

# Untersuchungen zum Diasporenvorrat unterschiedlich genutzter Wiesen im Thüringer Wald – kann die Samenbank eine Regeneration von Grasland bewirken?

– Gunnar Waesch –

## Zusammenfassung

Die Bergwiesen des Thüringer Waldes entstanden im Mittelalter durch Rodung von Wäldern und anschließende bäuerliche Nutzung. Es handelt sich um artenreiche und kulturhistorisch bedeutsame Bestände. In den 1960er und 1970er Jahren sind zahlreiche Wiesen durch Düngung, Umbruch und Neuaussaat artenärmer geworden. Heutzutage sind viele Wiesen durch Brache bedroht, da sich die Bewirtschaftung kleiner und entlegener Flächen nicht mehr lohnt. Durch Nutzungsaufgabe ändern sich die Konkurrenzbedingungen im Grasland schlagartig und viele Wiesenpflanzen werden innerhalb weniger Jahre verdrängt. Sollen diese Bestände wieder regeneriert werden, kann der Diasporenvorrat im Boden eine wichtige Rolle spielen. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen dieses Regenerationspotenzial anhand von qualitativen und quantitativen Analysen der Samenbank. Weiterhin wird auf die Bedeutung von Samen als Zeiger für frühere Nutzungsformen hingewiesen. Im Biosphärenreservat Vessertal wurde hierzu der Samenvorrat im Boden von 12 Aufnahmeflächen mit unterschiedlichen Nutzungsformen bestimmt. Ausgewählt wurden Bestände von *Polygono-Trisetion*, *Violion caninae*, *Calthion palustris* sowie eine aufgeforschte Wiese. Feuchte Böden, die von Beständen des *Calthion palustris* besiedelt werden, weisen besonders hohe Samenmengen auf. Hier überwiegen deutlich *Juncus effusus* und *J. articulatus*. Teilweise sind sie auch dann im Boden vertreten, wenn sie der aktuellen Vegetation fehlen. Kennzeichnende Arten des *Polygono-Trisetion*, die an trockeneren Standorten vorkommen, haben dagegen fast ausnahmslos kurzlebige Samen (z. B. *Geranium sylvaticum*, *Phyteuma spicatum*). Moose und Farne konnten häufig nachgewiesen werden. Verschiedene Arten zeigen ehemals andere Standortbedingungen bzw. Bewirtschaftungsformen an. Samen typischer Magerkeitszeiger wurden auch an Wuchsorten gefunden, die heute von Stickstoffzeigern besiedelt werden. Diasporen von *Carex pilulifera*, *Galium saxatile* und *Potentilla erecta* treten als Zeiger für ehemalige Graslandnutzung im Boden einer vor 30 Jahren aufgeforschten Wiese auf.

## Abstract: Seed bank studies from meadows in the Thuringian Forest (Germany) subjected to different cultivation regimes – can an entire grassland regenerate from a seed bank?

The mountain hay meadows of the Thuringian Forest/Germany came into being during the Middle Ages as a result of the clearing of forests. They are species-rich and possess great cultural and historical significance. The cultivation of the meadows has changed fundamentally during the last centuries. In the past, many meadows were strongly fertilized, resulting in a decline in the number of species. Today, the existence of the grasslands has become threatened by abandonment, because of the unprofitability of cultivation of remote meadows. Abandonment causes the conditions of competition in grassland to change abruptly. In the case of regeneration the seedbank can play a decisive role. The present study demonstrates the regeneration potential of the seed bank based on qualitative and quantitative analyses. The importance of seeds as indicators of past management practices is also highlighted. The composition of the diaspore bank of 12 individual sample plots was determined in the Vessertal Biosphere Reserve. The following vegetation types, reflecting different types of use and site conditions, were selected for study: *Polygono-Trisetion*, *Violion caninae*, *Calthion palustris* as well as an afforested meadow. Especially large quantities of seeds are found in the soils of moist sites. The prevalent species here are *Juncus effusus* and *J. articulatus*. Often, they occur in the seed bank while they are missing in the present-day vegetation, suggesting long-lived seeds. Diagnostic species of the *Polygono-Trisetion*, growing on dry sites (e.g. *Phyteuma spicatum*, *Geranium sylvaticum*) have by contrast mostly short-lived seeds. The presence of moss and fern diaspores could also be regularly demonstrated in the seed bank. Some species provide evidence of former site conditions which differ from the present. Seeds of species indicative of a low nutrient regime were found at nutrient-rich sites. Diaspores of *Carex pilulifera*, *Galium saxatile* und *Potentilla erecta* indicate former grassland cultivation.

**Keywords:** mountain hay meadows, nature conservation, regeneration, soil seed bank.

## 1. Einleitung

Die Entstehung der Bergwiesen des Thüringer Waldes geht auf die Rodung von Bergschwäldern im Mittelalter und anschließende bäuerliche Nutzung zurück. Neben ihrer Bedeutung für den Erhalt der Biodiversität wird oftmals auch ihr großer kulturhistorischer Wert betont (z. B. WULF 2003). Entsprechend gehören sie in Thüringen zu den besonders geschützten Biotopen und werden auch nach der FFH-Richtlinie als schützenswerte Lebensraumtypen betrachtet (SSYMANK et al. 1998). Die Nutzung dieser Bestände hat sich in den letzten Jahrzehnten grundlegend geändert. In den 1960er und 1970er Jahren wurde die Nutzung vieler Flächen intensiviert. Neben Düngung fand teilweise Umbruch und Neueinsaat der Wiesen statt. Aus Sicht des Naturschutzes ist heute jedoch Brache das größte Problem. Durch die Nutzungsaufgabe können sich einzelne konkurrenzstarke Arten ausbreiten und viele typische Wiesenpflanzen werden verdrängt.

Für die Regeneration von brachliegenden Graslandbeständen kann der Samenvorrat im Boden eine wichtige Rolle spielen. So gibt es entsprechende Angaben u. a. aus der Rhön (BOHN 1987), dem Erzgebirge (HACHMÖLLER 2000) und dem Kaufunger Wald (SCHMIDT & BECKER 2000). Die hier beschriebenen Untersuchungen sollen zeigen, welche Arten sich ggf. bei einer Nutzungsänderung aus dem Samenvorrat entwickeln können. Neben der Darstellung von qualitativer und quantitativer Zusammensetzung der Diasporenbank im Boden werden deshalb aktuelle Vegetation und Samenvorrat von insgesamt 12 Flächen miteinander verglichen. Während der Kenntnisstand über die floristische Zusammensetzung der verschiedenen Graslandtypen deutscher Mittelgebirge in den letzten Jahrzehnten stetig zugenommen hat, gibt es zur Zusammensetzung der Samenbank nur wenige Untersuchungen (BORSTEL 1974, KRETZSCHMAR 1994, LIEBERUM 1998). Die Erfassung des Diasporenvorrates im Boden eines etwa 30-jährigen Fichtenforstes, der auf einer ehemaligen Wiese stockt, liefert zusätzlich Angaben zur Lebensdauer von Diasporen einiger Arten. Außerdem gibt die Samenbank Hinweise auf frühere Nutzungsformen. KRETZSCHMAR (1994) bezeichnet sie deshalb auch als „lebendiges Gedächtnis“ des Bestandes. Für alle Untersuchungsflächen gilt aber, dass derzeit keine Änderung der Nutzung angestrebt wird. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind deshalb von grundsätzlicher Bedeutung und können bei geplanten Regenerationsmaßnahmen von Grasland im Thüringer Wald und anderen Mittelgebirgen als Entscheidungshilfe dienen.

## 2. Untersuchungsgebiet

Der Thüringer Wald verläuft als etwa 60 km langes Kammgebirge, das nordwestlich von Eisenach beginnt, in südöstlicher Richtung etwa bis zur Linie Gehren-Schönbrunn und geht dort in das Thüringer Schiefergebirge über. Die Untersuchungen erfolgten im Biosphärenreservat (BR) Vessertal im südlichen Teil des Thüringer Waldes (vgl. Abb. 1).

Die höchste Erhebung im BR Vessertal ist der Große Beerberg (983 m). Das Klima ist deutlich montan. In 700 m ü. NN beträgt die mittlere Jahrestemperatur 5,0° C, der Jahresniederschlag liegt bei 1000 mm. Als Ausgangsgesteine treten u. a. Sandstein, Granit und Gneis auf. Da es sich fast ausschließlich um basenarme Gesteine handelt, ist ihr Einfluss auf die Artenzusammensetzung der Graslandvegetation sehr einheitlich (HUNDT 1964). Die Böden des Graslandes sind überwiegend Braunerden. In den Flusstälern herrschen Gleye in allen Abstufungen vom Anmoorgley bis zum Braunerdegley vor. Wiesen konzentrieren sich auf die Umgebung von Ortschaften (z. B. Schmiedefeld, Vesser) und Täler (z. B. Vessertal).

Etwa 90 % des Biosphärenreservates sind bewaldet. Für weite Teile gilt das *Luzulo-Fagetum* als potenzielle natürliche Vegetation. Oft treten anthropogene Fichtenforste an die Stelle der Buchenwälder. An den höchsten Teilen im Bereich des Großen Beerberges kommen vereinzelt natürliche Fichtenwälder (*Calamagrostio villosae-Piceetum*) vor, die neben *Picea abies* durch *Athyrium distentifolium*, *Blechnum spicant*, *Calamagrostis villosa*, *Lycopodium alpinum* und *Trientalis europaea* gekennzeichnet sind (HUNDT 1964).

