die landwirtschaftliche Nutzung entstanden. Entfallen hier die menschlichen Eingriffe, so werden sich über kurz oder lang wieder unterschiedliche Waldgesellschaften entwickeln (SCHREIBER 1993). Dies gilt auch für die meisten Böschungsstandorte am Kaiserstuhl, wobei die Geschwindigkeit dieser Sukzession auf unterschiedlichen Standorten sehr stark variiert. Während diese Entwicklung in den feuchteren absonnigen Bereichen relativ schnell abläuft, dauert es in den trockeneren Bereichen, die den Standorten von Xero- bzw. Mesobromion-Gesellschaften entsprechen verhältnismäßig länger, bis hier über verschiedene Versaumungsstadien die Verbuschung einsetzt (WILMANN et al. 1998, KOLLMANN 1994).

Daher ist es ein Teil des Projektes, zu beobachten, wie verschiedene Baum- und Straucharten auf den Feuereinsatz reagieren. Dabei kam es bislang zu folgenden, vorläufigen Ergebnissen:

#### a) *Vitis labrusca* und *Clematis vitalba*

*Vitis labrusca* (Amerikaner Rebe) und *Clematis vitalba* (Waldrebe) sind zwei verholzende, ausdauernde Pflanzen, die sich lianenartig windend und kletternd ausbreiten. Sie haben in den letzten Jahrzehnten auf vielen brachliegenden Böschungen des Kaiserstuhls stark zugenommen, wobei *Clematis vitalba* vor allem in den frischeren Böschungsbereichen zu finden ist und *Vitis labrusca* auf eher trockenen Standorten vorkommt. Die Ausbreitungsstrategie dieser beiden Arten ist es, von einem Wurzelungspunkt aus lange oberirdische Ausläufer zu bilden, die sich wie ein Teppich über die Fläche schieben und in Abständen immer wieder anwurzeln. Dies ist eine sehr effektive Verbreitungsstrategie, die es diesen Arten ermöglicht, in relativ kurzer Zeit große Flächen zu besiedeln, wenn sie sich erst einmal etabliert haben.

Da sich dieser Polykormon im Laufe der Zeit immer mehr verdichtet, wird die vorher vorhandene Vegetation zunehmend verdrängt. Dies ist aus naturschutzfachlicher Sicht vor allem auf Standorten mit einer trocken- bis halbtrockenrasenartigen Vegetation kritisch zu beurteilen. Aus diesem Grund wurden im Rahmen dieses Projektes Dauerbeobachtungsflächen ausgeschieden, um erste Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie diese Arten auf den Feuereinsatz reagieren.

So wurden auf der Probefläche P3 (Südost-Böschung) neben den Probeflächen für die Frequenzanalysen zwei



jeweils 16 m<sup>2</sup> große Dauerquadrate ausgeschieden (P3/5A Brandfläche; P3/5B Kontrollfläche), auf denen das Verhalten von *Clematis vitalba* über 3 Jahre dokumentiert wird. Sie liegen im randlichen Bereich jeweils eines größeren Polykormones, um zu beobachten, ob das Feuer einen Einfluß auf das Ausbreitungsverhalten dieser Art hat. Dabei konnten keine wesentlichen Unterschiede zwischen der jährlich gebrannten Fläche und der Kontrollfläche festgestellt werden (Abb. 16). So hat sich die Ausbreitung der Waldrebe in den gebrannten Bereichen im Vergleich zur Kontrollfläche zwar etwas verlangsamt, aufhalten wurde sie bislang jedoch nicht.

Etwas anderes stellt sich die Situation bei einzelnen, jüngeren Individuen dieser Art dar (vgl. 3.4.1, Abschnitt b). Hier wurde ein jüngeres Exemplar dieser Art durch das Feuer letal geschädigt (P3/1/7). Ähnliche Beobachtungen konnten im Rahmen der Frequenzanalysen auf P4 gemacht werden. So fiel auch auf P4/1/5 eine einzelne junge Pflanze nach dem 2. Brennen völlig aus. In den Behandlungseinheiten P4/2 (feu1\*), P4/3 (mahd/feu) und P4/4 (feu2) reagierte diese Art sehr uneinheitlich. Insgesamt hat ihre Deckung jedoch im Vergleich zur Kontrollfläche abgenommen (vgl. Abbildung 12). Dabei waren es auch hier nach gutachterlicher Einschätzung im Wesentlichen die jüngeren Exemplare, die mit einem Rückgang der Deckung auf den Feuereinsatz reagierten.

Auf der Probefläche P5 wird auf zwei 16m<sup>2</sup> großen Dauerbeobachtungsflächen ermittelt, wie *Vitis labrusca* auf Brandeinwirkung reagiert. Die Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen des gebrannten Dauerquadrates und der Kontrollfläche sind in den Vegetationstabellen im Anhang (Anh.-Tab. 24) dargestellt. Es fällt auf, dass *Vitis labrusca* im gebrannten Bereich deutlich abgenommen hat. Ferner konnte beobachtet werden, dass die meisten ein- bis dreijährigen Triebe im Randbereich des gebrannten Polykormons abgestorben sind und dadurch die Ausbreitungsfront um mehrere Meter zurückversetzt wurde.

Auf Grundlage der Vegetationstabelle<sup>7</sup> (Anh.-Tab. 24) wurde auch für diese Fläche ein Artenanzahl/Evenness-Diagramm erstellt (Abb. 17). Bei der Betrachtung des Diagramms fällt auf, dass sich die beiden Teilflächen, die vor dem kontrollierten Brennen in Bezug auf die Artenanzahl und Evenness nur geringe Unterschiede aufwiesen, sich in den drei Beobachtungsjahren immer weiter voneinander fortbewegt haben. Dabei geht die Entwicklung der Brandfläche hin zu einer höheren Evenness, während sie auf der Kontrollfläche in dem selben Zeitraum immer weiter abgenommen hat. In Bezug auf die Artenzahlen reagierten die Flächen jedoch beide mit einer Zunahme im Jahr 1998 um im darauffolgenden Jahr 1999 wieder den Ausgangszustand zu erreichen.

<sup>7</sup> Zur Berechnung der Evenness wurde das  $r$  in der Vegetationstabelle durch 0,1 ersetzt.

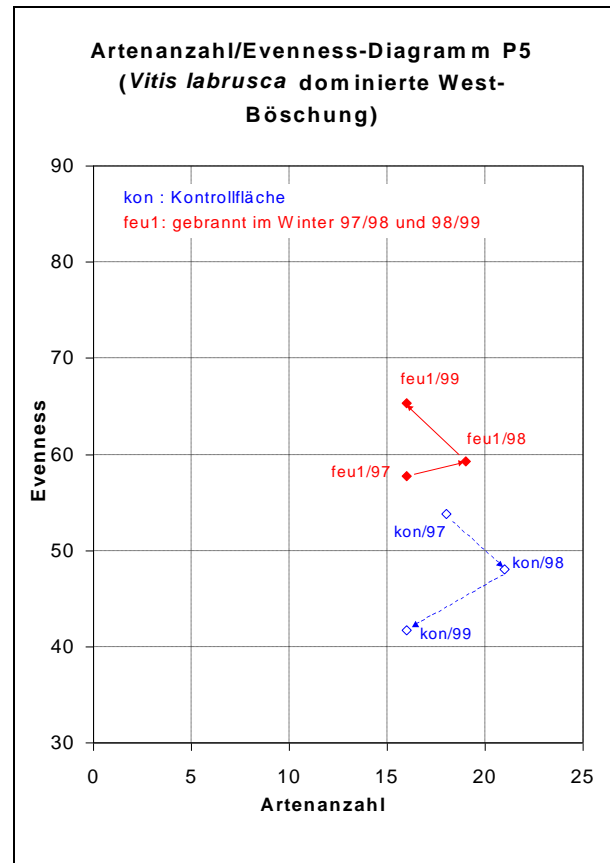


Abb. 17 Evenness und Artenanzahl auf P5

Interessant ist hier noch anzumerken, dass *Aster linosyris*<sup>8</sup> (Goldaster) auf der Brandfläche ihren Deckungsanteil halten konnte, während sie auf der Kontrollfläche zurückging. Die Beobachtung, dass die Goldaster durch den Feuereinsatz gefördert wird, wurde auch von WILMANN'S et al. (1998, S: 130) gemacht. Die beiden Rhizomgräser *Brachypodium pinnatum* und *Bromus inermis* nahmen auf der Brandfläche im Vergleich zur Kontrollfläche leicht zu, während *Bromus erectus* auf der Brandfläche 1999 nicht mehr auftauchte, jedoch auf der Kontrollfläche erstmals zu finden war.

## b) weitere Gehölzarten

Im Verlaufe dieses Projektes wird auch die Reaktion von verschiedenen Gehölzarten auf den Feuereinsatz untersucht (Probeflächen P8 und P9). Dabei zeigte sich schon im ersten Versuchsjahr, dass die Böschungen, auf denen die Verbuschung schon weit fortgeschritten ist, für das kontrollierte Brennen nicht mehr geeignet sind, da hier in der Regel keine feuertragende Gras- und Krautschicht mehr vorhanden ist. Deswegen wurden die entsprechenden Probeflächen ein Jahr vor dem Brennen auf den Stock gesetzt, um die Reaktion der Stockausschläge auf das kontrollierte Brennen zu untersuchen. Doch auch dies war nur auf der westlich

<sup>8</sup> Die Art ist in Baden-Württemberg gefährdet (Stufe 3) (SEBALD et al. 1990-1998).

exponierten Probestfläche P8, die von *Robinia pseudoacacia* dominiert wird, eingeschränkt möglich, da hier in weiten Teilen im ersten Jahr nach der Rodung eine flächige Brennmaterialschicht vorhanden war. Dagegen ist auf P9, eine nordwestlich exponierte Böschung mit einem Vorwaldstadium aus den verschiedensten Baum- und Straucharten, bislang kein Feueinsatz möglich gewesen. Der Grund dafür ist die lückige Krautschicht, die sich bislang auch nach dem Roden nicht geschlossen hat und die zudem aufgrund der ungünstigen Exposition im Winter auch nie zu Genüge abgetrocknet ist.

Die folgenden Ergebnisse beziehen sich auf die Probestfläche P8, Randbereiche der Probestfläche P4 und auf einige andere Brandflächen, die nicht zum eigentlichen Programm dieser Untersuchung gehören. Bei der Auswertung der Daten (Anh.-Tab. 28) ergibt sich folgendes Bild: Unabhängig von der jeweiligen Art werden die Stockausschläge oder Kernwüchse mehrheitlich letal geschädigt, deren Stammdurchmesser in 30 cm Höhe kleiner als 2 cm ist (Abb. 18).

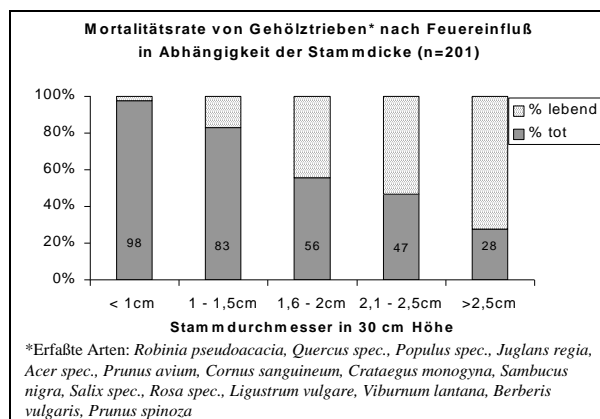


Abb. 18 Mortalitätsrate von Gehölzarten nach Brand

Diese Triebe sind in der Regel nicht älter als 4 Jahre. Individuen mit einem Durchmesser von mehr als 2,5 cm überlebten das Feuer nahezu ausnahmslos. Ferner treiben die stockausschlagfähigen Arten in der Vegetationsperiode nach dem Brennen wieder aus. Es ist zu erwarten, dass lediglich sehr junge Kernwüchse (bis zu einem Alter von ca. 4 Jahren) durch das Feuer irreversibel geschädigt werden, da sie noch nicht über ein sehr vitales Wurzelsystem verfügen, das einen Wiederaustrieb ermöglicht.

Hinsichtlich ihrer Reaktion auf die Schädigung konnten zwei verschiedene Strategietypen bei den Gehölzen beobachtet werden. Zum Einen gibt es Arten, die sich im Wesentlichen über Stockausschlag regenerieren wie beispielsweise *Quercus spec.* (Eiche), *Acer spec.* (Ahorn), *Juglans regia* (Walnuß), *Corylus avellana* (Hasel), *Populus spec.* (Pappel) und *Salix spec.* (Weide). Hier besteht noch die beste Möglichkeit durch periodisches Brennen die Stockausschläge immer wieder abzutöten um auf diese Weise die schon

vorhanden Individuen zwar nicht endgültig zu verdrängen, aber zumindest klein zu halten. Des weiteren gibt es Arten wie *Prunus spinosa* (Schlehe), *Cornus sanguineum* (Hartriegel), *Robinia pseudoacacia* (Robinie) und *Ulmus minor* (Feldulme), die mit der Bildung von verstärkter Wurzelbrut reagieren. Ähnliche Beobachtungen machte auch FISCHER (1979). Bei diesen Arten ist es äusserst fraglich, ob sie sich in ihrer Ausbreitung allein durch dem Feueinsatz begrenzen lassen.

Wie kurz das Feuerintervall gehalten werden muss, damit unverbuschte Böschungflächen auf Dauer gehölzfrei bleiben, läßt sich noch nicht beurteilen. SCHREIBER (1997) gibt für seine mittlerweile seit über 20 Jahre andauernden Brachflächenversuche in Baden-Württemberg an, dass sich bei einem zweijährigen Feuerturnus lediglich in Ausnahmefällen Gehölzarten dauerhaft etablieren konnten. Dahingegen etablierten sich im gleichen Zeitraum auf den meisten Sukzessionsparzellen dieser Untersuchung unterschiedliche Vorwaldstadien.

### 3.5 Bewertung der Ergebnisse im Hinblick auf das kontrollierte Brennen

Generell erscheint der bisherige Untersuchungszeitraum von drei Jahren zu kurz, um die Auswirkungen des kontrollierten Brennens auf die unterschiedlichen Vegetationseinheiten der kaiserstühler Rebböschungen abschließend beurteilen zu können. So ist selbst bei den seit über 20 Jahren andauernden Brachflächen-Versuchen in Baden-Württemberg keine endgültig gesicherte Aussage möglich (SCHREIBER 1997), da jeder Pflanzenbestand ein "Individuum" in Zeit und Raum darstellt. Ein wichtiges Ergebnis dieser langjährigen Untersuchung ist jedoch, dass sich auf keiner der Flächen reine "Pyrophytenbestände" etablierten. Daraus lässt sich folgern, dass die meisten der typischen Rasen- und Offenlandarten den kontrollierten, periodischen Feueinsatz im Winter zumindest tolerieren können und durch ihn nicht verdrängt werden. Das gleiche Ergebnis deutet sich auch bei der erst drei Jahre andauernden Untersuchung auf den kaiserstühler Rebböschungen an. Auch hier kam es bislang zu keinen negativen Verschiebungen in den Artmächtigkeitsverhältnissen auf den untersuchten Flächen. Im Gegenteil konnte auf manchen Brandflächen eher eine leichte Erhöhung der Artenanzahl und der Evenness im Vergleich zur Kontrollfläche festgestellt werden.

Im Hinblick auf die Artenanzahl muss bedacht werden, dass dieser Parameter alleine nicht unbedingt sehr aussagekräftig ist, da es aus naturschutzfachlicher Sicht von mindestens ebenso großer Bedeutung ist, welche Arten zu- oder abgenommen haben. Hierzu ist festzuhalten, dass sich das zu Versuchsbeginn auf den Probestflächen vorgefundene Artenspektrum sowohl auf den trockeneren als auch auf den frischeren Standorten



der gramineen- und staudenreichen Versuchsböschungen P1 und P3 kaum verändert hat. Doch kam es zwischen den einzelnen Behandlungseinheiten teilweise zu einem Artentausch, von dem bislang vor allem die alle 2 Jahre gebrannten Flächen profitierten. Auch wenn es sich dabei nicht um naturschutzrelevante Arten im engeren Sinn handelt, kann dieser Effekt für das Ökosystem durchaus als positiv bewertet werden, da es dadurch zu einer Erhöhung der kleinräumigen Vielfalt (Biodiversität) kommt. Dies gilt insbesondere für die *Solidago*-dominierte Probefläche P4. Auf dieser eher trockenen Ost-Böschung ist die Goldrute auf allen Behandlungseinheiten zwar immer noch die dominierende Art, doch durch die Zunahme der anderen Arten nach dem Feuereinsatz kann hier durchaus von einer Aufwertung des Lebensraumes durch die Erhöhung der kleinräumigen Biodiversität gesprochen werden.

Ein wichtiger Effekt des winterlichen Feuereinsatzes ist die Reduktion der angesammelten Streuschicht (SCHIEFER 1983, SCHREIBER 1981). Diese stellt einen bedeutenden Wuchshemmer für viele konkurrenzschwache Arten dar, unter denen sich auch schützenswerte Spezies befinden<sup>9</sup>. So ist anzunehmen, dass vor allem konkurrenzschwache Frühjahrsgeophyten von dem Feuereinsatz profitieren. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei Anwendung der entsprechenden Feuertechnik Pflanzen, die im oder nahe am Erdboden überwintern, von dem Feuereinsatz nicht oder allenfalls nur gering geschädigt werden. So berichtet beispielsweise V. ROCHOW (1948), dass viele Arten des Mesobromions im Frühjahr wieder kräftig austreiben, wo die Raine im Winter abgebrannt wurden. WILMANN (1989) schreibt, dass der Wildanemonensaum mit *Anemone sylvestris* leichtes Flammen durchaus verträgt. Gleiches gilt auch für eine ganze Anzahl Orchideenarten, die auf den Böschungen vorkommen (V. ROCHOW 1948, ZIMMERMANN 1979). WEGENER (1997) berichtet, dass das Feuer für viele Arten des Federgrasrasens als optimales Pflegeverfahren angesehen werden kann. Diese ausgewählten Literaturbeispiele zeigen, dass es durchaus auch geschützte Biotope und Arten gibt, die keineswegs negativ auf das Feuer reagieren müssen, sondern dass hier auch positive Effekte zu erwarten sind.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Bewertung der bisherigen Ergebnisse sind die Fragen, wie ansatzweise verbuschte Flächen auf den Feuereinsatz reagieren und ob es gelingt, noch unverbuschte Flächen mit Hilfe des Feuers dauerhaft zu sichern. Dabei ist es eine unabdingbare Voraussetzung für den Feuereinsatz, dass

eine geschlossene flächige Brennmaterialschiicht ausgebildet ist. Diese wird von zwei Seiten her eingengt:

Auf vielen eher frischen Standorten (in absonnigen Bereichen) ist die Gebüchssukzession schon so weit fortgeschritten, dass aufgrund der Schattwirkung der Bäume und Sträucher keine flächige Bodenvegetation mehr vorhanden ist, die das Feuer weitertragen könnte. Andererseits ist auf vielen xerothermen Standorten, oder in Böschungsbereichen bei denen Primärlöss ansteht, die Bodenvegetation häufig so lückig aufgebaut, sodass auch hier die Ausbreitung des Feuers bestenfalls eingeschränkt möglich ist. (Dies ist bislang eine eher theoretische Einschätzung, da im Rahmen dieses Projektes keine Brandversuche auf den sehr trockenen Standorten unternommen wurden, da es hier die größten naturschutzfachlichen Vorbehalte gibt.) Beobachtungen auf der Probefläche P3 (Südost-Böschung) deuten darauf hin, dass in Bereichen des *Diplotaxi - Agropyretum artemisetosum campestris*, in dem die Vegetation einen xerothermeren und lückigeren Charakter bekommt, die Ausbreitung des Feuers häufiger unterbrochen wurde.

Dadurch ist die Anwendung des Feuers von vorn herein auf Standorte beschränkt, die eine mehr oder weniger geschlossene Vegetationsdecke aus Gramineen, Stauden und krautigen Arten aufweisen und höchstens ansatzweise verbuscht sind.

Ob offene, gehölzfreie Standorte der kaiserstühler Rebböschungen auf Dauer vor einer Verbuschung gesichert werden können, lässt sich noch nicht abschließend beurteilen. Doch ist hier auch kein eindeutiges und pauschales Urteil zu erwarten, sondern es ist anzunehmen, dass je nach Gehölzart und Standortbedingungen differenziert werden muß. Ferner ist davon auszugehen, dass auch dem Faktor Zufall eine bedeutende Rolle zukommt.

Im Rahmen der mittlerweile über 25 Jahre laufenden Brachflächenversuche kommt SCHREIBER (1997) zu folgendem Schluss: "*Unter keinen der beiden Varianten des Kontrollierten Brennens (KB1 = [jährlich gebrannt], KB2 = [alle 2 Jahre gebrannt]) haben sich bisher in 5 von 6 Versuchsanlagen Bäume erfolgreich etablieren können, obwohl sich in zahlreichen Sukzessionsparzellen Bäume oder gar Vorwälder entwickelt haben.*" Anders scheinen sich jedoch verschiedene Straucharten zu verhalten. So verweist Schreiber auf zwei Beispiele, bei denen sich die Arten *Prunus spinosa* und *Rosa canina* trotz jährlichem Brennen erfolgreich etablieren konnten. Ob dies jedoch die Regel oder eine eher zufällige Ausnahmeerscheinung ist, bleibt dahingestellt. Nach den bisherigen Beobachtungen im Kaiserstuhl scheinen jedoch den unterschiedlichen Ausbreitungsstrategien ein bedeutende Rolle zuzukommen:

So lassen sich für die generative Ausbreitung zwei verschiedene Strategietypen unterscheiden: Arten, die sich anemochor ausbreiten (Bsp.: Pappel- und

<sup>9</sup> Für die kaiserstühler Rebböschungen wären hier beispielsweise folgende Arten zu nennen, die durch den Feuereinsatz unter entsprechenden Bedingungen gefördert (oder zumindest nicht beeinträchtigt) werden: *Carex humilis*, *Anemone sylvestris*, *Primula veris*, *Orchis simia*, *Orchis militaris*, *Orchis ustulata* (SEBALD et al. 1990-1998, ZIMMERMANN 1979, V. ROCHOW 1948)





Weidenarten) produzieren in der Regel sehr viele kleine Samen, die ungezielt freigesetzt werden und sich mit Hilfe des Windes spontan und zufällig über die Fläche verteilen. Endo- und synzoochore Arten (Bsp.: Prunus- und Eichenarten) hingegen werden von Tieren verbreitet und weisen deshalb geklumpfte Verteilungsmuster auf, die aufgrund des typischen Verhaltens der Tierarten entstehen. Dies hat beispielsweise für endozoochore Arten, die von Vögeln verbreitet werden, zur Folge, dass sich diese schwerpunktmäßig in schon vorhandenen Gebüschgruppen entwickeln, die von den Vögeln als "Warte" genutzt werden (KOLLMANN 1992, 1994). Bei diesen älteren Gebüschgruppen, die sich schon in der Anreicherungs- oder Reifephase befinden, ist jedoch aus den oben genannten Gründen kein Feueereinsatz mehr möglich.

Deshalb stellt sich für das zukünftige kontrollierte Brennen vor allem die Frage, welches Feuerintervall notwendig ist, um Keimlinge und junge Pflanzen, die sich anemochor verbreiten, zurückzudrängen zu können. Die bisherigen Beobachtungen im Kaiserstuhl deuten darauf hin, dass junge Individuen, deren Stämmchen nicht dicker als 2cm sind (das entspricht einem Alter von ca. 4 Jahren), durch das Feuer letal geschädigt werden und aufgrund ihres geringen Alters in der Regel nicht wieder ausschlagen. Daraus ergibt sich, dass für diese Arten ein Feuerintervall von kleiner vier Jahren gewählt werden muss, um eine zukünftige Verbuschung zu unterbinden.

Neben der generativen spielt die vegetative Ausbreitung über Rhizome und Wurzelsprossung und die Stockausschlagsfähigkeit bei vielen Baum- und Straucharten, die auf den Rebböschungen vorkommen, die entscheidende Rolle. Auch hier gilt, dass Triebe, die dünner als 2cm sind durch den Feueereinsatz abgetötet werden. Doch treiben diese nahezu ausnahmslos nach dem Brennen wieder aus (Kap. 3.4.3, Abschn. b). Dabei lassen sich 2 Strategietypen unterscheiden:

So gibt es zum Einen Arten, die sich vor allem über Wurzelsprosse regenerieren und ausbreiten wie beispielsweise die Feldulme. Bei diesen Spezies muss bezweifelt werden, dass sie in ihrer Ausbreitung ernsthaft durch das Feuer zurückgedrängt werden können. Etwas anders sind die Verhältnisse bei Arten, die sich im Wesentlichen darauf beschränken, aus dem alten Wurzelstock wieder auszuschlagen. Hier bestehen noch die besten Chancen, durch periodisches Brennen die Stockausschläge immer wieder abzutöten, um auf diese Weise die schon vorhanden Individuen zwar nicht endgültig zu verdrängen aber zumindest klein zu halten. So ist es nach den heutigen Erkenntnissen in der Regel nicht möglich, schon vorhandene Gebüschgruppen allein mit Hilfe des winterlichen kontrollierten Brennens zurückzudrängen. Es lässt sich bestenfalls eine weitere Ausdehnung begrenzen.

Aufgrund der Ergebnisse dieser und anderer feuerökologischer Untersuchungen muß aus vegetationskundlicher Sicht bezweifelt werden, dass die ökologischen Schäden des flächigen Verbrennens

von Vegetation a priori den Nutzen überwiegen, weswegen das flächige Abbrennen der Vegetationsdecke generell verboten ist (BLUM et al. 1990). So kann das kleinflächige kontrollierte Brennen im Winter als Instrument der Böschungspflege vor allem dort einen Beitrag leisten, wo es um den Erhalt noch vorhandener offener Vegetationsstrukturen geht. Es ist zwar nicht auszuschließen, dass längerfristig jede Ansiedlung von Gehölzen verhindert werden kann, doch wird diese auf jeden Fall mittelfristig erschwert und verzögert. Dadurch kann das kontrollierte Brennen im Winter einen Beitrag zur Vermeidung und Verzögerung von unerwünschter Verbuschung und sekundärer Sukzession leisten.. Dies ist jedoch eine wichtige Voraussetzung um die Lebensgrundlagen von vielen Arten des Offenlandes zu sichern.



## 4. Faunistischer Teil

### Untersuchungen zum Einfluß des kontrollierten Brennens auf die Gehäuseschnecken einer südexponierten Großböschung im Kaiserstuhl

#### 4.1 Einleitung

Für die Untersuchung faunistischer Aspekte im Rahmen des Projektes erschien es bei der vorgegebenen Einschränkung sinnvoll, die Gehäuseschnecken zu bearbeiten. Die Tiere kommen auf Böschungen zahlreich vor, sie besitzen nur eine geringe Ausbreitungsfähigkeit und sind eine Schlüsselgruppe für weitere Tierarten. Zudem können sie methodisch erfaßt werden, und es liegen bereits Untersuchungen zur Feuerwirkung auf Kleinböschungen sowie zur Wiederbesiedlung in umgelegtem Reb Gelände des Kaiserstuhls vor (HENNE 1980, ZIEGLER 1981, UDRI 1981, LUNAU & RUPP 1988, KOBEL-LAMPARSKI & LAMPARSKI 1996).

Gehäuseschnecken zählen zur markanten und typischen Fauna der Rebböschungen. Auf südexponierten Böschungen im zentralen Kaiserstuhl wurden bis zu 30 Arten ermittelt (HENNE 1980), von denen einige in hohen Individuenzahlen vorkommen. Während der heißen Sommermonate bilden die in der Vegetation hängenden Schneckenhäuser einen geradezu charakteristischen optischen Aspekt der sommerlichen Rebböschungen. Um längere Trockenperioden, sowie die hohen Temperaturen auf der Bodenoberfläche zu überdauern, ziehen sich die kleineren Arten in das Bodenlückensystem zurück. Die größeren Schnirkelschnecken (*Helicella*) und Vielfraßschnecken (*Zebrina detrita*) klettern an Pflanzenstengeln empor und heften sich in einiger Höhe über dem Boden fest, wo sie niedrigeren Lufttemperaturen als direkt an der Bodenoberfläche ausgesetzt sind (ZIEGLER 1981). Zum Schutz vor Verdunstung verschließen sie ihre Gehäuseöffnung mit einer Schleimhaut (*Diaphragma*) und können so über mehrere Wochen in einem sogenannten Trockenschlaf verbleiben.

Innerhalb der Lebensgemeinschaft der Böschungen stellen Gehäuseschnecken die Ernährungsgrundlage für eine Anzahl spezialisierter Schneckenräuber dar. Einige der prominentesten und häufigsten Vertreter aus dieser Gruppe sind die Käfer der Gattung *Drilus*. Die Larven und ungeflügelten Weibchen ernähren sich ausschließlich von Schnecken, wobei sie auch die Gehäuse ihrer Opfer zur Häutung und Überwinterung nutzen (HORION 1949, JACOBS & RENNER 1988, ZIEGLER 1981). Die im Kaiserstuhl vorkommende Art *Drilus concolor* gilt als faunistische Besonderheit (GACK & KOBEL-LAMPARSKI 1985).

Die leeren Schneckenhäuser, die im Löß nur langsam verwittern und für längere Zeit auf der Bodenoberfläche verbleiben, werden von verschiedenen

Arthropodenarten als Versteck, Nistplatz und Überwinterungsquartier benutzt (OBERST 1982; LUNAU & RUPP 1988). In besonderer Weise darauf angewiesen sind einige solitäre Bienenarten, die leere Schneckenhäuser jeweils verschiedener Arten und Größen zur Anlage ihrer Nester benötigen (BELLMANN 1981). Für den Kaiserstuhl konnten die drei Arten *Osmia bicolor*, *O. aurulenta* und *O. rufohirta* nachgewiesen werden (KRATOCHWIL 1983).

#### 4.1.1 Untersuchungsziele

- Auswirkung des kontrollierten winterlichen Brennens auf die dominanten Arten der Gehäuseschnecken
- Ausbreitungsverhalten von Großschnecken auf Brandflächen
- Einfluß des Brennens auf die Verfügbarkeit leerer Schneckenhäuser im Hinblick auf die „Schneckenhausbesiedler“

## 4.2 Methoden

#### 4.2.1 Untersuchungsfläche

Als Versuchsfläche wurde eine Großböschung zwischen Oberbergen und Oberrotweil im Gewinn Scheibenbuck ausgewählt. Sie befindet sich in einem Reb Gelände, das im Zuge einer Umlegung 1978 neu gestaltet wurde. Die Böschung setzt sich aus einem Auf- und einem Abtragungsbereich zusammen, wobei mehr als zwei Drittel der Untersuchungsfläche auf erstere entfallen. Die Böschung wird an ihrem Kopf und Fuß durch einen Asphalt- bzw. Wiesenweg von den anschließenden Rebflächen getrennt. Sie grenzt direkt an die Versuchsfläche P 3 der vegetationskundlichen Untersuchung.

Lage: Scheibenbuck, unterhalb Trottenhalde

Exposition: süd-ost

Neigung: 47°

Höhe: 27 m

Länge: 90 m (Brandfläche SB: 45 m; Kontrollfläche SK: 45 m)

Vegetation: Auf ca. zwei Drittel der Böschung überwiegt *Bromus inermis* und *Brachypodium pinnatum* mit hoher Deckung sowie Facies von *Iris (spec)*. Im oberen Drittel geringe Deckung und hohe Anteile von *Teucrium chamaedrys*.

Die Untersuchungsfläche wurde in 18 gleich große Rechtecke untergliedert (13,5 m x 10 m). Dabei entstanden die Flächen 1 bis 9 (vertikale Teilung), die jeweils horizontal in eine obere (o) und untere (u) Hälfte geteilt wurden (Abb. 19). In den



		1	2	3	4	5	6	7	8	9
O	'97	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	'98	SB1	*R SB1	SB1	SB1	SK1	*B SK1	SK1	SK1	
	'99				SB2	*L SB2	SB2	SK2	SK2	*G SK2
U	'97	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	'98	SB1	SB1	SB1	SB1	SK1	SK1	SK1	SK1	
	'99				SB2	SB2	SB2	SK2	SK2	SK2

**Abb. 19** Versuchsfläche mit vertikaler (1-9) und horizontaler (o: obere Böschungshälfte; u: untere Böschungshälfte) Unterteilung in Teilflächen.

V: Voruntersuchung 1997; SB1: Brandfläche 1998; SK1: Kontrollfläche 1998; SB2: Brandfläche 1999; SK2: Kontrollfläche 1999 (die Bezeichnungen gelten jeweils für die gesamte Teilfläche). Grau unterlegte Bereiche weisen die gesamte Teilfläche als Brandfläche in dem entsprechenden Jahr aus.

Einbringung markierter Schnecken - \*R: rot, \*B: blau, \*L: lila, \*G: gelb

Untersuchungsjahren wurde auf jeweils verschiedenen Teilflächen gebrannt, während die unbehandelten Bereiche als Kontrolle dienten.

#### 4.2.2 Erfassung der Gehäuseschnecken

Die Individuendichte der Gehäuseschnecken wurde mittels der Quadratmethode erfaßt (COLLING 1992). Die Einzelprobe für Großschnecken erfolgte auf einer Flächengröße von jeweils 1 m<sup>2</sup> auf der die Tiere aufgesammelt, nach Windungen bzw. Größe registriert und wieder ausgebracht wurden (Tab. 3). Für die Erfassung der Kleinschnecken wurde Streu- und Bodenmaterial auf einer Fläche von jeweils 0.25 m<sup>2</sup> entnommen und im Labor ausgesiebt, aufgeschlämmt und die Gehäuse ausgesammelt (Tab. 3). Dabei wurden nur nach äußeren Merkmalen, „frische“ Gehäuse berücksichtigt. Die Unterscheidung zwischen noch bewohnten und leeren Gehäusen war bei den Kleinschnecken nicht immer sicher möglich. Es wurden daher bei der Auswertung sowohl die Schneckengehäuse gesamt, wie auch die als sicher „lebend“ anzusprechenden Individuen getrennt berücksichtigt.

Als Voruntersuchung wurden in 1997 in den Flächen 1 bis 9 („O“ und „U“) „Quadratproben“ entnommen. Im Rahmen der ersten Brandversuche wurden die Flächen 1 bis 4 (SB1) im Februar 1998 kontrolliert abgebrannt, während die Flächen 5 bis 8 (SK1) als Kontrolle dienten. In der zweiten Brandperiode im Februar 1999 wurden die Flächen 4 bis 6 (SB2) gebrannt und 7 bis 9 (SK2) als Kontrollflächen genutzt. In Tabelle 3 sind die Versuchsflächen und die Anzahl der jeweiligen Untersuchungen sowie der Probenahmen zusammengestellt.

Zu den einzelnen Probeflächen wurden die Pflanzen und ihre Deckung protokolliert. Die Probenahmen erfolgten jeweils Anfang September.

**Tab. 3** Versuchsflächen mit Lage, Jahr, Größe und Anzahl der Probenahmen (Quadratmethode) sowie Art der Untersuchung

SB1/2: Brandfläche; SK1/2: Kontrollfläche  
 A: Erfassung lebender Großschnecken; A': Erfassung von Großschnecken (auch Leergehäuse); B: Erfassung von Kleinschnecken (auch Leergehäuse) mit Aussieben und Aufschlämmung der oberen Bodenschicht (bis ca. 2 cm Bodentiefe); v: Voruntersuchung

Versuchsfläche	Jahr	Proben Größe	Anzahl	Untersuchung
O/U 1-9 (v)	1997	1 m <sup>2</sup>	17	A
O/U 1-9 (v)	1997	0.25 m <sup>2</sup>	250	A
O/U 1-9 (v)	1997	0.25 m <sup>2</sup>	17	B
O/U 1-4 (SB1)	1998	1 m <sup>2</sup>	8	A
O/U 1-4 (SB1)	1998	0.25 m <sup>2</sup>	8	B
O/U 5-8 (SK1)	1998	1 m <sup>2</sup>	8	A
O/U 5-8 (SK1)	1998	0.25 m <sup>2</sup>	8	B
O/U 4-6 (SB2)	1999	0.25 m <sup>2</sup>	123	A
O/U 4-6 (SB2)	1999	0.25 m <sup>2</sup>	10	B
O/U 7-9 (SK2)	1999	0.25 m <sup>2</sup>	137	A
O/U 7-9 (SK2)	1999	0.25 m <sup>2</sup>	10	B

#### 4.2.3 Markierungsversuche

In den Jahren 1997 und 1998 wurden Markierungen von Gehäuseschnecken (*Zebrina detrita*, *Helicella spec.*) mit witterungsbeständigem Decorlack durchgeführt. Die Farben (zukünftige Brandfläche: rot bzw. lila; Kontrollfläche: blau bzw. gelb) wurden mit einem Feinpinsel aufgetragen, so dass ca. 20-50% des Gehäuses bemalt war. Die Tiere wurden zuvor von anderen Böschungen aufgesammelt. Die Ausbringung erfolgte Anfang Oktober (1997) und Anfang November (1998), wobei die markierten Tiere jeweils zur Hälfte in den zukünftigen Brand- (1997: O2; 1998: O5) und Kontrollflächen (1997: O6; 1998: O9) eingesetzt wurden (Abb. 19; Tab. 4).



Tab. 4 Anzahl markierter Gehäuseschnecken in 1997 und 1998.