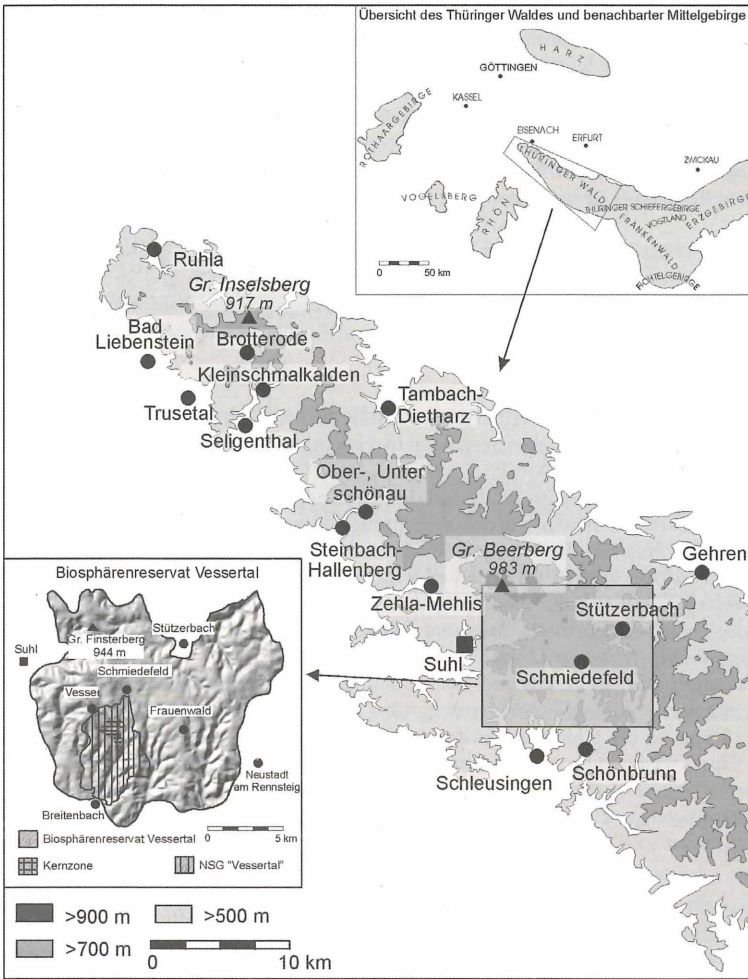


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet.

Fig. 1: Study area.

### 3. Methoden

#### 3.1. Keimungsversuche

Von zwölf Flächen mit einer Größe von jeweils 20 m<sup>2</sup> wurde die Zusammensetzung des Diasporenvorrates qualitativ und quantitativ ermittelt. Die Vegetation wurde zuvor nach der Methode von Braun-Blanquet (vgl. DIERSCHKE 1994) erfasst. Auf jeder dieser Flächen erfolgte Anfang April 2001 die Entnahme von 15 einzelnen Proben mit einem Stechzylinder (Volumen: 250 ccm) aus einer Tiefe von 0–6 cm. Um ein vorzeitiges Keimen der Samen zu verhindern, lagerten die Proben nach der Entnahme kühl und dunkel. Am 10.04.2001 wurden die Proben im Gewächshaus ausgebracht. Pro Fläche sind 30 Kunststoffschalen (10 cm x 15 cm) zunächst mit jeweils 100 Gramm dampfsterilisiertem Quarzsand gefüllt worden. Als Unterlage des zu untersuchenden Bodens verhinderte er Austrocknung bei heißer Witterung. Um andererseits Staunässe zu vermeiden, hatte jede Kunststoffschale vier Abflusslöcher. Dieses Vorgehen basiert auf der langjährigen Erfahrung von Gärtnern des Botanischen Gartens in Göttingen mit vergleichbaren Versuchen. Der im Gelände entnommene Boden wurde gesiebt und 100 Gramm in jede der 30 Schalen gefüllt. Mit dieser Vorgehensweise wurde nicht der gesamte entnommene Boden ausgebracht, sondern je Probefläche eine über das Gewicht definierte Menge. Um die im ausgebrachten Boden ermittelte Samenanzahl bei der Auswertung der Ergebnisse auf einen Quadratmeter

von 0–6 cm umzurechnen, wurden je nach Bodenstruktur unterschiedliche Faktoren gewählt: Während trockenere Böden eine lockere Krümelstruktur mit geringer Dichte aufweisen, sind nasse Böden ohne Struktur durch eine höhere Dichte gekennzeichnet. 100 Gramm Boden der Feuchtigkeitsstufen feu 2 bis feu 3 (vgl. AG Boden 1994) wiesen ein durchschnittliches Volumen von 90 ccm auf. Dagegen betrug der entsprechende Wert bei Böden mit der Feuchtigkeitsstufe feu 5 nur 74 ccm. Bezogen auf das Raumbvolumen von 60.000 ccm, den ein Quadratmeter Boden von der Oberfläche bis in 6 cm Tiefe hat, wurde der Umrechnungsfaktor aus diesem Wert, der Anzahl von 30 Schalen je Probefläche und dem Volumen des ausgebrachten Bodens (74 bzw. 90 ccm) pro Schale errechnet:

$$\text{Umrechnungsfaktor} = \frac{60.000 \text{ ccm}}{30 * 90 \text{ ccm}} \quad \text{bzw.} \quad \frac{60.000 \text{ ccm}}{30 * 74 \text{ ccm}}$$

Bodenfeuchte	schwach feucht	feucht	nass
Abkürzung	feu 2	feu 3	feu 5
Volumen pro 100 Gramm	90 ccm	90 ccm	74 ccm
Umrechnungsfaktor (auf ganze Zahl gerundet)	22	22	27

Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den hochgerechneten Samenzahlen lediglich um Näherungswerte handelt (vgl. Kap. 6.1).

Die Unterbringung der Schalen erfolgte in der temperierten Klimakabine (tags 25° C, nachts 10° C) eines Gewächshauses. Zusätzlich wurden Blindproben aufgestellt, um einen möglichen Sameneintrag nachzuweisen. Die Bewässerung erfolgte täglich. Aufgelaufene Keimlinge wurden pikiert, bestimmt (u. a. nach HANF 1990, MULLER 1978) und entfernt. Keimlinge von *Carex*-Arten und *Scirpus sylvaticus* gingen oft ein und wurden dann unter Angabe der Familie zusammengefasst. Auch die Kultivierung von Prothallen war problematisch: *Athyrium filix-femina* und *Dryopteris cf. carthusiana* werden deshalb als *Athyrium filix-femina* et *Dryopteris* aufgeführt.

Um Wachstum und Blütenbildung der pikierten und in den Schalen gekeimten Pflanzen zu beschleunigen, wurde in den Wintermonaten von 7° bis 19° Uhr belichtet. Zusätzlich erfolgte eine regelmäßige Düngung der pikierten Pflanzen mit dem Flüssigdünger Wuxal in 2 %iger Konzentration. Gegen Blattläuse, Weiße Fliege und Mehltau wurden mehrfach handelsübliche Insektizide bzw. Fungizide eingesetzt. Die Versuchsdauer betrug 20 Monate. In den Monaten Februar und März 2002 fand eine Stratifikation der noch im Boden befindlichen Samen statt. Hierfür wurden die Proben im Freiland gelagert und waren so Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes ausgesetzt (Temperaturminimum: –2,9 Grad).

### 3.2. Auswertung von Literaturangaben

Angaben zur Lebensdauer von Samen finden sich gesammelt bei THOMPSON et al. (1997). Sie liefern eine umfangreiche Übersicht mit Daten zur Samenbank vieler Arten Mitteleuropas. Da zahlreiche Untersuchungen ausgewertet wurden, liegen für viele Pflanzenarten unterschiedliche Angaben zur Lebensdauer ihrer Samen vor. Um diese Aussagen möglichst einheitlich zu interpretieren, wird dem Vorschlag von HACHMÖLLER (2000) gefolgt. Er bezeichnet die Diasporenbank einer Art dann als „langlebig“, wenn die Autoren mindestens vier Hinweise auf eine ausdauernde Samenbank (Überlebensdauer der Samen mehr als fünf Jahre) liefern. Erfüllen Arten diese Bedingung nicht, werden sie im Folgenden generell als kurzlebig bezeichnet.

### 3.3. Darstellung der Ergebnisse

Grundsätzlich beziehen sich alle Angaben im Text zur Anzahl gefundener Samen auf keimfähige, d. h. lebende Diasporen, die mit der Keimmethode nachgewiesen wurden (vgl. Kap. 3.1). Die Begriffe Samen und Diasporen werden hier als Synonyme verwendet, da die biologischen Unterschiede, die durch die Begriffe bezeichnet werden, im Zusammenhang dieser Arbeit keine Rolle spielen (s. auch BONN & POSCHLOD 1998). Bei der Beschreibung der Untersuchungsflächen werden exemplarisch häufigere Arten und Zeigerpflanzen für ehemals andere Nutzungsformen genannt. Angaben zur Anzahl von Samen in Text und Tabellen sind hochgerechnete Werte der nachgewiesenen keimfähigen Samen, die sich auf einen Quadratmeter Boden von der Oberfläche bis in 6 cm Tiefe beziehen (vgl. Kap. 3.1.). Die Arten sind nach ihrem Vorkommen in drei Gruppen aufgeteilt: 1. nur in der Samenbank, 2. in der Samenbank und Vegetation, 3. nur in der Vegetation. Pflanzen der zweiten Gruppe, die in einzelnen Aufnahmeflächen auf die Samenbank beschränkt bleiben, sind durch Fettdruck gekennzeichnet. Arten, die in der Vegetation Dominanzen bilden, sind grau hinterlegt.