Fläche	O2 (SB1)	O6 (SK1)	O5 (SB2)	O9 (SK2)
Art	Anzahl rot 97	Anzahl blau 97	Anzahl lila 98	Anzahl gelb 98
<i>Zebrina detrita</i>	1700	1700	570	570
<i>Helicella (spec.)</i>	400	400	202	202

#### 4.2.4 Ausbringung leerer Gehäuse (Verbrennungsgrad)

Zur Ermittlung des Verbrennungsgrades leerer Schneckengehäuse unter der Brandwelle wurden Gehäuse von Adulten *Helix pomatia*, *Cepaea (spec.)* und *Zebrina detrita* unmittelbar vor dem Brennen (1998/1999) auf den entsprechenden Versuchsflächen (SB1/2; je 6 Proben aus ¼ m<sup>2</sup>) auf die Bodenoberfläche bzw. in die Bodenstreu ausgebracht. Die Gehäuse stammten von verschiedenen anderen Böschungen. Unmittelbar nach dem Brennen wurden die Gehäuse bzw. deren Fragmente zur Auswertung wieder eingesammelt (zur Festlegung des Verbrennungsgrades siehe Abb. 26).

### 4.3 Ergebnisse

#### 4.3.1 Erfassung der Gehäuseschnecken

##### 4.3.1.1 Artenspektrum

Insgesamt wurden über 47.000 Gehäuse aus den Proben gesammelt, die 26 Arten zugeordnet werden konnten, von denen jedoch nur 16 mit mehr als zehn Exemplaren auftraten. Dabei hatten die Kleinschnecken (< 10 mm) einen Individuenanteil von mehr als 90%. Wobei die Art *Truncatellina cylindrica* mit über 50% vertreten war. Daneben zählten noch *Vallonia costata*, *Vallonia excentrica* und *Euconulus fulvus* mit ca. 15% bzw. ca. 3% Anteil zu den häufigen Arten. Innerhalb der Grobschnecken (>10mm) erreichten *Zebrina detrita* und *Helicella (spec.)* in allen Untersuchungsjahren in den Proben einen Anteil von mehr als 90%.

Das Artenspektrum der Schneckengemeinschaft setzt sich überwiegend aus Vertretern wärmeliebender Offenlandarten (v.a. Steppenarten) zusammen. Die vorkommenden Waldarten bevorzugen lichte, mittelfeuchte bis trockene Standorte. Die in Tabelle 5 vorgenommene Zuordnung eines „Ökotyps“ zu jeder Art erfolgte in Anlehnung an SCHMID (1978) und HENNE (1980), jedoch in stark vereinfachter Form.

Zwei der gefundenen Arten sind in der Roten Liste für die BRD (JUNGBLUTH & VON KNORRE 1995) jeweils den Gefährdungsstufen 2 (Stark gefährdet)

bzw. 3 (Gefährdet) zugeordnet. Weitere fünf Arten sind in der Vorwarnliste aufgeführt (Tab. 5)

Tab. 5 Artenliste (Anzahl der gesamten Gehäuse)

Rote Liste (Gefährdungsstufen) - 2: Stark gefährdet; 3: Gefährdet, V: Vorwarnliste; „Ökotyp“ - W: Waldarten – Vorkommen auf Waldbiotope beschränkt, sowie Arten in lichten Wäldern (auch Gärten und Parkanlagen), mit feuchten bis trockenen Standorten. O: Offenlandarten – Wiesen und Steppen; von feuchten bis trockene Standorte; t: Thermophil

	Art	Rote Liste	Öko Typ	Anzahl	%
Großschnecken	1 <i>Zebrina detrita</i>	V	O t	1054	2,205
	2 <i>Helicella (spec.)</i>	3	O t	1404	2,937
	3 <i>Monacha cartusiana</i>		O t	25	0,052
	4 <i>Helix pomatia</i>		W	27	0,056
	5 <i>Cepaea (hortensis)</i>		W	13	0,027
Kleinschnecken	6 <i>Truncatellina cylindrica</i>	V	O t	24515	51,288
	7 <i>Vallonia costata</i>		O t	6532	13,666
	8 <i>Vallonia excentrica</i>		O t	8876	18,569
	9 <i>Euconulus fulvus</i>		O	1440	3,013
	10 <i>Cecilioides acicula</i>		O t	1299	2,718
	11 <i>Clausilia parvula</i>		O t	1274	2,665
	12 <i>Vitrina pellucida</i>		O t	924	1,933
	13 <i>Vitrea contracta</i>	V	O t	191	0,400
	14 <i>Punctum pygmaeum</i>		O	141	0,295
	15 <i>Vertigo pygmaea</i>	t	T	25	0,052
	16 <i>Abida frumentum</i>	2	O t	19	0,040
	17 <i>Cochlodina laminata</i>		W	9	0,019
	18 <i>Pupilla muscorum</i>	V	O t	6	0,013
	19 <i>Oxychilus draparnardi</i>			6	0,013
	20 <i>Punctum pygmaeum</i>		O	5	0,010
	21 <i>Aegopinella puro</i>		W	4	0,008
	22 <i>Nesovitrea hammonis</i>		O	4	0,008
	23 <i>Ena obscura</i>		W	2	0,004
	24 <i>Succinea oblonga</i>		O	2	0,004
	25 <i>Cochlicopa lubrica</i>		O	1	0,002
	26 <i>Tricha hispida</i>		O	1	0,002
Summe			47799	100,00	

##### 4.3.1.2 Voruntersuchung

Um mögliche Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung der Gehäuseschnecken auf den zukünftigen Brand- und Kontrollflächen zu erfassen, wurden vor den eigentlichen Brandversuchen in 1997 Stichproben aus den entsprechen Flächen entnommen. Bei den Kleinschnecken wurde nicht zwischen lebenden Tieren und leeren Gehäusen unterschieden. Nach SCHMID (1966) repräsentieren die Gesamtzahlen aller Gehäuse weitgehend das Verhältnis der einzelnen Arten der lebenden Tiere zueinander.

In Tabelle 6 sind die Anzahl der Gehäuse (Leergehäuse + Gehäuse mit lebenden Tieren) für die Arten mit > 10 Individuen aus den Quadratproben für die einzelnen Teilflächen aufgeführt (vgl. Anh.-Tab. 29). Dabei repräsentieren die Flächen U1-U4 / O1-O4 die zukünftige Brandfläche SB1 (1998) und U5-U8 / O5-O9 die entsprechende Kontrollfläche SK1 (1998). Vergleicht man das Artenspektrum und die Dominanzfolge von SB1 und SK1, so sind sie annähernd gleich. Deutliche Unterschiede bestehen jedoch in der Anzahl der Gehäuse, die bei allen Arten (> 20 Exemplare) in

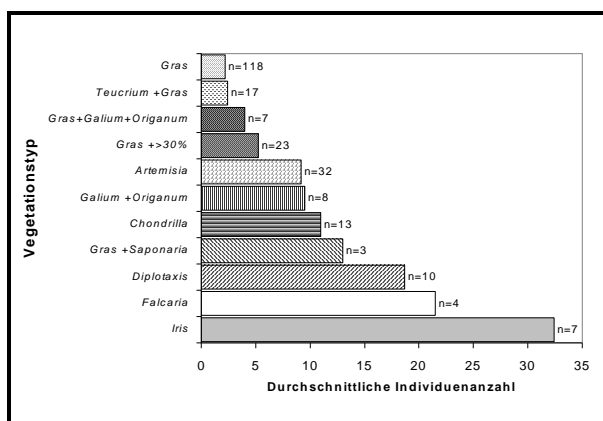


der zukünftigen Brandfläche (SB1) deutlich höher sind. Daneben bestehen auch Unterschiede in den Häufigkeiten zwischen der oberen (O) und der unteren (U) Böschungshälfte (Anh.-Tab. 29).

**Tab. 6** Anzahl und relative Häufigkeit der Schneckengehäuse in den Teilflächen U/O1-4 (n=8)(zukünftige Brandfläche SB1) und U/O5-9 (n=9) (Kontrollfläche SK1) in 1997; %: prozentualer Anteil an der Gesamtzahl; (Probenahmefläche [n] a: 0.25 m<sup>2</sup>).

Großschnecken	U/O 1-4	Ar.M	%	U/O 5-9	Ar.M	%
<i>Zebrina detrita</i>	645	80,6	3,5	401	44,6	4,2
<i>Helicella (itala)</i>	560	70	3	456	50,7	4,8
<i>Monacha cartusiana</i>	12	1,5	0,1	13	1,4	0,1
<i>Helix pomatia</i>	11	1,4	0,1	16	1,8	0,2
<i>Cepaea (hortensis)</i>	2	0,3	0	11	1,2	0,1
<b>Summe</b>	<b>1230</b>			<b>897</b>		
Kleinschnecken	U/O 1-4	Ar.M	%	U/O 5-9	Ar.M	%
<i>Truncatellina cylindrica</i>	10614	1327	58	6024	669,3	63
<i>Vallonia costata</i>	3076	385	17	1144	127,1	12
<i>Vallonia excentrica</i>	2148	269	12	764	84,9	8
<i>Euconulus fulvus</i>	432	54	2,3	274	30,4	2,9
<i>Clausilia parvula</i>	227	28,4	1,2	108	12,0	1,1
<i>Vitrina pellucida</i>	244	30,5	1,3	126	14,0	1,3
<i>Cecilioides acicula</i>	452	56,5	2,5	249	27,7	2,6
<b>Summe</b>	<b>17193</b>			<b>8689</b>		

Das Verhalten von *Zebrina detrita*, sich bei trockenen und warmen Witterungsbedingungen in einem sog. „Trockenschlaf“ in einigen dm Höhe über dem Boden in der Vegetation aufzuhalten, ermöglicht die quantitative Erfassung lebender Tiere. In den Probedquadraten (a 0.25 m<sup>2</sup>) der zukünftigen Brandfläche (SB1) wurden im Vergleich zur Kontrollfläche (SK1) insgesamt im Durchschnitt doppelt so viele Individuen von *Zebrina detrita* nachgewiesen (Tab. 7).



**Abb. 20** Anzahl von *Zebrina detrita* auf den Versuchsflächen SK und SB in Probedflächen (a: 0.25 m<sup>2</sup>) mit verschiedener Pflanzenzusammensetzung.

Ordnet man die Proben nach den auf der entsprechenden Fläche vorkommenden Pflanzen, so zeigen sich für die verschiedenen Pflanzen unterschiedliche Häufigkeiten. Danach saßen die meisten Individuen von *Zebrina* an *Iris (spec.)*, *Falcaria officinalis* und *Diplotaxis tenuifolia*, während sich in Flächen mit überwiegendem Grasbestand nur wenige Tiere aufhielten (Abb. 20).

**Tab. 7** Anzahl von *Zebrina detrita* auf den zukünftigen Versuchsflächen SB1 und SK1 (Probedfläche [n] a: 0.25 m<sup>2</sup>).

	Teilfläche	Anzahl	Probe [n]	Ar.M
SB1	O1	87	18	4,8
	O2	116	16	7,3
	O3	140	15	9,3
	O4	243	29	8,4
	U1	111	7	15,9
	U2	93	9	10,3
	U3	88	9	9,8
	U4	5	3	1,7
<b>Summe</b>	<b>883</b>	<b>106</b>	<b>8,3</b>	
	Teilfläche	Anzahl	Probe [n]	Ar.M
SK1	O5	72	9	8
	O6	116	22	5,3
	O7	68	26	2,6
	O8	162	36	4,5
	O9	144	23	6,3
	U5	10	5	2
	U6	13	4	3,3
	U7	19	4	4,8
	U8	5	1	5
	U9	25	7	3,9
<b>Summe</b>	<b>634</b>	<b>137</b>	<b>4,6</b>	

Die verschiedenen Pflanzen besitzen für die Schnecken eine unterschiedliche Attraktivität, die in erster Linie auf ihre Nutzbarkeit als Futterpflanze zurückzuführen ist.

Beim Vergleich von Probedflächen mit gleicher Vegetation zwischen zukünftiger Brand- und Kontrollfläche ergaben sich jedoch nur geringe Unterschiede hinsichtlich der Anzahl lebender *Z. detrita* (Tab. 8).

**Tab. 8** Anzahl von *Zebrina detrita* in gleichen Pflanzenbeständen auf der zukünftigen Brandfläche SB1 und der Kontrollfläche SK1 (Probedfläche [n] a: 0.25 m<sup>2</sup>).

Fläche	Vegetation	Anzahl	Probe [n]	Ar.M
SB1	<i>Artemisia campestris</i>	119	15	7,9
	<i>Bromus inermis</i>	103	40	2,6
	<i>Chondrilla juncea</i>	68	9	7,6
Fläche	Vegetation	Anzahl	Probe [n]	Ar.M
SK1	<i>Artemisia campestris</i>	182	18	10
	<i>Bromus inermis</i>	60	43	1,4
	<i>Chondrilla juncea</i>	43	6	7,2



### 4.3.1.3 Vergleich der Gehäuseschnecken auf Brand- und Kontrollflächen

#### - Brandversuch 1998

Nach dem ersten Brandversuch (1998) wurden gegenüber der Voruntersuchung auf den selben Flächen insgesamt ca. 30% weniger Gehäuse ausgezählt (Abb. 21a; Anh.-Tab. 30). Die geringeren Zahlen sind zu einem Teil auf die Auslese und Beschränkung auf frische Gehäuse aus den aufbereiteten Proben zurückzuführen.

In Abbildung 21 werden in den Vergleich der Gehäuseanzahl von Brandfläche SB1 mit der Kontrolle SK1 die entsprechenden Ergebnisse der Voruntersuchung (SB 97/SK 97) auf den gleichen Flächen mit einbezogen. Da in den Proben von 1997 keine Unterscheidung zwischen Leergehäusen und Gehäusen mit lebenden Schnecken vorgenommen wurde, werden hier die Summen aller Gehäuse verglichen. Entscheidend ist dabei das Verhältnis der Ergebnisse der Voruntersuchung (SB 97 zu SK 97) im Vergleich zum Verhältnis der Ergebnisse der späteren Brandfläche SB1 98 und der Kontrollfläche SK1 98. Auch nach dem Brandereignis war die Anzahl der Gehäuse auf der gebrannten Fläche (SB1) gegenüber der Kontrollfläche (SK1) wie in der Voruntersuchung höher, jedoch verringerte sich die Differenz von ca. 40% in 1997 auf nur noch ca. 20% in 1998 (Abb. 21a). Die Differenz ist bei den verschiedenen Arten unterschiedlich deutlich ausgeprägt. Sie lassen sich danach in vier Gruppen unterteilen:

1. Nur relativ geringfügige Abnahme auf der Brandfläche bei *Cecilioides acicula* (Abb. 21b) (im Boden lebende Art)
2. Relative Abnahme auf der Brandfläche um mehr als 50% bei *Truncatellina cylindrica* (Abb. 21c)
3. Abnahme auf der Brandfläche und Zunahme auf der Kontrollfläche über den Wert von 1997 bei *Vallonia costata* (Abb. 21d), *Vallonia excentrica*
4. Zunahme auf der Kontrollfläche über den gesunkenen Wert der Brandfläche und den Wert von 1997 bei *Euconolus fulvus* (Abb. 21e), *Clausilia parvula*, *Vittrina pellucida* (Abb. 21f)

Der Anteil lebender Tiere in den Proben war bei den meisten Arten insgesamt sehr gering (Anh.-Tab. 30). Der Vergleich der Individuenzahlen zwischen Brand-(SB1) und Kontrollfläche (SK1) ergab jedoch insgesamt deutliche Unterschiede. In der Abbildung 22 sind die Ergebnisse für die einzelnen Arten dargestellt. In allen Fällen ist die Anzahl lebender Tiere auf der Brandfläche geringer. Während bei den Großschnecken *Zebrina* und *Helicella* nur wenig Unterschied besteht, liegen bei den kleinen Arten *Truncatellina cylindrica*, *Vallonia costata*, *V. excentrica*, *Clausilia parvula* und

*Euconolus fulvus* die Nachweise auf der Kontrollfläche teilweise um ein mehrfaches über der der Brandfläche.

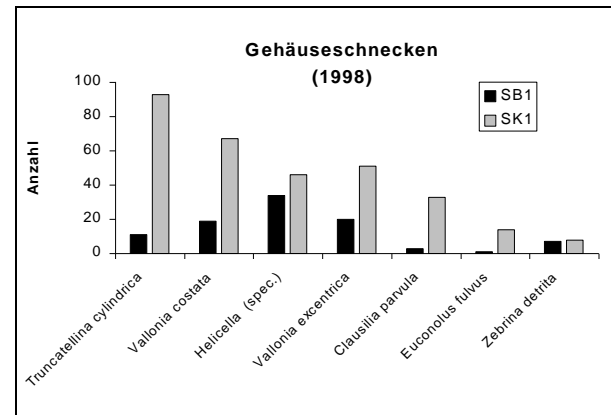


Abb. 22 Vergleich der Anzahl lebender Schnecken in den Proben der Versuchsflächen der angeführten Arten. SB1: Brandfläche 1998 (n=8); SK1: Kontrollfläche 1998 (n=8); (Probeflächen a: 0.25 m<sup>2</sup>)

#### - Brandversuch 1999

Abgesehen von der Teilfläche 40/U, dienten die Parzellen, die 1999 gebrannt wurden in den Jahren zuvor als Kontrollfläche (s. Abb. 19). Um den Einfluß des Feuers zu erfassen, wurden einerseits die Anzahl der lebenden Schnecken auf der gebrannten Fläche SB2 (1999) und der ungebrannten Fläche SK2 (1999) miteinander verglichen (Abb. 23; Anh.-Tab. 31), sowie deren Anzahl auf identischen Teilflächen von 1998 und 1999 im Vergleich betrachtet (Abb. 24).

In der Abbildung 23 sind die Anzahlen der häufigen Arten vergleichend dargestellt. Insgesamt fanden sich auf der Kontrollfläche SK2 mehr als doppelt so viele lebende Individuen als auf der Brandfläche SB2. Dies gilt für nahezu alle Arten der Kleinschnecken. Dieser Trend entspricht den Ergebnissen von 1998 (Abb. 22).

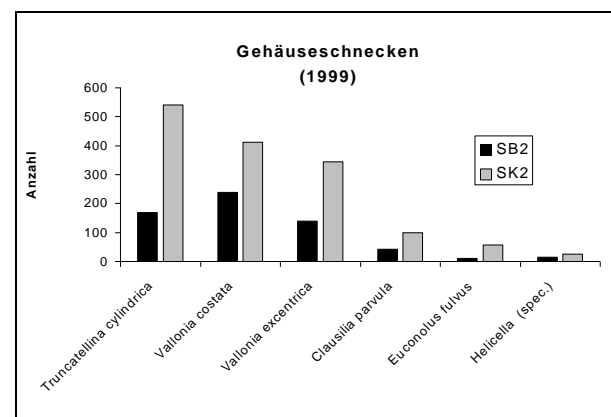
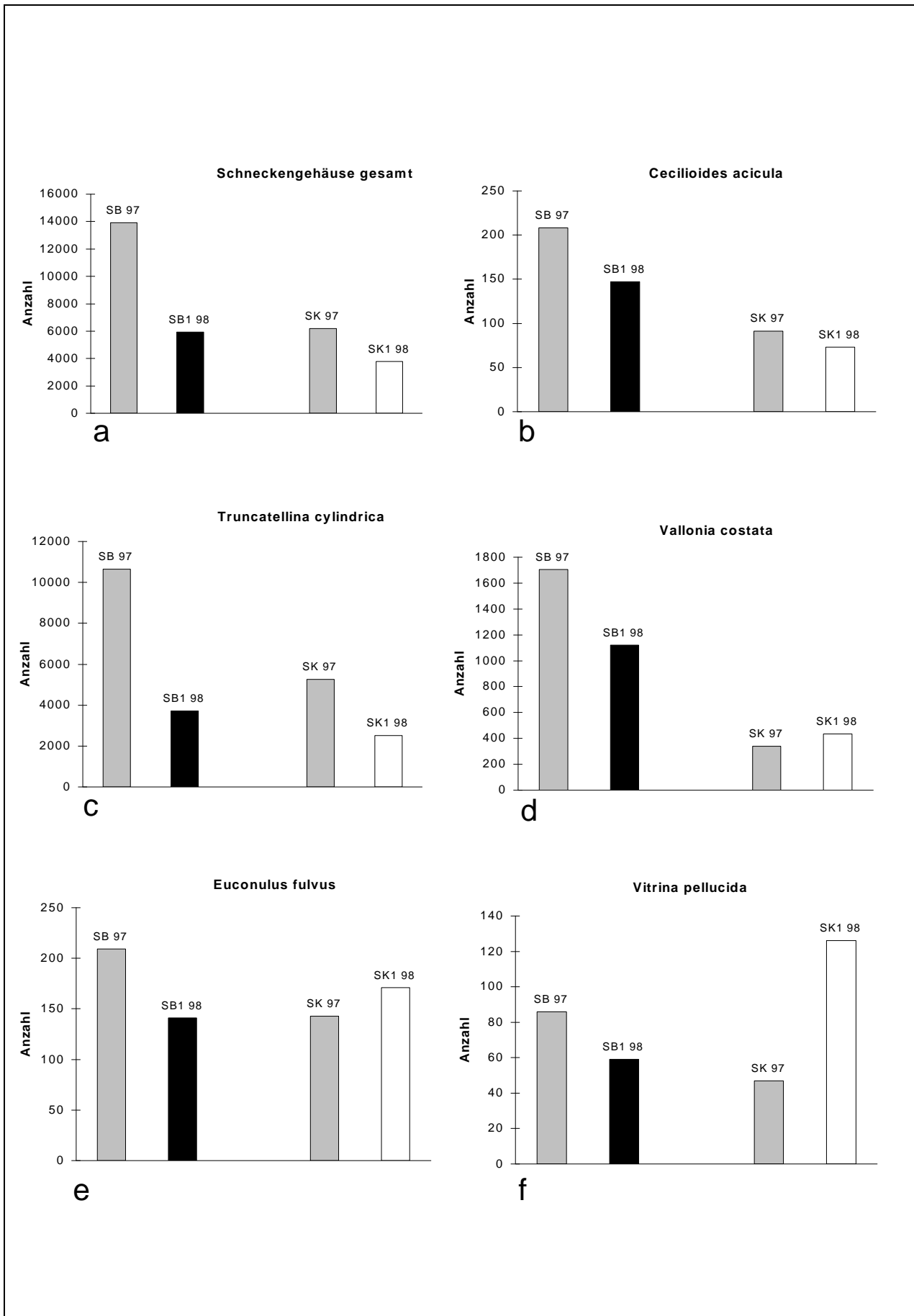
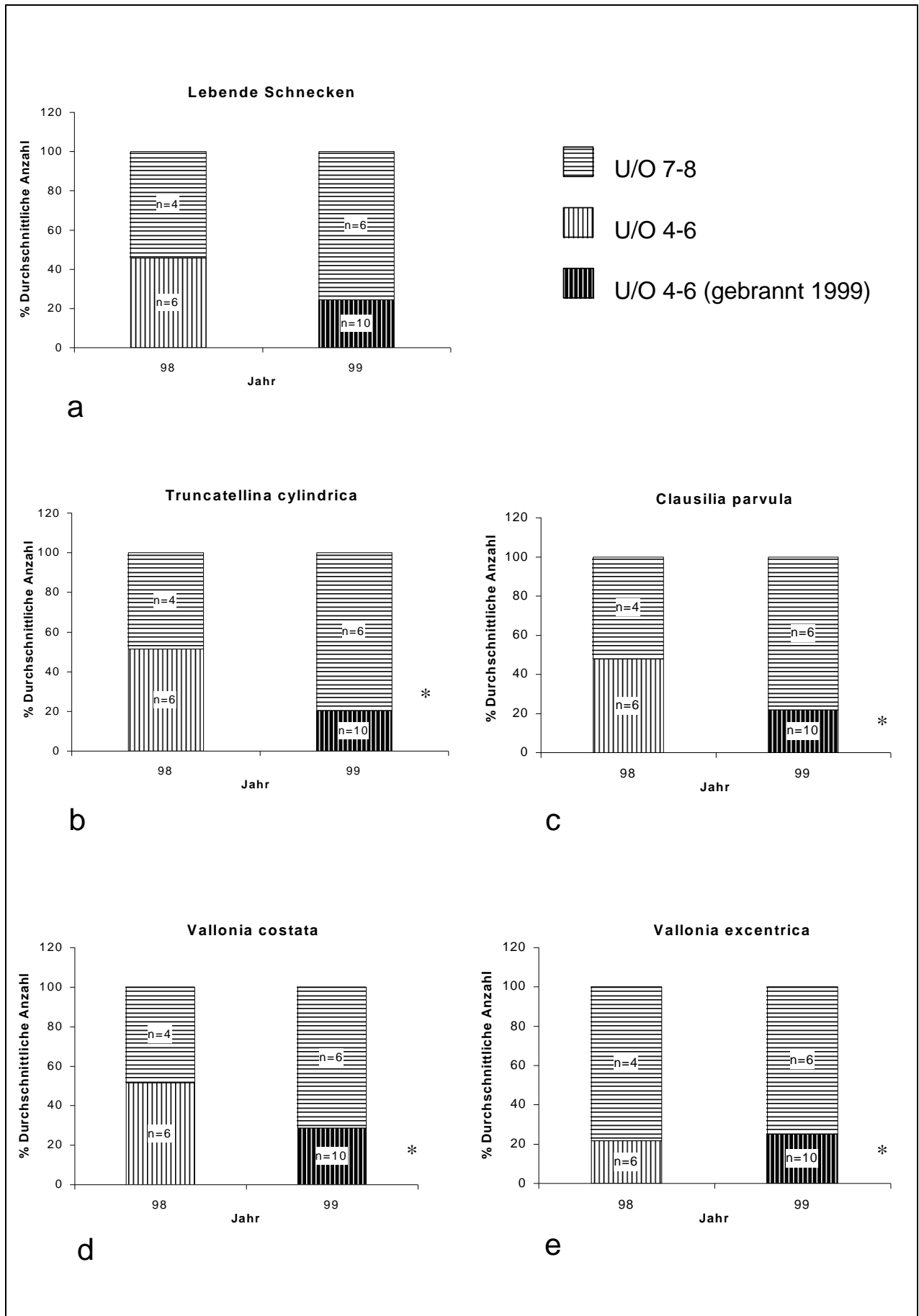


Abb. 23 Vergleich der Anzahl lebender Schnecken in den Proben der Versuchsflächen der angeführten Arten. SB2: Brandfläche 1999 (n=10); SK2: Kontrollfläche 1999 (n=10); (Probeflächen a: 0.25 m<sup>2</sup>)



**Abb. 21 a-f** Anzahl Gehäuse in Proben der Versuchsflächen (1997/1998) für die Gesamtgehäuse und die der angeführten Arten. SB/SK: Voruntersuchung 1997 auf SB1/SK1 (je n=8) SB1: Brandfläche 1998; SK1: Kontrollfläche 1998 (je n=8)



**Abb. 24a-e** Vergleich der Anteile der durchschnittlichen Anzahl der lebenden Schnecken auf jeweils zwei gleichen Flächen in den Jahren 1998 und 1999 (Probeflächen a: 0.25 m<sup>2</sup>). (\*  $p \leq 0,003$  Chi<sup>2</sup>-Test)



Für *Zebrina detrita* ergaben sich beim Vergleich entsprechender Pflanzenproben keine wesentlichen Unterschiede zwischen der Brand- und der Kontrollfläche (Tab. 9).

**Tab. 9** Anzahl von *Zebrina detrita* in gleichen Pflanzenbeständen auf der Brandfläche SB2 und der Kontrollfläche SK2 (Probefläche [n] a: 0.25 m<sup>2</sup>).

Vegetation	SB2				SK2			
	n	Anzahl	Ar. M	s	n	Anzahl	Ar. M	s
<i>Isatis tinctoria</i>	63	510	8	5,2	72	611	9	5,2
<i>Artemisia campestris</i>	19	48	3	2,4	24	83	4	3,2
<i>Origanum vulgare</i>	22	8	0,4	0,9	34	20	1	0,7
<i>Bromus inermis</i>	4	41	0,1	0,3	3	41	0	0,3

Beim Vergleich der Anzahl lebender Schnecken (durchschnittliche Anzahlen) auf jeweils zwei identischen Teilflächen in den Untersuchungsjahren 1998 und 1999 zeigt sich für die in Abbildung 24 dargestellte Gesamtheit aller Lebendfunde sowie bei einzelnen Arten ein ähnliches Bild. Auf den noch ungebrannten Flächen (1998) ist der Anteil der Individuen auf den zwei Flächen gleich. Nach dem Brandereignis (1999) verändert sich dann das Verhältnis zu Ungunsten der Brandfläche (Anh.-Tab. 32). Eine Ausnahme bildet *V. excentrica*, bei der sich das Verhältnis der Anzahlen auf den Flächen nach dem Brand nicht ändert. Die Unterschiede sind für die einzelnen Arten *T. cylindrica*; *C. parvula*, und *V. costata* signifikant ( $p \leq 0.003$  Chi<sup>2</sup>-Test). (Da für 1997 keine Unterscheidung zwischen Leergehäusen und Gehäuse mit lebenden Tieren vorgenommen wurde, beschränkt sich der Vergleich auf 1998 und 1999).

### 4.3.2 Markierungsversuche

Um die Überlebensrate sowie die Ausbreitung der Großschnecken *Zebrina detrita* und *Helicella spec.* auf den Versuchsflächen vergleichend zu erfassen, wurden Individuen beider Arten farblich markiert und an jeweils definierter Stelle innerhalb der zukünftigen Brand- und Kontrollflächen ausgebracht (Oktober 1997

und November 1998, Abb.19; Tab. 4). Bei jeweils zwei systematischen Absuchungen der Versuchsflächen in den darauf folgenden Jahren (September 1998 bzw. 1999) wurden die lebenden, markierten Tiere abgesammelt und die Fundstelle festgehalten.

Im ersten Folgeherbst wurden mit insgesamt 3.5% nur ein geringer Teil der markierten *Zebrina detrita* wiedergefunden. Dabei lag der Anteil auf der Kontrollfläche (SK1) um ca. 1.5% höher als auf der Brandfläche SB 1 (Tab. 10). Von *Helicella spec.* konnte nur ein markiertes Tier lebend wieder gefunden werden. Wegen ungünstiger Witterungsverhältnisse hatten sich die Tiere schon vorzeitig zur Überwinterung in den Boden zurückgezogen, so dass ein Großteil nicht mehr erfaßt werden konnte. Es konnten dann im zweiten Herbst nochmals mehr als doppelt so viele *Zebrina detrita* aus dem ersten Markierungsversuch gefunden werden, so dass die Wiederfundrate insgesamt 9,2% erreichte (Tab. 10; Abb. 25ab). Dabei ergab sich ein deutlicher Unterschied in der Anzahl der Wiederfunde zwischen den beiden Gruppen. Während von der Kontrollgruppe 13% der Tiere gefunden wurde, waren es nur 5.4% bei den Schnecken, die auf der Brandfläche SB1 ausgesetzt worden waren (Tab. 10). Bei der Interpretation dieses Ergebnisses muß berücksichtigt werden, dass die Schnecken der Brandfläche SB1 im zweiten Jahr nicht durch Feuer beeinflusst wurden, während zumindest ein Teil der Kontrolltiere dem Feuer in der Brandsaison 1999 ausgesetzt waren, da Teile früherer Kontrollflächen zu Brandflächen wurden (SB2) (vgl. Abb. 19).

Ein Wiederholungsversuch (1998/1999) auf den Teilflächen SB2 und SK2 mit farblich anders markierten Schnecken (lila/gelb) erbrachte mit insgesamt 18% zwar deutlich höhere Wiederfunde, jedoch waren hier der Anteil der Schnecken der Brandfläche um 7% höher als der der Kontrollparzelle (Tab. 10; Abb 25c). Genauere Überprüfungen ergaben dann jedoch, dass die Beständigkeit einer der Markierungsfarben unzureichend war. So konnten mehrere Gehäuse gefunden werden, auf denen nur noch Spuren der gelben Farbe zu sehen waren, so dass davon ausgegangen werden muß, dass bei einem Teil der Tiere die entsprechende Farbmarkierung nicht mehr zu erkennen war. Die Ergebnisse erlauben damit keine Rückschlüsse auf die Wirkung des Brandes.

In den Abbildungen 25abc sind die Wiederfunde von

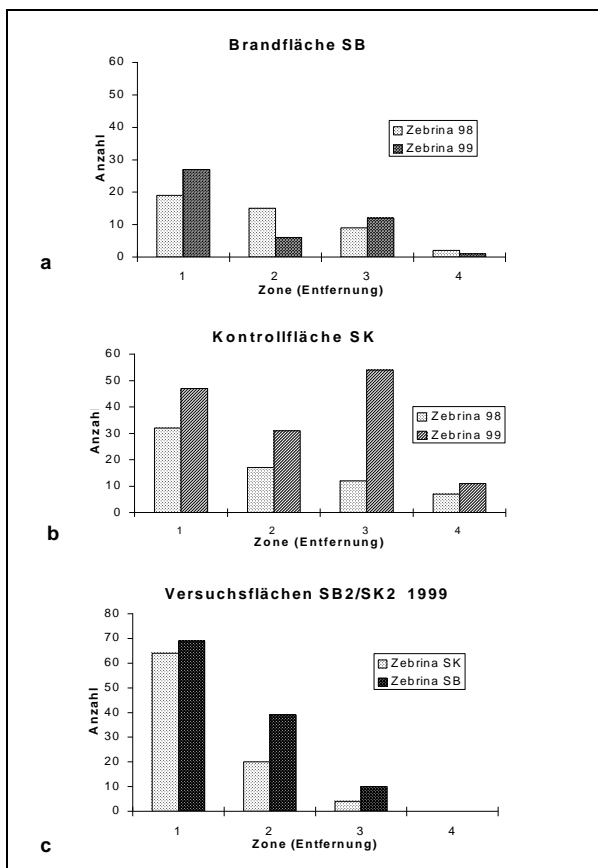
**Tab. 10:** Ausbringung und Wiederfunde markierter Schnecken auf Brand- und Kontrollflächen.

SB1/2: Brandfläche (98/99); SK1/2: Kontrollfläche (98/99); AB: Anzahl Ausbringung (Jahr+ Markierungsfarbe); WF: Anzahl Wiederfunde (Jahr + Markierungsfarbe; % Wiederfund).

Fläche	SB1			SK1			SB2		SK2	
	AB 97 rot	WF 98 rot	WF 99 rot	AB 97 blau	WF 98 blau	WF 99 blau	AB 98 lila	WF 99 lila	AB 98 gelb	WF 99 gelb
<i>Zebrina detrita</i>	1700	45 (2.6%)	46 (2.7%)	1700	68 (4%)	143 (8.4%)	570	118 (20.7%)	570	88 (15.4%)
<i>Helicella (spec.)</i>	400	0	0	400	1	0	202	0	202	1



*Zebrina detrita* in unterschiedlicher Entfernung (4 Zonen) vom Ausbringungsort der verschiedenen Flächen dargestellt. Danach zeigt sich kein Unterschied in der Ausbreitungstendenz zwischen Tieren auf Brand- und Kontrollflächen. Im ersten Jahr befanden sich jeweils die meisten Tiere (über 40%) in der Nähe des Ausbringungsortes (Radius von 1-5 m). Die Anzahl der Schnecken nimmt dann kontinuierlich mit zunehmender Entfernung ab. Einzelne Tiere wurden mehr als 20 m vom Ausgangspunkt gefunden. Die weiteste Strecke legte ein Tier aus der Brandfläche SB1 mit 30 m zurück. Im zweiten Jahr veränderte sich die Verteilung. Von den noch verbliebenen Schnecken (von SB1 und SK1) befanden sich gegenüber dem Vorjahr mehr Tiere in einem Umkreis von 10-20 m vom Ausbringungsort entfernt. Dies galt für beide Gruppen.



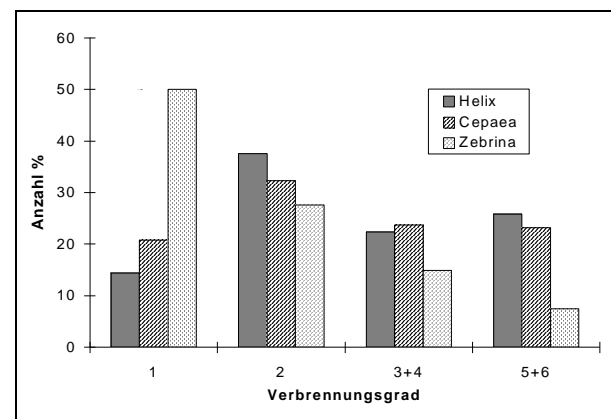
**Abb. 25a-c** Wiederfunde markierter Schnecken (*Zebrina detrita*) in unterschiedlicher Entfernung (Zone) vom Ausbringungspunkt in den Jahren 1998 und 1999. (SB1 gebrannt 1998; SB2 gebrannt 1999) Zone 1: 1-5 m; Zone 2: 5-10 m; Zone 3: 10-20 m; Zone 4: >20 m

### 4.3.3 Verbrennungsgrad von Leergehäusen

Zur Abschätzung der „Nutzbarkeit“ leerer Schneckenhäuser für sog. Schneckenhausbesiedler nach einem Brand wurden Leergehäuse der Großschnecken *Helix pomatia*, *Cepaea nemoralis* und *Zebrina detrita* auf der Brandfläche exponiert. Nach dem Feuer erfolgte eine Ermittlung des Verbrennungs- oder Veraschungsgrades

der entsprechenden nach den in Abbildung 26 angeführten Kriterien. Es wird angenommen, dass ab dem Verbrennungsgrad 2 in den Gehäusen eine Hitzeintensität entsteht, die für potentielle Bewohner eine letale Wirkung hat. Gehäuse mit den Verbrennungsgraden 5 und 6 sind soweit zerstört, dass sie von „Besiedlern“ nicht mehr genutzt werden können.