Winzige Rhizom- bzw. Wurzelstücke, die trotz des Ausiebens im Boden verblieben und in den Schalen erneut austrieben, wurden in die Tabellen aufgenommen, blieben aber bei der Berechnung der Samenanzahl ohne Berücksichtigung. Bei Moosen war es nicht möglich, die Individuenanzahl zu ermitteln. Deshalb wurde beim Vorkommen eines Laub- bzw. Lebermooses davon ausgegangen, dass sich die Pflanzen aus einer Diaspore entwickelt haben. Somit gibt die Anzahl bei dieser Artengruppe lediglich an, in wie vielen der 30 Schalen pro Untersuchungsfläche die Art vorkam. Aus diesem Grund ist die tatsächliche Menge an Sporen bzw. vegetativen Ausbreitungseinheiten wahrscheinlich wesentlich höher. Pflanzen, die lediglich grob bestimmt werden konnten (z. B. Dikotyle indet.), sind in der Artenzahl der Samenbank nicht berücksichtigt, aber in der Samenanzahl pro Fläche enthalten.

Angaben zur Lebensdauer von Samen, die auf eigenen Ergebnissen basieren, sind grundsätzlich nur eine grobe Einschätzung (vgl. Kap. 6.1). Sie stehen zusammen mit den Daten von THOMPSON et al. (1997) in den Ergebnistabellen. Als Hinweis auf Langlebigkeit gilt, wenn mindestens drei Samen im Boden vorkommen und die Art der aktuellen Vegetation fehlt.

#### 4. Vegetation der Untersuchungsflächen

Im Folgenden werden Lage, Vegetation und Nutzung der Untersuchungsflächen beschrieben. Es sind Graslandtypen, die im Thüringer Wald weit verbreitet sind. Die einzelnen Flächen sind in drei Gruppen (Magergrasland, Feuchtgrasland, aufgeforstete Wiese) zusammengefasst. Ihre soziologische Zuordnung basiert auf einer großräumigen Übersicht der Wiesen des Thüringer Waldes (WAESCH 2003). Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), die der Moose nach FRAHM & FREY (1992).

##### Montanes Magergrasland (Flächen 1–5)

(*Geranio-Trisetetum*, *Festuca rubra*-*Meum athamanticum*-Gesellschaft, *Polygalo-Nardetum*)

##### Flächen 1,2 (*Geranio-Trisetetum*)

Das *Geranio-Trisetetum* ist durch zahlreiche Differenzial- und Kennarten des Verbandes *Polygono-Trisetion* charakterisiert (z. B. *Centaurea pseudophrygia*, *Crepis mollis* und *Phytolacca spicatum*). Die Untersuchungsflächen befinden sich auf einer der höchstgelegenen Wiesen des Thüringer Waldes (Mordfleck, 820 m ü. NN). Hier kommen zahlreiche Magerkeitszeiger vor (z. B. *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra*, *Meum athamanticum* und *Poa chaixii*). Bis in die 1970er Jahre fand eine regelmäßige Nutzung statt, die dann eingestellt wurde. Seit etwa 1994 findet im Juli bzw. August wieder eine jährliche Mahd statt.

##### Flächen 3,4 (*Festuca rubra*-*Meum athamanticum*-Gesellschaft)

Artenärmer sind Bestände der *Festuca rubra*-*Meum athamanticum*-Gesellschaft (Verband: *Polygono-Trisetion*). Oft dominieren die namengebenden Arten, während Kenn- und Trennarten des Verbandes zurücktreten bzw. fehlen. Die Untersuchungsflächen befinden sich etwa 1,3 Kilometer nordöstlich der Ortschaft Hirschbach (Finstere Erle). Sie werden nur noch gelegentlich durch Schafbeweidung genutzt.

##### Fläche 5 (*Polygalo-Nardetum*)

Die Bestände des *Polygalo-Nardetum* (Verband: *Violion caninae*) werden u. a. durch *Arnica montana*, *Carex pilulifera*, *Deschampsia flexuosa*, *Nardus stricta*, *Vaccinium myrtillus* und *Veronica officinalis* charakterisiert. Sie kennzeichnen basen- und nährstoffarme Standorte (vgl. OBERDORFER 1994). Die Untersuchungsfläche befindet sich im Hähnelstal, einem Nebental des Vessertals, das steil geneigt ist und in einer Höhe von etwa 550 bis 675 m ü. NN liegt. Der Bestand wird regelmäßig mit Rindern beweidet.

##### Feuchtgrasland (Flächen 6–9)

(*Angelico-Cirsietum oleracei*, *Scirpus sylvaticus*-Gesellschaft, *Filipendula ulmaria*-*Chaerophyllum hirsutum*-Gesellschaft)

#### Fläche 6 (*Filipendula ulmaria*-*Chaerophyllum hirsutum*-Gesellschaft)

In brachliegenden Feuchtwiesen gelangen oft *Filipendula ulmaria* und *Chaerophyllum hirsutum* zur Dominanz und bilden ausgedehnte Bestände. Die Untersuchungsfläche liegt in der Kernzone des Biosphärenreservates Vessertal (Glasbachtal) und wird seit Mitte der 1960er Jahre nicht mehr bewirtschaftet.

#### Flächen 7, 8 (*Scirpus sylvaticus*-Gesellschaft)

Bei Brache kann die Waldsimse Dominanzbestände bilden, die als *Scirpus sylvaticus*-Gesellschaft bezeichnet werden. Beide Untersuchungsflächen liegen in einem Seitental des Vessertals (Hähnelstal).

#### Fläche 9 (*Angelico-Cirsietum oleracei*)

Es handelt sich um einen regelmäßig bewirtschafteten Wiesentyp feuchter bzw. nasser Standorte. Durch zahlreiche Kennarten des Verbandes (z. B. *Caltha palustris*, *Crepis paludosa*, *Lotus pedunculatus*) unterscheidet sich das *Angelico-Cirsietum oleracei* von den bisher besprochenen Feuchtwiesentypen. Der untersuchte Bestand befindet sich im Naturschutzgebiet Vessertal und wird gemäht. Die Artenzahl der Aufnahme­fläche (Größe: 20m<sup>2</sup>) beträgt 38 und ist damit relativ hoch. Mit 450 Metern ü. NN handelt es sich um die am tiefsten gelegene Untersuchungsfläche.

#### Aufgeforstete Wiese (Flächen 10, 11, 12)

Es handelt sich um eine ehemalige Wiese im NSG Vessertal, die Anfang der 1970er Jahre aufgeforstet wurde. Da die Fichten sehr dicht stehen und kaum Licht zum Erdboden gelangt, ist eine Krautschicht praktisch nicht vorhanden. Nur ganz vereinzelt kommen *Deschampsia flexuosa*, *Vaccinium myrtillus* und *Dryopteris carthusiana* vor. Gelegentlich tritt eine Moosschicht auf, die von typischen Rohhumusbesiedlern wie *Dicranum scoparium*, *Plagiothecium curvifolium* und *Polytrichum formosum* gebildet wird.

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Montanes Magergrasland (Tab. 1, Tab. 2)

Flächen 1, 2: *Geranio-Trisetetum*

Flächen 3, 4: *Festuca rubra*-*Meum athamanticum*-Gesellschaft

Fläche 5: *Polygalo-Nardetum*

#### Im Bestand und im Samenvorrat vorkommende Arten (Tab. 2)

*Hypericum maculatum* und *Agrostis capillaris*, die teilweise einen Deckungsgrad von über 10 % erreichen, sind mit den meisten keimfähigen Samen vertreten. Ihre Anzahl liegt zwischen 1584 und 7150. Weitere Graslandarten sind u. a. *Anthoxanthum odoratum*, *Ranunculus nemorosus* und *Veronica chamaedrys*. Mehrere Arten bleiben in einzelnen Flächen auf den Samenvorrat beschränkt. Neben *Stellaria graminea* handelt es sich u. a. um *Galium saxatile*, *Rumex acetosa* und *Campanula rotundifolia*. *Meum athamanticum*, das am Aufbau der Bestände maßgeblich beteiligt ist, tritt im Samenvorrat kaum auf. Auch *Poa chaixii* und *Festuca rubra* verhalten sich ähnlich.

#### Arten, die nur in der aktuellen Vegetation vorkommen (Tab. 2)

Bei Pflanzen, die nicht in der Samenbank nachgewiesen wurden, aber in den untersuchten Beständen vorkommen, handelt es sich teilweise um Kenn- bzw. Trennarten des Verbandes *Polygono-Trisetion*: *Anemone nemorosa*, *Bistorta officinalis*, *Crepis mollis* und *Phyteuma spicatum*. Auch einige Arten der Borstgrasrasen bleiben auf die Vegetation beschränkt (z. B. *Arnica montana*, *Polygala vulgaris*, *Deschampsia flexuosa*), ebenfalls weit verbreitete Graslandarten (z. B. *Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*, *Rumex acetosa*, *Vicia cracca*).

Arten, die nur in der Samenbank vorkommen (Tab. 2)

Zahlreiche Samen wurden von *Juncus effusus* nachgewiesen. Mit *Carex pilulifera* ist in allen Flächen eine Kennart der *Nardetalia strictae* vertreten. *Calluna vulgaris*, *Carex pallescens*, *Danthonia decumbens* und *Veronica officinalis* haben ihren Schwerpunkt ebenfalls in Beständen der *Nardo-Callunetea*. Weiterhin treten Arten der *Molinio-Arrhenatheretea* auf (*Leucanthemum vulgare*, *Trifolium repens*, *Poa pratensis* und *P. trivialis*). Gelegentlich kommen Ackerunkräuter vor (*Chenopodium album*, *Lamium amplexicaule*, *Persicaria maculosa*). In allen Flächen treten Sporen unterschiedlicher Farn- und Moospflanzen häufig auf. Neben *Athyrium filix-femina* und *Dryopteris spec.* handelt es sich u. a. um *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum* und *Poblia nutans*.

Samen- und Artenzahl im Vergleich (Tab. 1)

Bei allen Flächen liegt die Artenzahl der Samenbank über dem entsprechenden Wert der aktuellen Vegetation. Wie gezeigt wurde, handelt es sich dabei oft um standorttypische Arten, deren Auftreten eine Bereicherung für die Pflanzenbestände bedeuten würde.

Fläche 5 (*Polygalo-Nardetum*) ist vermutlich aufgrund der regelmäßigen Nutzung am artenreichsten. Das gilt sowohl für die aktuelle Vegetation mit 31 Arten als auch für die Samenbank, die durch 37 verschiedene Gefäßpflanzen und Moose gekennzeichnet ist. Auf die Summe der Samen hat das aber keinen Einfluss. Sie liegt mit 9284 etwa in der Größenordnung der übrigen Untersuchungsflächen.

Zusammensetzung des Samenvorrates im Überblick (Abb. 2)

Es überwiegen Samen von Arten der *Nardetalia* bzw. Magerkeitszeiger, gefolgt von Pflanzen des Wirtschaftsgraslandes frischer Standorte. Vereinzelt treten auch Diasporen von Feuchtwiesenarten auf. Brachezeiger und Ackerunkräuter sind dagegen von untergeordneter Bedeutung.

Tab. 1: Samenbank, Standortbedingungen und Bestandesstruktur (Flächen 1-5)

Tab. 1: Seedbank, site conditions and vegetation structure (plots 1-5)

	1	2	3	4	5
Samen /m <sup>2</sup> (0-6 cm)	9416	11726	11748	8998	9196
Anzahl nachgewiesener Samen	428	533	534	409	418
Umrechnungsfaktor Samen/m <sup>2</sup> (0-6cm)	22	22	22	22	22
Artenzahl Samenbank	32	28	25	31	36
Artenzahl Vegetation	26	21	17	17	31
Moosschicht [%]	5	10	50	2	30
Streuschicht [%]	70	70	20	80	10
Nutzung	Mahd (seit kurzem)	Mahd (seit kurzem)	gelegentliche Beweidung	gelegentliche Beweidung	Beweidung
Höhe ü. NN	820	820	520	520	655
Inklination [°]	5	5	5	5	12
Exposition [°]	70	90	250	250	240
Leitfähigkeit [ $\mu$ S/cm]	58	114	326	253	84
pH-Wert (KCl)	3,8	3,9	3,6	4	4,1

Tab. 2: Samenbank und Vegetation im Vergleich (Flächen 1–5, A=THOMPSON et al. (1997), B=eigene Ergebnisse, L=langlebig, S=kurzlebig).

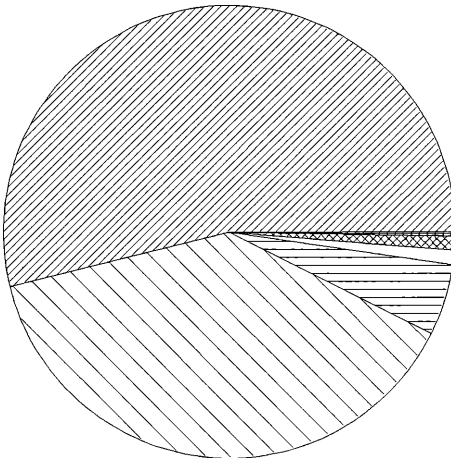
Tab. 2: Seedbank and vegetation in comparison (plots 1–5, A=THOMPSON et al. (1997), B=own results, L=long-lived, S=short-lived).

Art	Fläche	Samenbank					Vegetation					SB-Typ		
		1	2	3	4	5						A	B	
Umrechnungsfaktor		22	22	22	22	22								
Nur Samenbank														
Athyrium et Dryopteris spec.	6204	4510	3190	1034	3256	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Juncus effusus	858	220	484	638	308	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Carex pilulifera	176	176	44	242	440	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Polytrichum formosum	110	198	418	88	66	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Pohlia nutans	198	110	154	22	528	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Dicranum scoparium	396	44	66	44	242	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Atrichum undulatum	22	220	88	.	220	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Philonotis fontana	44	66	.	22	22	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Poa pratensis	.	22	176	88	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Juncus articulatus	44	44	.	.	44	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Rubus idaeus	.	22	.	44	308	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Poa trivialis	66	88	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Leucanthemum vulgare agg.	.	.	.	22	44	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Gymnocarpium dryopteris	44	.	.	.	88	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Trifolium repens	22	.	44	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Calluna vulgaris	.	.	22	176	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Juncus squarrosus	22	.	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	S
Chenopodium album	.	.	.	.	352	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Lamium amplexicaule	242	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	S
Epilobium obscurum	.	.	.	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	S
Persicaria maculosa	44	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Dicotyle indet.	.	44	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-
Vicia hirsuta	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Silene flos-cuculi	.	.	.	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Phalaris arundinacea	.	.	.	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	S
Danthonia decumbens	.	.	.	.	88	.	.	.	.	.	.	.	.	S
Hieracium lachenalii	.	.	.	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	-
Carex pallescens	.	.	44	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	S
Holcus lanatus	.	.	44	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Stellaria alsine	.	.	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Juncus bufonius	.	.	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Ranunculus repens	.	.	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Samenbank und Vegetation														
Agrostis capillaris	3542	2156	2662	3432	3366	2	2	2	1	1	L	L		
Hypericum maculatum	3388	7150	7062	2046	1584	1	3	1	1	1	S	L		
Veronica chamaedrys	44	110	88	44	154	1	1	1	1	1	L	L		
<b>Potentilla erecta</b>	44	<b>88</b>	<b>44</b>	44	1188	1	.	.	1	1	L	S		
<b>Galium saxatile</b>	88	132	352	594	154	1	+	2	+	.	S	L		
<b>Stellaria graminea</b>	<b>330</b>	<b>418</b>	550	968	.	.	.	1	+	+	L	L		
<b>Luzula campestris agg.</b>	374	418	<b>44</b>	.	<b>132</b>	1	1	.	.	.	L	L		
Rhynchospora squarrosus	110	198	88	.	198	1	2	5	+	2	-	S		
<b>Brachythecium rutabulum</b>	132	308	<b>22</b>	<b>110</b>	.	+	+	.	.	+	-	L		
<b>Rumex acetosa</b>	22	<b>572</b>	22	22	.	+	.	1	+	1	L	S		
<b>Plagiomnium affine</b>	.	<b>88</b>	88	198	462	.	.	+	.	+	-	L		
<b>Campanula rotundifolia</b>	22	.	.	<b>396</b>	88	1	1	.	.	1	S	L		
<b>Veronica officinalis</b>	.	<b>22</b>	<b>22</b>	.	110	+	.	.	.	+	L	L		
Meum athamanticum	22	.	22	44	.	3	3	3	3	2	-	S		
Festuca rubra	22	22	.	.	.	2	2	1	1	4	S	S		
Urtica dioica	.	.	.	22	110	.	.	+	.	.	-	L		
Lathyrus linifolius	.	.	.	.	44	+	.	+	.	1	S	S		
Poa chaixii	.	.	.	22	.	2	2	.	3	.	S	S		
Ranunculus nemorosus	22	.	.	.	.	1	.	.	+	.	-	S		
Anthoxanthum odoratum	.	.	.	.	462	+	.	.	.	3	S	S		
Galeopsis tetrahit	.	.	22	.	.	.	.	.	+	.	L	S		
Deschampsia cespitosa	.	.	44	.	.	.	.	.	1	.	S	L		
Pleurozium schreberi	.	.	.	.	110	.	.	.	.	3	-	L		
Viola riviniana	.	.	.	.	22	.	.	.	.	+	S	S		
Calliergonella cuspidata	.	.	.	.	44	.	.	.	.	+	-	S		
Nur Vegetation														
Deschampsia flexuosa	.	.	.	.	.	+	.	1	.	1	S	S		
Arnica montana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	S	S		
Vaccinium myrtillus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	S	S		
Polygala vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	S	S		
Galium pumilum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	S	S		
Hieracium laevigatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	-	S		
Dactylis glomerata	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	S	S		
Ranunculus acris	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	S	S		
Taraxacum officinale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	L	S		
Ajuga reptans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	L	S		
Trisetum flavescens	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	S	S		
Knautia arvensis	.	.	.	.	.	.	+	.	1	+	S	S		
Achillea millefolium	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	S	S		



Galium album			S	S
Vicia cracca		1	S	S
Arrhenatherum elatius			1	S
Bistorta officinalis	1	1	S	S
Anemone nemorosa	1		S	S
Phyteuma spicatum	+	+	S	S
Crepis mollis	+	1	S	S
Cirsium palustre		+	S	S
Luzula luzuloides			S	S
Holcus mollis			1	S
Senecio nemorensis			1	S
Cerastium arvense			S	S
Ceratodon purpureus		+	-	S

53% der Samen von 16 Arten der Nardetalia i.w.S.