In Abbildung 26 sind der prozentuale Anteil an den verschiedenen Verbrennungsgraden der drei „Gehäusearten“ (Versuche in 1998 und in 1999) dargestellt. Die Grade 3 und 4 sowie 4 und 6 wurden zusammengefaßt. Die Gehäuse der verschiedenen Arten wurden vom Feuer unterschiedlich geschädigt. Während bei 50% der relativ kleinen Gehäuse von *Zebrina* keine Brandspuren zu erkennen waren, wiesen bei *Helix* und *Cepaea* 95% bzw. 80% äußerliche Spuren des Feuers auf, was für potentielle Bewohner eine letale Hitzewirkung bedeutet. Bei den beiden größeren Arten waren 23% bis 25% der Gehäuse soweit zerstört, dass sie von Schneckenhausbesiedlern nicht mehr genutzt werden können.



**Abbildung 26** Verbrennungsgrad von Proben von Leergehäusen dreier Schneckenarten auf der Brandfläche SB1 und SB2 (n: Anzahl Gehäuse). Verbrennungsgrad:

- 1 keine Spuren
- 2 kleine Schwärzung
- 3+4 Schwärzungen deutlich/über die Hälfte geschwärzt
- 5+6 stark verascht mit Loch/stark verascht z.T. zerstört

## 4.4 Diskussion

Frühere Untersuchungen zum Einfluß des Brennens auf die Fauna im Kaiserstuhl wurden kleinflächig auf schmalen Böschungen in nicht umgelegtem Rebgeleände durchgeführt (LUNAU & RUPP 1988). Die dabei gewonnenen Ergebnisse können hinsichtlich der direkten Feuereinwirkung auch auf Großböschungen übertragen werden. Wegen der enormen Flächenausdehnung der Großböschungen sind jedoch die Auswirkungen auf die Populationsentwicklung verschiedener Tierarten im Hinblick auf eine Wiederbesiedlung aus ungebrannten Flächen unterschiedlich zu beurteilen.





Aufgrund ihrer Feuergefährdung und ihrer geringen Wiederbesiedlungsfähigkeit eignen sich die Schnecken im besonderen Maße bei der Berücksichtigung faunistischer Gesichtspunkte im Hinblick auf den Einsatz des Feuers als Pflegemaßnahme. So schließen Vorgehensweisen bei der Feueranwendung, die auf den Erhalt der Schneckenfauna ausgerichtet sind, andere Gruppen weitgehend mit ein.

### Auswirkungen auf die Schneckendichte

Um mögliche indirekte Wirkungen nicht auszuschließen, erfolgte die Erfassung der Dichte der Gehäuse Schnecken (Quadratmethode) nicht unmittelbar nach dem Brandereignis, sondern erst gegen Ende der Vegetationsperiode. Wegen der Heterogenität der Böschungen z.B. hinsichtlich der Bodenbeschaffenheit und der Vegetation wurde eine Voruntersuchung auf den späteren Versuchsflächen durchgeführt.

Die Unterscheidung zwischen lebenden Tieren und Leergehäusen war nach der Probenbehandlung nicht bei allen Arten möglich (*Vitrina pellucida*, *Cecilioides acicula*). Die bis in 40 cm Bodentiefe lebende Art *Cecilioides acicula* konnte mit der angewandten Methode nicht quantitativ erfaßt werden.

In beiden Untersuchungsjahren befanden sich in den jeweiligen Proben aus den erstmals gebrannten Böschungflächen im Vergleich zu den unbeeinflussten Kontrollflächen deutlich weniger lebende Schnecken. Die Unterschiede sind für die meisten Arten signifikant. Die Anzahl lebender Tiere war auf den Brandflächen um mehr als die Hälfte geringer, wobei bei einigen Arten die Anzahl lebender Tiere im Vergleich zum Anteil vorhandener Leergehäuse klein war. Die Anzahl der Gehäuse (Leergehäuse und Gehäuse mit Tier) nahm auf den Brandflächen im Vergleich zur Kontrolle relativ ab. Das Artenspektrum und die Dominanzstruktur sind gleich geblieben.

Da die Kleinschnecken (7 Arten) über 95% der Individuen ausmachen, ist ihr zahlenmäßiger Rückgang auf den Brandflächen am gravierendsten. Bei den Grobschnecken war *Zebrina detrita* die häufigste Art. Sie konnte beim „Trockenschlaf“ in der Vegetation leicht erfaßt werden. Dabei zeigte sich eine Häufung an bestimmten Pflanzen (Futterpflanzen). Beim Vergleich der Individuenzahlen von Proben mit jeweils gleicher Vegetation auf Brand- und Kontrollflächen ergaben sich jedoch nur geringfügige Unterschiede. Allerdings lag bei den Markierungsversuchen die Wiederfundrate von Tieren, die im Herbst auf der zukünftigen Brandfläche ausgebracht wurden, um mehr als die Hälfte niedriger als bei der Kontrollgruppe. Von der zweiten auf trockenen Böschungen häufigen Grobschnecke *Helicella (spec.)* waren in den Quadratproben vor allem juvenile Tiere (Lebendfunde) innerhalb der Bodenstreu enthalten. In der Vegetation war ihr Anteil gegenüber *Zebrina* sehr gering. Auf der Brandfläche wurden im Brandjahr 1999 im Vergleich zur Kontrolle ca. 50% weniger *Helicellen* gefunden.

Die Ergebnisse stimmen weitgehend mit den Befunden überein, die bereits an südexponierten kleinflächigen Böschungen im Kaiserstuhl erhoben wurden (LUNAU & RUPP 1988). Die Abnahme der Gehäuseschnecken auf den Brandflächen wird auf den Einfluß des Feuers zurückgeführt.

Entsprechend der Feuer- und Temperaturentwicklung beim winterlichen Brennen unterliegt die Böschungsfauuna in den Bereichen über dem Boden einer weitgehend letalen Hitzewirkung. Aufgrund einer unterschiedlichen Feuerintensität auf dem Boden (bei Mitwindfeuer) entsteht hier ein Mosaik unterschiedlicher Temperaturbereiche (LUNAU & RUPP 1988), die stellenweise unterhalb einer Schadenswirkung bleiben. Das bedeutet, dass vom Feuer unbeeinflusste Bereiche inselartig verbleiben, in denen auch epigäische Tiere überleben können. Außerdem befinden sich bei den auf der Bodenoberfläche aktiven Arten zu einer bestimmten Zeit meist nur ein Teil der Individuen auf dem freien Boden, so dass ein Reservoir in geschützten Bereichen verbleibt. Dies erklärt, dass entsprechende Arten trotz potentieller Feuergefährdung auf den Brandflächen nicht vollständig verschwunden sind.

Von den auf Böschungen vorkommenden Gehäuseschnecken ist für einige Arten bekannt, dass sie im Winter außerhalb des Bodens aktiv sind und damit direkt feuergefährdet. Bei der häufigen Art *Zebrina detrita* überwintern adulte Tiere in 3-5 cm Bodentiefe, während jedoch Juvenile auch bei Temperaturen um den Gefrierpunkt und ausreichend hoher Luftfeuchte auf dem Boden aktiv sind und nur kurzzeitig tiefere Versteckplätze aufsuchen (ZIEGLER 1981). Auch für *Helicella* ist eine Winteraktivität bekannt, wobei man an warmen Januartagen schon Paarungen beobachten kann (HENNE 1980; BOGON 1990). Bei der einjährigen Art *Vitrina pellucida*, die an milden Wintertagen selbst bei geringer Schneelage umher kriecht, kann die Eiablage bis in die Wintermonate erfolgen und damit bei einem Brand zu einer direkten Schädigung mit Folgen für die Population führen. Für die meisten auf den Flächen vorkommenden dominanten Kleinschneckenarten (*Truncatellina cylindrica*, *Vallonia costata*, *V. excentrica*, *Euconulus fulvus*, *Clausilia parvula*), von denen auf den Brandflächen deutlich weniger Individuen nachgewiesen wurden, ist keine Winteraktivität bekannt (ZIEGLER 1981).

Welche Bedeutung hier die sogenannten „Sekundärwirkungen“ wie verändertes Mikroklima (Temperatur, Bodenfeuchte), Nahrungsangebot und Räuberdruck auf die Individuendichte haben ist unbekannt.

Da es bei ungünstigeren Lebensbedingungen zu einer stärkeren Abwanderung kommen kann, wurden bei *Z. detrita* mittels markierter Tiere die Ausbreitung auf Brand- und Kontrollflächen erfaßt. Dabei konnten zwischen den behandelten und unbehandelten Flächen keine Unterschiede im Ausbreitungsverhalten festgestellt werden.



## Verfügbarkeit leerer Schneckengehäuse

Innerhalb der Lebensgemeinschaft der Böschungen bilden die Gehäuseschnecken die Ernährungsgrundlage für zahlreiche andere Arten, darunter auch spezialisierte Schneckenräuber wie z.B. die Käfer der Gattung *Drilus*, bei denen die Larven in den Gehäusen überwintern. Daneben dienen die leeren Gehäuse verschiedenen Spinnen- und Insektenarten als Versteck, Nistplatz und Überwinterungsquartier (OBERST 1982; LUNAU & RUPP 1988). Einige solitäre Bienenarten der Gattung *Osmia* sind auf ihr Vorhandensein angewiesen, da sie die Gehäuse zur Anlage ihrer Nester benötigen (BELLMANN 1981). Möglicherweise bedeutet die Verfügbarkeit geeigneter Gehäuse dabei einen limitierenden Faktor. Um eine Beeinträchtigung der Leergehäuse durch das Feuer hinsichtlich ihrer weiteren Nutzbarkeit durch Sekundärbesiedler abzuschätzen, wurden Gehäuse vor dem Brand auf der Böschung deponiert und anschließend ihr Verbrennungsgrad bestimmt. Dabei zeigte sich, dass bei den relativ kleinen Gehäusen von *Zebrina* nur weniger als 10% durch das Brennen soweit zerstört wurden, so dass sie von Besiedlern nicht mehr genutzt werden können. Bei den großen Gehäusen von *Helix* und *Cepaea* lag der Anteil bei ca. 25%. Anhand von Verbrennungsspuren wird eine letale Hitzewirkung bei einer potentiellen Besiedlung auf nur 50% der *Zebrina*-Gehäuse angenommen, bei *Helix* und *Cepaea* jedoch auf ca. 85% der Gehäuse. Während der Anteil von verfügbaren *Zebrina*-Gehäusen, die zudem zahlenmäßig meist häufig vertreten sind, kaum beeinflusst wird, könnten die seltener auftretenden Großgehäuse von *Helix* und *Cepaea* für spezialisierte Besiedler eventuell zu einem Minimum Faktor werden. Zu berücksichtigen ist dabei, dass bei häufigem Brand das Depot der zur Verfügung stehenden Leergehäuse ständig verkleinert wird., da die Nachlieferung nicht in gleichem Maße erfolgt.

## Zur Ausbreitungsfähigkeit

Der Ausgleich der Individuendichte nach einer Abnahme durch eine Feuerschädigung hängt wesentlich von der Vermehrungs- und Ausbreitungsfähigkeit einer Art ab. Arten mit mehreren Generationen pro Jahr, zahlreicher Nachkommenschaft und einer hohen Lauf- oder Flugaktivität, wie dies bei vielen Vertretern der Spinnen und der Insekten der Fall ist, können Verluste schnell kompensieren. So wurden auf Brandflächen bei diesen Gruppen z.T. hohe Aktivitätsdichten ermittelt, die auch auf eine Zuwanderung zurückzuführen sind (BRABETZ 1978; RIES 1978; LUNAU & RUPP 1988; HANDKE 1997). Schnecken gehören zu den Gruppen, die aufgrund ihrer langsamen Fortbewegung nur eine relativ geringe Ausbreitungsfähigkeit besitzen. Von den markierten *Zebrina detrita* befanden sich nach einem Jahr noch ca. 40% der Tiere im Umkreis von 5 m um die Ausbringungsstelle, nur 8% der Wiederfunde wurden in einer Entfernung von ca. 20 m gemacht. Die größte

Distanz, lag bei 30 m. Nach Versuchen von ZIEGLER (1981) im Kaiserstuhl kann *Zebrina detrita* in einem Jahr theoretisch ca. 60 m wandern. Während bei Großschnecken die aktive Zuwanderung aus unbeeinflussten Bereichen in einen Zeitraum von wenigen Jahren eine Bedeutung bei der Zunahme der Populationsdichte haben könnte, ist sie bei den Kleinschnecken jedoch vernachlässigbar. Individuenverluste bei diesen müssen von der verbliebenen Population wieder ausgeglichen werden.

## 4.5 Folgerungen für die Umsetzung

Um direkte und indirekte Schädigungen möglichst gering zu halten, lassen sich aus faunistischer Sicht für eine zukünftige Feueranwendung, unter Einbeziehung der Ergebnisse der früheren Untersuchungen zur Feuerwirkung auf die Böschungsf fauna im Kaiserstuhl (LUNAU & RUPP 1988), folgende notwendige Rahmenbedingungen ableiten:

### Feuerart

Um auf der Bodenoberfläche eine möglichst geringe Hitzeentwicklung zu erreichen, sind nur schnelle Mitwindfeuer, die auf den Böschungen hangaufwärts laufen, anzuwenden. Vom Feuer ausgesparte Böschungsbereiche sollten nicht nachgebrannt werden, da sie Refugien für die Wiederbesiedlung darstellen.

### Zeitpunkt und Witterungsbedingungen

Das Zeitfenster zum Brennen sollte innerhalb der Phase der Winterruhe liegen, da zu dieser Zeit die meisten Tiergruppen inaktiv sind und viele im Boden überwintern, wo sie durch das Feuer nicht gefährdet sind. Da einige Arten in Abhängigkeit von der Temperatur auch im Winter aktiv sind, sollte nur bei niedrigen Außentemperaturen (<10°C) gebrannt werden.

### Flächengröße und Vernetzung

Die angeführten Aspekte haben für die Populationsentwicklung derjenigen Arten eine entscheidende Bedeutung, die sich zum Zeitpunkt des Brennens in der oberen Streu oder Vegetation aufhalten und auf den Brandflächen weitgehend vernichtet werden.

Im Hinblick auf die Wiederbesiedlung gebrannter Flächen sollte deren Ausdehnung deshalb auf die arbeitsökonomisch vertretbar kleinste Flächengröße beschränkt werden.

Um eine Zuwanderung aus unbeeinflussten Bereichen auch für weniger mobile Arten zu ermöglichen, sollte eine möglichst lange Kontaktlinie mit solchen Flächen bestehen. Bei langen Böschungen bedeutet dies ein Wechsel von gebrannten und ungebrannten Parzellen.





## Feuerintervall

Die Fläche sollte nicht jährlich gebrannt werden. In der Zeit nach dem Feuer können Individuenverluste wieder ausgeglichen werden und eine Wiederbesiedlung stattfinden. Für Arten mit mehrjähriger Entwicklung oder geringer Ausbreitungsgeschwindigkeit sind dazu längere Intervalle nötig. Entsprechend der Vegetationsentwicklung sollte auf südlich exponierten Böschungen ein Feuerintervall von 3 Jahren nicht unterschritten werden. Es muß gewährleistet sein, dass sich die Populationen in dieser Zeit wieder auf ein vergleichbares Niveau ungebrannter Flächen erholt haben.

Für feuergefährdete Gruppen, mit geringer Wiederbesiedlungsfähigkeit wie Kleinschnecken ist dieser Gesichtspunkt für den längerfristigen Erhalt ihrer Populationen auf mit Feuer gepflegten Böschungen entscheidend.

Um die längerfristigen Auswirkungen auf die Fauna auch im Hinblick auf naturschutzrelevante Arten zu erfassen, sollten im Rahmen einer künftigen Erprobung des kontrollierten Feueinsatzes die Entwicklung und Etablierung eines „Monitoring-Systems“ auf faunistischer Grundlage begleitend erfolgen. Damit wird eine Erfolgskontrolle der durchgeführten Pflegemaßnahmen ermöglicht.



## 5. Management-Teil

### 5.1 Sozio-Ökonomie

#### 5.1.1 Konzept

Bei Gesprächen mit den verschiedenen Betroffenen und Beteiligten, die im Vorfeld dieser Untersuchung stattfanden, wurde deutlich, dass unterschiedliche Zielvorstellungen bezüglich der zukünftigen Entwicklung der Böschungsflächen im Kaiserstuhl bestehen. Sie reichen von Plädoyers für eine freie un gelenkte Sukzession bis hin zu dem Wunsch, die Böschungen in ihrem historisch gewachsenen Zustand zu erhalten. In diesem Spannungsfeld ist auch der kontrollierte Feuereinsatz zu sehen, mit dessen Hilfe versucht werden soll, den bisher für den Kaiserstuhl typischen offenen Charakter der Böschungen zu sichern.

Doch um über den Einsatz von Pflegemöglichkeiten - in diesem Fall das kontrollierte Brennen - entscheiden zu können, muß im Vorfeld die Frage geklärt werden, welche Ziele mit den Managementmaßnahmen verfolgt werden. Diese müssen klar definiert und operational gestaltet sein, um eine sinnvolle Pflege vor Ort planen und durchführen zu können. Da es jedoch für die zukünftige Entwicklung der Böschungsflächen des Kaiserstuhls bislang keine eindeutig formulierten Zielvorgaben gibt, sollen in dem sozio-ökonomischen Teil Grundlagen für eine zukünftige Zielfindung erarbeitet werden. Dabei wird untersucht, welche Argumente für und welche gegen die Offenhaltung der Rebböschungen sprechen, wie dabei der Einsatz des kontrollierten Brennens im Vergleich zu anderen Pflegemethoden zu bewerten ist und ob ein Interessenausgleich in qualitativer und quantitativer Hinsicht möglich ist.

Um diesen Fragen beantworten zu können, wurde im Jahr 1998 in einem ersten Schritt von der Arbeitsgruppe Feuerökologie in Zusammenarbeit mit dem Institut für Forstpolitik der Universität Freiburg (Betreuer der Diplomarbeit: Dr. U. Schraml) eine Diplomarbeit zu folgendem Thema vergeben: "Feuer in der Landschaftspflege - Fallanalyse zu dem Interessenkonflikt über kontrolliertes Brennen als Pflegevariante auf Rebböschungen im Kaiserstuhl". Dabei wurden von dem Diplomanden Herrn Jens Olaf Weiher (Student an der Forstwissenschaftlichen Fakultät in Freiburg) anhand problemzentrierter Interviews verschiedene Träger öffentlicher Belange (Bsp.: Gemeindevertreter, Winzervertreter, Naturschutzvertreter, Wissenschaftler) bezüglich ihrer Vorstellungen zu diesem Thema befragt. Ferner wurde erfragt, wie in diesem Zusammenhang aus ihrer Sicht ein kontrollierter Feuereinsatz zu bewerten ist. Die Ergebnisse sind im Kapitel 5.1.2 zusammengefasst.

Ursprünglich war als zweiter Schritt eine Akzeptanzbefragung zum kontrollierten Feuereinsatz in der Bevölkerung geplant. Doch erschien es nach den Ergebnissen der oben erwähnten Diplomarbeit sinnvoller, die knappen Projektmittel zu nutzen, um einen Informations- und Arbeitskreis Böschungspflege zu etablieren. Hier treffen sich seit dem Herbst 1999 die unterschiedlichen Interessensgruppen an einem runden Tisch, um gemeinsam Pflegeziele und deren Umsetzungsmöglichkeiten zu erarbeiten. Die Teilnehmer dieses Arbeitskreises sind dem Leitbildtext im Anhang beigefügt.

Ziel des Arbeits- und Informationskreises war es, im Rahmen von vier gemeinsamen Veranstaltungen folgende Themenkreise zu bearbeiten, um gemeinsame Lösungsansätze für die zukünftige Böschungspflege zu entwickeln:

- I. **Informationsveranstaltung für die Teilnehmer zu den Projektergebnissen.** Ferner wurden hier als externe Referenten Prof. Dr. K.-F. Schreiber und Dr. Handke eingeladen, die im Rahmen der Brachflächen-Versuche in Baden-Württemberg über langjährige Erfahrungen im Zusammenhang mit dem kontrollierten Feuereinsatz verfügen.
- II. **Position der einzelnen Behörden, Verbände und Vereine.** Das Treffen diente dazu, die unterschiedlichen Positionen bezüglich des Ist-Zustandes und der zukünftigen Entwicklung der kaiserstühler Rebböschungen untereinander auszutauschen. Dabei wurde jedem Teilnehmer die Möglichkeit geboten, im Rahmen eines kurzen Statements die Position der eigenen Interessensgruppe darzulegen. Auf diesen Aussagen aufbauend wurde ein Vorschlag für ein Leitbildkonzept entworfen und bei dem 3. Treffen zur Diskussion gestellt.
- III. **Erarbeitung eines gemeinsamen Leitbildes für die zukünftige Böschungsentwicklung.** Im Rahmen dieser Veranstaltung wurde der Leitbildentwurf überarbeitet und abgestimmt.
- IV. **Umsetzungsmöglichkeiten der erarbeiteten Leitlinien.** Bei diesem Treffen wurden die allgemeinen Aussagen des Leitbildes in Bezug auf die Anwendung des kontrollierten Brennens konkretisiert.

Ein wesentliches Ergebnis dieses Arbeitskreises ist die Formulierung des oben genannten Leitbildes. Der vollständige Text ist im Anhang enthalten; die Kernaussagen sind im Kapitel 5.1.3 zusammengefasst. Dem Leitbild ist eine Feuer-Management-Komponente beigefügt, in dem die Vorgaben des Arbeitskreises für die Einführung und Umsetzung des kontrollierten Brennens in die Praxis der Böschungspflege konkretisiert werden. Auf diesen Teil wird in Kapitel 5.1.4 näher eingegangen.



### 5.1.2 Zusammenfassung der problemzentrierten Interviews zum Thema Böschungspflege

Das dipolare Spannungsfeld zwischen Naturschützern und Winzern ist am Kaiserstuhl infolge eines massiven Umbaus der Landschaft nach den Bedürfnissen der modernen Weinwirtschaft bereits seit Jahrzehnten Gegenstand politischer Auseinandersetzungen. Es kann als regionaler Ausschnitt innerhalb des umfassenden Konfliktfeldes "Naturschutz contra Landwirtschaft" angesehen werden.

Für diese Untersuchung wird eine Methode der qualitativen Sozialforschung - die qualitative Befragung - verwendet. Das Vorgehen ist durch eine Kombination von Deduktion und Induktion gekennzeichnet. Theoretische Vorkenntnisse werden dabei durch Informationen aus den Aussagen der Befragten ergänzt. Die Auswahl von 20 zu befragenden Akteuren aus den Konfliktparteien orientiert sich an der naturschutzrechtlichen Vorgabe von Behörden, Körperschaften und Verbänden. Grundlage für die anschließende Konfliktanalyse bilden sozialtheoretische Erklärungsansätze über den Prozeß der Interessenvermittlung. Um mögliche Instrumente einer Konfliktregelung zu berücksichtigen, werden daher die empirisch ermittelten Interessenpositionen der Konfliktparteien vor dem Hintergrund von Gesetzesvorgaben und wissenschaftlichen Gutachten bewertet. Aus der Dokumentation der Konfliktlage anhand von ökologischen, ökonomischen und sozialen Teilkonflikten lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Im sozialen Bereich entwickeln sich aus der generellen Konkurrenz der beiden Parteien um eine Durchsetzung ihrer jeweiligen Interessen im politischen Vermittlungsprozeß gegenseitige „Feindbilder“. Diese sind ungerechtfertigt bezüglich des eigentlichen Problems der Böschungsentwicklung. Sie beeinflussen die gesamte Konfliktlage in Form einer Ideologisierung und Verunsachlichung einzelner Interessenpositionen und bewirken die Bildung von Scheinkonflikten.
- Die Konfliktparteien sind nicht in der Lage, miteinander über ihre zwar teilweise unterschiedlichen, doch nicht unvereinbaren ökologischen Zielsetzungen zu kommunizieren. In Bezug auf die Böschungsentwicklung und die Feueranwendung erkennen sie sich gegenseitig nicht als Interessenträger an, um bei einer Lösung des Pflegeproblems zu kooperieren.
- Die Auseinandersetzung über die ökonomische Belastbarkeit der Weinbaubetriebe wird von realen Konflikten dominiert. Die Existenzsicherung dieser Betriebe, gegenüber den Rationalisierungszwängen des Marktes, stellt ein übergeordnetes Problem dar, das Kapazitäten für ökologische Belange einschränkt und den Einsatz staatlicher finanzieller Unterstützung rechtfertigt. Winzer und

Naturschützer treten als Konkurrenten um die Verteilung von Fördermitteln auf.

Die faktenbezogene Analyse bestätigt somit die Annahme einer Polarisierung der Konfrontation um die Böschungsentwicklung unter dem Einfluß sozialer Prozesse und konträrer Wertesysteme von Naturschützern und Landwirten. Zur Verbesserung der dargestellten Mißstände kann vorgeschlagen werden, lokale Kapazitäten für eine Moderation der grundlegend unterschiedlichen Interessenlagen von Naturschutz und Landwirtschaft zu schaffen. Bereits existierende „Runde Tische“, die eine gegenseitige Kommunikation und Anerkennung zwischen derartigen Konfliktparteien fördern, stellen mögliche Ansatzpunkte dar, um regionale Leitbilder als wesentliche Voraussetzung eines erfolgreichen Kulturlandschafts-Managements zu entwickeln. Innerhalb eines derartigen Rahmens könnte auch dem kontrollierten Brennen, als einem Instrument der Landschaftspflege, ein Platz zugewiesen werden.

### 5.1.3 Kernaussagen des Leitbildes

Der gesamte Text des Leitbildes ist dem Anhang beigefügt. An dieser Stelle werden nur die wichtigsten Aussagen zitiert, um die wesentlichen Ergebnisse des Arbeitskreises vorzustellen:

*"Die Rebböschungen des Kaiserstuhls lassen sich hinsichtlich ihrer Funktionen in zwei Kernbereiche unterteilen. Zum Einen müssen sie den Zielen des Weinbaus genügen und zum Anderen haben sie eine bedeutende Rolle für die Ökologie, den Naturhaushalt und das Landschaftsbild der Region. Diese beiden Kernbereiche sind auf vielfältige Weise eng miteinander verzahnt und stehen hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Relevanz gleichberechtigt nebeneinander."*

*"Vor allem hinsichtlich der Belange des Qualitätsweinbaus soll ein möglichst großer Anteil der Rebböschungen eine offene Vegetationsstruktur (Dominanz von Rasen- und Saumarten) aufweisen. Vereinzelte Gebüschgruppen, die zur Struktur- und Lebensraumvielfalt auf den Böschungen beitragen, werden positiv gewertet, solange keine Beschattung der Reben erfolgt und die Böschungstabilität gewährleistet ist.*

*Diese Forderungen stehen in Einklang mit den Zielen von Naturschutz und Landespflege, wenn auch die Begrenzung der Gehölzentwicklung aus naturschutzfachlicher Sicht nicht in allen Fällen als unbedingt notwendig erachtet wird (...).*

*Aus landeskultureller Sicht ist eine Bewahrung der historisch gewachsenen offenen Vegetationsstruktur der Böschungen zu begrüßen, da diese wesentlich zur Vielfalt, Eigenart und Schönheit der Weinbaugebiete des Kaiserstuhls beiträgt. Dies gilt insbesondere für die alten Rebgebiete (...)."*



*"Um diese Ziele zu erreichen, ist eine nachhaltige Pflege in den meisten Fällen unumgänglich. Um die dazu notwendigen Maßnahmen planen, organisieren und durchführen zu können, soll nach Möglichkeit ein umfassendes Pflegekonzept erarbeitet werden (...). Dabei ist eine enge Zusammenarbeit zwischen den betroffenen Gemeinden, Winzern, Landwirtschaftsbehörden sowie des amtlichen und ehrenamtlichen Naturschutzes anzustreben."*

Pflegetechniken, die in diesem Zusammenhang zur Anwendung kommen sollen, sind die Mahd, das Mulchen, die Entbuschung, die Wiesenansaat und das kleinflächige mosaikartige kontrollierte Brennen im Winter sowie Kombinationen der genannten Maßnahmen. Der wichtigste Punkt ist hierbei, dass das kontrollierte Brennen von allen Beteiligten als eine Möglichkeit der zukünftigen Böschungspflege akzeptiert wird. Es soll dort, wo es sinnvoll erscheint, die anderen Pflegemöglichkeiten ergänzen und erweitern. So ist es gelungen, die zu Beginn des Projektes herrschenden emotional und rational begründeten Konfliktfelder zu überwinden und im Rahmen einer von Sachargumenten dominierten Debatte eine Kompromisslösung zu erarbeiten, die von allen Beteiligten getragen werden kann.

#### **5.1.4 Integriertes Feuer-Management**

Während die Zielvorgaben des Leitbildes sehr allgemein gehalten sind, werden in dessen Anhangsteil die inhaltlichen Eckpunkte zur Einführung des kontrollierten Brennens zur Pflege der Rebböschungen detaillierter dargestellt. Dieser "Feuer-Management-Teil" umfasst folgende zentrale Punkte, die im Arbeits- und Informationskreis einstimmig beschlossen wurden (Der gesamte Text ist dem Anhang dieser Arbeit beigelegt):

##### **I. Rechtliche Voraussetzungen**

Das flächige Abbrennen von Vegetation ist nach §29 (2) NatschG Ba-Wü verboten, es besteht jedoch die Möglichkeit von Ausnahmegenehmigungen. Hier bietet sich aus Gründen der Praktikabilität die Allgemeinverfügung und der öffentlich rechtliche Vertrag an. Um diese Rechtsinstrumente anwenden zu können und dabei auch die notwendige Rechtssicherheit zu erlangen, müssen folgende Rahmenbedingungen eindeutig geklärt werden:

##### **II. Abgrenzung der für den Feuereinsatz vorgesehenen Flächen**

Um das Rechtsinstrument der Allgemeinverfügung nutzen zu können, ist es notwendig, die Flächen, für die die Ausnahmegenehmigung gilt, parzellenscharf

abzugrenzen. Als Kartengrundlage dient die Flurkarte mit dem Maßstab 1:1500. Hier sollen alle Flächen erfasst werden, auf denen das Feuer potentiell zum Einsatz kommen kann. Das sind alle Böschungen, die in Privat- oder Gemeindebesitz sind, abgesehen von §24a-Biotopen, Naturschutzgebieten und flächenhaften Naturdenkmälern. Die tatsächlich für den Feuereinsatz zur Verfügung stehenden Flächen werden weiter eingegrenzt durch die standörtlichen Rahmenbedingungen, die darüber entscheiden ob dieser überhaupt möglich ist. Der entscheidende Faktor dabei ist die Menge und Verteilung des Brennmaterialangebotes. Daher scheiden zum Einen die meisten sehr trockenen und flachgründigen Standorte aus, da hier aufgrund der lückigen Vegetationsstruktur in der Regel keine flächige Brandausdehnung zu erwarten ist. Zum anderen werden die potentiell möglichen Brandflächen durch schon verbuschte Standorte, die sich häufig auf frischen bis feuchten Böschungsstandorten befinden, eingegrenzt. Hier ist das kontrollierte Brennen allenfalls nach einer mechanischen Erstpflege möglich.

##### **III. Rahmenbedingungen für die Durchführung des Brennens**

Um die sachgemäße Durchführung des Brennens kontrollieren und gewährleisten zu können, bedürfen folgende Punkte einer eindeutigen Regelung:

- Brennzeitraum
- Meteorologische Voraussetzungen
- zugelassene Brandtechniken
- Feuerfrequenz (Zeitintervall zwischen den Bränden auf der selben Fläche)
- Größe und Verteilung der Brandflächen

##### **IV. Zum Feuereinsatz berechnigte Personen, Qualifikation**

Die Durchführung des kontrollierten Brennens obliegt genauso wie alle anderen Pflegemaßnahmen dem Eigentümer der Böschung bzw. dem Bewirtschafter der dazugehörenden Rebfläche. Im Grundsatz soll jeder berechnigt sein, das kontrollierte Brennen einzusetzen, der die notwendige Qualifikation dazu besitzt. Diese wird durch Schulungen im Rahmen von Informationsveranstaltungen erworben. Die Teilnahmebestätigung gilt als Zertifikat für die Qualifikation.

##### **V. Zeitliches Vorgehen**

Das kontrollierte Brennen soll ab dem Winter 2001/2 auf den dafür vorgesehenen Böschungsflächen im gesamten Kaiserstuhl möglich sein. Um die Voraussetzungen dafür schaffen zu können, ist im Winter 2000/1 einen Großversuch auf ausgewählten größeren Flächen einer Gemeinde (Vogtsburg) geplant. Aufbauend auf den hier gemachten Erfahrungen wird



ab dem Winter 2001/2 eine zeitlich befristete und kaiserstuhlweit geltende Ausnahmegenehmigung erteilt. Am Ende dieser zeitlich auf ca. 6 Jahre befristeten Testphase sollen im Rahmen einer ökologischen und ökonomischen Effizienzkontrolle die erzielten Ergebnisse bewertet und über eine Fortsetzung der Ausnahmegenehmigung entschieden werden.

## VI. Größe und Verteilung der Brandflächen im Rahmen des Großversuches

Das wesentliche Ziel des Großversuches ist es, sowohl ein ökologisch sinnvolles und vertretbares als auch praktikables Konzept für den zukünftigen Einsatz des kontrollierten Brennens zu erarbeiten und dessen Umsetzung zu testen. Dabei spielt die Größe und Verteilung der einzelnen gebrannten Böschungsabschnitte eine zentrale Rolle. Generell gilt für das kontrollierte Brennen, dass nur Teilabschnitte einer Böschung in einem Winter gebrannt werden dürfen, die mosaikartig im Raum verteilt sein müssen. Die einzelnen Brandflächen dürfen nicht direkt aneinander stoßen.

Für die Böschungen in Privatbesitz, die sich in der Regel in den alten Rebgebieten befinden, gilt, dass es um so besser ist, je kleinflächiger die einzelnen gebrannten Abschnitte sind. Dabei darf maximal die Hälfte eines Böschungsabschnitts pro Jahr am Stück gebrannt werden, der zu einem Grundstück gehört. Die Großböschungen, die sich im Besitz der Gemeinden befinden, zeichnen sich durch große zusammenhängende Böschungskomplexe aus, die sich über mehrere hundert Meter erstrecken können. Hier dürfen in Abhängigkeit des Standortes maximal 50 m am Stück gebrannt werden.

Eine endgültige Entscheidung über die maximale Größe und die Verteilung der einzelnen Brandflächen für die kaiserstuhlweit geltende Ausnahme soll erst nach den Erfahrungen des Großversuches getroffen werden. Es wird davon ausgegangen, dass dann ausreichend Erfahrungen in der Umsetzung vorliegen.

## VII. Öffentlichkeitsarbeit

Es ist eine aktive Öffentlichkeitsarbeit notwendig, um über die Rolle, Gefahren und Chancen des kontrollierten Brennens zu informieren und um dem illegalen Flammen vorzubeugen.

## 5.2 Einsatzmöglichkeiten für das kontrollierte Brennen

Auf der Grundlage der Ergebnisse aus dem vegetationskundlichen Untersuchungsteil dieses Projektes werden in Tabelle 3 die potentiellen Einsatzmöglichkeiten des kontrollierten Brennens zur

Pflege unterschiedlicher Vegetationstypen der kaiserstühler Rebböschungen dargestellt.

Tab.11 Eignung verschiedener Vegetationstypen der Rebböschungen zum kontrollierten Feuereinsatz

Struktur	Vegetationstyp	Eignung zum Feuereinsatz	Feuerintervall
lückige Struktur	Fragmentarischer Trockenrasen ( <i>Xerobromion</i> ) / Feldbeifuß-Flur ( <i>Artemisia campestris</i> )	zwecklos	
wiesen- bzw. saumartige Struktur	Stinkkrauken -Quecken - Flur ( <i>Diplotaxi - Agropyretum</i> )	gut	≥ 3 Jahre
	Fragmentarischer Halbtrockenrasen ( <i>Mesobromion</i> )	gut	≥ 3 Jahre
	Baldrian - Fiederzwenken - Glatthafer - Flur ( <i>Valeriana - Brachypodium - Arrhenatherion</i> )	gut	≥ 2 Jahre
	Goldruten-Flur ( <i>Solidago spec.</i> ) mäßig trockener bis mäßig frischer Standorte	mäßig	2 - 3 Jahre
	Goldruten-Flur ( <i>Solidago spec.</i> ) frischer bis feuchter Standorte	zwecklos	
Gebüsch-Sukzession	Frühe Gebüschstadien (in Wiesen/ Saum-Struktur eingebettet)	gut (?)	2 - 3 Jahre
	Ältere Gebüschstadien (mit fragmentarischer Wiesen/Saum-Struktur)	nach Erstflege und Wiesen-saat ?	?
	Waldreben-Flur ( <i>Clematis vitalba</i> )	zusammen mit mechanischer Pflege ?	?
	Amerikaner-Reben-Flur ( <i>Vitis labrusca</i> )	mäßig	2 - 3 Jahre

## 5.3 Potentielle Brandtage

Bei keinem anderen Pflegeeingriff ist der Erfolg bzw. Mißerfolg der Maßnahme so sehr von den Witterungsbedingungen abhängig wie beim kontrollierten Brennen. Dabei hat sowohl der Witterungsverlauf in den Tagen vor dem Brennen als auch die aktuellen Wetterbedingungen zum Brennzeitpunkt einen wesentlichen Einfluss auf das Feuerverhalten. Da das kontrollierte Brennen der Rebböschungen zu einem Zeitpunkt durchgeführt werden soll, bei dem die Aktivität der Fauna möglichst gering ist, eignen sich besonders Tage, die in eine längere Kälteperiode eingebettet sind. Ferner sollten zumindest die beiden Tage vor dem Brandtermin niederschlagsfrei sein, so dass die Streu die nötige Trockenheit aufweist, damit sich das Feuer flächig ausbreiten kann. Optimale Witterungsverhältnisse zum Brennzeitpunkt der Böschungen herrschen, wenn die Windgeschwindigkeiten sehr gering sind, die Mittagstemperaturen zwischen -5 und +10°C liegen und die relative Luftfeuchte zwischen 40 und 60 Prozent beträgt. Unter diesen Bedingungen können sowohl trockene als auch frische Böschungen gebrannt werden. Mögliche, aber nicht optimale





Voraussetzungen herrschen bei Mittagstemperaturen unter +15°C und einer relativen Luftfeuchte zwischen 40 und 70 Prozent. Hier sollte vor allem wegen der höheren Temperaturen und der daraus resultierenden größeren faunistischen Aktivität auf ein Brennen der trockenen (Süd-)Böschungen verzichtet werden. (Diese Rahmenbedingungen orientieren sich an den Arbeiten SCHIEFER 1982 und SCHREIBER 1981, wurden jedoch für die Verhältnisse der extrem steilen Böschungslagen des Kaiserstuhls etwas modifiziert.)