0,3% der Samen von 4 sonstigen Arten

1% der Samen von 5 Ackerunkräutern

1% der Samen von 3 Brachezeigern

5% der Samen von 7 Arten der Molinietales i.w.S.

38% der Samen von 14 Arten der Molinio-Arrhenatheretea, Arrhenatheretalia i.w.S.

Abb. 2: Montanes Magergrasland (Flächen 1–5): Zusammensetzung des Samenvorrates (ohne Sporenpflanzen). Insgesamt 49 Arten.

Fig. 2: Grassland with poor-nutrient soil conditions (plots 1–5). Composition of the seedbank (without spore plants). Altogether 49 species.

## 5.2. Feuchtgrasland (Tab. 3, Tab. 4)

Flächen 6, 7: Dominanzbestände von *Scirpus sylvaticus*, Brache  
 Flächen 8: Dominanzbestand von *Filipendula ulmaria*, Brache  
 Fläche 9: *Angelico-Cirsietum oleracei*, genutzt

### Im Bestand und im Samenvorrat vorkommende Arten (Tab. 4)

Von *Filipendula ulmaria* und *Scirpus sylvaticus* wurden zahlreiche Samen dann nachgewiesen, wenn sie an den Probestellen auch in der aktuellen Vegetation vorkamen. *Juncus effusus* ist wiederum mit sehr hohen Samenmengen vertreten, obwohl er teilweise der aktuellen Vegetation fehlt. Zahlreiche Arten, oftmals typisch für Feuchtgrasland, bleiben in einzelnen Flächen auf die Samenbank beschränkt (z. B. *Agrostis canina*, *Cardamine amara*, *Carex nigra*, *C. panicea*, *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, *Stellaria alsine*).

### Arten, die nur in der aktuellen Vegetation vorkommen (Tab. 4)

Oft handelt es sich um Kennarten der *Molinietales caeruleae* (z. B. *Caltha palustris*, *Crepis paludosa*, *Sanguisorba officinalis*, *Trollius europaeus* und *Valeriana dioica*). Ähnlich wie

bei den Untersuchungsflächen des *Geranio-Trisetetum* bleiben Arten des Verbandes *Polygono-Trisetion* auf die aktuelle Vegetation beschränkt. Fläche 6 ist durch mehrere Stickstoffzeiger gekennzeichnet (*Urtica dioica*, *Rumex crispus*).

#### Arten, die nur in der Samenbank vorkommen (Tab. 4)

In der Samenbank von *Scirpus sylvaticus*- und *Filipendula ulmaria*-Gesellschaft befinden sich mehrere Arten, die ein „lebendiges Gedächtnis des Bestandes“ sind. Es handelt sich u. a. um *Juncus bulbosus* und *J. articulatus*, die als Pionierbesiedler und Magerkeitszeiger gelten (OBERDORFER 1994). Während *Juncus articulatus* auch aktuell im gesamten Untersuchungsgebiet häufig ist, kommt *J. bulbosus* im Thüringer Wald nur sehr zerstreut vor (vgl. KORSCH et al. 2002). Früher herrschten hier vermutlich nährstoffarme Standortbedingungen und offenere Bestände. Auf ähnliche Verhältnisse weisen *Carex canescens* (nur Fläche 6) und *C. panicea* hin. Wahrscheinlich zeigen diese Arten auch die frühere Bewässerung von Wiesen an und wuchsen am Rand von Bewässerungsgräben (Verwaltung Biosphärenreservat, mdl. Mitteilung). Diese Form der Wiesenbewirtschaftung war im Vessertal bis in die 1960er Jahre weit verbreitet (WESTHUS & NIEMANN 1990). Auch *Juncus bufonius* ist eine Pionierart, allerdings mit Schwerpunkt in Gesellschaften der *Isoeto-Nanojuncetea*. Ebenso deutet *Philonotis fontana* auf ehemals offenere Bestände hin.

#### Samen- und Artenzahl im Vergleich (Tab. 3)

Fläche 9 weist mit 6600 Samen die geringste Samenanzahl auf. Besonders groß ist der Unterschied zu den Feuchtwiesenbrachen: Teilweise sind dort sechs mal so viele Samen im Boden vorhanden. Dagegen ist die Artenzahl der Samenbank von Fläche 9 mit 43 am höchsten. Hier zeigen sich Parallelen zu Fläche 5 (*Polygalo-Nardetum*): Regelmäßige Bewirtschaftung führt offenbar zu höheren Artenzahlen im Samenvorrat, aber nicht zu größeren Mengen an keimfähigen Samen. Die Ergebnisse zeigen somit eine deutliche Tendenz, lassen sich aber aufgrund der geringen Anzahl von Probeflächen nicht statistisch absichern.

#### Zusammensetzung des Samenvorrates im Überblick (Abb. 3)

Mit über 80 % überwiegen Samen von *Molinietalia*-Arten. Pflanzen mit Verbreitungsschwerpunkt in Beständen der *Nardetalia* bzw. *Arrhenatheretalia* treten aufgrund der hohen Bodenfeuchtigkeit stark zurück. Die übrigen Gruppen sind kaum von Bedeutung.

Tab. 3: Samenbank, Standortbedingungen und Bestandesstruktur (Flächen 6–9).

Tab. 3: Seedbank, site conditions and vegetation structure (plots 6–9).

	6	7	8	9
Samen /m <sup>2</sup> (0-6 cm)	39744	30402	23436	6600
Anzahl nachgewiesener Samen	1472	1126	868	300
Umrechnungsfaktor Samen/m <sup>2</sup> (0-6cm)	27	27	27	22
Artenzahl Samenbank	36	36	30	43
Artenzahl Vegetation	25	33	37	38
Moosschicht [%]	40	5	5	10
Streuschicht [%]	0	0	0	2
Nutzung	Brache	Brache	Brache	Mahd
Höhe ü. NN	570	605	605	450
Inklination [°]	-	5	5	-
Exposition [°]	-	260	260	-
Leitfähigkeit [µS/cm]	308	132	168	43
pH-Wert (KCl)	4,9	5,7	4,8	4,4

81% der Samen von 23 Arten der Molinietaalia i.w.S

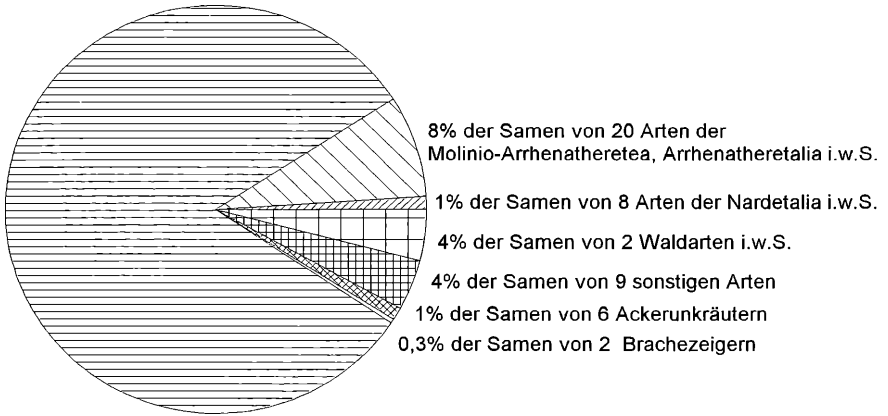


Abb. 3: Feuchtwiesen (Flächen 6–9): Zusammensetzung des Samenvorrates (ohne Sporenpflanzen). Insgesamt 70 Arten.

Fig. 3: Moist grassland (plots 6–9): Composition of the seedbank (without spore plants). Altogether 70 species.

### 5.3. Aufgeforstete Wiese (Tab. 5, Tab. 6)

#### Im Bestand und im Samenvorrat vorkommende Arten (Tab. 6)

Diese Gruppe enthält nur wenige Arten, bei denen es sich ausschließlich um Moose handelt. Neben *Plagiomnium affine* und *Plagiothecium curvifolium* gehört bei den Flächen 10 und 11 auch *Polytrichum formosum* dazu.

#### Arten, die nur in der aktuellen Vegetation vorkommen (Tab. 6)

Wie bereits erwähnt, ist eine Krautschicht wegen des geringen Lichteinflusses kaum vorhanden. Vereinzelt kommen *Deschampsia flexuosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Pleurozium schreberi* und *Lophocolea heterophylla* vor.