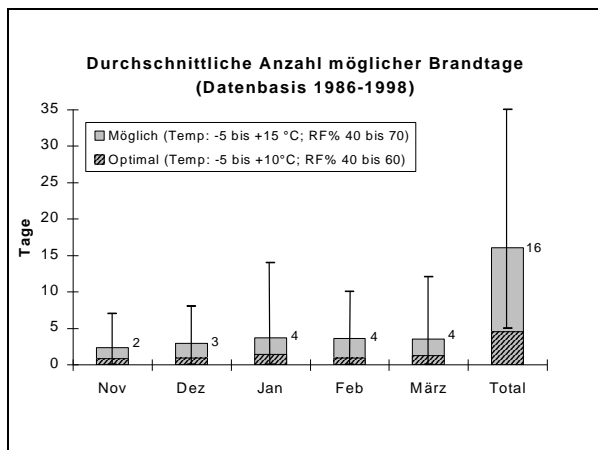


Abb. 27 Verteilung der durchschnittlichen Brandtage während der Wintermonate (RF%: relative Luftfeuchte)

Die Verteilung der möglichen und optimalen Brandtage unter Beachtung der oben aufgestellten Rahmenbedingungen können der Abbildung 27 entnommen werden. Bei der Betrachtung dieser fällt auf, dass die Anzahl der Brandtage von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich ist, jedoch im Schnitt pro Jahr nur 16 Tage für den Feuereinsatz zur Verfügung stehen. Das bedeutet, dass noch einige logistische Schwierigkeiten zu überwinden sind, falls das kontrollierte Brennen in Zukunft zur Böschungspflege eingesetzt werden soll. Dies gilt insbesondere unter Berücksichtigung der großen Ausdehnung der Böschungflächen (vgl. Kapitel 1.2) und der Prämisse des kleinflächigen und abschnittsweisen Brennens.

#### 5.4 Kostenkalkulation verschiedener Pflegeverfahren

Neben den ökologischen sollen im Rahmen dieses Projektes auch die ökonomischen Bedingungen für den Feuereinsatz berücksichtigt werden. Dies ist jedoch zum jetzigen Zeitpunkt nur sehr eingeschränkt möglich, da in dieser ersten Projektphase das Feuer nur auf wenigen Böschungflächen zum Einsatz gekommen ist, um grundlegende feuerökologische Fragestellungen zu bearbeiten. Dabei wurde jedoch weniger Wert auf die ökonomische Optimierung der Durchführung des Brennens gelegt, sondern es stand vielmehr die exakte Datenerfassung im Vordergrund.

Dennoch wird in der Tabelle 4 versucht, die Kostenstruktur und den Kostenrahmen konventioneller Pflegemaßnahmen mit dem kontrollierten Brennen zu vergleichen. Die eingesetzten Stundensätze stammen von einem Unternehmen, das in der Landschaftspflege am Kaiserstuhl tätig ist und können deshalb als realistisch angesehen werden.

Zur Kalkulation der konventionellen Pflege wird davon ausgegangen, dass ein ca. 7,5m breiter Streifen am Böschungsfuß maschinell gemulcht werden kann, der Rest der Fläche muß manuell mit einem Freischneider gemäht werden. Das Mahdgut verbleibt auf der Fläche. In die Kalkulation des kontrollierten Brennens fließt zum Einen der Aufwand zur Begrenzung der Brandfläche ein. Dies geschieht, indem jeweils rechts und links ein Schutzstreifen gebrannt wird (Zeitbedarf pro Schutzstreifen ca. 1/2 Stunde mit 2 Personen). Erst danach kann die eigentliche Fläche überbrannt werden. Damit wird bei dieser Kalkulation von dem ungünstigsten Fall ausgegangen, dass zwei Grenzen gebrannt werden müssen und keine natürlichen Hindernisse wie etwa Gebüsch oder Änderungen in der Exposition den Brand von alleine aufhalten. Die Geräte (drip-torch<sup>1</sup> und Schaufeln) werden mit den gleichen Stundensätzen berechnet wie der Freischneider.

Tab.12 Kalkulation des Pflegeaufwandes für einen 50 m langen und 28 m hohen Böschungsabschnitt (SO-Böschung, P3)

Kostenart	Stundensätze	Zeitbedarf	Aufwand
<b>Maschinelle/manuelle Pflege</b>			
Schlepper mit Mulchgerät (incl. Fahrer)	135 DM	3,5 min bei • 75 m/min; • 1,5 m-Ausleger • 7,5 m breiter Streifen	7,88 DM
Geräte (Freischneider)	18 DM	9 Stunden	162,- DM
Arbeitsstunden	32 DM	9 Stunden bei: • 1 Pers.: 116m <sup>2</sup> /St. • 2050 m <sup>2</sup> Ges.-Fläche	288,- DM
<b>Summe</b>			<b>457,88 DM</b>
<b>Kontrolliertes Brennen</b>			
Geräte (Drip-torch, Schaufeln)	18 DM	1,5 Stunden	27,- DM
Arbeitsstunden	32 DM	3 Stunden • 2 Pers. x 1,5 Stunden • Brandgrenzen 1 St. • Brennen 0,5 St.	96,- DM
<b>Summe</b>			<b>123,- DM</b>

<sup>1</sup> drip-torch: "Feuerkanne", die zum Entzünden der Vegetation genutzt wird.



Bei dieser Gegenüberstellung fällt auf, dass die benötigten Arbeitsstunden bei der maschinellen/manuellen Pflege ca. das Dreifache des Feuereinsatzes betragen, um einen 50m langen und 28m hohen Böschungsabschnitt zu pflegen. Der finanzielle Aufwand der konventionellen Pflege ist nach dieser Kalkulation ca. drei bis vier mal so hoch wie der des kontrollierten Brennens. Bei der Kalkulation wird jedoch nur der Aufwand für die Durchführung der Arbeiten berücksichtigt. Planungskosten gehen nicht mit ein, da hierzu keine Datengrundlage existiert. Doch kann davon ausgegangen werden, dass in beiden Fällen eine vom Umfang her ähnliche Pflegeplanung durchgeführt werden muss, um die knappen Mittel möglichst effizient einzusetzen. Ein Problem, das sich beim Feuereinsatz zusätzlich stellt, sind die sehr wenigen Tage im Jahr, die sich zum Brennen eignen. Deswegen muss innerhalb weniger Stunden über den Einsatz entschieden und dieser auch durchgeführt werden. Das bedeutet, dass die dazu notwendigen Arbeitskräfte sehr kurzfristig verfügbar sein müssen, was eine ganze Reihe logistischer Probleme mit sich bringen kann. Inwiefern sich diese auf die Kosten niederschlagen, kann bislang noch nicht abgeschätzt werden.

Bei WEGENER (1997) werden anfallende Kosten für unterschiedliche Pflegevarianten aufgeführt, die die Entbuschung, Mahd, Beweidung und den kontrollierten Feuereinsatz berücksichtigen. Diese beziehen sich jedoch auf die Verhältnisse in Ostdeutschland. Dabei werden für die "fast ausschließliche Brandpflege" im ersten Jahr Kosten von 300-400 DM/ha und in den darauffolgenden Jahren von 80-100 DM/ha kalkuliert. Werden diese mit den Richtsätzen für Landschaftspflegearbeiten (in Baden-Württemberg für die Jahre 1992/93) verglichen, so liegen die Kosten des Feuereinsatzes um ein Vielfaches unter denen der motor-manuellen Verfahren<sup>2</sup>, die als Alternative zur flächigen Böschungspflege in Betracht kommen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass mit dem derzeitigen Kenntnisstand keine eindeutige Bewertung der Kosten, die beim kontrollierten Brennen anfallen, durchgeführt werden kann. Doch zeichnet sich beim Vergleich der wenigen vorhandenen Zahlen ab, dass die Kosten der Durchführung des kontrollierten Brennens viel geringer sind als die der zur Alternative stehenden Pflegeverfahren. Dabei darf jedoch nicht vergessen werden, dass auch das kontrollierte Brennen einen nicht unerheblichen Aufwand darstellt, falls es auf größerer Fläche geplant und gezielt angewendet wird.

---

<sup>2</sup>

Mahd mit Motormäher: 445,- DM/ha  
Handmahd mit Motorsense: 1400,- DM/ha  
Abtransport des Mahdgutes 335,- bis 875 DM/ha



## 6. Zusammenfassung

In dem dreijährigen Forschungsprojekt "Feuerökologie und Feuermanagement auf ausgewählten Rebböschungen des Kaiserstuhls" wurden die zukünftigen Einsatzmöglichkeiten des kleinflächigen und kontrollierten Brennens während des Winters als eine Pflegevariante der Rebböschungen untersucht. Diese sind in den meisten Fällen von Natur aus potentielle Waldstandorte und verdanken ihren historisch gewachsenen Offenlandcharakter der Mahd, die hier bis zum Beginn des Zweiten Weltkrieges regelmäßig durchgeführt wurde. Aufgrund veränderter betrieblicher Rahmenbedingungen wurden sie daraufhin vermehrt im Winter geblämt, bis Mitte der siebziger Jahre das Flämmverbot in Kraft trat. Seither liegen die Böschungen der Alt- und Umlegungsgebiete als Brachland zwischen den Rebterrassen.

### Bodenfeuchte und Bodentemperaturen

Untersuchungen zu den Bodenfeuchte- und Bodentemperaturverhältnissen auf verschiedenen Böschungen ergaben, dass die Brandflächen im Vergleich zu den Kontrollflächen je nach Standort über die gesamte Vegetationsperiode nach dem Brennen trockener und wärmer wurden. In Abhängigkeit von Standort und Exposition konnte auch in der 2. Vegetationsperiode noch eine Temperaturerhöhung nachgewiesen werden. Begründen läßt sich dieser Effekt durch die starke Reduktion der Streumenge auf den Brandflächen.

### Vegetationskundlicher Teil

Bei der Auswertung der vegetationskundlichen Daten (Vegetationstabellen und Artenanzahl/Evenness-Diagramme von P1, P3 und P4) zeigt sich zwar, dass das Feuer vor allem auf den Probeböschungen P1 (NW-Böschung mit wiesenartiger Vegetationsstruktur) und P4 (*Solidago*-dominierte O-Böschung) eine gewisse Dynamik ausgelöst hat, jedoch konnte insgesamt weder in der Artenausstattung noch in deren Verteilung (Evenness) innerhalb der letzten drei Jahre ein negativer Trend nachgewiesen werden.

Erstaunlich ist, dass die Rhizomgräser *Bromus inermis* (unbewehrte Trespe) und *Brachypodium pinnatum* (Fiederzwenke) durch den Feuereinsatz bislang keine eindeutige Förderung erfuhren, was nach den Ergebnissen anderer Untersuchungen zu erwarten gewesen wäre. Ähnliches gilt für *Solidago gigantea* (Späte Goldrute). Auch hier konnte bisher keine Förderung nachgewiesen werden. Im Gegenteil scheint letztere Art, die ihr Optimum im frischen Bereich hat, auf der Ost-Böschung (P4) durch den Feuereinsatz eher etwas an Vitalität verloren zu haben, da der Standort hier trockener wurde. Auf feuchteren Standorten reagierte die Art bislang indifferent auf den Feuereinsatz.

Bei Gehölzarten nimmt die Mortalitätsrate mit zunehmendem Triebdurchmesser ab. Individuen, mit

einem über 2cm starken Trieb (in 30cm Höhe) überleben überwiegend den Feuereinsatz. Ferner regenerieren sich stockausschlagsfähige Arten nach dem Brennen wieder. Ob eine vegetative oder generative Neubesiedlung von bislang noch unverbuschten Flächen konsequent durch das Feuer verhindert wird, kann nach dem dreijährigen Untersuchungszeitraum nicht abschließend beantwortet werden. Nach SCHREIBER (1997) ist dies jedoch in der Mehrzahl der Fälle möglich.

Insgesamt deuten die vegetationskundlichen Ergebnisse dieser Arbeit darauf hin, dass Teilbereiche der kaiserstühler Rebböschungen mit Hilfe des kleinflächigen, kontrollierten Brennens im Winter durchaus gepflegt und entwickelt werden können. Dabei handelt es sich in erster Linie um noch wiesenartige oder höchstens ansatzweise verbuschte Bereiche, deren heutige noch von Offenheit geprägte Struktur mit Hilfe eines entsprechenden integrierten Feuer-Managements erhalten werden könnte.

### Faunistischer Teil

Zur Berücksichtigung faunistischer Aspekte im Rahmen des Projektes wurden die Auswirkungen des kontrollierten Brennens auf die Gehäuseschnecken untersucht. Aufgrund ihrer Feuergefährdung und geringen Ausbreitungsfähigkeit sind sie in besonderem Maße vom Einsatz des Feuers betroffen und repräsentativ für andere Tiergruppen.

Die Untersuchungen wurden auf einer südexponierten Großböschung im Zentralkaiserstuhl durchgeführt. Mittels der Quadratmethode wurde die Schneckenfauna auf Brand- und Kontrollflächen nach je einem Brandereignis in zwei verschiedenen Jahren vergleichend erfaßt. Zur Ermittlung des Ausbreitungsverhaltens wurden Individuen von *Zebrina detrita* farblich markiert und auf den Versuchsflächen ausgebracht. Um die Verfügbarkeit leerer Gehäuse nach dem Brennen im Hinblick auf die Schneckenhausbesiedler abzuschätzen, erfolgte die Ermittlung des Verbrennungsgrades deponierter Gehäuse von drei verschiedenen Arten (*Zebrina detrita*, *Cepaea spec.*, *Helix pomatia*).

Die Anzahl lebender Gehäuseschnecken war auf den Brandflächen gegenüber den Kontrollflächen um mehr als die Hälfte geringer. Bei allen Arten befanden sich auf den gebrannten Flächen im Vergleich zur Kontrolle stets weniger lebende Tiere. Etwa 95% der Individuen entfiel auf Kleinschneckenarten (< 10 mm). Bei diesen Arten war auch der zahlenmäßige Rückgang am stärksten. Das Artenspektrum und die Dominanzstruktur blieben gleich. Die Wiederfundquote markierter *Zebrina detrita* war auf der Kontrollfläche doppelt so hoch. Die deutliche Abnahme der Gehäuseschnecken auf den Brandflächen wird auf den Einfluß des Feuers zurückgeführt.



Im Ausbreitungsverhalten von *Zebrina detrita* konnten keine Unterschiede zwischen Brand- und Kontrollflächen festgestellt werden. Nach einem Jahr befanden sich noch ca. 40% der Tiere im Umkreis von 5 m der Ausbringungsstelle. Nur 8% der Schnecken hatten sich 20-30 m vom Ausbringungsort entfernt.

Der Verbrennungsgrad der Leergehäuse war bei den verschiedenen Arten unterschiedlich. Von den relativ kleinen Gehäusen von *Zebrina* waren nur ca. 10% soweit verbrannt, dass sie von Schneckenhausbesiedlern nicht mehr genutzt werden könnten, während die größeren Gehäuse von *Cepaea* und *Helix* zu ca. 25% entsprechend zerstört waren. Verbrennungsspuren, bei denen eine letale Hitzewirkung für potentielle Bewohner angenommen wird, hatten bei *Zebrina* nur ca. 50%, jedoch lag der Anteil bei *Cepaea* und *Helix* bei 85%.

Im Hinblick auf eine zukünftige Anwendung des kontrollierten Brennens wurden Rahmenbedingungen abgeleitet, um die direkten und indirekten negativen Auswirkungen möglichst gering zu halten. Besondere Bedeutung haben hierbei Brandflächengröße und Feuerintervall. Zudem sollten die gebrannten Bereiche mit genügend großen ungebrannten vernetzt sein.

### Management Teil

Eine anhand von Experteninterviews durchgeführte Fallanalyse konnte zeigen, dass gegenseitige Feindbilder von Landwirtschafts- und Naturschutzseite die gesamte Konfliktlage um das kontrollierte Brennen in Form einer Ideologisierung und Verunsachlichung einzelner Interessenspositionen verschärfen (WEIHER 1998). Es existieren teilweise unterschiedliche, jedoch nicht unbedingt unvereinbare ökologische Zielsetzungen. So favorisieren die Gemeinden und Winzer eine großflächige Offenhaltung der Böschungen, während die Naturschutzseite sich eher auf wenige besonders wertvolle Flächen konzentrieren möchte. Es sind vor allem ökonomische Fragen, wie die finanzielle Belastung der Böschungseigentümer durch die Böschungspflege oder die Konkurrenz um Fördermittel, die zu realen Konflikten führen.

Um dieses Spannungsfeld zu durchbrechen und zu einer Lösung in der Zielfrage der zukünftigen Böschungsentwicklung zu kommen, wurde im Herbst 1999 der "Informations- und Arbeitskreis Böschungspflege" in Form eines "runden Tisches" eingerichtet. An diesem haben Vertreter der Winzer, der Gemeinden der betroffenen Behörden sowie des ehrenamtlichen Naturschutzes teilgenommen. Dabei gelang es, ein von allen akzeptiertes Leitbild zu formulieren, bei dem auch das kontrollierte Brennen in die Palette der Pflegemöglichkeiten mit aufgenommen wurde. Ferner wurden auch die notwendigen Rahmenbedingungen zu dessen Einführung erarbeitet. In einem Großversuch soll im Winter 2000/1 auf größeren Teilflächen einer Gemeinde das kontrollierte Brennen probeweise zum

Einsatz kommen mit dem Ziel, es im Winter 2001/2 im gesamten Kaiserstuhl zuzulassen.

Der wesentliche Punkt, der zur Aufnahme des kontrollierten Brennens in die Palette der Pflegemaßnahmen führte, ist die Einsicht, dass unter den gegenwärtigen ökonomischen Rahmenbedingungen eine Pflege mit den bislang durchgeführten Maßnahmen zur Offenhaltung großer Böschungflächen unmöglich ist. So wäre die Mahd hinsichtlich der Erhaltung der historisch gewachsenen Ökosysteme der Böschungen in den meisten Fällen das optimale Pflegeverfahren. Diese ist flächig jedoch bestenfalls in kleinen Teilbereichen leistbar. Deswegen bietet der Einsatz von Pflegefeuern unter dem Gesichtspunkt der Praktikabilität die letzte Chance die typischen offenen Vegetationsstrukturen größerer Bereiche der Böschungen zu erhalten. Inwieweit dieses Ziel mittel- bis langfristig tatsächlich durch das kontrollierte Brennen erreicht werden kann, ist heute noch nicht abschließend zu beurteilen. Trotzdem sollte der kontrollierte Feuereinsatz so schnell als möglich in die Praxis der Böschungspflege integriert werden, da mit jedem Jahr des Abwartens weitere offene Flächen verloren gehen. Eine endgültige Bewertung kann jedoch erst nach einigen Jahren der praktischen Erfahrung erfolgen.



## 7. Literatur

- BAMMERT, J.W. (1992): Böschungsvegetation im Rebberg "Badenberg", Oberrotweil. Unveröff. Gutachten, Gottenheim 1992.
- BRABETZ, R. (1978): Kontrolliertes Brennen als Landschaftspflegeversuch im Spessart. – Natur u. Museum, 108 (5): 147-151.
- BELLMANN, E. (1981): Zur Ethologie mitteleuropäischer Bauchsammlerbienen. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 53/54, 477-540.
- BLUM, P., AGENA, C.A., FRANKE, J. (1990): Niedersächsisches Naturschutzgesetz, Kommentar. - Komunal- und Schulverlag GmbH & Co, Wiesbaden.
- COLLING, M (1992): Muscheln und Schnecken - Einführung in die Untersuchungsmethodik. - In: Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen (J. TRAUTNER, Hrsg.); Weikersheim: Markgraf.
- DAUBENMIRE, R. (1968): Ecology of fire in Grasslands. - Advanc. Ecol. Research 5, 209-266.
- ELLENBERG, H.; WEBER, H.E.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobotanica 18, 258 S.
- ERZ, W. (1986): Naturschutz - Grundlagen, Probleme, Praxis. In: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt (Buchwald & Engelhardt, Hrsg.), S. 560-637.
- FISCHER, A. (1982): Mosaik und Syndynamik der Pflanzengesellschaften im Kaiserstuhl (Südbaden). - Phytocoenologica 10(3), 73-256.
- FISCHER, A. (1986): Feinanalytische Sukzessionsuntersuchungen in Grünlandbrachen - Vegetationsentwicklung un gelenkt und nach Begrünung. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 61, 349-390.
- GACK, C. & KOBEL-LAMPARSKI A. (1985): Bemerkenswerte Käferfunde aus dem Kaiserstuhlgebiet. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 59/60, 361-390.
- GOLDAMMER, J.G. (1993): Feuer in Waldökosystemen der Tropen und Subtropen. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 251 S.
- GOLDAMMER, J.G., PAGE, H., PRÜTER, J. (1997): Feuereinsatz im Naturschutz in Mitteleuropa - Ein Positionspapier. - NNA-Berichte 10(5), 2-17.
- GOLDAMMER, J.G. & PAGE, H. (1998): Überlegungen zum Einsatz von kontrolliertem Brennen bei der Reetablierung dynamischer Proesse in der Landschaft. - Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch., H.56, BfN, 283-299.
- GREENE, S.W. (1935): Relation between winter grass fires and cattle grazing in the longleaf pine belt. - J. For. 33(3), 338-341.
- HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation. - Diss. Bot. 65, 268 S.
- HANDKE, K. (1997): Zur wirbellosen Fauna regelmäßig gebrannter Brachflächen in Baden-Württemberg. - NNA-Berichte 10(5), 72-81.
- HARE, R.C. (1965): Contribution of bark to fire resistance of southern trees. - J. For., 248-251.
- HARTMANN, E. & KONOLD, W. (1995): Späte und Kanadische Goldrute (*Solidago gigantea* et *canadensis*): Ursachen und Problematik ihrer Ausbreitung sowie Möglichkeiten ihrer Zurückdrängung. - In: Gebietsfremde Pflanzen. Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope, Kontrollmöglichkeiten und Management (R. Böcker, H. Gebhardt, K. Konold, Hrsg.). Ecomed-Verlag, 93-104.
- HEIKKILÄ, T.V.; GRÖNOVIST, R.; JURVELIUS, M. (1993): Handbook on forest fire control. Forest Training Programme 21, National board of education of the government of Finland, Helsinki 1993, 239 p.
- HENNE, U. (1980): Qualitative und quantitative Untersuchungen zum Artenspektrum der Schnecken an ausgewählten Flächen im Kaiserstuhl unter spezieller Berücksichtigung der Rebflurbereinigung. - Staatsexamensarb. Univ. Freiburg i.Br.
- HORION, A. (1949): Käferkunde für Naturfreunde. - Frankfurt a.M. (Klostermann).
- HULBERT, L.C. (1969): Fire and litter effects in undisturbed bluestem prairie in Kansas. - Ecology 50(5), 874-877.
- KOBEL-LAMPARSKI, A. & LAMPARSKI, F. (1996): Sukzessionsuntersuchungen im Reb Gelände des Kaiserstuhls - Phytophage -. - Veröff. PAÖ 16, 379-390.
- KÖHLER, W.; SCHACHTEL, G.; VOLESKE, P. (1995): Biostatistik, Einführung in die Biometrie für Biologen und Agrarwissenschaftler. Springer-Verlag, 2. Aufl., 285 S.
- KOLLMANN, J. (1992): Gebüschentwicklung in Halbtrockenrasen des Kaiserstuhls. - Natur und Landschaft 67(1), 20-26.





- KOLLMANN, J. (1994): Ausbreitungsökologie endozoochorer Gehölzarten. - Veröff. PAÖ (9), 142-158.
- KOLLMANN, J. & STAUB, S. (1995): Entwicklung von Magerrasen im Kaiserstuhl nach Entbuschung. - Z. Ökologie u. Naturschutz 4, 87-103.
- KRAMER, H. & AKCA, A. (1987): Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur. - J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt, 287 S.
- KRATOCHWIL, A. (1983): Blumen-Insekten-Gemeinschaften eines nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasens im Kaiserstuhl: Aspekte der Co-Phänologie, der Biogeographie und der Co-Evolution. - Diss. Freiburg i.Br.
- KUCERA, C.L. & EHRENREICH, J.H. (1962): Some effects of annual burning on Central Missouri Prairie. - Ecology 43(2), 334-336.
- LARCHER, W. (1973): Limiting temperatures for life function in plants. - In: Temperature and life (H. PRECHT, J. Christophersen, H. HENSEL, W. LARCHER, eds.), Berlin, Heidelberg, New York (2. edition)
- LUNAU, K. & RUPP, L. (1988): Auswirkungen des Abflämmens von Weinbergböschungen im Kaiserstuhl auf die Fauna. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 63, 69-116.
- MAGURRAN, A.E. (1988): Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, Sydney, London, 179 p.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. UTB, Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden, 3. Aufl., 512 S.
- MÜLLER, K. (1933): Landwirtschaft, Weinbau, Obstbau, Forstwirtschaft. - In: Der Kaiserstuhl (Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz, Hrsg.), Freiburg i. Br., 465-516.
- OBERST, J. (1982): Untersuchungen zur Überwinterung von Arthropoden in den Rebböschungen des Kaiserstuhls. - Dipl.-Arb. Univ. Freiburg i.Br.
- RIES, W. (1978): Zur Wirkung von kontrolliertem Feuer auf Arthropoden. - Freiburger Waldschutz-Abh., 1 (1): 29-45.
- Von ROCHOW, M. (1948): Die Vegetation des Kaiserstuhls. - Diss. Uni Freiburg, Nat.w. - Mathem. Fakultät, 225 S. + App.
- SAMPSON, A.W. (1944): Effect of chaparral burning on soil erosion and on soil-moisture relations. - Ecology (25)2, 171-191.
- SCHIEFER, J. (1981): Bracheversuche Baden-Württemberg: Vegetations- und Standortentwicklung auf 16 Flächen mit unterschiedlichen Behandlungen. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 22, 325 S.
- SCHIEFER, J. (1983): Auswirkungen des kontrollierten Brennens auf die Vegetation und Standort auf verschiedenen Brache-Versuchsflächen. - Freiburger Waldschutzabhandlungen 4. Hrsg. v. Forstzool. Inst. d. Univ. Freiburg i. Br., 259-267.
- SCHLAEPFER, F. (1997): Influence of management on cover and seed production of *Brachypodium pinnatum* in a calcareous grassland. - Bull. Geobot. Inst. ETH 63, 3-10.
- SCHMID, G. (1966): Die Mollusken des Spitzbergs. - In: Der Spitzberg bei Tübingen. Ludwigsburg.
- SCHREIBER, K.-F. (1981): Das kontrollierte Brennen von Brachland - Belastungen, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen. Eine Zwischenbilanz über feuerökologische Untersuchungen. - Angew. Bot. 55, 255-275.
- SCHREIBER, K.-F. (1993): Standortabhängige Entwicklung von Sträuchern und Bäumen im Sukzessionsverlauf von brachgefallenem Grünland in Südwestdeutschland. - Phytocoenologia 23, 539-560.
- SCHREIBER, K.-F. (1997): 20 Jahre Erfahrung mit dem Kontrollierten Brennen auf den Brachflächen in Baden-Württemberg. - NNA-Berichte 10(5), 59-71.
- SCHREIBER, K.-F. (1997): Wandel von Artenzusammensetzung, Bedeckung und Struktur der Vegetation in den Sukzessionsparzellen der Grünland-Bracheversuche in Baden-Württemberg - Eine Bilanz nach mehr als 20 Jahren. Vervielf. Manusk. , Ablußbericht PAÖ - Projekt 209430.01, Landesanst. Umweltschutz Bad.-Württ., Inst. Ökol. Naturschutz, Karlsruhe, 176 S.
- SCHULDES, H. & KÜBLER, R. (1991): Neophyten als Problempflanzen im Naturschutz. - Arbeitsbl. Naturschutz 12, 1-16.
- SEBALD, O.; SEYBOLD, S.; PHILIPPI, G.; WÖRZ, A. (Hrsg. 1990-1998): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Eugen Ulmer Verlag, 8 Bände.
- STEUBING, L. (1965): Pflanzenökologisches Praktikum. Methoden und Geräte zur Bestimmung wichtiger Standortfaktoren. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- UDRI, G. (1981): Kartierung von Gehäuseschnecken zur Untersuchung der Wiederbesiedlung umgelegten Rebgeländes im Kaiserstuhl. - Staatsexamens-Arb. Univ. Freiburg i.Br.



VAN EIMERN, J. (1984): Wetter- und Klimakunde. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 4. Aufl., 275 S.

WEGENER, U. (1997): Feuereinsatz zur Pflege von Trockenrasen. - NNA-Berichte 10(5), 54-58.

WEIHER, J.O. (1998): Feuer in der Landschaftspflege - Fallanalyse zu dem Interessenkonflikt über kontrolliertes Brennen als Pflegevariante auf Rebböschungen im Kaiserstuhl. - Diplomarbeit Forstwiss. Fakultät, Universität Freiburg. 105 S +App.

WHITE, R. (1999): Indian landuse and environmental change, Island County, Washington: A case study. - In: Indians, fire and the land in the Pacific Northwest (Robert Boyd ed.), Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, 36-49.

WILMANN, O. (1993): Ökologische Pflanzensoziologie. - 5. Aufl. UTB Heidelberg Wiesbaden, 479 S.

WILMANN, O., WIMMENAUER, E., FUCHS, G. (1989): Der Kaiserstuhl, Gesteine und Pflanzenwelt. - Eugen Ulmer GmbH & Co, 244 S.

ZIEGLER, C. (1981): Zur Einwanderung und Wiederbesiedlung neugestalteter Rebflächen im Kaiserstuhl: Untersuchungen an *Zebrina detrita* (Gastropoda, Pulmonata). - Staatsexamens-Arb. Univ. Freiburg i.Br.

ZIMMERMANN, R. (1979): Der Einfluß des kontrollierten Brennens auf Espassetten-Halbtrockenrasen und Folgegesellschaften im Kaiserstuhl. - Phytocoenologica 5(4), 448-524.



## 8. Anhang

### Inhalt:

- |    |                          |           |
|----|--------------------------|-----------|
| a. | Tabellen und Abbildungen | I - XXIX  |
| b. | Leitbild                 | XXXI - XL |

**Anh.-Tab. 1 Feuertechnische Parameter**

Probefläche	P8	P7 C	P7 B	P5	P5	P4/1,2,3	P4/3	P4/1,2,4	P3/1	P3/4	P3/1,2	P2/3,4,5	P1/3	P1/3,4	P1/1
Datum	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
Brandbeginn	16:15	17:00	16:45	14:45	13:30	14:00	14:15	14:15	13:45	12:45	14:15	14:10	15:30	14:10	13:41
Brandende	16:45	17:45	16:55	15:00	14:06	14:25	15:40	15:40	14:30	15:50	14:48	15:20	15:35	14:20	14:10
<b><u>Feuertechnische Parameter</u></b>															
Feuerart	L.	G.	L.	L.	F.	L.	L.	L.	L.	G./L.	L.	L.	L.	L.	G.
Brandausdehnung in m/min	17,1	0,4	4,8	3,2	0,83	2,14	*	*	4,8	0,83	5	3,3	4,5	3,8	0,3
Flammenhöhe in cm	250	50	150	130		150	100	250	1,5	40	100	40-250	1,5	250	50
<b><u>Meteorologische Bedingungen</u></b>															
Relative Luftfeuchte in %	<b>50</b>	<b>61</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>48</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	<b>60</b>	<b>69</b>	<b>54</b>	<b>64</b>	<b>50</b>	<b>62,5</b>	<b>64</b>
Temperatur in °C	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>10,5</b>	<b>10,5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>9,5</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
Bewölkung in x/8	3	6	6	2	6	3	6	6	7	8	6	6	4	8	6
Windrichtung, b=böig	***	w,b	w, b	sw	***	s, b	***	***	***	o-w, b	***	w-sw, b	sw	w-sw, b	w-sw, b
Windgeschwindigkeit m/s	0	bis 3	0 bis 3	0 bis 2	0	0 bis 4	0	0	0	1	0	1 bis 4	2 bis 3	1	1
<b><u>Brennmaterial</u></b>															
Stichprobenumfang	6	4	4	6	0	6	6	6	4	8	8	8	4	7	7
Streufeuchte in %	<b>12,9</b>	<b>30,8</b>	<b>42,7</b>	<b>30,3</b>	<b>25,0</b>	<b>34,4</b>	<b>29,0</b>	<b>29,0</b>	<b>23,9</b>	<b>26,2</b>	<b>32,1</b>	<b>33; 72</b>	<b>23,7</b>	<b>39,5</b>	<b>39,5</b>
Brennmaterialauflage gr/m2	903,2	916,0	869,6	745,3	*	1066,9	810,7	810,7	464,4	508,0	528,0	994,0	475,2	484,6	484,6
Unverbrannte Biomasse gr/m2	469,6	363,6	509,6	511,7	*	601,3	381,3	469,3	338,8	178,0	308,0	840,0	240,0	354,3	189,7
Verbrannte Biomasse %	<b>48,0</b>	<b>60,3</b>	<b>41,4</b>	<b>31,3</b>	*	<b>43,6</b>	<b>53,0</b>	<b>42,1</b>	<b>27,0</b>	<b>65,0</b>	<b>41,7</b>	<b>15,5</b>	<b>49,5</b>	<b>26,9</b>	<b>60,8</b>

G.: Gegenwindfeuer - hangabwärts

L.: Lauffeuer - hangaufwärts

F.: Flankenfeuer - quer zum Hang

**Anh.-Tab. 2 Bodenfeuchte auf P3 (Südost-Böschung), 0-20cm Bodentiefe**

Aufnahme-Datum	Brand (B)			Kontrolle (K)			Diff. (B-K) H <sub>2</sub> O (%TG)*	t-Test ( $\alpha=5\%$ , 2-seitig)	
	H <sub>2</sub> O (%TG)*	n=	S=	H <sub>2</sub> O (%TG)*	n=	S=		P-Wert	Signifikanz
30.04.1998	<b>12,16</b>	8	0,68	<b>12,89</b>	8	1,24	-0,72	0,176	<b>s</b>
13.05.1998	<b>3,53</b>	8	0,66	<b>4,25</b>	8	0,76	-0,73	0,060	
02.06.1998	<b>2,83</b>	6	0,31	<b>3,16</b>	8	0,65	-0,33	0,279	
18.06.1998	<b>7,07</b>	8	1,58	<b>8,14</b>	8	1,04	-1,07	0,163	
25.06.1998	<b>1,90</b>	8	0,57	<b>2,66</b>	8	0,38	-0,76	0,002	
09.07.1998	<b>0,93</b>	8	0,42	<b>1,08</b>	8	0,35	-0,14	0,208	
10.08.1998	<b>5,25</b>	8	1,41	<b>6,18</b>	8	1,16	-0,93	0,311	
01.09.1998	<b>0,88</b>	8	0,26	<b>1,05</b>	6	0,41	-0,17	0,267	
23.09.1998	<b>7,40</b>	7	0,60	<b>7,39</b>	8	0,90	0,01	0,858	

\*: Angegeben ist das arithmetische Mittel der Wassergehalte in Gewichtsprozent

n: Stichprobenumfang

S: Standardabweichung

P-Wert: Überschreitungswahrscheinlichkeit

s: signifikanter Unterschied

**Anh.-Tab. 3 Bodenfeuchte auf P4 (Ost-Böschung), 0-20cm Bodentiefe**

Aufnahme-Datum	Brand (B)			Kontrolle (K)			Diff. (B-K) H <sub>2</sub> O (%TG)*	t-Test ( $\alpha=5\%$ , 2-seitig)	
	H <sub>2</sub> O (%TG)*	n=	S=	H <sub>2</sub> O (%TG)*	n=	S=		P-Wert	Signifikanz
30.04.1998	<b>16,71</b>	8	1,84	<b>19,41</b>	8	1,45	-2,70	0,006	<b>s</b>
13.05.1998	<b>5,23</b>	8	1,08	<b>8,19</b>	8	2,13	-2,96	0,005	<b>s</b>
02.06.1998	<b>3,94</b>	8	0,71	<b>4,88</b>	8	1,07	-0,94	0,058	
18.06.1998	<b>9,53</b>	8	2,99	<b>10,18</b>	8	1,65	-0,65	0,599	
25.06.1998	<b>3,33</b>	8	0,38	<b>4,26</b>	8	1,13	-0,94	0,044	<b>s</b>
09.07.1998	<b>3,07</b>	6	0,27	<b>3,33</b>	8	0,38	-0,26	0,188	
10.08.1998	<b>9,19</b>	8	1,18	<b>10,56</b>	8	2,82	-1,38	0,224	
01.09.1998	<b>2,65</b>	8	0,92	<b>4,29</b>	8	0,67	-1,64	0,001	<b>s</b>
23.09.1998	<b>10,68</b>	8	1,28	<b>12,40</b>	8	1,79	-1,73	0,044	<b>s</b>