#### Arten, die nur in der Samenbank vorkommen (Tab. 6)

Am auffälligsten ist das regelmäßige Vorkommen der Graslandarten *Carex pilulifera*, *Galium saxatile* und *Potentilla erecta*. Sie sind in allen drei Untersuchungsflächen mit über hundert Samen vertreten. Teilweise lag die Anzahl noch wesentlich höher (*Galium saxatile*: 946 Diasporen). Auch *Agrostis capillaris*, *Juncus effusus* und *Rumex acetosella* sind regelmäßig vertreten. Weitere Graslandarten treten nur vereinzelt auf: *Carex ovalis*, *Deschampsia cespitosa*, *Hypericum maculatum*, *Juncus articulatus*, *Luzula campestris*, *Phalaris arundinacea*, *Veronica chamaedrys* und *Veronica officinalis*. Im Gegensatz zu den vorher genannten Gefäßpflanzen sind nie mehr als 100 Samen im Diasporenvorrat einer einzelnen Untersuchungsfläche vorhanden. Ob sie tatsächlich 30 Jahre überdauern haben oder nachträglich eingetragen wurden, ist deshalb ungewiss. Zur Regeneration derartiger Flächen können sie aber in jedem Fall beitragen.

#### Zusammensetzung des Samenvorrates im Überblick (Abb. 4)

Die Ergebnisse zeigen, dass im Boden ein Potenzial an Samen von insgesamt 15 Graslandarten vorhanden ist. Es überwiegen Samen von Arten der Borstgrasrasen, gefolgt von Pflanzen des Feuchtgraslandes (Abb. 4). An dritter Position stehen Waldarten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in dieser Gruppe mit *Calamagrostis epigejos* ein Gras überwiegt, das seinen Verbreitungsschwerpunkt nur teilweise in Wäldern hat und vorwiegend in Schlagfluren auftritt. Acht Prozent der nachgewiesenen Samen stammen von Arten der *Molinio-Arrhenatheretea* bzw. *Arrhenatheretalia*. Brachezeiger und Ackerunkräuter sind von Samenmenge und -anzahl her unbedeutend.

59% der Samen von 8 Arten der Nardetalia i.w.S.

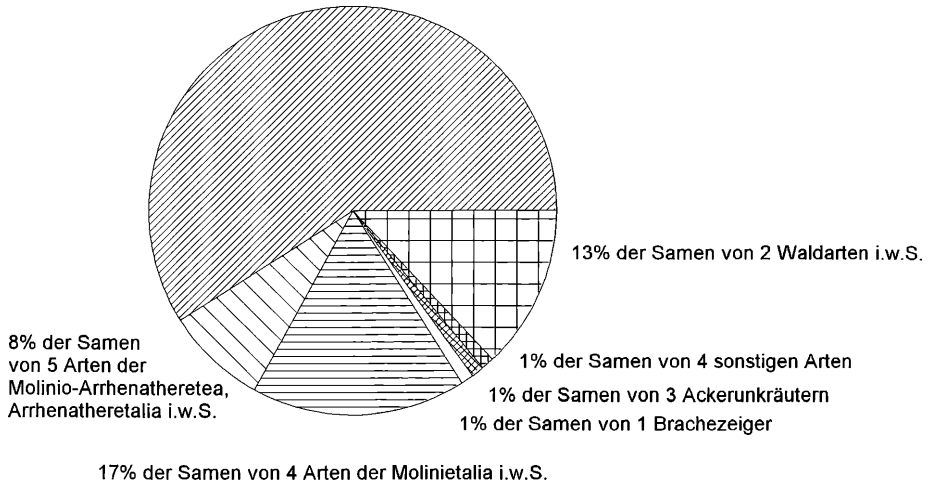


Abb. 4: Aufgeforstete Wiese (Flächen 10–12): Zusammensetzung des Samenvorrates (ohne Sporenpflanzen). Insgesamt 20 Arten.

Fig. 4: Afforested meadow (plots 10–12): Composition of the seedbank (without spore plants). Altogether 20 species.

Tab. 4: Samenbank und Vegetation im Vergleich (Flächen 6–9, A=THOMPSON et al. (1997), B=eigene Ergebnisse, L=langlebig, S=kurzlebig).

Tab. 4: Seedbank and vegetation in comparison (plots 1–5, A=THOMPSON et al. (1997), B=own results, L=long-lived, S=short-lived).

Art	Fläche	Samenbank				Vegetation				SB-Typ	
		6	7	8	9	6	7	8	9	A	B
Nur Samenbank											
Juncus bulbosus	1755	1458	4401	264						L	L
Juncus articulatus	6939	2808	5481	132						L	L
Philonotis fontana	513	189	783	528						L	L
Athyrium et Dryopteris spec.	1998	783	594	1628						L	L
Pellia epiphylla	162	108	351	66						L	L
Cyperaceae indet.	1620	648	270							L	L
Dikotyle indet.	54	27	162							L	L
Carex spec.	486		189	44						L	L
Epilobium spec.	189		81	132						-	L
Lysimachia nummularia	135	81	216							S	L
Calamagrostis epigeios	27	27	81							S	L
Lophocolea bidentata	351		27							-	L
Carex ovalis	324	27								L	L
Sagina procumbens	243									L	L
Carex canescens	135									S	L
Juncus bufonius	810									L	L
Veronica serpyllifolia				1100						L	L
Digitalis purpurea				22						L	S
Carex pilulifera				22						L	L
Hypericum maculatum				88						S	L
Stellaria graminea				154						L	L
Mimulus guttatus	54										S
Plantago major				22						L	L
Epilobium adenocaulon				22						L	S
Rumex obtusifolius	54									L	S
Luzula spec.											-
Taraxacum officinale	27									L	S
Phalaris arundinacea		54								S	S
Anthoceros agrestis				22						L	S
Stellaria media				44						L	S
Epilobium obscurum			27							S	L
Agrostis spec.			81								
Poaceae spec.			27								
Juncus spec.			81								
Monokotyle indet.			27								
Mentha spec.	27										
Calluna vulgaris				22						L	L
Lathyrus pratensis (Rhizom)				22							
Veronica chamaedrys (Rhizom)				22							