\*: Angegeben ist das arithmetische Mittel der Wassergehalte in Gewichtsprozent

n: Stichprobenumfang

S: Standardabweichung

P-Wert: Überschreitungswahrscheinlichkeit

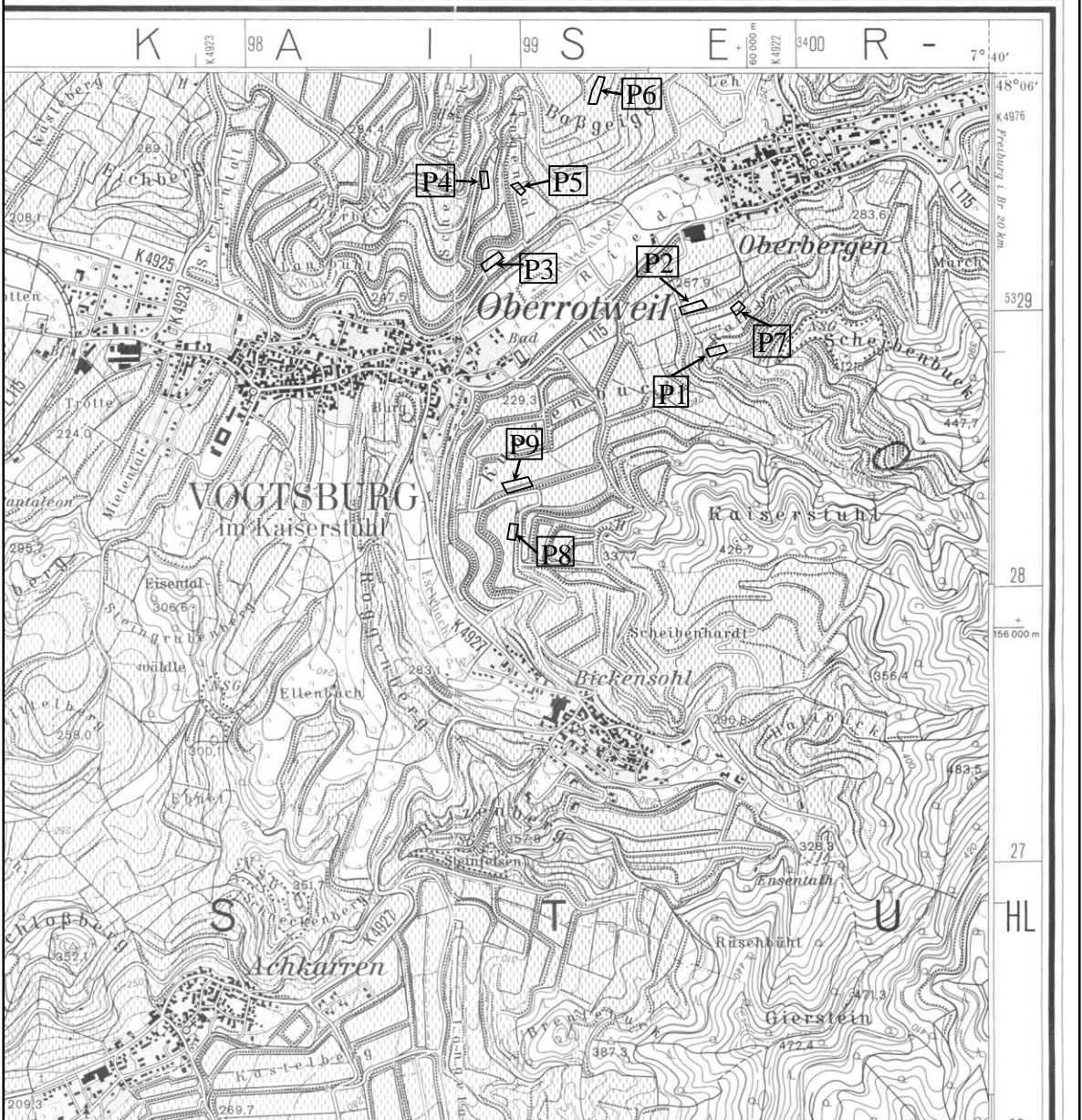
s: signifikanter Unterschied



#### Anh.-Tab. 4 Probeflächen

Probe- fläche	Lage	Exposi- tion	Neig- ung	Höhe in m	Länge in m	Vegetation	geplante Versuche
P1	Oberbergen Rotebühl	nw	50°	8	4x10	Siehe Vegetationstabelle (Anh.-Tab. 5)	Reaktion der Vegetation auf verschiedene Brenntechniken: P1/1 feu o (gebrannt 97/98) P1/2 kon (Kontrollfläche) P1/3 feu 2 (gebrannt 97/98; 99/00) P1/4 feu 1 (gebrannt 1997/98)
P2	Oberbergen Rotebühl	nw	45°	12	5x10	<i>Solidago gigantea</i> dominiert. Begleiter <i>Eupatorium cannabinum</i> , <i>Clematis vitalba</i> , <i>Equisetum telmateja</i> , <i>Urtica dioica</i> und <i>Convolvus sepium</i> , <i>Brachypodium pinnatum</i> , <i>Arrenatherum elatus</i> und <i>Calamagrostis epigejos</i> .	Reaktion von <i>Solidago gigantea</i> (feuchter Standort) P2/1 kon (Kontrollfläche) P2/2 mahd/feu (gemäht 97; gebrannt 97/98) P2/3 feu 1 (gebrannt 97/98, eingeschränkt möglich) P2/4 feu o (brennen nicht möglich)
P3	Oberrotweil Trottenhalde	so	47°	27	4x10	Siehe Vegetationstabelle (Anh.-Tab. 11)	Reaktion der Vegetation auf verschiedene Feuertechniken P3/1 feu 1 (gebrannt 97/98; 98/99; 99/00) P3/2 feu 2 (gebrannt 97/98; 99/00) P3/3 kon (Kontrollfläche) P3/4 feu o ( gebrannt 97/98)
P4	Oberrotweil Lingental	o	47°	25	5x10	Siehe Vegetationstabelle (Anh.-Tab. 17)	Reaktion von <i>Solidago gigantea</i> und Begleitarten (trockener Standort) P 4/1 feu 1 (gebrannt 97/98; 98/99) P4/2 feu 1 wdh. (gebrannt 97/98; 98/99) P4/3 mahd/feu (gemäht 97 und gebrannt 97/98; 98/99) P4/4 feu 2 (gebrannt 97/98) P4/5 kon (Kontrollfläche)
P5	Oberrotweil Lingental	w	49°	16	2x20	Siehe Vegetationstabelle (Anh.-Tab. 24)	Reaktion von <i>Vitis labrusca</i> auf Feuer P5/1 feu (gebrannt 97/98; 98/99) P5/2 kon (Kontrollfläche)
P6	Oberbergen Baßgeige	w	46°	16	2x20	<i>Solidago gigantea</i> - Komplex in ehemaligem <i>Diplotaxi-agropyretum</i>	Auswirkung von Feuer auf die Ausbreitung von <i>S. gigantea</i> Bislang keine Versuchsbrände
P7	Oberbergen Rotebühl	nnw	45°	8	3x10	Sehr artenarmes <i>Valeriana wallrothii</i> - <i>Brachypodium pinnatum</i> <i>Arrenatherion</i>	Temperaturmessungen
P8	Oberrotweil Kunzenbuck	w	47°	18	3x20	ca. 15-jähriger Robinienwald ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	Reaktion von Robinien-Stockausschläge auf Feuer (nach Entbuschung)
P9	Oberrotweil Kunzenbuck	nnw	47°	28	3x30	ca. 15-jähriger Wald aus <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Populus carnescens</i> , <i>Prunus avium</i> u.a.	Kombination aus Entbuschung und Feuer Bislang waren wegen des zu feuchten Standortes keine Brände möglich.

Topographische Karte 1:25 000, Blatt 7911 Breisach am Rhein



Anh.-Abb. 1 Lage der Probeflächen

Anh.-Tab. 5 Zusammenfassung der Frequenzanalyse auf P1 (Nordwest-Böschung)

Probefläche Maßnahme	P1/1 feu0			P1/2 kon			P1/3 feu1			P1/4 feu2		
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999
Parameter	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ
<b>Gesamtartenzahl</b>	32	28	29	26	26	27	20	24	25	18	21	23
<b>Streu Deckung</b>	53,02	19,58	56,35	86,25	92,92	84,58	98,23	19,27	10,05	96,88	19,07	80,31
<b>Mineralboden</b>	0,21	9,95	4,53	0,00	0,05	0,21	0,00	7,45	0,63	0,00	5,31	0,00
<b>Moosschicht</b>	14,21	1,44	3,97	0,16	2,66	7,50	0,16	0,66	0,47	0,00	0,52	0,00
<b>Art</b>												
<i>Acer platanoides</i>	.	.	0,528	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	0,283	0,283	.	0,417	0,178	0,625	0,278	0,167	0,283	.	0,313	0,528
<i>Aegopodium podagrare</i>	.	1,428	3,594	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agropyron repens</i>	.	0,528	0,729	.	0,135	0,365	0,642	4,990	3,844	.	0,656	0,783
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	.	0,142	0,142	.	.	.	.	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	4,635	3,344	1,313	3,625	0,865	1,828	6,823	1,958	1,417	2,178	2,463	1,240
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,283	3,792	1,142
<i>Avena pubescens</i>	.	0,333	0,167	0,278	0,333	1,283	.	0,283	0,283	1,417	1,528	0,531
<i>Brachypodium pinnatum</i>	18,625	19,531	19,448	22,250	13,375	4,833	35,573	38,283	62,313	48,333	47,292	53,178
<i>Bromus erectus</i>	1,531	1,896	3,542	0,281	0,458	2,678	0,135	.	0,156	0,142	.	.
<i>Bryonia dioica</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,142	.	.	.	.
<i>Campanula persicifolia</i>	0,625	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula rapunculoides</i>	0,573	1,178	2,142	1,000	1,625	2,625	1,463	2,958	6,833	1,328	1,344	5,178
<i>Centaura scabiosa</i>	1,635	0,844	1,354	1,417	2,188	1,417	1,146	1,458	1,417	.	.	.
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	0,917	2,833	1,615	.	.	0,625	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	0,142	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	3,642	2,813	9,844	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Coronilla varia</i>	.	.	.	2,167	5,528	2,938	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis tectorum cf.</i>	0,142	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	0,178	2,594	1,514	0,142	0,313	0,823	.	.	0,528	.	.	0,142
<i>Dianthus carthusianorum</i>	0,729	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1,854	2,750	3,417	0,948	0,219	0,115	0,115	0,938	0,156	.	0,135	0,528
<i>Festuca rubra</i>	5,646	5,783	9,469	0,500	0,698	2,328	1,283	1,875	1,583	0,292	0,854	2,729
<i>Galium mollugo</i>	2,344	6,823	8,729	5,313	8,229	16,500	3,615	1,854	7,740	8,333	17,625	18,813
<i>Genista tinctoria</i>	1,463	1,417	0,573	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium rotundifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,528	.	0,729
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	.	.	0,625	0,528	0,528	0,142	0,417	1,514	0,365	1,514	1,875
<i>Hieracium glaucinum cf.</i>	.	.	0,156	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	0,142	0,528	0,281	.	.	0,281	0,528	0,417	0,958	.	0,142	0,428
<i>Isatis tinctoria</i>	.	.	.	0,528	0,528	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juglans regia</i>	.	.	.	.	.	.	1,354	1,938	2,833	0,142	0,938	1,778
<i>Knautia arvensis</i>	0,573	.	.	.	.	0,283	0,428	0,833	1,990	1,729	1,463	0,938
<i>Koeleria pyramidata</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,142	.	.	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	0,142	.	0,594	.	.	.	.	.	.	.	0,990	0,528
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	0,142	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linaria vulgaris</i>	0,438	0,323	0,125	0,142	0,142	0,528	0,115	0,625	0,156	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	0,729	0,142	0,278	0,156	0,142	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago x varia</i>	0,167	0,528	.	7,646	0,885	3,365	3,142	3,963	4,783	0,188	.	.
<i>Origanum vulgare</i>	.	.	.	0,283	0,528	0,528	.	0,142	0,528	0,938	2,135	1,979
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	.	0,625	0,625	0,283	0,142	.	.	.	.	.	.
<i>Poa prat. ssp. angustifolia</i>	0,283	1,729	1,198	.	0,125	0,875	.	3,635	3,917	.	0,698	1,917
<i>Poligonum convolvulus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,417	.
<i>Poligula spec. cf.</i>	.	.	.	0,142	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prenanthes purpurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,833	.
<i>Primula veris</i>	0,333	1,823	2,292	0,625	0,142	0,178	0,115	1,142	0,781	.	.	.
<i>Ranunculus bulbosus cf.</i>	0,142	.	.	0,528	.	.	.	.	.	.	.	0,528
<i>Rumex acetosella</i>	0,142	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia pratensis</i>	3,135	3,865	3,385	0,264	0,313	0,417	0,573	1,250	0,729	.	.	.
<i>Silene vulgaris</i>	3,283	3,463	4,698	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago gigantea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,283	.	.
<i>Trisetum flavescens</i>	0,563	0,542	0,528	0,142	0,142	.	0,458	.	0,528	0,125	.	0,156
<i>Urtica dioica</i>	1,833	4,333	3,281	2,000	1,963	2,781	3,828	6,938	3,438	2,448	1,729	2,328
<i>Valeriana wallrothii</i>	0,764	2,865	3,125	.	.	0,156	.	0,142	0,167	0,885	1,514	2,656
<i>Vicia sepium</i>	.	.	.	1,283	.	.	.	.	.	.	.	.

kon: Kontrollfläche

feu1: jährlich gebrannt, hangaufwärts

feu2: alle 2 Jahre gebrannt, hangaufwärts

feu0: alle 2 Jahre gebrannt, hangabwärts

MAZ: Mittlere-Artmächtigkeits-Zahl







Anh.-Tab. 7 Frequenzanalyse P1/2 (kon: Kontrollfläche)

Problefläche	P1/2/1			P1/2/2			P1/2/3			P1/2/4			P1/2/5			P1/2/6		
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999
	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon	MAZ kon
Aufnahmejahr	10,6	9,6	16,6	10,6	9,6	16,6	10,6	9,6	16,6	10,6	9,6	17,6	10,6	9,6	17,6	10,6	9,6	17,6
Datum	13	13	14	13	13	14	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
MAZ	95,6	1,0	96,3	1,0	98,8	1,0	94,4	1,0	95,6	1,0	86,9	1,0	80,6	1,0	87,5	1,0	93,8	1,0
Streu Deckung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mineralboden	0,3	0,1	1,9	0,3	13,1	0,6	0,0	0,0	5,3	0,3	5,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mossesicht	2,38	0,44	1,44	0,38	2,25	0,31	3,25	0,44	1,25	0,44	2,50	0,25	1,31	0,31	0,69	0,19	2,25	0,31
Art																		
<i>Acer platanoides</i>													0,19	0,19	0,94	0,13	0,63	0,13
<i>Achillea millefolium</i>																		
<i>Agropodium podagrare</i>																		
<i>Agropyron repens</i>																		
<i>Anthoxanthum odoratum</i>																		
<i>Arrhenatherum elatius</i>																		
<i>Artemisia vulgaris</i>																		
<i>Avena pubescens</i>																		
<i>Brachypodium pinnatum</i>																		
<i>Bromus erectus</i>																		
<i>Bryonia dioica</i>																		
<i>Campanula persicifolia</i>																		
<i>Campanula rapunculoides</i>																		
<i>Centaurea scabiosa</i>																		
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>																		
<i>Cirsium arvense</i>																		
<i>Cornus sanguinea</i>																		
<i>Coronilla varia</i>																		
<i>Crepis tectorum</i> cf.																		
<i>Dactylis glomerata</i>																		
<i>Dianthus carthusianorum</i>																		
<i>Euphorbia cyparissias</i>																		
<i>Festuca rubra</i>																		
<i>Galium mollugo</i>																		
<i>Genista tinctoria</i>																		
<i>Geranium rotundifolium</i>																		
<i>Hieracium sphondylium</i>																		
<i>Hieracium glaucinum</i> cf.																		
<i>Hieracium umbellatum</i>																		
<i>Isatis tinctoria</i>																		
<i>Juglans regia</i>																		
<i>Knaulia arvensis</i>																		
<i>Koeleria pyramidata</i>																		
<i>Lactuca serriola</i>																		
<i>Lathyrus pratensis</i>																		
<i>Linaria vulgaris</i>																		
<i>Lotus corniculatus</i>																		
<i>Medicago x varia</i>																		
<i>Origanum vulgare</i>																		
<i>Pimpinella saxifraga</i>																		
<i>Poa prat. ssp. angustifolia</i>																		
<i>Polygonum convolvulus</i>																		
<i>Polygonum spec. cf.</i>																		
<i>Prenanthes purpurea</i>																		
<i>Primula veris</i>																		
<i>Ranunculus bulbosus</i> cf.																		
<i>Rumex acetosella</i>																		
<i>Salvia pratensis</i>																		
<i>Silene vulgaris</i>																		
<i>Solidago gigantea</i>																		
<i>Trisetum flavescens</i>																		
<i>Urtica dioica</i>																		
<i>Valeriana waltherii</i>																		
<i>Vicia sepium</i>																		





Anh.-Tab. 9 Frequenzanalyse P1/4 (feu2: gebrannt im Winter 97/98, hangaufwärts)

Probefläche	P1/4/1						P1/4/2						P1/4/3						P1/4/4						P1/4/5						P1/4/6																																	
	1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999																													
Aufnahmejahr	18.6		16.6		18.6		18.6		16.6		18.6		18.6		16.6		18.6		18.6		16.6		21.6		18.6		16.6		21.6		18.6		16.6		21.6																													
Datum	18.6		16.6		18.6		18.6		16.6		18.6		18.6		16.6		18.6		18.6		16.6		21.6		18.6		16.6		21.6		18.6		16.6		21.6																													
Maßnahme	feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu		feu																													
Parameter	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F																														
Artenzahl	4	4	9	9	8	8	7	7	8	8	13	13	5	5	11	11	8	8	9	9	13	13	12	12	10	10	13	13	14	14	6	6	10	10	8	8																												
Streu Deckung	99,4	1,0	25,0	1,0	86,3	1,0	100,0	1,0	34,4	1,0	77,5	1,0	99,4	1,0	21,6	1,0	76,3	1,0	87,5	0,9	9,1	1,0	78,8	1,0	95,6	1,0	11,9	1,0	76,3	1,0	99,4	1,0	12,5	1,0	86,9	1,0																												
Mineralboden	0,0	0,0	4,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,9	0,0	0,0																												
Moosschicht	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																												
<b>Art</b>																																																																
<i>Acer platanoides</i>	.																																																															
<i>Achillea millefolium</i>			0,63	0,63					0,63	0,63	0,31	0,63	.																																																			
<i>Aegopodium podagrare</i>	.																																																															
<i>Agropyron repens</i>	.																																																															
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.																																																															
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1,38	0,31	4,19	0,56	2,69	0,63	2,19	0,31			0,63	0,13	1,63	0,19	1,31	0,25	0,94	0,19	3,75	0,31	0,44	0,19	1,00	0,25	3,50	0,25	3,19	0,31	1,56	0,31	0,63	0,13	5,31	0,19	0,63	0,13																												
<i>Artemisia vulgaris</i>			0,69	0,44			1,25	0,63	17,25	1,00	4,13	0,63	.																																																			
<i>Avena pubescens</i>	.																																																															
<i>Brachypodium pinnatum</i>	56,88	1,00	5,00	1,00	49,63	1,00	67,50	1,00	32,81	1,00	66,88	1,00	44,38	1,00	48,75	1,00	41,88	1,00	31,56	1,00	38,75	1,00	16,88	1,00	4,31	1,00	47,81	1,00	58,75	1,00	49,38	1,00	65,63	1,00	85,63	1,00																												
<i>Bromus erectus</i>	.																																																															
<i>Bryonia dioica</i>	.																																																															
<i>Campanula persicifolia</i>	.																																																															
<i>Campanula rapunculoides</i>	2,44	0,56	1,75	0,50	11,94	0,81	3,56	0,56	1,94	0,25	13,44	0,75	0,63	0,13	1,31	0,13	2,50	0,25	1,13	0,38	1,69	0,25	2,19	0,25	0,63	0,63			0,63	0,63			1,38	0,38	0,94	0,19																												
<i>Centaurea scabiosa</i>	.																																																															
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	.																																																															
<i>Cirsium arvense</i>	.																																																															
<i>Cornus sanguinea</i>	.																																																															
<i>Coronilla varia</i>	.																																																															
<i>Crepis tectorum cf.</i>	.																																																															
<i>Dactylis glomerata</i>				0,31	0,63						0,31	0,63	.																																																			
<i>Dianthus carthusianorum</i>	.																																																															
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.																																																															
<i>Festuca rubra</i>			0,13	0,13	1,13	0,38					0,13	0,13			0,75	0,25	2,63	0,56	1,44	0,44	3,81	0,63	11,94	0,94	0,31	0,31	0,44	0,19	0,56	0,31			0,75	0,25	0,31	0,63																												
<i>Galium mollugo</i>	13,81	0,69	26,38	0,75	34,75	0,88	2,19	0,50	11,75	0,75	14,50	0,50	21,63	0,81	37,63	0,88	44,69	0,94	12,19	0,38	23,69	0,88	11,69	0,75	0,44	0,19	0,63	0,13	3,13	0,44	0,31	0,63	2,31	0,44	4,13	0,38																												
<i>Genista tinctoria</i>	.																																																															
<i>Geranium rotundifolia</i>							0,31	0,63			0,44	0,19	.																																																			
<i>Heracleum sphondylium</i>	.																																																															
<i>Hieracium glaucinum cf.</i>	.																																																															
<i>Hieracium umbellatum</i>					1,25	0,19	.																																																									
<i>Isatis tinctoria</i>	.																																																															
<i>Juglans regia</i>													0,63	0,13	5,63	0,13	1,63	0,25	.																																													
<i>Knautia arvensis</i>																			1,38	0,38	8,44	0,38	5,63	0,25	.																																							
<i>Koeleria pyramidata</i>	.																																																															
<i>Lactuca serriola</i>							3,94	0,38	0,31	0,63	.																																																					
<i>Lathyrus pratensis</i>	.																																																															
<i>Linaria vulgaris</i>	.																																																															
<i>Lotus corniculatus</i>	.																																																															
<i>Medicago x varia</i>													1,13	0,31	.																																																	
<i>Origanum vulgare</i>																			5,63	0,44	12,81	0,50	11,88	0,56	.																																							
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.																																																															
<i>Poa prat. ssp. angustifolia</i>			0,81	0,25	2,38	0,50					0,13	0,13					0,31	0,63					1,63	0,31	4,63	0,56					1,56	0,50	2,88	0,88																														
<i>Poligonum convolvulus</i>							1,25	0,19	.																																																							
<i>Poligula spec. cf.</i>	.																																																															
<i>Prenanthes purpurea</i>			0,13	0,13	.																																																											
<i>Primula veris</i>	.																																																															
<i>Ranunculus bulbosus cf.</i>																											0,31	0,63	.																																			
<i>Rumex acetosella</i>	.																																																															
<i>Salvia pratensis</i>	.																																																															
<i>Silene vulgaris</i>	.																																																															
<i>Solidago gigantea</i>	.																																																															
<i>Trisetum flavescens</i>							0,63	0,63	.																																																							
<i>Urtica dioica</i>									0,63	0,63	.																																																					
<i>Valeriana wallrothii</i>													5,31	0,25	8,75	0,31	14,38	0,50					0,31	0,63	1,56	0,19	.																																					
<i>Vicia sepium</i>	.																																																															

Anh.-Tab. 10 Zu- und Abgänge an Arten von 1997 bis 1999 auf P1 (Nordwest-Böschung)

Probefläche Maßnahme		P1/1 feu0	P1/2 kon	P1/3 feu1	P1/4 feu2
Gesamtartenzahl 1997		32	26	20	18
Gesamtartenzahl 1999		29	27	25	23
Anzahl Zugänge		6	6	5	8
Anzahl Abgänge		9	5	0	3
Parameter		MAZ	MAZ	MAZ	MAZ
<b>Zugänge</b>					
n	<i>Acer platanoides</i>	0,05			
(n)	<i>Achillea millefolium</i>				0,05
n	<i>Aegopodium podagrare</i>	3,59			
(n)	<i>Agropyron repens</i>	0,07	0,36		0,71
n	<i>Anthoxanthum odoratum</i>		0,1		
(n)	<i>Avena pubescens</i>	0,33		0,21	
(n)	<i>Chrysanthemum corymbosum</i>		0,06		
(n)	<i>Dactylis glomerata</i>			0,05	0,1
(n)	<i>Euphorbia cyparissias</i>				0,05
<b>NZ</b>	<i>Hieracium glaucinum cf.</i>	0,16			
(n)	<i>Hieracium umbellatum</i>		0,28		0,43
(n)	<i>Lactuca serriola</i>				0,05
(n)	<i>Origanum vulgare</i>			0,05	
(n)	<i>Pimpinella saxifraga</i>	0,06			
(n)	<i>Poa prat. ssp. Angustifolia</i>		0,88	3,29	1,92
(n)	<i>Ranunculus bulbosus cf.</i>				0,05
(n)	<i>Valeriana wallrothii</i>		0,16	0,17	
<b>Abgänge</b>					
	<i>Achillea millefolium</i>	-0,02			
	<i>Bromus erectus</i>				-0,01
	<i>Campanula persicifolia</i>	-0,06			
	<i>Cirsium arvense</i>	-0,01			
	<i>Crepis tectorum cf.</i>	-0,01			
	<i>Dianthus carthusianorum</i>	-0,07			
	<i>Isatis tinctoria</i>		-0,05		
	<i>Knautia arvensis</i>	-0,57			
	<i>Lotus corniculatus</i>		-0,16		
	<i>Medicago x varia</i>	-0,17			-0,19
	<i>Poligula spec.</i>		-0,01		
	<i>Ranunculus bulbosus cf.</i>	-0,01			
	<i>Rumex acetosella</i>	-0,01			
	<i>Solidago gigantea</i>				-0,12
	<i>Trisetum flavescens</i>		-0,01		
	<i>Vicia sepium</i>		-1,21		

**NZ:** Neue Art, die vorher auf der gesamten Probefläche nicht beobachtet wurde

**n:** Art, die bislang in keiner Vegetationsaufnahme auftrat, vorher jedoch schon auf der Versuchsböschung beobachtet wurde

**(n):** Art, die vorher schon in Vegetationsaufnahmen anderer Behandlungseinheiten vorhanden ist.



Anh.-Tab. 11 Frequenzanalyse P3 (Südost-Böschung)

Probefläche Maßnahme	P3/1 feu1			P3/2 feu2			P3/3 kon			P3/4 feu0		
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999
Parameter	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ
<b>Gesamtartenzahl</b>	27	30	32	28	27	31	27	31	32	25	29	31
<b>Streu Deckung</b>	57,94	23,79	12,30	55,59	21,49	48,67	79,30	75,47	64,61	73,52	19,69	58,52
<b>Mineralboden</b>	3,71	30,98	23,16	6,95	29,92	5,08	4,61	6,25	5,27	4,30	32,19	5,90
<b>Moosschicht</b>	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00
<b>Art</b>												
<i>Achillea millefolium</i>	0,116	0,156	0,516	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agropyron repens</i>	3,000	2,781	3,242	1,234	1,758	1,219	3,586	2,188	4,180	2,445	1,616	2,347
<i>Allium vineale</i>	0,781	0,625	.	.	.	.	.	0,781	.	.	.	.
<i>Artemisia campestris</i>	0,117	0,469	0,516	0,430	0,117	0,273	.	.	.	0,172	.	.
<i>Asparagus officinalis</i>	.	.	.	0,156	0,396	0,273	.	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium pinnatum</i>	8,844	5,273	6,578	11,438	7,898	11,523	3,915	2,195	4,375	9,898	7,969	11,453
<i>Bromus inermis</i>	12,453	13,422	15,273	13,359	11,231	17,000	2,617	14,000	17,469	16,555	15,781	17,852
<i>Bromus squarrosus</i>	0,156	0,781	.	.	.	0,156	.	0,781	.	.	.	.
<i>Campanula persicifolia cf.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0,156	.	.	.
<i>Campanula rapunculoides cf.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,781	0,156
<i>Carex hirta</i>	.	0,938	0,156	0,242	0,555	0,313	.	0,781	.	.	.	.
<i>Chenopodium album</i>	.	.	.	.	.	.	.	1,156	.	.	.	0,547
<i>Chondrilla juncea</i>	.	.	.	0,396	0,313	0,195	.	.	.	.	0,445	.
<i>Clematis vitalba</i>	0,273	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	0,781	0,781	.	.	.	0,234	0,469	0,125	.	.	.
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,484
<i>Coronilla varia</i>	3,547	2,500	5,516	8,180	6,758	9,844	3,586	4,180	9,773	4,172	3,547	7,992
<i>Crepis pulchra</i>	.	.	0,781	.	.	.	.	.	.	0,781	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	1,492	1,852	1,844	1,231	0,922	0,938	2,398	2,195	1,734	1,719	1,883	2,945
<i>Daucus carota</i>	.	0,250	0,231	.	.	0,781	.	0,396	.	.	0,117	0,938
<i>Diploxaxis tenuifolia</i>	.	.	.	.	.	.	0,234	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	0,453	0,859	0,969	0,156	0,258	0,828	0,731	0,859	0,156	0,813	0,742	1,422
<i>Falcaria vulgaris</i>	.	0,148	0,396	0,430	0,695	0,578	0,938	1,953	0,977	0,781	.	.
<i>Galium glaucum</i>	4,234	1,766	1,813	0,852	0,867	0,945	3,469	5,469	6,156	.	.	0,781
<i>Galium mollugo</i>	1,146	0,477	0,616	0,281	0,430	0,742	2,219	3,547	1,258	1,165	1,781	4,648
<i>Geranium rotundifolium</i>	.	.	.	.	.	.	0,781	0,250	0,396	.	.	0,117
<i>Geranium sanguineum</i>	.	.	.	0,836	1,415	2,117	0,156	0,359	0,750	0,469	0,125	0,242
<i>Hieracium spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,781	.	.	0,234	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	.	.	0,938	.	.	.	.	0,156	0,117	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	0,396	0,117	0,396	0,398	0,992	0,281	0,781	.	0,396	0,219	0,250	0,273
<i>Isatis tinctoria</i>	1,945	2,953	0,963	1,859	2,266	1,766	1,578	4,797	0,984	0,915	0,766	2,781
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	.	.	0,323	2,578	.	0,234	0,396	.	.	0,117
<i>Lathyrus hirsutus</i>	.	.	.	0,781	.	.	0,273	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	0,117	0,938	.	0,125	0,146	0,396	.	.	.	.	.	.
<i>Iris germanica</i>	.	.	0,396	.	.	0,117	.	.	0,396	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	0,396	.	.	.	.	.	0,781	0,125	0,781	0,781
<i>Medicago x varia</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,231	.	0,125	0,469	.
<i>Melilotus alba</i>	.	.	0,231	1,250	0,781	1,586	.	.	0,313	.	0,859	1,883
<i>Origanum vulgare</i>	5,844	6,680	1,616	2,922	3,875	6,172	3,172	4,492	6,328	3,773	4,766	5,945
<i>Poa prat. ssp. angustifolia</i>	1,867	1,648	2,688	1,516	2,180	2,617	1,547	1,234	1,165	0,396	0,445	0,758
<i>Potentilla reptans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,781	0,396
<i>Rubus caesius</i>	2,963	3,290	3,281	9,469	8,616	7,742	2,930	3,242	6,547	9,258	8,758	8,523
<i>Salix spec.</i>	.	0,396	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia pratensis</i>	1,290	1,625	1,680	.	.	.	1,750	1,250	0,823	1,616	0,859	1,219
<i>Sanguisorba minor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,396
<i>Silene alba</i>	0,586	0,195	1,547	1,258	0,242	1,953	1,188	0,195	1,680	0,797	0,133	1,290
<i>Silene vulgaris</i>	0,938	.	.	0,781	0,781	0,242	0,156	0,156	0,430	0,250	0,953	0,313
<i>Solidago gigantea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,156	0,781
<i>Stachys recta</i>	0,323	0,867	1,250	0,234	0,396	0,469	1,000	0,616	0,616	0,781	0,273	0,396
<i>Taraxacum officinale cf.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,396	.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	.	0,781	6,938	7,396	9,847	1,463	3,172	5,469	4,148	6,398	8,463
<i>Tragopogon dubius</i>	.	0,156	0,117	.	.	.	0,156	.	0,781	.	.	.
<i>Verbascum lychnitis</i>	0,477	0,555	0,516	0,352	0,750	0,469	0,563	.	0,156	0,781	0,352	0,430
<i>Vicia angustifolia</i>	0,125	0,117	0,516	.	.	.	.	.	.	0,781	.	.
<i>Vicia tenuifolia</i>	0,165	0,133	0,398	0,469	.	0,469	0,547	0,313	0,250	.	.	.
<i>Viola arvensis</i>	0,781	.	.	.	.	.	.	.	0,781	.	.	.

kon: Kontrollfläche

feu1: jährlich gebrannt, hangaufwärts

feu2: alle 2 Jahre gebrannt, hangaufwärts

feu0: alle 2 Jahre gebrannt, hangabwärts

MAZ: Mittlere-Artmächtigkeits-Zahl



Anh.-Tab. 13 Frequenzanalyse P3/2 (feu2: gebrannt im Winter 97/98, hangaufwärts)