Samenbank und Vegetation										
<b>Juncus effusus</b>	16929	21060	8262	<b>836</b>	1	1	2	.	L	L
<b>Plagiomnium affine</b>	162	<b>81</b>	<b>216</b>	<b>88</b>	2	.	.	.	-	L
<b>Poa trivialis</b>	<b>297</b>	1134	<b>351</b>	1232	.	1	.	1	L	L
<b>Myosotis scorpioides</b>	594	918	<b>27</b>	66	1	1	.	1	S	S
Scirpus sylvaticus	5994	324	2025	.	1	3	2	.	S	S
Filipendula ulmaria	513	54	.	<b>88</b>	4	.	1	1	S	S
<b>Urtica dioica</b>	<b>81</b>	<b>27</b>	.	<b>44</b>	2	.	.	.	L	L
<b>Agrostis capillaris</b>	.	<b>27</b>	<b>27</b>	506	.	.	.	1	L	L
<b>Carex nigra</b>	<b>108</b>	27	<b>432</b>	.	.	+	.	.	S	L
<b>Carex panicea</b>	<b>243</b>	243	135	.	.	2	1	.	S	L
<b>Stellaria alsine</b>	<b>702</b>	<b>135</b>	432	.	.	.	1	.	L	L
<b>Cerastium holosteoides</b>	.	189	54	<b>330</b>	.	1	+	.	L	L
<b>Cirsium palustre</b>	<b>27</b>	108	54	.	.	2	+	.	L	S
<b>Calliergonella cuspidata</b>	.	486	459	<b>44</b>	.	2	2	.	-	S
<b>Luzula campestris agg.</b>	.	.	<b>27</b>	132	.	.	+	.	L	L
Brachythecium rutabulum	27	27	.	44	2	1	1	1	-	L
<b>Rubus idaeus</b>	<b>81</b>	.	.	<b>44</b>	1	.	.	.	L	L
<b>Veronica chamaedrys</b>	.	<b>27</b>	.	110	.	.	.	1	L	S
<b>Agrostis canina</b>	<b>108</b>	.	135	.	.	.	1	.	S	L
<b>Deschampsia cespitosa</b>	<b>81</b>	.	.	22	.	.	.	1	S	L
<b>Cardamine amara</b>	189	<b>297</b>	.	.	+	.	+	.	-	L
<b>Ranunculus flammula</b>	<b>405</b>	.	<b>81</b>	.	.	.	1	.	L	L
Holcus lanatus	.	162	.	396	.	1	1	3	L	S
Rhynidiadelphus squarrosus	.	.	27	22	.	.	+	1	-	S
Anthoxanthum odoratum	.	.	27	198	.	1	.	1	S	S
Cardamine pratensis	.	.	162	66	.	.	+	+	L	S
<b>Lotus pedunculatus</b>	<b>27</b>	27	.	.	.	1	1	1	S	S
Potentilla erecta	.	54	27	.	.	1	1	.	L	L
Ajuga reptans	.	27	.	<b>88</b>	.	.	+	+	L	S
<b>Ranunculus repens</b>	<b>486</b>	.	.	.	.	.	.	2	L	L
<b>Cirriphyllum piliferum</b>	.	<b>27</b>	.	.	.	.	+	.	-	-
<b>Poa pratensis</b>	.	.	.	<b>44</b>	.	.	+	.	L	L
Equisetum sylvaticum	.	27	.	.	.	1	1	.	-	S
Carex pallescens	.	81	.	.	.	1	.	.	S	S
Festuca rubra	.	.	.	<b>44</b>	.	.	2	1	S	S
Rumex acetosa	.	27	.	.	.	1	+	1	L	S
Galium uliginosum	.	297	.	.	.	1	1	.	S	S
Alchemilla vulgaris agg.	.	.	.	44	.	+	+	+	S	S
Trifolium repens	.	.	.	22	.	.	.	+	L	S
Ranunculus acris	.	.	.	154	.	.	+	.	1	S
Leucanthemum vulgare agg.	.	.	.	44	.	.	.	.	1	L
Silene flos-cuculi	.	.	.	22	.	.	.	1	L	S
Nur Vegetation										
Knautia arvensis	.	.	.	.	.	.	+	.	S	S
Dactylis glomerata	.	.	.	.	.	.	+	.	S	S
Alopecurus pratensis	.	.	.	.	.	.	.	1	L	S
Festuca pratensis	.	.	.	.	.	.	.	2	S	S
Cynosurus cristatus	.	.	.	.	.	.	.	1	S	S
Lathyrus pratensis	.	.	.	.	.	.	.	2	S	S
Anthriscus sylvestris	.	.	.	.	.	.	.	+	S	S
Vicia sepium	.	.	.	.	.	.	.	1	S	S
Bistorta officinalis	.	.	.	.	.	.	+	.	1	S
Anemone nemorosa	.	.	.	.	.	.	.	.	S	S
Geranium sylvaticum	.	.	.	.	.	.	.	1	S	S
Crepis mollis	.	.	.	.	.	.	.	1	S	S
Leontodon autumnalis	.	.	.	.	.	.	.	+	S	S
Carex flava	.	.	.	.	.	.	1	.	S	S
Chaerophyllum hirsutum	.	.	.	.	.	2	1	1	1	S
Trollius europaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	+	S
Sanguisorba officinalis	.	.	.	.	.	.	.	.	1	S
Mentha arvensis	.	.	.	.	.	.	1	.	S	S
Epilobium palustre	.	.	.	.	.	.	.	+	S	S
Crepis paludosa	.	.	.	.	.	1	1	1	S	S
Lysimachia nemorum	.	.	.	.	.	.	1	2	S	S
Valeriana dioica	.	.	.	.	.	.	2	1	S	S
Carex brizoides	.	.	.	.	.	1	.	.	-	S
Geum rivale	.	.	.	.	.	.	.	+	S	S
Caltha palustris	.	.	.	.	.	.	.	+	S	S
Impatiens noli-tangere	.	.	.	.	.	.	.	.	S	S
Cirsium oleraceum	.	.	.	.	.	.	.	.	S	S
Equisetum fluviatile	.	.	.	.	.	.	+	.	-	S
Carex echinata	.	.	.	.	.	.	.	1	S	S
Viola palustris	.	.	.	.	.	.	.	1	S	S
Pellia spec.	.	.	.	.	.	.	.	+	-	S
Equisetum arvense	.	.	.	.	.	.	.	1	+	-
Plagiomnium undulatum	.	.	.	.	.	.	.	+	-	S
Athyrium filix-femina	.	.	.	.	.	.	.	1	-	L
Chrysosplenium oppositifolium	.	.	.	.	.	1	.	.	S	S
Ranunculus ficaria	.	.	.	.	.	.	.	.	1	S
Stachys sylvatica	.	.	.	.	.	.	.	.	S	S
Ranunculus auricomus	.	.	.	.	.	.	.	1	S	S
Stellaria nemorum	.	.	.	.	.	1	.	.	S	S
Lophocolea heterophylla	.	.	.	.	.	.	.	+	-	S
Galeopsis tetrahit	.	.	.	.	.	.	.	1	-	L
Acer pseudoplatanus	.	.	.	.	.	.	.	+	-	S
Veronica arvensis	.	.	.	.	.	.	.	.	1	S
Rumex crispus	.	.	.	.	.	.	.	+	-	L

Tab. 5: Samenbank, Standortbedingungen und Bestandesstruktur (Flächen 10–12).

Tab. 5: Seedbank, site conditions and vegetation structure (plots 10–12).

	10	11	12
Samen /m <sup>2</sup> (0-6 cm)	2222	2596	1892
Anzahl nachgewiesener Samen	101	118	86
Umrechnungsfaktor Samen/m <sup>2</sup> (0-6cm)	22	22	22
Artenzahl Samenbank	20	24	12
Artenzahl Vegetation	3	3	5
Mooschicht [%]	2	4	4
Streuschicht [%]	90	90	90
Höhe ü. NN	620	620	620
Inklination [°]	-	-	-
Exposition [°]	-	-	-
Leitfähigkeit [µS/cm]	65	65	65
pH-Wert (KCl)	3,4	3,4	3,4

Tab. 6: Samenbank und aktuelle Vegetation im Vergleich (Flächen 10–12, A=THOMPSON et al. (1997), B=eigene Ergebnisse, L=langlebig, S=kurzlebig).

Tab. 6: Seedbank and current vegetation in comparison (plots 10–12, A=THOMPSON et al. (1997), B=own results, L=long-lived, S=short-lived).

Art	Fläche	Samenbank			Vegetation			SB-Typ	
		10	11	12	A	B	A	B	
Umrechnungsfaktor		22	22	22					
Nur Samenbank									
<i>Carex pilulifera</i>	132	374	110	.	.	.	.	L	L
<i>Hypericum maculatum</i>	44	.	.	.	.	.	.	S	L
<i>Galium saxatile</i>	946	462	396	.	.	.	.	S	L
<i>Potentilla erecta</i>	264	264	110	.	.	.	.	L	L
<i>Veronica officinalis</i>	44	.	.	.	.	.	.	L	L
<i>Poa trivialis</i>	.	22	.	.	.	.	.	L	L
<i>Juncus articulatus</i>	22	.	.	.	.	.	.	L	L
<i>Juncus effusus</i>	374	374	286	.	.	.	.	L	L
<i>Phalaris arundinacea</i>	22	.	.	.	.	.	.	S	S
<i>Deschampsia cespitosa</i>	44	22	.	.	.	.	.	S	L
<i>Athyrium et Dryopteris spec.</i>	1496	2134	418	.	.	.	.	-	L
<i>Atrichum undulatum</i>	66	374	.	.	.	.	.	-	L
<i>Pohlia nutans</i>	.	572	.	.	.	.	.	-	L
<i>Dicranum scoparium</i>	462	594	.	.	.	.	.	-	L
<i>Calamagrostis epigeios</i>	88	176	594	.	.	.	.	S	L
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	66	.	.	.	.	.	.	-	L
<i>Luzula luzuloides</i>	22	.	.	.	.	.	.	S	S
<i>Rubus idaeus</i>	22	44	22	.	.	.	.	L	L
<i>Chenopodium album</i>	.	22	.	.	.	.	.	L	L
<i>Sagina procumbens</i>	22	.	.	.	.	.	.	L	L
<i>Solanum nigrum</i>	.	22	.	.	.	.	.	L	S
<i>Rumex acetosella</i>	.	220	242	.	.	.	.	L	L
<i>Ceratodon purpureus</i>	.	22	.	.	.	.	.	-	S
Dikotyle indet.	22	.	.	.	.	.	.	-	-
<i>Carex spec.</i>	.	22	.	.	.	.	.	-	-
<i>Epilobium spec.</i>	22	.	.	.	.	.	.	-	-
<i>Luzula spec.</i>	.	.	66	.	.	.	.	-	-
<i>Luzula campestris</i> agg.	198	110	.	.	.	.	.	L	L
<i>Carex ovalis</i>	22	44	.	.	.	.	.	L	L
<i>Veronica chamaedrys</i>	22	.	.	.	.	.	.	L	S
Musci indet.	66	.	.	.	.	.	.	-	L
<i>Agrostis capillaris</i>	242	44	66	.	.	.	.	L	L
Samenbank und Vegetation									
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	22	.	.	.	.	+	-	L
<i>Plagiomnium affine</i>	22	22	.	.	+	+	.	-	L
<i>Polytrichum formosum</i>	22	264	.	.	1	1	.	-	L
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	44	.	.	.	+	+	+	-	S
Nur Vegetation									
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	S
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	S
<i>Lophocolea heterophylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	S

## 6. Diskussion und Schlussfolgerungen

### 6.1. Methodische Aspekte

Neben der hier angewendeten Auskeimmethode wird auch das Ausspülverfahren zur Untersuchung von Samenvorräten angewendet. Der Bodenanteil der Proben wird mit Wasser ausgespült, organische Substanzen bleiben zurück und die Diasporen können bestimmt sowie gezählt werden (FISCHER 1987). Entscheidender Nachteil dieser Methode ist, dass keine Aussagen zur Lebensfähigkeit der Samen möglich sind.

Grundsätzlich benötigen Pflanzen zum Keimen unterschiedliche Bedingungen. So zeigt TÄUBER (2000) für Arten der *Isoëto-Nanojuncetea*, dass deren Keimrate erheblich von Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen abhängig ist. Vermutlich gilt dies auch für Pflanzen des Graslandes. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit waren unterschiedliche Versuchsvarianten aber aus organisatorischen und zeitlichen Gründen nicht möglich. Einige Artengruppen (z. B. Orchideen) benötigen zum Keimen außerdem sehr spezielle Bedingungen, die nicht simuliert werden können.