Probefläche	P3/2/1						P3/2/2						P3/2/3						P3/2/4						P3/2/5						P3/2/6						P3/2/7						P3/2/8																	
	1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999																			
Aufnahmejahr	24.6		19.6		22.6		24.6		19.6		23.6		25.6		19.6		23.6		25.6		19.6		23.6		24.6		22.6		28.6		25.6		22.6		28.6		27.6		18.6		23.6		27.6		18.6		23.6													
Maßnahme			feu						feu						feu						feu						feu						feu						feu						feu															
Parameter	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F												
Artenzahl	14	14	16	16	15	15	5	5	10	10	11	11	5	5	7	7	8	8	10	10	6	6	8	8	12	12	10	10	12	12	11	11	13	13	14	14	8	8	9	9	9	9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Streu Deckung	31,25	1,00	8,75	1,00	18,75	1,00	49,06	1,00	21,56	1,00	41,25	1,00	97,50	1,00	61,88	1,00	72,50	1,00	84,38	1,00	35,63	1,00	71,88	1,00	38,75	1,00	13,75	1,00	53,75	1,00	52,50	1,00	12,50	1,00	58,75	1,00	58,13	1,00	10,94	1,00	34,38	1,00	33,13	0,94	6,94	1,00	38,13	1,00	33,13	0,94	6,94	1,00	38,13	1,00						
Mineralboden	14,38	0,56	35,63	0,94	8,75	0,63	5,00	0,31	10,94	0,75	3,44	0,25	0,00	0,00	15,31	0,69	1,25	0,06	2,50	0,13	32,50	1,00	7,81	0,56	15,63	0,69	60,63	1,00	9,69	0,63	14,38	0,69	56,88	1,00	9,06	0,63	1,88	0,19	19,69	0,88	0,63	0,13	1,88	0,13	7,81	0,50	0,00	0,00												
Moosschicht	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
Art																																																												
<i>Achillea millefolium</i>																																																												
<i>Agropyron repens</i>																																																												
<i>Allium vineale</i>																																																												
<i>Artemisia campestris</i>																																																												
<i>Asparagus officinalis</i>																																																												
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1,44	1,00	1,00	0,94	9,63	1,00							1,25	0,25	3,13	0,50							23,75	1,00	17,50	1,00	29,69	1,00	22,56	1,00	18,75	1,00	31,25	1,00	9,69	0,81	7,50	0,81	7,50	0,75	25,63	1,00	8,19	0,69	11,56	0,69														
<i>Bromus inermis</i>	0,38	0,13	1,94	0,38	4,69	0,56	27,50	1,00	12,88	1,00	9,44	1,00	43,75	1,00	36,88	1,00	57,50	1,00	11,69	0,94	16,25	0,94	29,38	1,00	6,88	0,81	5,69	0,88	6,88	0,63	4,88	0,69	4,13	0,69	8,44	0,81	9,38	0,81	7,81	0,81	14,63	1,00	2,44	0,56	4,63	0,50	5,63	0,63												
<i>Bromus squarrosus</i>																																																												
<i>Campanula persicifolia cf.</i>																																																												
<i>Campanula rapunculoides cf.</i>																																																												
<i>Carex hirta</i>																																																												
<i>Chenopodium album</i>																																																												
<i>Chondrilla juncea</i>																																																												
<i>Clematis vitalba</i>																																																												
<i>Convolvulus arvensis</i>																																																												
<i>Conyza canadensis</i>																																																												
<i>Coronilla varia</i>	4,50	0,38	1,19	0,44	1,94	0,69	18,13	0,88	12,50	0,94	17,81	1,00							0,25	0,25													17,50	0,81	13,81	0,81	27,50	1,00	25,63	1,00	26,56	0,88	22,50	1,00																
<i>Crepis pulchra</i>																																																												
<i>Dactylis glomerata</i>																																																												
<i>Daucus carota</i>																																																												
<i>Diploaxis tenuifolia</i>																																																												
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1,13	0,38	1,63	0,31	2,19	0,44							1,25	0,25																																														
<i>Falcaria vulgaris</i>																																																												
<i>Galium glaucum</i>	1,13	0,31	0,94	0,19	0,94	0,13							0,44	0,19	0,31	0,63	0,69	0,19							0,69	0,44	0,44	0,19	0,94	0,19	4,50	1,00	4,94	0,81	4,38	0,88																								
<i>Galium mollugo</i>	0,69	0,13	0,19	0,19																																																								
<i>Geranium rotundifolium</i>																																																												
<i>Geranium sanguineum</i>	6,69	0,56	11,31	0,56	16,56	0,69							0,31	0,63																																														
<i>Hieracium spec.</i>																																																												
<i>Hieracium umbellatum</i>																																																												
<i>Hypericum perforatum</i>	1,88	0,25	3,50	0,38							0,94	0,13	1,56	0,13													1,31	0,19	3,50	0,38	0,69	0,19																												
<i>Isatis tinctoria</i>	3,19	0,19	1,25	0,63	0,94	0,13	3,19	0,25	11,94	0,63							1,00	0,25	3,88	0,56	11,88	0,63	1,25	0,63	0,63	0,13	1,25	0,19	0,63	0,63																														
<i>Lactuca serriola</i>																																																												
<i>Lathyrus hirsutus</i>																																																												
<i>Lathyrus pratensis</i>	1,00	0,19	1,13	0,38	0,31	0,63																																																						
<i>Iris germanica</i>																																																												
<i>Lotus corniculatus</i>																																																												
<i>Medicago x varia</i>																																																												
<i>Melilotus alba</i>																																																												
<i>Origanum vulgare</i>	5,13	0,75	4,56	0,69	5,63	0,69	12,81	0,63	21,63	0,75	3,94	1,00							0,38	0,13	1,31	0,13	2,19	0,13	4,38	0,19							3,94	0,81	5,63	0,44	0,63	0,63	8,75	0,94	2,19	0,31	1,94	0,13	5,94	0,38	2,88	0,50	1,56	0,25	4,69	0,44								
<i>Poa prat. ssp. angustifolia</i>	0,31	0,31	1,19	0,69	2,13	0,63							0,75	0,25	2,63	0,50							0,13	0,13							6,63	0,81	4,63	0,94	3,56	1,00	1,38	0,63	3,88	0,81	5,13	0,94	1,94	0,63	2,63	0,56	2,69	0,63	1,19	0,69	2,50	0,75	3,75	0,88	0,69	0,44	1,75	0,50	1,63	0,63
<i>Potentilla reptans</i>																																																												
<i>Rubus caesius</i>	26,31	1,00	2,63	0,94	2,94	0,94	5,31	0,50	15,63	0,94	1,38	0,75																																																
<i>Salix spec.</i>																																																												
<i>Salvia pratensis</i>																																																												
<i>Sanguisorba minor</i>																																																												
<i>Silene alba</i>																																																												
<i>Silene vulgaris</i>																																																												
<i>Solidago gigantea</i>																																																												
<i>Stachys recta</i>																																																												
<i>Taraxacum officinale cf.</i>																																																												
<i>Teucrium chamaedrys</i>	3,94	0,69	5,63	0,56	16,56	0,81																																																						
<i>Tragopogon dubius</i>																																																												
<i>Verbascum lychmitis</i>																																																												
<i>Vicia angustifolia</i>																																																												
<i>Vicia tenuifolia</i>																																																												
<i>Viola arvensis</i>																																																												



Anh.-Tab. 14 Frequenzanalyse P3/3 (kon: Kontrollfläche)

Probefläche	P3/3/1						P3/3/2						P3/3/3						P3/3/4						P3/3/5						P3/3/6						P3/3/7						P3/3/8											
	1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999													
Datum	25.6		19.6		23.6		25.6		19.6		24.6		25.6		19.6		24.6		25.6		22.6		28.6		25.6		22.6		29.6		27.6		19.6		23.6		27.6		19.6		23.6													
Maßnahme	kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon		kon													
Parameter	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F												
Artenzahl	11	11	12	12	12	12	10	10	9	9	8	8	8	8	8	8	9	9	10	10	11	11	8	8	14	14	15	15	16	16	10	10	8	8	9	9	10	10	10	10	13	13	12	12	10	10	13	13	12	12	12	12	14	14
Streu Deckung	78,13	1,00	80,63	1,00	53,75	1,00	88,13	1,00	77,50	1,00	69,38	1,00	87,50	1,00	71,88	1,00	73,13	1,00	89,38	1,00	94,38	1,00	89,38	1,00	73,13	1,00	74,38	1,00	72,50	1,00	56,25	1,00	55,63	1,00	52,50	1,00	74,38	1,00	67,50	1,00	44,38	1,00	87,50	1,00	81,88	1,00	61,88	1,00						
Mineralboden	5,63	0,31	2,81	0,25	1,25	0,13	0,00	0,00	1,88	0,19	1,25	0,19	2,50	0,13	6,56	0,31	8,75	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,06	5,00	0,31	3,13	0,25	3,75	0,44	18,13	0,69	21,25	0,75	22,19	0,88	5,00	0,44	9,38	0,50	2,50	0,44	0,63	0,06	5,00	0,25	1,88	0,25						
Moosschicht	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
<b>Art</b>																																																						
<i>Achillea millefolium</i>																																																						
<i>Agropyron repens</i>																																																						
<i>Allium vineale</i>																																																						
<i>Artemisia campestris</i>																																																						
<i>Asparagus officinalis</i>																																																						
<i>Brachypodium pinnatum</i>																																																						
<i>Bromus inermis</i>																																																						
<i>Bromus squarrosus</i>																																																						
<i>Campanula persicifolia</i> cf.																																																						
<i>Campanula rapunculoides</i> cf.																																																						
<i>Carex hirta</i>																																																						
<i>Chenopodium album</i>																																																						
<i>Chondrilla juncea</i>																																																						
<i>Clematis vitalba</i>																																																						
<i>Convolvulus arvensis</i>																																																						
<i>Conyza canadensis</i>																																																						
<i>Coronilla varia</i>																																																						
<i>Crepis pulchra</i>																																																						
<i>Dactylis glomerata</i>																																																						
<i>Daucus carota</i>																																																						
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>																																																						
<i>Euphorbia cyparissias</i>																																																						
<i>Falcaria vulgaris</i>																																																						
<i>Galium glaucum</i>																																																						
<i>Galium mollugo</i>																																																						
<i>Geranium rotundifolium</i>																																																						
<i>Geranium sanguineum</i>																																																						
<i>Hieracium spec.</i>																																																						
<i>Hieracium umbellatum</i>																																																						
<i>Hypericum perforatum</i>																																																						
<i>Isatis tinctoria</i>																																																						
<i>Lactuca serriola</i>																																																						
<i>Lathyrus hirsutus</i>																																																						
<i>Lathyrus pratensis</i>																																																						
<i>Iris germanica</i>																																																						
<i>Lotus corniculatus</i>																																																						
<i>Medicago x varia</i>																																																						
<i>Melilotus alba</i>																																																						
<i>Origanum vulgare</i>																																																						
<i>Poa prat. ssp. angustifolia</i>																																																						
<i>Potentilla reptans</i>																																																						
<i>Rubus caesius</i>																																																						
<i>Salix spec.</i>																																																						
<i>Salvia pratensis</i>																																																						
<i>Sanguisorba minor</i>																																																						
<i>Silene alba</i>																																																						
<i>Silene vulgaris</i>																																																						
<i>Solidago gigantea</i>																																																						
<i>Stachys recta</i>																																																						
<i>Taraxacum officinale</i> cf.																																																						
<i>Teucrium chamaedrys</i>																																																						
<i>Tragopogon dubius</i>																																																						
<i>Verbascum lychnitis</i>																																																						
<i>Vicia angustifolia</i>																																																						
<i>Vicia tenuifolia</i>																																																						
<i>Viola arvensis</i>																																																						

Anh.-Tab. 15 Frequenzanalyse P3/4 (feu0: gebrannt im Winter 97/98, hangabwärts)

Probefläche	P3/4/1						P3/4/2						P3/4/3						P3/4/4						P3/4/5						P3/4/6						P3/4/7						P3/4/8								
	1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999										
Aufnahmehjahr	27.6		19.6		24.6		27.6		19.6		24.6		27.6		22.6		24.6		27.6		22.6		29.6		27.6		22.6		29.6		27.6		22.6		24.6		27.6		22.6		24.6										
Datum	27.6		19.6		24.6		27.6		19.6		24.6		27.6		22.6		24.6		27.6		22.6		29.6		27.6		22.6		29.6		27.6		22.6		24.6		27.6		22.6		24.6										
Maßnahme	feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0		feu0										
Parameter	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F											
Artenzahl	14	14	13	13	15	15	9	9	10	10	11	11	8	8	4	4	12	12	7	7	8	8	11	11	8	8	9	9	9	9	7	7	10	10	11	11	10	10	14	14	10	10	14	14	15	15	14	14			
Streu Deckung	55,63	1,00	23,44	1,00	65,63	1,00	85,63	1,00	15,31	1,00	55,63	1,00	87,50	1,00	28,75	1,00	66,25	1,00	90,63	1,00	31,88	1,00	72,50	1,00	75,63	0,94	9,06	1,00	45,00	1,00	94,38	1,00	9,69	1,00	59,38	1,00	69,38	1,00	14,38	1,00	50,63	1,00	29,38	1,00	25,00	1,00	53,13	1,00			
Mineralboden	5,00	0,38	15,94	0,69	1,88	0,13	2,50	0,19	21,88	0,75	3,44	0,25	0,00	0,00	23,13	0,94	8,13	0,38	3,75	0,19	29,38	0,94	3,13	0,25	3,13	0,13	66,25	1,00	18,75	0,88	0,00	0,00	53,13	1,00	7,50	0,38	7,50	0,38	34,38	0,94	3,75	0,25	12,50	0,69	13,44	0,63	0,63	0,06			
Moosschicht	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
<b>Art</b>																																																			
<i>Achillea millefolium</i>																																																			
<i>Agropyron repens</i>																																																			
<i>Allium vineale</i>																																																			
<i>Artemisia campestris</i>																																																			
<i>Asparagus officinalis</i>																																																			
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1,00	0,56	6,56	0,63	9,38	0,75	14,69	0,56	18,75	0,63	21,88	0,81	87,50	1,00	28,75	1,00	66,25	1,00	90,63	1,00	31,88	1,00	72,50	1,00	75,63	0,94	9,06	1,00	45,00	1,00	94,38	1,00	9,69	1,00	59,38	1,00	69,38	1,00	14,38	1,00	50,63	1,00	29,38	1,00	25,00	1,00	53,13	1,00			
<i>Bromus inermis</i>	18,44	0,94	12,19	0,94	1,63	0,94	13,19	0,75	12,00	0,81	8,13	0,88	31,25	1,00	46,25	1,00	33,75	1,00	17,81	1,00	17,19	1,00	2,63	0,94	2,75	0,94	11,56	1,00	17,19	0,94	18,19	0,94	12,19	1,00	3,00	0,94	8,19	0,81	9,63	1,00	18,13	1,00	4,63	0,81	5,81	1,00	4,38	0,75			
<i>Bromus squarrosus</i>																																																			
<i>Campanula persicifolia cf.</i>																																																			
<i>Campanula rapunculoides cf.</i>																																																			
<i>Carex hirta</i>																																																			
<i>Chenopodium album</i>																																																			
<i>Chondrilla juncea</i>																																																			
<i>Clematis vitalba</i>																																																			
<i>Convolvulus arvensis</i>																																																			
<i>Coryza canadensis</i>																																																			
<i>Coronilla varia</i>	8,81	0,69	4,19	0,44	3,63	0,38	4,63	0,38	3,75	0,38	12,19	0,69					1,63	0,63					1,25	0,19																											
<i>Crepis pulchra</i>																																																			
<i>Dactylis glomerata</i>	5,69	0,75	3,13	0,44	3,44	0,56					0,94	0,13	2,63	0,56	2,19	0,19	5,00	0,63	0,88	0,31	1,25	0,63	1,56	0,19	2,19	0,69	3,19	0,56	4,69	0,50	1,13	0,31	2,19	0,31	1,88	0,31	0,38	0,13	2,19	0,31	2,56	0,50	1,44	0,44	0,94	0,19	3,50	0,63			
<i>Daucus carota</i>																																																			
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>																																																			
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1,00	0,25	2,88	0,44	3,50	0,50			0,63	0,63																4,00	0,75	1,31	0,31	3,75	0,63	0,25	0,25	1,31	0,56	3,75	0,63														
<i>Falcaria vulgaris</i>																																																			
<i>Galium glaucum</i>																																																			
<i>Galium mollugo</i>																																																			
<i>Geranium rotundifolium</i>																																																			
<i>Geranium sanguineum</i>																																																			
<i>Hieracium spec.</i>																																																			
<i>Hieracium umbellatum</i>																																																			
<i>Hypericum perforatum</i>	0,13	0,13					0,31	0,63	1,56	0,13	1,88	0,13					0,31	0,63																																	
<i>Isatis tinctoria</i>	1,63	0,25	1,94	0,19	1,31	0,25	0,63	0,63					5,69	0,25			1,88	0,31			2,00	0,38	8,44	0,44																											
<i>Lactuca serriola</i>																																																			
<i>Lathyrus hirsutus</i>																																																			
<i>Lathyrus pratensis</i>																																																			
<i>Iris germanica</i>																																																			
<i>Lotus corniculatus</i>																																																			
<i>Medicago x varia</i>	1,00	0,19							0,38	0,13																																									
<i>Melilotus alba</i>																																																			
<i>Origanum vulgare</i>	5,63	0,56	4,75	0,44	4,38	0,38	3,25	0,50	8,81	0,50	11,88	0,69	4,38	0,13			0,63	0,13	1,31	0,13	6,94	0,31	3,50	0,38	1,31	0,13	6,94	0,31	3,50	0,38			0,63	0,63	1,88	0,19	6,63	0,81	12,00	1,00	15,31	0,94	1,13	0,94	5,63	0,75	11,88	0,75			
<i>Poa prat. ssp. angustifolia</i>	0,50	0,25	0,19	0,19	0,38	0,13							0,63	0,63					0,75	0,50	2,13	0,56	3,56	0,75	0,13	0,13	0,13	0,13	0,63	0,63	1,69	0,69	1,13	0,38	2,63	0,50															
<i>Potentilla reptans</i>																																																			
<i>Rubus caesius</i>	2,19	0,19	4,63	0,31	4,13	0,25	31,88	0,75	15,38	0,88	11,88	0,75																																							
<i>Salix spec.</i>																																																			
<i>Salvia pratensis</i>	8,13	0,31	6,88	0,38	9,69	0,44							4,69	0,19																																					
<i>Sanguisorba minor</i>																																																			
<i>Silene alba</i>																																																			
<i>Silene vulgaris</i>																																																			
<i>Solidago gigantea</i>																																																			
<i>Stachys recta</i>	0,63	0,63	0,31	0,63	1,56	0,25																																													
<i>Taraxacum officinale cf.</i>																																																			
<i>Teucrium chamaedrys</i>	1,31	0,56	26,25	0,81	22,50	0,94	13,13	0,75	9,63	0,88	7,19	0,81	0,63	0,63												6,94	0,56	1,50	0,69	23,50	0,81	2,63	0,75	3,19	0,56	6,56	0,81	0,63	0,63												
<i>Tragopogon dubius</i>																																																			
<i>Verbascum lychnitis</i>																																																			
<i>Vicia angustifolia</i>																																																			
<i>Vicia tenuifolia</i>																																																			
<i>Viola arvensis</i>																																																			

Anh.-Tab. 16 Zu- und Abgänge an Arten von 1997 bis 1999 auf P3 (Südost-Böschung)

	Probefläche Maßnahme	P3/1 feu1	P3/2 feu2	P3/3 kon	P3/4 feu0
	Gesamtartenzahl 1997	27	28	27	25
	Gesamtartenzahl 1999	32	31	32	31
	Anzahl Zugänge	11	4	7	11
	Anzahl Abgänge	6	1	2	5
	Parameter	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ
<b>Zugänge</b>					
(n)	<i>Bromus squarrosus</i>		0,16		
NZ	<i>Campanula persicifolia</i>			0,16	
NZ	<i>Campanula rapunculoides cf.</i>				0,16
(n)	<i>Carex hirta</i>	0,16			
(n)	<i>Chenopodium album</i>				0,05
(n)	<i>Convolvulus arvensis</i>	0,01			
n	<i>Conyza canadensis</i>				1,48
(n)	<i>Crepis pulchra</i>	0,08			
n	<i>Daucus carota</i>	0,2	0,01		0,09
(n)	<i>Falcaria vulgaris</i>	0,39			
n	<i>Galium glaucum</i>				0,01
(n)	<i>Geranium rotundifolium</i>				0,12
n	<i>Hieracium umbellatum</i>	0,09		0,12	
(n)	<i>Lactuca serriola</i>		2,58	0,04	0,12
n	<i>Lilium martagon</i>	0,04	0,12	0,04	
(n)	<i>Lotus corniculatus</i>	0,04		0,08	
(n)	<i>Melilotus alba</i>	0,2		0,31	1,88
n	<i>Potentilla reptans</i>				0,04
n	<i>Sanguisorba minor</i>				0,04
n	<i>Solidago gigantea</i>				0,08
(n)	<i>Teucrium chamaedrys</i>	0,08			
n	<i>Tragopogon dubius</i>	0,12			
(n)	<i>Viola arvensis</i>			0,08	
<b>Abgänge</b>					
	<i>Silene vulgaris</i>	-0,09			
	<i>Clematis vitalba</i>	-0,27			
	<i>Lathyrus pratensis</i>	-0,12			
	<i>Allium vineale</i>	-0,08			
	<i>Bromus squarrosus</i>	-0,02			
	<i>Viola arvensis</i>	-0,01			
	<i>Lathyrus hirsutus</i>		-0,01	-0,27	
	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>			-0,23	
	<i>Falcaria vulgaris</i>				-0,08
	<i>Artemisia campestris</i>				-0,17
	<i>Vicia angustifolia</i>				-0,01
	<i>Medicago x varia</i>				-0,13
	<i>Crepis pulchra</i>				-0,01

NZ: Neue Art, die vorher auf der gesamten Probefläche nicht beobachtet wurde

n: Art, die bislang in keiner Vegetationsaufnahme auftrat, vorher jedoch schon auf der Versuchsböschung beobachtet wurde.

(n): Art, die vorher schon in Vegetationsaufnahmen anderer Behandlungseinheiten vorhanden ist.

Anh.-Tab. 17 Frequenzanalyse P4, Juni 97, Juni 98, Juni 99

Probefläche Maßnahme	P4/1 feu1			P4/2 feu1*			P4/3 mahd/feu			P4/4 feu2			P4/5 kon		
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999
<b>Aufnahmejahr</b>	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999
<b>Parameter</b>	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ
<b>Artenzahl</b>	20	23	25	20	23	26	22	29	31	22	32	35	26	27	25
<b>Streu Deckung</b>	55,73	47,55	22,81	59,69	34,69	19,79	69,58	35,52	23,65	66,88	35,52	43,54	64,38	67,08	68,54
<b>Moos-Streu</b>	0,00	20,10	11,77	0,00	30,94	22,81	0,00	21,25	24,17	0,00	9,58	2,50	0,00	0,00	0,00
<b>Mineralboden</b>	0,00	4,74	5,63	0,00	1,51	0,68	0,00	3,18	2,24	0,73	1,82	2,71	1,67	0,94	0,68
<b>Moosschicht</b>	20,385	0,323	1,094	24,167	0,365	0,698	22,240	0,000	1,250	21,667	6,469	4,219	20,000	35,083	25,156
<b>Art</b>															
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	.	.	0,142	0,283	0,625	.	0,625	0,115	0,142	.	.
<i>Agropyron repens</i>	0,938	0,142	0,142	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allium vineale cf.</i>	.	.	.	.	0,142	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia campestris</i>	.	.	0,283	0,635	2,240	4,278	0,490	0,142	0,528	.	0,573	0,729	0,656	0,264	0,283
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	0,115	0,528	.	0,283	.	.	0,156	.	.	0,313	0,264	0,264
<i>Brachypodium pinnatum</i>	15,344	11,615	14,778	6,125	8,396	1,844	8,490	7,688	8,833	2,553	2,142	2,990	7,828	4,563	3,385
<i>Bromus erectus</i>	0,896	0,264	0,428	0,142	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus inermis</i>	1,365	2,678	4,514	0,688	1,448	2,865	1,740	1,646	3,292	0,646	1,142	1,963	1,573	1,000	0,698
<i>Campanula rapunculoides cf.</i>	.	.	0,625	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea scabiosa</i>	.	.	.	.	.	.	0,417	1,417	1,146	.	.	.	.	.	.
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,219	0,264	.	0,167	0,625
<i>Cichorium intybus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,283	.	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	0,283	0,142	.	9,896	3,333	3,125	8,333	1,740	1,833	15,428	9,844	9,479	0,938	5,313	9,896
<i>Convolvus arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,142	.	.	.	.
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,283	0,563	.	0,142	0,142	.
<i>Coronilla varia</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,417	0,885	.	0,365	0,740	0,283	0,528	0,594
<i>Dactylis glomerata</i>	0,281	0,553	0,542	0,219	0,828	0,375	0,490	0,990	1,417	2,292	2,642	2,146	1,385	1,833	0,928
<i>Daucus carota</i>	.	.	.	.	0,142	.	.	0,283	0,729	.	.	0,219	.	0,283	0,142
<i>Erigeron annuus</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,528	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0,142	.	.	.	0,283	0,283	.
<i>Festuca rubra agg.</i>	0,417	0,240	0,156	.	.	0,167	.	.	.	.	0,417	0,240	.	.	.
<i>Galium glaucum</i>	0,428	0,948	0,729	2,328	2,990	2,417	5,417	3,833	5,283	3,479	3,615	4,615	1,615	0,678	0,875
<i>Galium mollugo</i>	3,438	2,438	2,542	0,656	0,563	0,729	0,490	0,813	1,146	0,219	0,365	0,594	0,969	0,528	0,646
<i>Geranium sanguineum</i>	1,417	1,528	0,969	2,719	3,167	4,438	3,813	4,469	4,615	8,313	7,828	5,656	1,875	1,885	1,463
<i>Glechoma hederacea</i>	0,142	0,528	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium glaucinum cf.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0,625	.	.	0,142	.	.	.
<i>Hieracium pilosella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,283	0,365	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	.	0,354	0,428	.	.	0,729	.	0,250	1,528	.	.	0,792	.	.	0,528
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	.	0,528	.	.	.	.	0,528	0,625	.	.	.
<i>Isatis tinctoria</i>	.	0,142	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,283
<i>Knautia arvensis</i>	0,528	.	.	.	.	0,156	.	0,156	.	.	0,531	0,156	.	1,417	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	0,264	0,142	0,792	0,142	.	.	0,365	.	.	3,000	1,463	1,344	1,313	1,323	0,778
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	.	0,528	.	.	.	1,328	0,313	0,938	.	0,142	.
<i>Medicago sativa</i>	.	.	.	.	.	.	0,142	0,528	0,264	.	0,417	0,283	.	.	.
<i>Melilotus alba</i>	.	0,750	1,281	.	0,344	1,292	.	1,833	3,396	.	0,979	2,115	.	.	0,625
<i>Origanum vulgare</i>	0,142	0,281	0,823	1,583	0,885	1,167	1,198	0,990	2,729	0,865	0,792	1,385	1,833	0,625	1,156
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	.	.	.	0,142	.	0,156	.	.	0,528	.	.	.	.	.	.
<i>Poa prat. ssp angustifolia</i>	1,615	1,642	2,313	2,479	3,729	3,635	4,833	2,646	3,833	1,375	1,531	1,813	0,928	0,764	1,283
<i>Rosa arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,283	0,625	0,313	.	.	.
<i>Rubus caesius</i>	.	.	0,142	.	.	.	5,167	3,698	3,490	.	.	0,528	11,729	14,333	16,328
<i>Salix spec.</i>	.	.	.	.	0,283	0,142	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia pratensis</i>	.	.	.	2,833	2,656	2,642	1,479	1,264	2,188	1,563	1,938	2,188	1,778	0,833	0,528
<i>Sanguisorba minor</i>	.	.	0,528	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saponaria officinalis</i>	1,778	.	0,740	0,938	0,528	0,667	.	0,240	0,385	1,979	4,573	4,963	1,198	.	0,142
<i>Senecio erucifolius</i>	0,313	0,198	0,385	.	0,528	0,142	.	0,198	0,313	0,219	0,365	0,365	0,417	0,469	0,264
<i>Solidago gigantea</i>	68,542	59,115	52,813	74,792	60,573	58,854	69,167	42,667	44,167	64,625	64,170	46,250	64,219	60,469	65,283
<i>Solidago virgaurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0,142	.	.	.	0,142	0,142	.
<i>Stachys recta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,625	0,333	0,375	.	.	.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	.	.	0,828	1,283	0,833	1,938	2,463	1,963	.	.	0,625	1,938	0,948	1,354
<i>Trifolium pratensis</i>	.	0,167	0,156	.	0,740	0,573	0,896	3,828	2,553	.	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	0,528	0,528	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Valeriana wallrothii</i>	1,146	0,646	0,958	0,528	0,178	0,865	0,500	0,313	0,542	0,528	0,283	0,313	.	.	.
<i>Verbascum lychnitis</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,156	0,625	0,885	1,528	0,729	0,528	0,264	.
<i>Vicia tenuifolia</i>	0,469	0,428	1,219	2,264	0,948	1,938	0,528	0,469	0,688	1,198	0,528	0,729	0,625	0,333	0,375

kon: Kontrollfläche

feu1: jährlich gebrannt, hangaufwärts

feu1\*: Wiederholung von feu1

feu2: alle 2 Jahre gebrannt, hangaufwärts

mahd/feu: Kombination aus Mahd und Feuer hangaufwärts

MAZ: Mittlere-Artmächtigkeits-Zahl

Anh.-Tab. 18 Frequenzanalyse P4/1 (feul: gebrannt im Winter 97/98 und 98/99, hangaufwärts)

Profilfläche	P4/1/1			P4/1/2			P4/1/3			P4/1/4			P4/1/5			P4/1/6		
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999
Aufnahmejahr	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ
Datum	11	11	14	9	11	12	9	9	9	13	13	10	10	10	10	10	10	13
Madname	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Parameter	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ
Artenzahl	55,00	40,63	18,13	0,69	8,13	0,69	47,50	0,56	35,63	0,81	65,00	1,00	19,38	1,00	51,25	1,00	41,88	0,56
Streu Deckung	0,00	0,00	18,13	0,25	21,25	0,31	0,00	0,00	41,25	0,44	13,75	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	28,13	0,31
Moos-Streu	0,00	0,00	8,13	0,38	8,13	0,31	0,00	0,00	1,25	0,13	0,63	0,66	11,25	0,69	16,25	0,69	0,00	0,00
Mineralboden	14,50	0,81	0,63	0,13	0,31	0,06	45,00	0,88	0,00	0,00	6,25	0,63	7,50	0,31	0,00	0,00	20,63	0,44
Moosschicht																		
<i>Achillea millefolium</i>																		
<i>Agropyron repens</i>																		
<i>Allium vineale</i> cf.																		
<i>Artemisia campestris</i>										0,13	0,13							
<i>Artemisia vulgaris</i>																		
<i>Brachypodium pinnatum</i>																		
<i>Bromus erectus</i>	1,56	0,56	1,63	0,38	3,56	0,75	1,75	0,44	1,50	0,50	2,88	0,44	35,00	1,00	19,38	1,00	24,38	1,00
<i>Bromus inermis</i>	5,63	0,44	1,56	0,19	2,56	0,50	0,31	0,63					0,31	0,63				
<i>Campanula rapunculoides</i> cf.	0,13	0,13	0,75	0,25	0,63	0,13	0,38	0,13	0,50	0,25	0,50	0,25	1,31	0,31	2,00	0,44	3,75	0,56
<i>Centaurea scabiosa</i>																		
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>																		
<i>Cichorium intybus</i>																		
<i>Clematis vitalba</i>																		
<i>Convolvus arvensis</i>																		
<i>Conyza canadensis</i>																		
<i>Coronilla varia</i>																		
<i>Dactylis glomerata</i>																		
<i>Daucus carota</i>																		
<i>Eriogon annuus</i>																		
<i>Euphorbia cyparissias</i>																		
<i>Festuca rubra</i> agg.																		
<i>Gallium glaucum</i>																		
<i>Gallium mollugo</i>	2,56	0,63	5,69	0,63	4,38	0,50							0,25	0,25	0,69	0,19	0,94	0,19
<i>Geranium sanguineum</i>	5,63	0,63	2,81	0,31	5,00	0,63	7,81	0,81	6,00	0,88	2,25	0,69	1,63	0,31	1,19	0,38	0,94	0,44
<i>Glechoma hederacea</i>	1,56	0,13	3,75	0,25	2,63	0,25												
<i>Hieracium glaucinum</i> cf.																		
<i>Hieracium pilosella</i>																		
<i>Hieracium umbellatum</i>																		
<i>Hypericum perforatum</i>																		
<i>Isatis tinctoria</i>																		
<i>Knautia arvensis</i>	0,31	0,63																
<i>Lathyrus pratensis</i>																		
<i>Lotus corniculatus</i>																		
<i>Medicago sativa</i>																		
<i>Mellilotus alba</i>																		
<i>Origanum vulgare</i>	0,13	0,13	0,13	0,13	1,63	0,38	0,38	0,13					0,63	0,63				
<i>Peucedanum oroselinum</i>																		
<i>Poa prat. ssp. angustifolia</i>	6,50	0,94	5,63	1,00	5,63	0,94	2,44	0,88	4,63	0,94	5,69	0,94						
<i>Rosa arvensis</i>																		
<i>Rubus caesius</i>																		
<i>Salix spec.</i>																		
<i>Salvia pratensis</i>																		
<i>Sanguisorba minor</i>																		
<i>Saponaria officinalis</i>	8,44	0,19			0,94	0,19					0,31	0,63						
<i>Senecio jacobaeifolius</i>																		
<i>Solidago gigantea</i>	54,38	1,00	56,25	1,00	56,30	1,00	81,25	1,00	72,50	1,00	75,00	1,00	49,38	1,00	47,50	1,00	39,40	1,00
<i>Solidago virgaurea</i>																		
<i>Stachys recta</i>																		
<i>Taraxacum chamaedrys</i>																		
<i>Trifolium pratense</i>																		
<i>Urtica dioica</i>																		
<i>Valeriana waltherii</i>																		
<i>Verbasicum lychnitis</i>																		
<i>Vicia tenuifolia</i>																		

2,19 0,19 2,50 0,19 6,94 0,69



Anh.-Tab. 19 Frequenzanalyse P4/2 (feu1, Wdh.: gebrannt im Winter 97/98 und 98/99, hangaufwärts)

Probefläche	P4/2/1						P4/2/2						P4/2/3						P4/2/4						P4/2/5						P4/2/6																									
Aufnahmejahr	1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999																											
Datum	4.7		25.6		30.6		4.7		23.6		30.6		4.7		23.6		30.6		7.7		23.6		30.6		9.7		23.6		5.7																											
Maßnahme			feu		fru				feu		feu				feu		feu				feu		feu				feu		feu																											
Parameter	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F																										
Artenzahl	12	12	12	12	15	15	8	8	9	9	14	14	12	12	11	11	14	14	11	11	15	15	13	13	9	9	9	9	10	10	7	7	6	6	6	6																				
Streu Deckung	65,00	1,00	23,75	0,94	24,38	0,94	47,50	1,00	60,63	0,88	25,63	0,69	46,25	1,00	33,75	0,69	21,88	1,00	53,13	1,00	33,75	0,63	13,75	0,69	82,50	1,00	31,88	0,44	15,63	0,56	63,75	0,94	24,38	0,31	17,50	0,31																				
Moos-Streu	0,00	0,00	5,00	0,06	3,75	0,06	0,00	0,00	9,38	0,13	23,75	0,31	0,00	0,00	23,13	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	33,75	0,38	21,88	0,31	0,00	0,00	51,25	0,56	33,13	0,44	0,00	0,00	63,13	0,69	54,38	0,69																				
Mineralboden	0,00	0,00	0,63	0,06	1,25	0,13	0,00	0,00	5,31	0,38	0,94	0,13	0,00	0,00	3,13	0,25	1,88	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																				
Mooschicht	15,31	0,63	0,00	0,00	0,63	0,13	31,25	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,81	0,88	0,00	0,00	1,69	0,25	41,25	1,00	2,19	0,13	1,88	0,25	4,38	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00																				
Art																																																								
<i>Achillea millefolium</i>	.																																																							
<i>Agropyron repens</i>	.																																																							
<i>Allium vineale</i> cf.	.																																																							
<i>Artemisia campestris</i>	.																																																							
<i>Artemisia vulgaris</i>	.																																																							
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1,50	0,75	2,69	1,00	3,31	0,94	1,88	0,13	0,63	0,63	0,94	0,13	2,13	0,63	0,81	0,25	0,63	0,13	7,75	0,94	6,00	0,75	9,44	1,00	9,63	1,00	11,88	1,00	11,88	1,00	5,44	0,75	1,38	0,81	11,88	0,94																				
<i>Bromus erectus</i>	0,63	0,63																																																						
<i>Bromus inermis</i>	1,31	0,25	1,50	0,50	4,69	0,38	0,63	0,63	0,63	0,63	0,75	0,25	0,13	0,13	2,63	0,44	2,63	0,56	0,44	0,19	0,50	0,25	2,50	0,31	1,69	0,38	3,13	0,44	5,63	0,88	0,50	0,25	1,44	0,44	1,56	0,31																				
<i>Campanula rapunculoides</i> cf.	.																																																							
<i>Centaurea scabiosa</i>	.																																																							
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	.																																																							
<i>Cichorium intybus</i>	.																																																							
<i>Clematis vitalba</i>	36,25	1,00			15,00	1,00	5,63	0,25			3,75	0,25																																												
<i>Convolvus arvensis</i>	.																																																							
<i>Conyza canadensis</i>	.																																																							
<i>Coronilla varia</i>	.																																																							
<i>Dactylis glomerata</i>	0,63	0,63	0,13	0,13	1,00	0,25																																																		
<i>Daucus carota</i>	.																																																							
<i>Erigeron annuus</i>	.																																																							
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.																																																							
<i>Festuca rubra</i> agg.	.																																																							
<i>Galium glaucum</i>	1,25	0,19	0,69	0,19	1,56	0,25	3,31	0,69	5,81	0,63	4,69	0,75	7,25	0,63	5,81	0,75	4,69	0,75	2,00	0,50	5,63	0,63	1,31	0,31																																
<i>Galium mollugo</i>	1,31	0,13	2,00	0,38	2,19	0,31	0,31	0,63	0,75	0,19	0,50	0,25			0,63	0,13	1,63	0,25	0,63	0,13	0,75	0,25	1,25	0,63			0,31	0,63																												
<i>Geranium sanguineum</i>	.																																																							
<i>Glechoma hederacea</i>	.																																																							
<i>Hieracium glaucinum</i> cf.	.																																																							
<i>Hieracium pilosella</i>	.																																																							
<i>Hieracium umbellatum</i>	.																																																							
<i>Hypericum perforatum</i>	.																																																							
<i>Isatis tinctoria</i>	.																																																							
<i>Knautia arvensis</i>	.																																																							
<i>Lathyrus pratensis</i>	.																																																							
<i>Lotus corniculatus</i>	.																																																							
<i>Medicago sativa</i>	.																																																							
<i>Melilotus alba</i>	.																																																							
<i>Origanum vulgare</i>	5,94	0,69	3,00	0,56	4,19	0,63	1,88	0,13			0,31	0,63	1,31	0,25	1,94	0,38	2,50	0,31	0,38	0,13	0,38	0,13																																		
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	.																																																							
<i>Poa prat. ssp. angustifolia</i>	1,69	0,44	0,94	0,44	2,69	0,63	1,63	0,81	2,94	0,94	3,38	0,81	4,19	0,81	5,94	0,94	5,00	0,88	5,63	0,69	6,88	1,00	5,63	0,88	1,31	0,56	3,56	0,81	3,38	0,81	1,00	0,75	2,13	0,88	1,75	0,75																				
<i>Rosa arvensis</i>	.																																																							
<i>Rubus caesius</i>	.																																																							
<i>Salix spec.</i>	.																																																							
<i>Salvia pratensis</i>	12,50	0,44	14,69	0,56	15,31	0,63			1,25	0,13	0,31	0,63																																												
<i>Sanguisorba minor</i>	.																																																							
<i>Saponaria officinalis</i>	5,63	0,25	0,31	0,63	2,81	0,38																																																		
<i>Senecio erucifolius</i>	.																																																							
<i>Solidago gigantea</i>	56,88	0,94	29,40	1,00	25,00	1,00	78,75	1,00	66,88	1,00	68,75	1,00	68,13	1,00	55,63	1,00	48,75	1,00	69,38	1,00	76,30	1,00	74,38	1,00	89,38	1,00	80,00	1,00	76,30	1,00	86,25	1,00	69,38	1,00	65,63	1,00																				
<i>Solidago virgaurea</i>	.																																																							
<i>Stachys recta</i>	.																																																							
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.																																																							
<i>Trifolium pratensis</i>	.																																																							
<i>Urtica dioica</i>	.																																																							
<i>Valeriana wallrothii</i>	.																																																							
<i>Verbascum lychnitis</i>	.																																																							
<i>Vicia tenuifolia</i>	.																																																							



Anh.-Tab. 21 Frequenzanalyse P4/4 (feu2: gebrannt im Winter 97/98, hangaufwärts)

Probefläche	P4/4/1						P4/4/2						P4/4/3						P4/4/4						P4/4/5						P4/4/6																																
Aufnahmejahr	1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999		1997		1998		1999																												
Datum	7.7		26.6		1.7		7.7		26.6		5.7		8.7		26.6		1.7		8.7		26.6		5.7		2.7		26.6		5.7		9.7		26.6		5.7																												
Maßnahme	feu						feu						feu						feu						feu																																						
Parameter	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F	MAZ	F																											
Artenzahl / bei F: Gesamtartenzahl	11	11	14	14	17	17	14	14	17	17	24	24	11	11	18	18	20	20	16	16	17	17	19	19	10	10	15	15	16	16	9	9	12	12	11	11																											
Streu Deckung	50,63	1,00	25,63	0,69	36,25	0,88	52,50	1,00	24,38	0,88	40,63	1,00	84,38	1,00	46,25	0,94	50,00	0,94	55,63	1,00	28,13	0,88	51,25	1,00	89,38	1,00	44,38	0,94	41,88	1,00	68,75	1,00	44,38	1,00	41,25	1,00																											
Moos-Streu	0,00	0,00	23,75	0,31	10,00	0,13	0,00	0,00	3,75	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	0,06	5,00	0,06	0,00	0,00	9,38	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	14,38	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																											
Mineralboden	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	0,13	0,00	0,00	3,13	0,19	4,38	0,25	0,00	0,00	1,25	0,06	0,00	0,00	4,38	0,25	6,56	0,38	10,63	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																											
Moosschicht	48,13	1,00	0,00	0,00	1,25	0,13	18,75	0,88	0,00	0,00	0,31	0,06	5,31	0,38	0,00	0,00	0,63	0,06	1,56	0,19	0,00	0,00	0,63	0,13	12,50	0,44	0,06	0,06	0,00	0,00	43,75	1,00	38,75	1,00	22,50	0,88																											
Art																																																															
<i>Achillea millefolium</i>							0,31	0,63	0,31	0,63							0,63						0,63	0,38	0,13																																						
<i>Agropyron repens</i>																																																															
<i>Allium vineale</i> cf.																																																															
<i>Artemisia campestris</i>																																																															
<i>Artemisia vulgaris</i>							0,63	0,13							3,44						0,13	4,38	0,31																																								
<i>Brachypodium pinnatum</i>	0,19	0,19			0,63	0,13	1,81	0,50	1,19	0,38	0,63	0,63							0,63	0,63	9,19	0,63	5,69	0,69	9,69	0,69	3,75	0,75	3,38	0,75	5,63	0,69	0,38	0,13	1,81	0,44	1,88	0,31																									
<i>Bromus erectus</i>																																																															
<i>Bromus inermis</i>	0,19	0,19	1,63	0,31	1,56	0,31	2,44	0,69	2,31	0,56	3,75	0,75	0,38	0,13	0,44	0,19	1,75	0,31	0,50	0,25	0,13	0,13	1,56	0,31							0,63	0,63	0,63	0,13	0,38	0,38	2,63	0,50	2,19	0,44																							
<i>Campanula rapunculoides</i> cf.																																																															
<i>Centaurea scabiosa</i>																																																															
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>																																																															
<i>Cichorium intybus</i>																																																															
<i>Clematis vitalba</i>	12,50	0,75	42,50	1,00	19,69	1,00							4,63						0,38							1,25	0,13							4,63	0,44	0,63	0,63	38,13	1,00	3,13	0,25	3,44	0,25	41,88	1,00	13,44	0,63	25,63	0,94														
<i>Convolvus arvensis</i>																																																															
<i>Conyza canadensis</i>							0,63						0,63							0,63						0,63							0,63						0,63																								
<i>Coronilla varia</i>																																																															
<i>Dactylis glomerata</i>	0,63	0,63	0,69	0,19	1,56	0,25	7,31	0,81	5,13	0,88	3,81	0,81	2,25	0,44	3,19	0,44	2,19	0,38	3,81	0,56	5,63	0,75	4,69	0,81	0,31	0,63	1,56	0,25	0,31	0,63							0,63	0,63																									
<i>Daucus carota</i>							1,25						0,19																																					0,63	0,63												
<i>Erigeron annuus</i>																																																															
<i>Euphorbia cyparissias</i>																																																															
<i>Festuca rubra</i> agg.							0,19						0,19	0,94	0,13							0,50						0,25																																			
<i>Galium glaucum</i>	4,94	0,81	5,13	0,81	6,69	0,88	0,69	0,44	2,63	0,50	3,31	0,63	5,88	0,75	6,94	0,75	7,50	1,00	2,13	0,63	2,50	0,56	4,38	0,94	4,44	0,38	3,44	0,69	3,50	0,44	2,81	0,38	1,63	0,25	2,31	0,50																											
<i>Galium mollugo</i>	0,31	0,63	0,75	0,19	0,69	0,19							1,63						0,25	0,69	0,19																																										
<i>Geranium sanguineum</i>	3,81	0,56	3,13	0,44	4,81	0,56	8,13	0,63	7,00	0,56	4,63	0,56	11,25	0,50	1,44	0,44	5,31	0,31	13,13	0,69	14,81	0,69	6,56	0,69	6,88	0,38	7,19	0,25	9,75	0,69	5,00	0,44	4,25	0,50	3,44	0,31																											
<i>Glechoma hederacea</i>																																																															
<i>Hieracium glaucinum</i> cf.																																																															
<i>Hieracium pilosella</i>							0,31						0,63							0,31						0,63																																					
<i>Hieracium umbellatum</i>							0,94						0,19							0,31						0,63																																					
<i>Hypericum perforatum</i>							1,88						0,25							0,31						0,63																																					
<i>Isatis tinctoria</i>																																																															
<i>Knautia arvensis</i>																																																															
<i>Lathyrus pratensis</i>							3,19						0,38	0,94	0,13							0,94						0,13																																			
<i>Lotus corniculatus</i>							2,81						0,44	5,44	0,56	3,88	0,81							1,44						0,94	0,63	0,38	1,56	0,31	0,94	0,13	0,69	0,19	0,69	0,19	3,81	0,44	1,38	0,31	1,25	0,25																	
<i>Medicago sativa</i>							0,31						0,63																																																		
<i>Melilotus alba</i>							1,19						0,44	2,25	0,25							0,56						0,31	4,38	0,19							1,88						0,63	3,81	0,38																		
<i>Origanum vulgare</i>	0,31	0,63					1,44	0,44	1,94	0,44	2,31	0,50	0,69	0,19	0,75	0,25	2,00	0,44	2,44	0,50	2,00	0,50	3,94	0,56							0,63	0,63	0,63	0,63	0,31	0,63	0,63	0,63																									
<i>Peucedanum oreoselinum</i>																																																															
<i>Poa prat. ssp. angustifolia</i>	2,13	0,50	1,63	0,56	0,44	0,44	1,31	0,56	0,50	0,50	1,25	0,50	3,19	0,88	5,63	1,00	4,88	1,00	0,56	0,56	0,38	0,38	0,94	0,44	0,63	0,63	1,13	0,88	2,50	1,00	0,44	0,44	0,50	0,50	0,88	0,38																											
<i>Rosa arvensis</i>																																																															
<i>Rubus caesius</i>																																																															
<i>Salix spec.</i>																																																															
<i>Salvia pratensis</i>	0,63	0,63			0,31	0,63	4,38	0,25			3,44	0,19	2,50	0,19	3,75	0,31	6,88	0,31																																													
<i>Sanguisorba minor</i>																																																															
<i>Saponaria officinalis</i>							0,44						0,19	5,63	0,50	8,75	0,44	19,75	0,81	17,19	0,81	3,13	0,25	7,25	0,44	7,19	0,56																																				
<i>Senecio erucifolius</i>							0,31						0,63	0,63	0,13							0,31						0,63	0,31	0,63	1,31	0,31	1,56	0,25	1,25	0,19																											
<i>Solidago gigantea</i>	75,00	1,00	66,30	1,00	35,31	1,00	51,25	1,00	46,25	1,00	49,38	1,00	52,50	1,00	62,50	1,00	46,30	1,00	36,25	1,00	51,25	1,00	32,81	1,00	86,88	1,00	75,00	1,00	60,00	1,00	82,50	1,00	66,88	1,00	59,38	1,00																											
<i>Solidago virgaurea</i>																																																															
<i>Stachys recta</i>							3,75						0,50	2,00	0,38	2,25	0,31																																														
<i>Teucrium chamaedrys</i>							0,63						0,63							0,31						0,63																																					
<i>Trifolium pratensis</i>																																																															
<i>Urtica dioica</i>																																																															
<i>Valeriana wallrothii</i>							0,31						0,63	1,88	0,19							0,31						0,63	1,25	0,63	1,88	0,19																															
<i>Verbascum lychnitis</i>							0,31						0,63	0,63	0,63	5,31	0,31	6,00	0,31	3,75	0,38																																										
<i>Vicia tenuifolia</i>																																																															





Anh.-Tab. 23 Zu- und Abgänge an Arten von 1997 bis 1999 auf P4 (Solidago-dominierte Ostböschung)

Probefläche Maßnahme		P4/1	P4/2	P4/3	P4/4	P4/5
		feu1	feu1*	mahd/feu	feu2	kon
Gesamtartenzahl 1997		20	20	22	22	26
Gesamtartenzahl 1999		25	26	31	35	25
Anzahl Zugänge		8	9	11	15	5
Anzahl Abgänge		3	3	2	2	6
Parameter		MAZ	MAZ	MAZ	MAZ	MAZ
<b>Zugänge</b>						
(n)	<i>Achillea millefolium</i>				0,11	
(n)	<i>Atemisia campestris</i>	0,02			0,73	
<b>NZ</b>	<i>Campanula rapunculoides</i> cf.	0,06				
<b>NZ</b>	<i>Chrysanthemum corymbosum</i>				0,26	0,06
(n)	<i>Coronilla varia</i>			0,89	0,76	
n	<i>Daucus carota</i>			0,07	0,22	0,01
(n)	<i>Euphorbia cyparissias</i>			0,01		
(n)	<i>Festuca rubra</i>		0,17		0,24	
<b>NZ</b>	<i>Hieracium glaucinum</i> cf.			0,06	0,1	
(n)	<i>Hieracium pillosella</i>				0,21	
(n)	<i>Hieracium umbellatum</i>	0,43	0,07	1,05	0,79	0,05
(n)	<i>Hypericum perforatum</i>		0,05		0,06	
(n)	<i>Isatis tinctoria</i>					0,21
(n)	<i>Knautia arvensis</i>		0,16		0,16	
(n)	<i>Lotus corniculatus</i>		0,05			
(n)	<i>Medicago varia</i>				0,21	
n	<i>Melilotus alba</i>	1,28	1,29	3,4	2,11	0,06
(n)	<i>Peucedanum oreoselinum</i>			0,05		
(n)	<i>Rubus caesius</i>	0,1			0,05	
n	<i>Salix sprec.</i>		0,1			
<b>NZ</b>	<i>Sanguisorba minor</i>	0,05				
(n)	<i>Saponaria officinalis</i>			0,39		
(n)	<i>Senecio erucifolius</i>		0,1	0,31		
(n)	<i>Solidago virgaurea</i>			0,1		
(n)	<i>Teucrium chamaedrys</i>				0,06	
(n)	<i>Trifolium pratensis</i>	0,16	0,57			
n	<i>Urtica dioica</i>	0,05				
(n)	<i>Verbascum lychnitis</i>			0,63		
<b>Abgänge</b>						
	<i>Achillea millefolium</i>					-0,01
	<i>Artemisia vulgaris</i>		-0,11	-0,02	-0,16	
	<i>Bromus erectus</i>		-0,01			
	<i>Conyza canadensis</i>				-0,21	-0,01
	<i>Euphorbia cyparissias</i>					-0,02
	<i>Glechoma hederacea</i>	-0,01				
	<i>Hieracium pillosella</i>					-0,36
	<i>Knautia arvensis</i>	-0,05				
	<i>Lathyrus pratensis</i>		-0,1	-0,36		
	<i>Solidago virgaurea</i>					-0,1
	<i>Clematis vitalba</i>	-0,21				
	<i>Verbascum lychnitis</i>					-0,52

**NZ:** Neue Art, die vorher auf der gesamten Probefläche nicht beobachtet wurde

**n:** Art, die bislang in keiner Vegetationsaufnahme auftrat, vorher jedoch schon auf der Versuchsböschung beobachtet wurde

**(n):** Art, die vorher schon in Vegetationsaufnahmen anderer Behandlungseinheiten vorhanden ist.



**Anh.-Tab. 24 Vegetationsaufnahme P5 (West-Böschung, *Vitis labrusca* dominiert)**

Behandlung Probefläche	feu1			kon		
	P5/1			P5/2		
Jahr	Okt 97	Okt 98	Sep 99	Okt 97	Okt 98	Sep 99
Aufnahmeart	S%	S%	S%	S%	S%	S%
Streu	50	10	20	50	50	50
Oberboden	1	10	5	1	1	0
Artenzahl	16	19	16	18	21	17
Art	.	.	.	.	.	.
<i>Agropyron repens</i>	1	r	.	.	.	.
<i>Artemisia campestris</i>	.	.	.	1	r	1
<i>Aster linosyris</i>	1	1	1	5	5	1
<i>Berberis vulgaris</i>	.	.	.	r	r	1
<i>Brachypodium pinnatum</i>	10	20	20	10	10	10
<i>Bromus erectus</i>	1	1	.	.	r	1
<i>Bromus inermis</i>	10	20	20	10	5	10
<i>Bryonia dioica</i>	.	.	r	.	.	.
<i>Coronilla varia</i>	5	1	5	1	1	.
<i>Dactylis glomerata</i>	5	1	.	5	.	.
<i>Erigeron annuus</i>	.	.	.	.	.	r
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	1	.	.	r
<i>Galium glaucum</i>	5	1	5	5	1	.
<i>Galium mollugo</i>	1	1	.	r	r	.
<i>Galium vernum</i>	.	r	.	.	r	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	r	r	r
<i>Isatis tinctoria</i>	.	r	.	.	r	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	r	.	.	.	.
<i>Origanum vulgare</i>	1	1	5	1	5	1
<i>Poa prat. Ssp angustifolia</i>	5	5	5	5	5	5
<i>Prenanthes purpurea</i>	.	.	r	.	.	.
<i>Rubus caesius</i>	10	30	20	1	5	5
<i>Salvia pratensis</i>	.	r	r	r	r	.
<i>Sedum spec.</i>	.	.	.	r	r	r
<i>Silene vulgaris</i>	r	.	r	.	r	r
<i>Stachys recta</i>	.	r	1	r	r	1
<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	r	1	10	10	1
<i>Vicia angustifolia</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Vitis labrusca</i>	80	40	60	80	80	90

feu1: gebrannt im Winter 97/98 und 98/99

kon: Kontrollfläche

Anh.-Tab. 25 Artenanzahl- und Evennesswerte von P1

Jahr	Statistik	Artenanzahl				Evenness			
		P1/1/... feu0	P1/2/... kon	P1/3/... feu1	P1/4/... feu2	P1/1/... feu0	P1/2/... kon	P1/3/... feu1	P1/4/... feu2
1997	Mittelwert	13,2	10,5	9,8	6,8	72,75	60,27	61,28	48,76
	H-Test	S				S			
	...1	11	13	7	4	67,55	36,73	82,86	50,79
	...2	9	12	13	7	65,75	59,06	57,59	28,54
	...3	15	8	12	5	72,80	81,32	55,49	52,42
	...4	13	9	7	9	73,52	70,91	77,38	66,76
	...5	16	13	10	10	81,65	59,22	37,84	59,51
	...6	15	8	10	6	75,24	54,35	56,50	34,51
1998	Mittelwert	14,0	11,8	10,8	10,7	76,82	63,72	66,53	54,35
	...1	9	13	9	9	84,31	53,56	79,31	46,04
	...2	13	12	14	8	63,12	64,37	68,86	70,76
	...3	16	11	12	11	76,45	63,41	64,80	47,73
	...4	15	11	12	13	77,25	71,83	72,40	65,14
	...5	17	15	9	13	77,43	66,23	48,30	57,49
	...6	14	9	9	10	82,35	62,91	65,49	38,95
	1999	Mittelwert	15,8	12,0	11,8	10,5	74,62	61,22	58,39
H-Test		S				S			
...1		14	14	9	8	68,97	42,22	66,66	61,11
...2		16	13	16	13	62,83	68,55	65,28	44,69
...3		15	12	13	8	76,02	63,52	58,68	51,95
...4		19	12	13	12	75,77	67,14	71,08	85,51
...5		16	13	12	14	79,98	65,45	37,05	51,50
...6		15	8	8	8	84,14	60,40	51,62	36,60

H-Test: S: Behandlungseinheiten, die sich signifikant voneinander unterscheiden  
(H-Test mit  $\alpha=5\%$  und anschließendem Nemenyi-Test mit  $\alpha=5\%$ )

Anh.-Tab. 26 Artenanzahl- und Evennesswerte von P3

Jahr	Statistik	Artenanzahl				Evenness			
		P3/1/... feu1	P3/2/... feu2	P3/3/... kon	P3/4/... feu0	P3/1/... feu1	P3/2/... feu2	P3/3/... kon	P3/4/... feu0
1997	Mittelwert	9,1	9,6	10,6	9,6	74,13	70,24	71,44	70,71
	H-Test								
	...1	7	14	11	14	74,82	75,10	78,10	80,51
	...2	10	5	10	9	81,24	85,85	59,89	73,24
	...3	7	5	8	8	65,29	36,45	80,72	61,87
	...4	8	10	10	7	79,39	76,86	65,75	68,25
	...5	10	12	14	8	60,57	67,72	69,74	66,58
	...6	10	11	10	7	83,01	65,69	71,51	64,64
	...7	14	8	10	10	74,18	81,18	75,30	77,36
...8	7	12	12	14	74,58	73,11	70,50	73,27	
1998	Mittelwert	9,9	10,4	10,6	10,4	73,32	70,89	78,06	68,66
	...1	11	16	12	13	75,01	76,27	81,54	78,22
	...2	9	10	9	10	72,60	76,54	77,24	81,95
	...3	6	7	8	4	81,16	39,10	90,76	16,67
	...4	9	6	11	8	67,80	71,72	60,70	81,22
	...5	12	10	15	9	50,42	77,03	73,84	76,71
	...6	13	13	8	10	85,98	72,37	77,21	70,67
	...7	11	9	10	14	82,94	79,93	79,46	73,27
	...8	8	12	12	15	70,61	74,17	83,75	70,53
1999	Mittelwert	12,9	11,1	11,1	11,6	71,63	71,52	71,50	74,74
	H-Test								
	...1	12	15	12	15	70,50	79,69	82,87	80,67
	...2	12	11	8	11	74,42	71,45	67,56	86,18
	...3	13	8	9	12	57,08	61,92	77,04	56,47
	...4	11	8	8	11	67,37	60,25	55,99	74,83
	...5	15	12	16	9	69,56	73,85	74,46	76,42
	...6	15	14	9	11	83,69	64,84	65,81	71,06
	...7	12	9	13	10	80,45	80,12	73,32	82,86
...8	13	12	14	14	69,98	80,01	74,95	69,41	

H-Test: S: Behandlungseinheiten, die sich signifikant unterscheiden (H-Test mit  $\alpha=5\%$  und anschließendem Nemenyi-Test mit  $\alpha=5\%$ )

Anh.Tab. 27 Artenzahl- und Evennesswerte von P4

Jahr	Statistik	Artenzahl					Evenness				
		P4/1/... feu1	P4/2/... feu1*	P4/3/... mahd/feu	P4/4/... feu2	P4/5/... kon	P4/1/... feu1	P4/2/... feu1*	P4/3/... mahd/feu	P4/4/... feu2	P4/5/... kon
1997	<b>Mittelwert</b>	<b>9,0</b>	<b>9,8</b>	<b>10,8</b>	<b>11,8</b>	<b>12,3</b>	<b>42,02</b>	<b>45,14</b>	<b>56,81</b>	<b>56,21</b>	<b>50,80</b>
	<b>H-Test</b>										
	...1	11	12	15	11	16	56,16	64,74	48,14	38,64	50,46
	...2	9	8	10	14	11	27,99	31,81	43,17	69,43	43,72
	...3	9	12	12	11	15	47,65	38,85	75,19	61,88	70,99
	...4	10	11	12	16	11	53,22	50,00	47,80	70,64	54,96
	...5	10	9	9	10	14	29,02	39,54	74,51	49,67	52,15
...6	5	7	7	9	7	38,07	45,89	52,04	46,99	32,51	
1998	<b>Mittelwert</b>	<b>10,8</b>	<b>10,3</b>	<b>15,2</b>	<b>15,5</b>	<b>13,5</b>	<b>45,28</b>	<b>51,30</b>	<b>58,75</b>	<b>52,07</b>	<b>47,61</b>
	...1	13	12	19	14	18	46,85	66,14	59,33	45,58	47,47
	...2	11	9	15	17	9	30,43	28,91	48,68	63,89	50,77
	...3	9	11	17	18	17	50,95	51,69	64,89	58,14	59,59
	...4	14	15	17	17	12	58,34	54,10	57,29	58,78	46,35
	...5	13	9	11	15	15	36,10	47,20	74,00	43,28	53,32
	...6	5	6	12	12	10	49,01	59,75	48,28	42,74	28,18
1999	<b>Mittelwert</b>	<b>11,7</b>	<b>12,0</b>	<b>16,2</b>	<b>17,8</b>	<b>12,5</b>	<b>53,78</b>	<b>55,46</b>	<b>67,62</b>	<b>63,82</b>	<b>47,45</b>
	<b>H-Test</b>								<b>S</b>		<b>S</b>
	...1	14	15	22	17	17	57,41	75,80	78,51	66,27	39,32
	...2	12	14	16	24	8	32,74	38,84	50,37	64,53	47,49
	...3	13	14	18	20	16	53,78	58,70	68,51	71,99	49,93
	...4	12	13	18	19	12	77,18	49,05	65,63	74,80	53,95
	...5	13	10	11	16	13	37,23	48,69	78,16	53,49	51,50
...6	6	6	12	11	9	64,37	61,65	64,52	51,85	42,48	

H-Test: S: Behandlungseinheiten, die sich signifikant unterscheiden (H-Test mit  $\alpha=5\%$  und anschließendem Nemenyi-Test mit  $\alpha=5\%$ )

Anh.-Tab. 28 Mortalitätsraten von unterschiedlichen Gehölzarten in Abhängigkeit von der Triebdicke

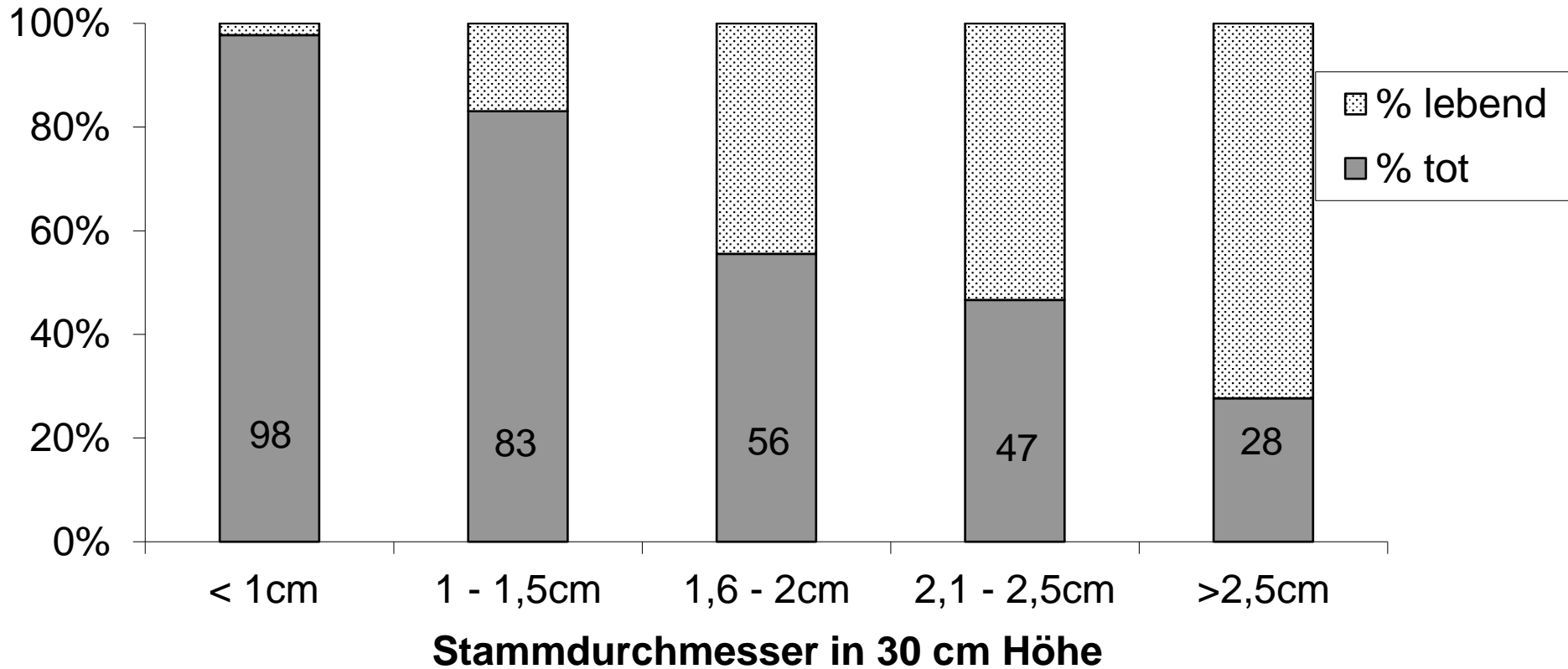
Art	Stammdurchmesser in 30 cm Höhe	abgestorben (...Stockausschlag)		lebend	Summe 201	% tot	% lebend	Bemerkungen
		mit...	ohne...					
<b>Zusammenfassung</b>	< 1cm	33	10	1	44	97,7	2,3	
	1 - 1,5cm	36	13	10	59	83,1	16,9	
	1,6 - 2cm	18	2	16	36	55,6	44,4	
	2,1 - 2,5cm	3	4	8	15	46,7	53,3	
	>2,5cm	13	0	34	47	27,7	72,3	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	< 1cm	5	7	1	13	92,3	7,7	
	1 - 1,5cm	10	10	3	23	87,0	13,0	
	1,6 - 2cm	3	2	6	11	45,5	54,5	
	2,1 - 2,5cm	0	1	3	4	25,0	75,0	
	>2,5cm	0	0	5	5	0,0	100,0	
<i>Quercus spec.</i> ( <i>pertaea und pubescens</i> )	< 1cm	1		0	1	100,0	0,0	
	1 - 1,5cm	5		0	5	100,0	0,0	
	1,6 - 2cm	2		1	3	66,7	33,3	
	2,1 - 2,5cm	0		2	2	0,0	100,0	
	>2,5cm	1		9	10	10,0	90,0	
<i>Populus spec.</i> ( <i>tremula, alba, nigra, canescens</i> )	< 1cm	6	2		8	100,0	0,0	
	1 - 1,5cm	8	3	2	13	84,6	15,4	
	1,6 - 2cm	3		2	5	60,0	40,0	
	2,1 - 2,5cm	1	1	1	3	66,7	33,3	
	>2,5cm	0	0	1	1	0,0	100,0	
<i>Juglans regia</i>	< 1cm				0			
	1 - 1,5cm	2			2	100,0	0,0	
	1,6 - 2cm				0			
	2,1 - 2,5cm				0			
	>2,5cm	5		1	6	83,3	16,7	
<i>Acer spec.</i> ( <i>pseudoplatanus, platanoides</i> )	< 1cm	3			3	100,0	0,0	
	1 - 1,5cm	7			7	100,0	0,0	
	1,6 - 2cm	4		2	6	66,7	33,3	
	2,1 - 2,5cm				0			
	>2,5cm	3		9	12	25,0	75,0	
<i>Prunus avium</i>	< 1cm	4			4	100,0	0,0	viel Wurzelbrut
	1 - 1,5cm				0			
	1,6 - 2cm			2	2	0,0	100,0	
	2,1 - 2,5cm				0			
	>2,5cm	1			1	100,0	0,0	
<i>Cornus sanguineum</i>	< 1cm	4			4	100,0	0,0	
	1 - 1,5cm			1	1	0,0	100,0	
	1,6 - 2cm	2		2	4	50,0	50,0	
	2,1 - 2,5cm			1	1	0,0	100,0	
	>2,5cm	1		2	3	33,3	66,7	
<i>Crataegus monogyna</i>	< 1cm				0			sehr geringer Stockausschlag
	1 - 1,5cm				0			
	1,6 - 2cm	1			1	100,0	0,0	
	2,1 - 2,5cm	1	2		3	100,0	0,0	
	>2,5cm			3	3	0,0	100,0	
<i>Sambucus nigra</i>	< 1cm	4			4	100,0	0,0	
	1 - 1,5cm				0			
	1,6 - 2cm			1	1	0,0	100,0	
	2,1 - 2,5cm				0			
	>2,5cm	1		2	3	33,3	66,7	
<i>Salix spec.</i>	< 1cm				0			
	1 - 1,5cm	2		1	3	66,7	33,3	
	1,6 - 2cm				0			
	2,1 - 2,5cm			1	1	0,0	100,0	
	>2,5cm			1	1	0,0	100,0	
<i>Rosa spec.</i>	< 1cm	1			1	100,0	0,0	
	1 - 1,5cm	2			2	100,0	0,0	
	1,6 - 2cm	2			2	100,0	0,0	
	2,1 - 2,5cm				0			
	>2,5cm			1	1	0,0	100,0	
<i>Ligustrum vulgare</i>	< 1cm	1			1	100,0	0,0	
	1 - 1,5cm			3	3	0,0	100,0	
	1,6 - 2cm				0			
	2,1 - 2,5cm				0			
	>2,5cm	1			1	100,0	0,0	
<i>Viburnum lantana</i>	< 1cm	1			1	100,0	0,0	
	1 - 1,5cm				0			
	1,6 - 2cm				0			
	2,1 - 2,5cm	1			1	100,0	0,0	
	>2,5cm				0			
<i>Berberis vulgaris</i>	< 1cm	2			2	100,0	0,0	
	1 - 1,5cm				0			
	1,6 - 2cm				0			
	2,1 - 2,5cm				0			
	>2,5cm			1	1	0,0	100,0	
<i>Prunus spinosa</i>	< 1cm	1	1		2	100,0	0,0	Wurzelbrut aber geringer Stockausschlag
	1 - 1,5cm				0			
	1,6 - 2cm	1			1	100,0	0,0	
	2,1 - 2,5cm				0			
	>2,5cm				0			

Tab für Diagramm

Durchmesser (+3	% tot	% lebend
< 1cm	97,72727273	2,272727273
1 - 1,5cm	83,05084746	16,94915254
1,6 - 2cm	55,55555556	44,44444444
2,1 - 2,5cm	46,66666667	53,33333333
>2,5cm	27,65957447	72,34042553



## Mortalitätsrate von Gehölztrieben\* nach Feuereinfluß in Abhängigkeit der Stammdicke (n=201)



\*Erfasste Arten: *Robinia pseudoacacia*, *Quercus spec.*, *Populus spec.*, *Juglans regia*, *Acer spec.*, *Prunus avium*, *Cornus sanguineum*, *Crataegus monogyna*, *Sambucus nigra*, *Salix spec.*, *Rosa spec.*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum lantana*, *Berberis vulgaris*, *Prunus spinosa*

**Anh.-Tab. 29** Anzahl der Schneckengehäuse in den Teilflächen U/O1-4 (n=8) (zukünftige Brandfläche SB1) und U/O5-9 (n=9) (zukünftige Kontrollfläche SK1) in 1997 (Probenahme­fläche (n) a 0,25 m<sup>2</sup>).

Arten	U1	U2	U3	U4	O1	O2	O3	O4	Su	Ar.M	U5	U6	U7	U8	O5	O6	O7	O8	O9	Su	Ar.M	
<b>Großschnecken</b>																						
<i>Zebrina detrita</i>	48	26	44	17	195	130	30	155	645	80,6	5	59	16	3	45	19	60	107	87	401	44,6	
<i>Helicella (itala)</i>	36	14	77	12	118	113	48	142	560	70,0	7	10	34	13	78	16	47	83	168	456	50,7	
<i>Monacha cartusiana</i>	0	1	4	0	1	1	0	5	12	1,5	1	0	1	0	4	1	2	2	2	13	1,4	
<i>Helix pomatia</i>	0	3	0	2	5	0	0	1	11	1,4	0	1	6	1	1	1	1	1	4	16	1,8	
<i>Cepaea (hortensis)</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0,3	2	0	2	1	2	0	0	1	3	11	1,2	
<b>Summe</b>	84	45	125	32	319	244	78	303	1230	153,8	15	70	59	18	130	37	110	194	264	897	99,7	
<b>Kleinschnecken</b>																						
<i>Truncatellina cylindrica</i>	1666	1518	2352	811	970	2018	346	933	10614	1326,8	691	1104	796	605	695	239	366	759	769	6024	669,3	
<i>Vallonia costata</i>	619	787	220	67	767	85	208	323	3076	384,5	24	114	32	11	190	56	134	211	372	1144	127,1	
<i>Vallonia excentrica</i>	467	234	401	142	346	415	13	130	2148	268,5	42	117	90	24	89	70	50	78	204	764	84,9	
<i>Euconulus fulvus</i>	106	56	125	78	25	16	10	16	432	54,0	77	46	26	57	12	6	12	13	25	274	30,4	
<i>Clausilia parvula</i>	161	14	18	1	16	14	1	2	227	28,4	9	7	7	8	31	5	10	18	13	108	12,0	
<i>Vitrina pellucida</i>	36	50	70	15	23	32	0	18	244	30,5	12	24	11	10	19	3	11	30	6	126	14,0	
<i>Cecilioides acicula</i>	74	138	78	36	38	44	3	41	452	56,5	24	80	29	33	9	9	11	11	43	249	27,7	
<b>Summe</b>	3129	2797	3264	1150	2185	2624	581	1463	17193	2149,1	879	1492	991	748	1045	388	594	1120	1432	8689	965,4	

**Anh.-Tab. 30** Anzahl der Schneckengehäuse (Leer + Leb.; Lebend) in den Teilflächen der Brandfläche SB1 und der Kontrollfläche SK1 (1998) (Probenahme­fläche a 0,25 m<sup>2</sup>).

Gehäuse (Leer + Leb.)	SB1 1998 (n=8)										SK1 1998 (n=8)									
	U1	U2	U3	U4	O1	O2	O3	O4	Su	Ar.M	U5	U6	U7	U8	O5	O6	O7	O8	Su	Ar.M
<i>Truncatellina cylindrica</i>	229	1050	355	700	221	500	501	160	3716	464,5	518	497	264	455	272	136	130	237	2509	313,6
<i>Vallonia costata</i>	69	209	110	25	91	274	217	126	1121	140,1	77	26	35	77	51	13	30	6	315	39,4
<i>Vallonia excentrica</i>	62	81	160	99	36	23	26	7	494	61,8	27	13	52	9	32	11	5	28	177	22,1
<i>Euconulus fulvus</i>	26	15	22	42	9	15	4	8	141	17,6	60	16	22	6	3	4	2	11	124	15,5
<i>Clausilia parvula</i>	4	0	10	17	4	30	12	4	81	10,1	16	39	32	7	5	7	20	3	129	16,1
<i>Vitrina pellucida</i>	5	5	15	15	0	14	3	3	60	7,5	45	21	39	24	27	16	9	5	186	23,3
<i>Cecilioides acicula</i>	9	14	38	17	8	26	35	0	147	18,4	20	24	2	5	9	0	0	13	73	9,1
<b>Summe</b>	404	1374	710	915	369	882	798	308	5760	720,0	763	636	446	583	399	187	196	303	3513	439,1
Lebend	SB1 1998 (n=8)										SK1 1998 (n=8)									
	U1	U2	U3	U4	O1	O2	O3	O4	Su	Ar.M	U5	U6	U7	U8	O5	O6	O7	O8	Ar.M	Mw
<i>Truncatellina cylindrica</i>	4	0	5	0	1	0	1	0	11	1,4	18	17	14	5	2	20	0	17	93	11,6
<i>Vallonia costata</i>	0	4	2	0	0	4	0	9	19	2,4	21	4	23	2	11	2	2	2	67	8,4
<i>Vallonia excentrica</i>	4	1	0	5	3	2	0	5	20	2,5	5	3	32	2	0	0	1	8	51	6,4
<i>Euconulus fulvus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,1	10	0	2	0	0	0	0	2	14	1,8
<i>Clausilia parvula</i>	0	0	0	1	0	0	0	2	3	0,4	3	6	13	0	3	6	0	2	33	4,1
<i>Vitrina pellucida</i>	0	0	0	0	0	5	2	0	7	0,9	6	0	4	2	2	0	0	2	16	2,0
<b>Summe</b>	8	5	8	6	4	11	3	16	61	7,6	77	30	88	11	18	28	3	33	288	36,0

**Anh.-Tab. 31** Anzahl der Schneckengehäuse (Leer + Leb.; Lebend) in den Teilflächen der Brandfläche SB2 und der Kontrollfläche SK2 (1999) (Probenahme-fläche (n) a 0,25 m<sup>2</sup>).

Gehäuse (Leer + Leb.)	SB2 1999 (n=10)												SK2 1999 (n=10)											
	4o	5o1	5o2	6o1	6o2	4u	5u1	5u2	6u1	6u2	Su	Ar.M	7o	8o1	8o2	9o1	9o2	7u	8u1	8u2	9u1	9u2	Su	Ar.M
<i>Truncatellina cylindrica</i>	8	18	17	46	45	73	88	66	187	147	695	69,5	31	37	61	43	39	138	305	159	69	75	957	95,7
<i>Vallonia costata</i>	6	28	36	2	8	7	23	63	108	74	355	35,5	93	136	67	36	6	64	59	40	10	10	521	52,1
<i>Vallonia excentrica</i>	3	7	2	3	3	85	51	101	73	39	367	36,7	0	0	0	1	0	157	176	145	58	169	706	70,6
<i>Euconulus fulvus</i>	2	2	7	6	5	30	25	34	72	55	238	23,8	4	2	4	0	2	69	45	20	42	43	231	23,1
<i>Clausilia parvula</i>	1	5	5	28	40	4	36	25	77	71	292	29,2	3	9	35	16	2	62	134	152	7	17	437	43,7
<i>Vitrina pellucida</i>	4	8	2	0	1	10	30	14	31	69	169	16,9	4	24	4	7	0	20	33	38	2	9	139	14,1
<i>Cecilioides acicula</i>	4	12	4	4	7	22	51	17	27	16	164	16,4	10	10	10	11	4	33	8	37	61	34	214	21,8
Summe	28	80	73	89	109	231	304	320	575	471	2280	228	145	218	181	114	53	543	760	591	248	357	3210	321
Lebend	SB2 1999 (n=10)												SK2 1999 (n=10)											
Arten	4o	5o1	5o2	6o1	6o2	4u	5u1	5u2	6u1	6u2	Su	Ar.M	7o	8o1	8o2	9o1	9o2	7u	8u1	8u2	9u1	9u2	Su	Ar.M
<i>Truncatellina cylindrica</i>	6	11	13	7	24	6	17	31	22	32	169	16,9	13	12	17	14	23	98	139	117	47	60	540	54
<i>Vallonia costata</i>	4	22	28	0	6	3	13	45	70	47	238	23,8	70	113	49	35	5	55	38	30	10	8	413	41,3
<i>Vallonia excentrica</i>	2	2	2	1	1	22	6	53	39	12	140	14	0	0	0	0	0	81	96	75	24	68	344	34,4
<i>Euconulus fulvus</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	2	3	11	1,1	3	1	2	0	1	11	7	10	13	8	56	5,6
<i>Clausilia parvula</i>	0	0	2	2	1	3	5	3	14	12	42	4,2	0	2	4	2	0	20	21	43	2	6	100	10
Summe	12	35	45	10	32	34	41	138	147	106	600	60	86	128	72	51	29	265	301	275	96	150	1453	145,3

**Anh.-Tab. 32** Anzahl lebender Schnecken in gleichen Teilflächen in den Jahren 1998 und 1999 (SB2: Brandfläche; SK2: Kontrollfläche) (Probenahme-fläche (n) a: 0,25 m<sup>2</sup>).

Art	1998 (n=6)												1999 (n=4)								
	U4	O4	U5	U5 2	U6	U6 2	O5	O5 2	O6	O6 2	Su	Ar.M	U7	O7	U8	U8 2	O8	O8 2	Su	Ar.M	
<i>Truncatellina cylindrica</i>	0	0	18		17		2		20		57	9,5	14	0	5		17		36	9,0	
<i>Vallonia costata</i>	0	9	21		4		11		2		47	7,8	23	2	2		2		29	7,3	
<i>Vallonia excentrica</i>	5	5	5		3		0		0		18	3,0	32	1	2		8		43	10,8	
<i>Euconulus fulvus</i>	0	0	10		0		0		0		10	1,7	2	0	0		2		4	1,0	
<i>Clausilia parvula</i>	1	2	3		6		3		6		21	3,5	13	0	0		2		15	3,8	
<i>Helicella (spec.)</i>	3	0	1		10		3		13		30	5,0	0	0	15		3		18	4,5	
Summe	9	16	58		40		19		41		183	30,5	84	3	24		34		145	36,3	
Art	SB2 1999 (n=10)												SK2 1999 (n=6)								
Art	U4	O4	U5	U5 2	U6	U6 2	O5	O5 2	O6	O6 2	Su	Ar.M	U7	O7	U8	U8 2	O8	O8 2	Su	Ar.M	
<i>Truncatellina cylindrica</i>	6	6	17	31	22	32	11	13	7	24	169	16,9	98	13	139	117	12	17	396	66,0	***
<i>Vallonia costata</i>	3	4	13	45	70	47	22	28	0	6	238	23,8	55	70	38	30	113	49	355	59,2	***
<i>Vallonia excentrica</i>	22	2	6	53	39	12	2	2	1	1	140	14,0	81	0	96	75	0	0	252	42,0	
<i>Euconulus fulvus</i>	0	0	0	6	2	3	0	0	0	0	11	1,1	11	3	7	10	1	2	34	5,7	***
<i>Clausilia parvula</i>	3	0	5	3	14	12	0	2	2	1	42	4,2	20	0	21	43	2	4	90	15,0	***
<i>Helicella (spec.)</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	8	5	16	1,6	1	0	1	1	4	14	21	3,5	
Summe	34	13	42	139	147	106	35	45	18	37	616	61,6	266	86	302	276	132	86	1148	191,3	

\*\*\*: p < 0.003; Chi<sup>2</sup>-Test (Vergleich der Gesamtzahlen der einzelnen Schneckenarten (lebend) von den Versuchsflächen 1998/1999)



# **Leitbild für die zukünftige Entwicklung der kaiserstühler Rebböschungen**

**(Erstellt vom Informations- und Arbeitskreis Böschungspflege am Kaiserstuhl,  
Berichterstatter: H. Page, Dr. U. Schraml, Februar 2000)**

## **Inhalt:**

### **1. Leitbild**

#### **1.1 Geschichtlicher Kontext**

#### **1.2 Bedeutung und Funktion der Rebböschungen**

1.2.1 Kernbereich Weinbau

1.2.2 Kernbereich Natur- und Landschaft

#### **1.3 Ziele für die zukünftige Böschungsentwicklung**

#### **1.4 Notwendige Maßnahmen zur Erreichung der Ziele**

### **2. Anhang: Integriertes Feuer-Management**

2.1 Einsatzmöglichkeiten

2.2 Rechtliche Voraussetzungen

2.3 Notwendige Rahmenbedingungen für den kontrollierten Feueereinsatz

2.4 Zeitliches Vorgehen

2.5 Begleitende Maßnahmen

### **3. Beteiligte**



# 1. Leitbild

## 1.1 Geschichtlicher Kontext

Die Entstehungsgeschichte der Rebböschungen des Kaiserstuhls ist eng mit dem Weinbau verknüpft, dessen erste urkundliche Belege bis in die zweite Hälfte des achten Jahrhunderts zurückreichen. Dabei ist es naheliegend, dass schon zu dieser Zeit schmale Terrassen angelegt wurden, da ein Anbau der Reben direkt am Hang wegen der Erosionsgefährdung des Lösses kaum möglich ist. Diese Kleinterrassen haben über viele Jahrhunderte das Landschaftsbild der Weinbaugebiete des Kaiserstuhls geprägt. Ihre Böschungen besaßen in der Regel eine wiesenartige Vegetationsstruktur mit vielen Arten des Mesobromions, da die Winzer und Bauern sie regelmäßig zur Heugewinnung für die Winterfütterung des Viehs mähten. Vereinzelt wurden die Böschungen auch im Winter geflämmt, um das Graswachstum zu stimulieren.

Die Intensivierung des Weinbaus, die in der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts einsetzte, und der damit einhergehende Niedergang der Viehwirtschaft führten dazu, dass der Heubedarf der Bauern immer weiter abnahm. Als Folge davon wurde die Mahd seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges zunehmend von dem winterlichen Abflämmen ersetzt, um auf diese Weise eine unerwünschte Verfilzung und Verbuschung zu vermeiden.

Mitte der siebziger Jahre wurde das Verbrennen der Vegetationsdecke durch die Naturschutzgesetze des Bundes und der Länder verboten. Im gleichen Zeitraum entstanden die meisten der Großböschungen in den Rebumlegungsgebieten. Viele von ihnen wurden anfänglich mit einer Anspritzsaat begrünt und liegen heute, ebenso wie der überwiegende Teil der alten Böschungflächen, als Brachland zwischen den Weinbauterrassen.

## 1.2 Bedeutung und Funktion der Rebböschungen

Die Rebböschungen des Kaiserstuhls lassen sich hinsichtlich ihrer Funktionen in zwei Kernbereiche unterteilen. Zum einen müssen sie den Zielen des Weinbaus genügen und zum anderen haben sie eine bedeutende Rolle für die Ökologie, den Naturhaushalt und das Landschaftsbild der Region. Diese beiden Kernbereiche sind auf vielfältige Weise eng miteinander verzahnt und stehen hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Relevanz gleichberechtigt nebeneinander.

### 1.2.1 Kernbereich Weinbau

Die zentrale Anforderung an die Böschungen aus Sicht des Weinbaus ist, dass ihre Standfestigkeit gewährleistet sein muß und Rutschungen so weit als möglich vermieden werden, um die finanziellen Aufwendungen für Böschungssanierungen zu minimieren. Des Weiteren ist die Struktur der Böschungsvegetation vor allem hinsichtlich einer möglichen Beschattung der Reben für den Qualitätsweinbau von Bedeutung. Um optimale Erträge erzielen zu können, muß eine Schattwirkung von Gehölzen auf den Böschungen vermieden werden. Dieses Problem stellt sich besonders gravierend in den feuchteren und absonnigen Bereichen der Umlegungsgebiete dar. Hier haben sich mittlerweile auf vielen Großböschungen Vorwaldstadien entwickelt, deren Zurückdrängung sehr arbeitsaufwendig ist, beziehungsweise mit vertretbarem Aufwand nicht geleistet werden kann. Das gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Arbeit an den Böschungen durch die Steilheit des Geländes mit einem hohen Gefährdungspotential verbunden ist. So sind aus Winzersicht offene Vegetationsstrukturen, die von Wiesen- und Saumarten dominiert werden, hinsichtlich des Mikroklimas, der Böschungsstabilität (und des Schädlingsdruckes) optimal





für die Belange des Weinbaus geeignet. Ferner ist ein reichhaltiges Angebot an mosaikartig verteilten Kleinstrukturen und kleinen Gebüschgruppen vor allem im Hinblick auf den umweltschonenden Weinbau zu begrüßen.

### 1.2.2 Kernbereich Natur- und Landschaft

Ein wesentliches Charakteristikum der heutigen Kulturlandschaft des Kaiserstuhls ist der stufige Aufbau der Weinbaugebiete, bei dem sich ebene Rebterrassen mit den dazugehörigen steilen Rebböschungen abwechseln. Dieses Landschaftsbild entstand im Zuge der Terrassierung des Lössmantels, der große Teile des ehemaligen Vulkansockels umgibt. Die Böschungen erfüllen wichtige Funktionen im Naturhaushalt der Region, da sie durch ihren großen Flächenanteil wichtige Ausgleichsräume für wildlebende Tier- und Pflanzenarten in den ansonsten vom Weinbau genutzten Bereichen bieten. Das gilt insbesondere für die Großböschungen in den flurbereinigten Gebieten. Durch ihre linienhafte Anordnung im Raum bieten die Böschungen ferner gute Vernetzungsstrukturen zwischen unterschiedlichen Teillebensräumen.

Charakteristisch für viele Böschungsökosysteme ist, dass sie zahlreiche Arten aus dem submediterranen und kontinentalen Geoelement beherbergen, die hier teilweise an ihre Verbreitungsgrenze stoßen. Dies gilt vor allem für trockene südlich bis westlich exponierte Standorte. Dabei ist anzumerken, dass die überwiegende Zahl dieser Ökosysteme, wie sie sich uns heute darstellen, Sekundärlebensräume sind, die durch das Wirken des Menschen entstanden. So wird die typische, traditionelle Vegetation der Böschungen durch die Dominanz von offenen bzw. halboffenen Grünlandstrukturen geprägt, die als ein Ergebnis der Nutzungsgeschichte der Böschungen verstanden werden müssen (Abschnitt 1.1). Bleibt hier über einen längeren Zeitraum jede menschliche Einflussnahme aus, so werden sich hier - abgesehen von extrem flachgründigen, südexponierten Böschungslagen - im Zuge der sekundären Sukzession wärmeliebende Waldgesellschaften etablieren. Dem können mehr oder weniger stabile Versaumungs- und Verbuschungsphasen vorausgehen. Auf den südlichen Standorten mit einer hohen Sonneneinstrahlungsintensität schreitet die Entwicklung zum Wald sehr langsam voran, während abhängig von der Strahlungsintensität und dem Wasserhaushalt auf nicht südexponierten Standorten die Verbuschung und Waldentwicklung viel schneller abläuft.

### 1.3 Ziele für die zukünftige Böschungsentwicklung

Vor allem hinsichtlich der Belange des Qualitätsweinbaus soll aus den in Abschnitt 1.2.1 genannten Gründen ein möglichst großer Anteil der Rebböschungen eine offene Vegetationsstruktur (Dominanz von Rasen- und Saumarten) aufweisen. Vereinzelt Gebüschgruppen, die zur Struktur- und Lebensraumvielfalt auf den Böschungen beitragen, werden positiv gewertet, solange keine Beschattung der Reben erfolgt und die Böschungsstabilität gewährleistet ist.

Diese Forderungen stehen in Einklang mit den Zielen von Naturschutz und Landespflege, wenn auch die Begrenzung der Gehölzentwicklung aus naturschutzfachlicher Sicht nicht in allen Fällen als unbedingt notwendig erachtet wird. So wird die Verbuschung aus Sicht des Naturschutzes vor allem dort als problematisch bewertet, wo seltene und gefährdete Biotope und deren Arten durch eine Sukzession in ihrem Bestand bedroht sind. Dies gilt im Wesentlichen für noch vorhandene Vegetationseinheiten des *Xero-* und *Mesobromions* einschließlich der typischen Fauna dieser Bereiche. Doch gibt es auch keine wesentlichen Gründe, die naturschutzfachlich gegen eine überwiegende Offenhaltung weiterer Flächen sprechen.

Aus landeskultureller Sicht ist eine Bewahrung der historisch gewachsenen offenen Vegetationsstruktur der Böschungen zu begrüßen, da diese wesentlich zur Vielfalt, Eigenart und

Schönheit der Weinbaugebiete des Kaiserstuhls beiträgt. Dies gilt insbesondere für die alten Rebgebiete, die auch unter touristischen Aspekten eine Bedeutung haben.

## **1.4 Notwendige Maßnahmen zur Erreichung der Ziele**

Zur zukünftigen Entwicklung der kaiserstühler Rebböschungen gemäß den Zielen in Abschnitt 1.3 ist eine nachhaltige Pflege in den meisten Fällen unumgänglich. Um die dazu notwendigen Maßnahmen planen, organisieren und durchführen zu können, soll nach Möglichkeit ein umfassendes Pflegekonzept erarbeitet werden, bei dem der bürokratische und administrative Aufwand so gering wie möglich gehalten werden soll. Dabei ist eine enge Zusammenarbeit zwischen den betroffenen Gemeinden, Winzern, Landwirtschaftsbehörden sowie des amtlichen und ehrenamtlichen Naturschutzes anzustreben.

### **Grundzüge des Pflegekonzeptes:**

- Raumbezogene Planung der zukünftigen Entwicklung der Böschungsflächen des Kaiserstuhles
- Erstellung eines Pflegeplanes für die notwendigen Arbeitsschritte zur Erreichung der vorgegebenen Entwicklungsziele
- Koordination der verschiedenen Pflegemaßnahmen
- Finanzplanung (Kosten der Pflege)
- Periodische ökologische und ökonomische Effizienzkontrolle der durchgeführten Maßnahmen
- Vernetzung der Pflegeflächen

### **Folgende Pflorgetechniken sollen zum Einsatz kommen:**

- Mahd (von Hand oder maschinell) mit/ohne Abtransport des Mahdgutes
- Mulchen
- Entbuschung (mit Ringelung und anderer Verfahren)
- winterliches, kleinflächiges, mosaikartiges kontrolliertes Brennen
- Ansaat (?)
- Kombination der verschiedenen Pflorgetechniken

Eine wesentliche Aufgabe bei der Erstellung des Pflegekonzeptes stellt die Ausscheidung von Vorrangflächen für die unterschiedlichen Pflorgetechniken dar. Ferner bietet sich an, in diesem Rahmen auch über organisatorische Strukturen zur Koordination und/oder Durchführung der notwendigen Pflegemaßnahmen nachzudenken. (Denkbar wäre hier beispielweise die Gründung eines "Landschaftspflegeverbandes Kaiserstuhl".)

## **2. Anhang: Integriertes Feuer-Management**

Im Rahmen der Pflegekonzeption für die kaiserstühler Rebböschungen soll erstmalig das winterliche, kleinflächige kontrollierte Brennen in die Palette der Pflegemöglichkeiten mit aufgenommen werden. Dies ist eine bislang einmalige Situation in Mitteleuropa! Da es sich bei dem kontrollierten Feuereinsatz um das umstrittenste Pflegeinstrument handelt, soll im Folgenden näher auf die notwendigen Rahmenbedingungen zu dessen sinnvoller und schonender Anwendung eingegangen werden.

### **2.1 Einsatzmöglichkeiten**

Nach dem heutigen Kenntnisstand ist festzuhalten, dass mit Hilfe des winterlichen kontrollierten Brennens der Bestand an noch offenen Vegetationsstrukturen und mit ihnen das typische Artenspektrum der kaiserstühler Rebböschungen in vielen Fällen erhalten werden kann. Noch bestehende aber brachgefallene Grünlandgesellschaften, die durch die Mahd entstanden, können voraussichtlich in ihrem Arteninventar und ihrer Vegetationsstruktur weitgehend erhalten bleiben, doch muss davon ausgegangen werden, dass sich mittelfristig die Dominanzverhältnisse zu Gunsten der rhizombildenden Pflanzen verschieben. Bei einem kleinflächigen und abschnittsweisen Vorgehen ist keine nachhaltige Schädigung der Fauna zu erwarten. In ausgesprochen xerothermen sowie bereits verbuschten Bereichen, die meist eine lückige Bodenvegetations- und Streuschicht aufweisen, kann das kontrollierte Brennen nach heutigem Ermessen aus feuertechnischen Gründen nicht sinnvoll angewendet werden. Zudem bestehen in den xerothermen Bereichen die größten Vorbehalte von Naturschutzseite.

Es zeichnet sich ab, dass in vielen Fällen eine weitere Ausdehnung von Gehölzen durch das kontrollierte Brennen zwar unterbunden werden kann; es ist jedoch nicht möglich, mit seiner Hilfe spätere, von Gehölzen dominierte Sukzessionsstadien wieder in offene Vegetationsstrukturen umzuwandeln. Dazu ist eine Kombination aus verschiedenen Pflegeverfahren (Bsp.: mechanische Erstpflege durch Ringelung mit Wiesenansaat und nachfolgendem Feuereinsatz) notwendig.

### **2.2 Rechtliche Voraussetzungen**

Das flächige Abbrennen von Vegetation ist nach §29 (2) NatschG Ba-Wü verboten, es besteht jedoch die Möglichkeit von Ausnahmegenehmigungen. Hier bietet sich aus Gründen der Praktikabilität die Allgemeinverfügung und/oder eventuell ein öffentlich-rechtlicher Vertrag mit den Gemeinden an. Um dieses Rechtsinstrument anwenden zu können und dabei auch die notwendige Rechtssicherheit zu erlangen, müssen folgende Rahmenbedingungen (Abschnitt 2.3) eindeutig geklärt werden:

### **2.3 Notwendige Rahmenbedingungen für den Einsatz des kontrollierten Brennens**

#### **2.3.1 Abgrenzung der für den Feuereinsatz vorgesehenen Flächen**

- Um das Rechtsinstrument der Allgemeinverfügung nutzen zu können, ist es notwendig, die Flächen, für die die Ausnahmegenehmigung gilt, parzellenscharf abzugrenzen.



- Aus diesem Grund muss eine Kartengrundlage geschaffen werden, bei der sich sowohl der Eigentümer der Böschung eindeutig ermitteln lässt als auch alle Flächen eindeutig abgegrenzt werden, für die die Ausnahmegenehmigung gilt.

#### Vorgehen bei der Erstellung der Kartengrundlage:

Als Kartengrundlage dient die Flurkarte mit dem Maßstab 1:1500 (Es gilt noch zu prüfen, inwieweit von den Landratsämtern digitales Kartenmaterial zur Verfügung gestellt werden kann.) Hier sollen alle Flächen erfasst werden, auf denen das Feuer potentiell zum Einsatz kommen kann. Das sind alle:

- Kleinböschungen in Privatbesitz (mögliche Grundlage: Rebaufbauplan)
- Großböschungen in Gemeindebesitz (Grundlage: Flurkarte/automatisierte Liegenschaftskarte)

Davon werden vom Feuereinsatz ausgeschlossen:

- §24a-Biotop
- Naturschutzgebiete
- Flächenhafte Naturdenkmale

Durch dieses Vorgehen werden alle Böschungsflächen erfasst, auf denen ein Feuereinsatz potentiell möglich und erlaubt wäre. Die tatsächlich zur Verfügung stehenden Flächen werden weiter eingegrenzt durch die standörtlichen Rahmenbedingungen, die darüber entscheiden, ob ein Feuereinsatz überhaupt sinnvoll ist. Der entscheidende Faktor dabei ist die Menge und Verteilung des Brennmaterialangebotes.

Daher scheiden zum einen die meisten sehr trockenen und flachgründigen Standorte aus, da hier aufgrund der lückigen Vegetationsstruktur<sup>1</sup> in der Regel keine flächige Brandausdehnung zu erwarten ist. Zum anderen werden die potentiell möglichen Brandflächen durch schon verbuschte Standorte, die sich häufig auf frischen bis feuchten Böschungsstandorten befinden, eingeeengt. Hier ist allenfalls in den Randbereichen von Gebüsch- und Baumgruppen noch ein Feuereinsatz möglich, während mit zunehmendem Verbuschungsgrad die zur Ausbreitung des Feuers notwendige Bodenvegetationsschicht immer stärker abnimmt und so die flächige Brandausdehnung verhindert wird.

Aufgrund der gegebenen natürlichen Standortbedingungen, werden sich die sehr trockenen und lückigen Bereiche auch in Zukunft nicht für den Feuereinsatz eignen, da hier der Aufbau einer feuertragenden Vegetations- und Streuschicht stark limitiert ist. Dagegen könnten die schon verbuschten Bereiche durch entsprechende Erstpflegemaßnahmen so entwickelt werden, dass hier in Zukunft wieder ein Feuereinsatz denkbar wäre. Dazu ist es jedoch im Vorfeld notwendig, die Verbuschung effektiv zurückzudrängen und eine feuertragende Gras- und Krautschicht zu entwickeln. Diese Option soll ausdrücklich offen gehalten werden, auch wenn sie eher theoretischer Natur ist, da die Maßnahmen der Erstpflege einen sehr hohen Arbeitsaufwand bedeuten, was nach heutigem Ermessen allenfalls in sehr kleinen Teilbereichen zu leisten ist.

---

<sup>1</sup> Dazu gehören im Wesentlichen die Vegetationseinheiten der fragmentarischen Trockenrasen (*Xerobromions*), sehr lückige Beifuß-Fluren (*Artemisia campestris*) und Teile des trockenen Flügels der Stinkrauken-Quecken-Gesellschaften (*Diplotaxi - Agropyretum artemisetosum campestris*).



Die Karten mit den potentiell für den Feuereinsatz zur Verfügung stehenden Flächen sollen den Betroffenen so bald wie möglich zur Verfügung gestellt werden, um die Einführung des kontrollierten Brennens im gesamten Kaiserstuhl nicht zu verzögern.

### **2.3.2 Rahmenbedingungen für die Durchführung des Brennens**

Um keine rechtlichen Grauzonen entstehen zu lassen, ist es notwendig, die Voraussetzungen für einen kontrollierten Feuereinsatz eindeutig zu definieren. Vor allem von Seiten der Behörden ist eine eindeutige Klärung folgender Punkte im Vorfeld notwendig, um die sachgemäße Durchführung des Brennens kontrollieren und gewährleisten zu können:

- Brennzeitraum in dem das Feuer angewendet werden darf
- Meteorologische Voraussetzungen
- Brandtechniken, die eingesetzt werden dürfen
- Feuerfrequenz, d.h. nach welchem Zeitraum wird der Feuereinsatz auf der selben Fläche wiederholt
- Größe und Verteilung der einzelnen Brandflächen
- Qualifikation der Berechtigten
- Sicherheitsstandards (zum Schutz der durchführenden Personen und zur Begrenzung der Brandflächen)

### **2.3.3 Zum Feuereinsatz berechtigte Personen, Qualifikation**

- Im Grundsatz soll jeder berechtigt sein, das kontrollierte Brennen einzusetzen, der die notwendige Qualifikation dazu besitzt. Diese wird durch Schulungen erlangt, die von den entsprechenden Trägern angeboten werden. (Diese Schulungen sollen im Rahmen von Informationsveranstaltungen für die Winzer durchgeführt werden. Die Teilnahmebestätigung gilt als Zertifikat für die Qualifikation.)
- Die Durchführung des kontrollierten Brennens obliegt genauso wie alle anderen Pflegemaßnahmen dem Eigentümer der Böschung bzw. dem Bewirtschafter der dazugehörigen Rebfläche.

## **2.4 Zeitliches Vorgehen**

### **2.4.1 Großversuch und Einführung des kontrollierten Brennens im gesamten Kaiserstuhl**

Das kontrollierte Brennen soll ab dem Winter 2001/2002 auf den dafür vorgesehenen Böschungsflächen im gesamten Kaiserstuhl wieder eingeführt werden. Um die Voraussetzungen dafür schaffen zu können, wird im Winter 2000/2001 ein Großversuch auf ausgewählten größeren Flächen der Stadt Vogtsburg durchgeführt. Die einjährige Testphase ist notwendig, um Erfahrungen für die Praxis des Feuereinsatz zu sammeln. Dies gilt vor allem im Hinblick auf die Planung, Durchführbarkeit und Umsetzungsmöglichkeiten auf Gemeinde- und Privatböschungen. Dabei ist folgendes Vorgehen geplant:





## Großversuch

Zeitplan	notwendige Arbeitsschritte
Frühjahr und Sommer 2000	Versuchsvorbereitung und Planung - Erstellung der notwendigen Kartengrundlage (vgl. 2.3.1) - Formulierung der Ausnahmegenehmigung (Allgemeinverfügung) für den Großversuch (vgl. 2.3.1 und 2.3.2) - Pflegeplanung für ausgewählte Großböschungen - Installierung eines längerfristigen ökologischen Monitorings zur späteren Effizienzkontrolle (vgl. 1.4)
Herbst 2000	- Vorbereitung der Informationsveranstaltungen / Öffentlichkeitsarbeit (vgl. 2.5) - Vorstellung des erarbeiteten Konzeptes vor dem Arbeitskreis Böschungspflege (vgl. 1.4)
Nov. 2000	Informations- und Schulungsveranstaltungen zum kontrollierten Feuereinsatz (vgl. 2.3.3)
Nov. 2000 bis Feb. 2001	Durchführung des Versuches
Frühjahr 2001	Auswertung des Versuches und Bewertung der Ergebnisse vom Arbeitskreis Böschungspflege (vgl. 1.4)

## Kaiserstuhlweite Einführung

Zeitplan	notwendige Arbeitsschritte
Frühjahr bis Herbst 2001	- Fertigstellung der notwendigen Kartengrundlage (kaiserstuhlweit) - Formulierung der Allgemeinverfügung (befristet auf 6 Jahre)
ab Nov. 2001	kaiserstuhlweite Einführung des kontrollierten Brennens - Informationsveranstaltungen - Projektbetreuung
Frühjahr 2007	Effizienzkontrolle mit umfassender ökologischer und ökonomischer Bewertung

Für die Durchführung des Großversuches ist es unumgänglich weitere Ressourcen und Finanzmittel im ausreichenden Umfang anzuwerben. Um dies gewährleisten zu können, haben alle Mitglieder des Arbeitskreises ihre Unterstützung - im Rahmen ihrer jeweiligen Möglichkeiten - für den Großversuch verbindlich zugesagt.

### 2.4.2 Größe und Verteilung der Brandflächen im Rahmen des Großversuches

Das wesentliche Ziel des Großversuches ist es, sowohl ein ökologisch sinnvolles und vertretbares als auch praktikables Konzept für den zukünftigen Einsatz des kontrollierten Brennens zu erarbeiten und dessen Umsetzung zu testen. Dabei spielt die Größe und Verteilung der einzelnen gebrannten Böschungsabschnitte eine zentrale Rolle.

Aus ökologischer Sicht ist es notwendig, dass die gebrannten Flächen sich mit ungebrannten Bereichen möglichst mosaikartig im Raum verteilt abwechseln und dass die einzelnen gebrannten Abschnitte nicht zu groß sind. Dies gilt vor allem hinsichtlich der Wiederbesiedlungsmöglichkeiten von Tierarten, die von dem Feuer betroffen sind und die ein geringes Ausbreitungsvermögen besitzen. Andererseits sollen die Größen der einzelnen gebrannten Abschnitte so gewählt werden, dass sie vom Arbeitsaufwand und der Durchführbarkeit her auch leistbar sind, da sie nur so auf die



Akzeptanz derer stoßen, die das kontrollierte Brennen später durchführen sollen. Ferner müssen die Bedingungen, unter denen das Feuer eingesetzt werden darf, so eindeutig und möglichst einfach formuliert werden, dass für die Praxis klare, nachvollziehbare und unmissverständliche Handlungsanweisungen bestehen.

Aus den oben genannten Gründen werden vom Arbeits- und Informationskreis Böschungspflege folgende Rahmenbedingungen hinsichtlich der Größe und Verteilung der Brandflächen bei dem Großversuch vorgeschlagen:

**a) Prämisse:**

Für das kontrollierte Brennen gilt generell, dass nur Teilabschnitte einer Böschung in einem Winter gebrannt werden dürfen, die mosaikartig in der Fläche verteilt sein müssen. Die einzelnen Brandflächen dürfen nicht direkt aneinander grenzen.

**b) Kleinböschungen in Privatbesitz (bis ca. 10m Höhe):**

Diese Böschungen befinden sich, von Ausnahmen abgesehen, in den alten Rebgebieten, die vor der Großflurbereinigung in den 70er Jahren entstanden. Diese weisen in der Regel eine mosaikartig verteilte und kleinparzellierte Eigentümerstruktur auf, wobei sich ein Rebgrundstück häufig über mehrere Rebterrassen mit den dazugehörenden Böschungsabschnitten erstreckt. (Die durchschnittliche Breite eines solchen Grundstücks beträgt nach gutachterlicher Einschätzung zwischen 50 und 70 Meter.)

Prinzipiell gilt hier, dass es um so optimaler ist, je kleiner die einzelnen gebrannten Abschnitte sind, wobei maximal die Hälfte eines Böschungsabschnitts am Stück gebrannt werden darf, der zu einem Grundstück gehört.

**c) Großböschungen in Gemeindebesitz (ab ca. 10m Höhe):**

Die Großböschungen entstanden im Zuge der Flurbereinigung und zeichnen sich durch große zusammenhängende Flächen aus, die sich über mehrere hundert Meter erstrecken können. Hier dürfen in Abhängigkeit des Standortes maximal 50 m am Stück gebrannt werden.

Die Vorgaben für die Größe und Verteilung der Brandflächen im Rahmen des Großversuches wurden bewusst sehr einfach und relativ großzügig gewählt. Dies geschah vor dem Hintergrund, dass nur derjenige zur selbstständigen Anwendung des kontrollierten Brennens berechtigt ist, der zuvor an einer Informations- und Schulungsveranstaltung teilgenommen hat. Hier sollen die notwendigen ökologischen Zusammenhänge und feuertechnischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des kontrollierten Brennens vermittelt werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass durch die Informationsveranstaltungen die nötige Sachkenntnis und Sensibilität vermittelt werden kann, die ein hohes Maß an eigenverantwortlichem Handeln jedes Einzelnen ermöglicht.

Eine endgültige Entscheidung über die maximale Größe und die Verteilung der einzelnen Brandflächen soll erst nach den Erfahrungen des Großversuches getroffen werden. Es wird davon ausgegangen, dass dann ausreichend Erfahrungen in der Umsetzung vorliegen, die eine Regelung zur kaiserstuhlweiten Einführung des kontrollierten Brennens ab dem Winter 2001/2 als eine Pflegevariante der Rebböschungen ermöglichen.



## 2.5 Begleitende Maßnahmen

- Es ist eine aktive Öffentlichkeitsarbeit notwendig, um über die Rolle, Gefahren und Chancen des kontrollierten Brennens zu informieren und um dem illegalen Flämmen vorzubeugen.
- Da nur wenige Tage im Jahr zur Verfügung stehen, müssen Strukturen geschaffen werden, um schnelle Entscheidungen über den Feuereinsatz vor Ort treffen zu können. (Anmerkung: Hier hat das Wetteramt Freiburg seine Mitarbeit angeboten. So könnte mit Hilfe des agrarmeteorologischen Dienstes ein "Feuerwetterbericht" aufgebaut werden, der im Hinblick auf die nötige Ortsnähe die am Kaiserstuhl vorhandenen meteorologischen Stationen miteinbezieht.)

## 3. Beteiligte

Das "Leitbild zur zukünftigen Entwicklung der kaiserstühler Rebböschungen" einschließlich des Anhangteiles "Feuer-Management" wurde im Konsens aller unten aufgeführten Beteiligten erarbeitet. Berichterstatter waren: Hans Page und Dr. Ulrich Schraml.

### Teilnehmerliste des Informations- und Arbeitskreises Böschungspflege

Name	Position	Straße	PLZ	Ort	Telefon
Herr Page	Arbeitsgruppe Feuerökologie	c/o Universität Freiburg	79085	Freiburg	0761/808034
Dr. Rupp	Arbeitsgruppe Feuerökologie				
Dr. Schraml	Institut für Forstpolitik	Bretoldstr. 17	79098	Freiburg	0761/2033721
Herr Dr. Meineke Herr Dr. Kramer Herr Glatz	BNL-Freiburg	Werderring 14	79098	Freiburg	0761/207990
Herr Glunk Herr Stocks	Regierungspräsidium Freiburg, Abt. Naturschutz und Landschaftspflege	Bertoldstr. 43	79083	Freiburg	0761/2081227
Herr Heinrichsmeier	Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald, Amt für Umwelt- und Natsch.	Stadtstr. 2	79104	Freiburg	0761/2187583
Frau Höpfner-Toussaint Herr Hess	Landratsamt Emmendingen Amt für Umweltschutz	Bahnhofstr. 2-4	79312	Emmendingen	07641/451-222
Herr Borger	Amt für Flurneuordnung	Bissierstr. 3	79114	Freiburg	0761/8855-620
Herr Dr. Jörger	Regierungspräsidium Freiburg Sachgebiet Weinbau	Bertoldstr. 43	79198	Freiburg	0761/208-1294
Herr Abel	Amt für Landwirtschaft	Fürstenbergstr. 17	79102	Freiburg	07641/572812
Herr Dr. Rühl Frau Wegner-Kiß	Staatliches Weinbauinstitut	Merzhäuserstr. 119	79100	Freiburg	0761/4016510
Herr Schweizer	Bürgermeister Stadt Vogtsburg	Bahnhofstr. 20	79235	Vogtsburg i. Kaiserstuhl	07662/81224
Herr Schwarz	Bürgermeister Stadt Endingen	Rathaus Endingen	79346	Endingen	07642/6899-20
Herr Kilian Schneider	Ortsvorsteher von Schelingen	Allmendgasse 12	79235	Vogtsburg-Schelingen	
Herr Landerer	Ortsvorsteher von Oberrotweil	Hauptstr. 63	79235	Vogtsburg - Oberrotweil	07662/6019
Herr Räßle	BLHV	Niederrotweil 7	79235	Oberrotweil	
Herr Bürkin	Badischer Weinbauverband e.V.	Bühlstr. 36	79353	Bahlingen	07662/932320
Herr Bercher	Vertreter der Weingüter im Kaiserstuhl	Mittelstadt 13	79235	Burkheim	
Herr Sacherer	Biolandgruppe Kaiserstuhl	Am Badenberg 8	79235	Oberrotweil	07662/247
Herr Vögele	LNV	Neudorfstr. 12	79312	Emmendingen	07641/42726
Frau Kleikamp	LNV	Herrenstr. 28	79346	Endingen	07642/8039
Herr Baumer	Arbeitskreis LNV	Kapellenstr. 19	79235	Oberbergen	07662/565
Frau Friedrich	BUND	Jechtinger Str. 3	79361	Sasbach	07642/3794
Herr Mayer	NABU	Altweg 105	79356	Eichstetten	07663/2910