Generell ist zu berücksichtigen, dass die Kulturbedingungen im Gewächshaus von der Situation im Freiland abweichen. Unterschiede sind u. a. der pH-Wert des Gießwassers, regelmäßige Beleuchtung und Bewässerung und stets wechselnde Temperaturverhältnisse. Ob die nachgewiesenen Samen auch im Freiland zur Keimung kommen würden, kann man deshalb nicht mit Sicherheit beantworten. Der von FISCHER (1987) vorgeschlagene und hier realisierte Expositionsplan mit Probenentnahme im Spätwinter, Exposition während einer Vegetationsperiode, anschließender Kältebehandlung („Winter-Simulation“) und nochmaliger Keimungsexposition bietet den potenziell keimfähigen Diasporen ein möglichst weites Keimpektrum, so dass von einer Keimrate ausgegangen werden kann, die über der unter natürlichen Freilandbedingungen liegen dürfte.

Die Umrechnung der nachgewiesenen Samen auf eine größere Fläche (1 m<sup>2</sup>) wird in zahlreichen Arbeiten vorgenommen (z. B. KRETZSCHMAR 1994). Allerdings sind diese Zahlen lediglich Referenzzahlen, da die Zusammensetzung des Samenvorrates kleinräumig stark schwanken kann (FISCHER 1987).

Nur wenige Untersuchungen berücksichtigen Moose und Farne. Eine Ausnahme bildet die Arbeit von DURING (1983). Der Autor konnte in Böden von Kalkmagerrasen 37 Moos- und 3 Farnarten nachweisen. Er nimmt an, dass ein großer Teil der nachgewiesenen Arten aus vegetativen Ausbreitungsorganen (Brutkörper und Stängelstücke) heranwuchs. Bei Moosen gibt es generell Hinweise, dass seltene Arten im Diasporenvorrat auftreten. Neben eigenen Ergebnissen liefert hierzu u. a. TÄUBER (2000) Angaben. Ob das auch für gefährdete Farne wie z. B. *Botrychium*-Arten, *Ophiglossum vulgatum* und *Thelypteris palustris* oder *Equisetum*- bzw. *Lycopodium*-Arten gilt, ist unklar und konnte der Literatur nicht entnommen werden. Für *Dryopteris cristata* gibt es jedoch bereits entsprechende Angaben (ROTHMALER et al. 2002). Vielleicht sind weitere Sporenpflanzen in der Lage, eine dauerhafte „Samenbank“ zu bilden, welche bei geeigneten Standortbedingungen zur Regeneration von Populationen beitragen kann. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung wären sinnvoll und wünschenswert.

Da Sporen durch den Wind transportiert und eingetragen werden, berücksichtigen manche Autoren diese Artengruppen grundsätzlich nicht (z. B. FISCHER 1987). Im Rahmen der eigenen Untersuchungen traten in den aufgestellten Blindproben aber lediglich einzelne Moosarten auf, die dann nicht in die Auswertung einbezogen wurden.

THOMPSON et al. (1997) betonen, dass Umfang und Zusammensetzung des Diasporenvorrates neben der spezifischen Lebensdauer von Samen von vielen Faktoren abhängen, deren Bedeutung und gegenseitige Beeinflussung erst in groben Zügen bekannt ist. Die Autoren nennen u. a. folgende Aspekte, die Gegenstand zukünftiger Forschungsprojekte sein sollten:

- Einfluss der Standortbedingungen auf die Samenbank (Bodenart und -typ, Wasser- und Nährstoffgehalt des Bodens).
- Mechanismen, wie der Samenvorrat gebildet wird.
- Physiologische Voraussetzungen der Samen, die das Überleben beeinflussen.

## 6.2. Vergleich mit Literaturangaben

Bislang gibt es nur wenige Untersuchungen zum Samenvorrat mitteleuropäischer Bergwiesen. KRETZSCHMAR (1994) untersuchte im Schwarzwald unterschiedliche Mähwiesengesellschaften. BORSTEL (1974) zeigt die Zusammensetzung des Samenvorrates unterschiedlicher Grünlandgesellschaften in Rhön, Westerwald und Vogelsberg auf. LIEBERUM (1998) liefert aus dem Harz Angaben zum Samenvorrat brachliegender Bergwiesen mit Dominanzen von *Meum athamanticum*. Neben diesen Untersuchungen werden Daten von THOMPSON et al. (1997) zum Vergleich herangezogen.

Grundsätzlich sind Aussagen zur Lebensdauer von Samen oft nur eingeschränkt möglich, was insbesondere bei der Interpretation eigener Ergebnisse zu berücksichtigen ist, aber auch die Aussagekraft von Literaturangaben einschränkt: Fehlt eine Art im Samenvorrat und kommt in der Vegetation vor, können die Samen kurzlebig sein. Als Ursache ist neben ungünstigen Keimungsbedingungen aber auch eine geringe Diasporendichte denkbar (JENSEN 2004). Umgekehrt können Hinweise zur Langlebigkeit von Samen durch Sameneintrag in die Untersuchungsfläche hervorgerufen sein. Hieraus resultiert auch, dass THOMPSON et al. (1997) für viele Arten unterschiedliche Samenbanktypen nennen. Trotz dieser Problematik ergeben sich bei einigen Arten Hinweise, dass sie entgegen von Literaturangaben einen ausdauernden Samenvorrat anlegen können. Sie sind in Tab. 7 zusammengefasst.

### Arten der *Nardetalia* i.w.S. (Magerkeitszeiger)

Nach THOMPSON et al. (1997) sind relativ viele dieser Pflanzen durch langlebige Samen gekennzeichnet. In den eigenen Untersuchungen wurden sie auch dann oft nachgewiesen, wenn sie der aktuellen Vegetation fehlen (z. B. *Calluna vulgaris*, *Carex pilulifera*, *C. ovalis*, *Potentilla erecta*, *Veronica officinalis*). Bei einigen Arten, deren Diasporen als kurzlebig bezeichnet werden, ergeben sich Hinweise auf eine ausdauernde Samenbank (*Campanula rotundifolia*, *Danthonia decumbens*, *Galium saxatile*, *Hypericum maculatum*). Daneben bestätigen die eigenen Untersuchungen Angaben zu kurzlebigen Samen. Beispiele sind *Arnica montana*, *Polygala vulgaris* und *Vaccinium myrtillus*. Zu *Meum athamanticum* liefert LIEBERUM (1998) entsprechende Daten.

### Arten der *Arrhenatheretalia*, *Molinio-Arrhenatheretea* i.w.S.

Kennarten der Klasse bilden teilweise langlebige Samen. Auch die eigenen Untersuchungen deuten darauf hin. Es handelt sich u. a. um *Agrostis capillaris*, *Ajuga reptans*, *Cerastium holosteoides*, *Stellaria graminea*, *Poa pratensis*, *Holcus lanatus*, *Ranunculus acris*, *Trifolium repens* und *T. pratense*. BORSTEL (1974) betont ebenfalls, dass *Agrostis capillaris* häufig im Samenvorrat vertreten ist. Keine ausdauernde Samenbank bilden hingegen *Festuca rubra* und *Trollius europaeus* (THOMPSON et al 1997), was die eigenen Ergebnisse bestätigen. Zur Trollblume liefert auch KOWARSCH (1997) entsprechende Angaben. Von Trenn- bzw. Kennarten des *Polygono-Trisetion* konnten mit Ausnahme von *Poa chaixii* keine Diasporen nachgewiesen werden. Die Kurzlebigkeit ihrer Samen wird von anderen Autoren bestätigt (z. B. KRETZSCHMAR 1994). Diasporen von *Alchemilla vulgaris* agg. wurden nur vereinzelt gefunden. KRETZSCHMAR (1994) konnte jedoch zahlreiche Samen dieser Art im Boden nachweisen. Er betont, dass der Frauenmantel ein typischer Vertreter mit ausdauernder Samenbank ist, da er auch in tieferen Bodenschichten zahlreiche Samen fand. Vermutlich resultiert die große Menge nachgewiesener Samen von *Veronica serpyllifolia* aus einer Aufsummierung über einen längeren Zeitraum. KRETZSCHMAR (1994) führt das häufige Auftreten von Arten mit langlebigen Samen in der Diasporenbank hierauf zurück. THOMPSON et al. (1997) geben für Diasporen des Quendelblättrigen Ehrenpreises eine Lebensdauer von mindestens 100 Jahren an. Ob sich *Rhytidadelphus squarrosus* und *Brachythecium rutabulum* tatsächlich aus Sporen entwickelt haben, ist unklar, da sie sich möglicherweise aus kleinen Sprossstücken regeneriert haben.

### Arten der *Molinietalia*, Feuchtigkeitszeiger

Auch zahlreiche Arten des Feuchtgraslandes sind in der Lage, einen ausdauernden Samenvorrat aufzubauen (THOMPSON et al. 1997), worauf auch die eigenen Ergebnisse hin-



deuten. Es handelt sich u. a. um unterschiedliche *Juncus*-Arten, was den Beobachtungen anderer Autoren entspricht (z. B. BORSTEL 1974). Eventuell gilt dies auch für weitere Arten (u. a. *Carex canescens*, *Agrostis canina*, *Deschampsia cespitosa*, vgl. Tab. 7). Von *Scirpus sylvaticus* und *Filipendula ulmaria* wurden nur dann Samen gefunden, wenn die Arten auch im Bestand vorkamen. Vermutlich haben sie eine Lebensdauer von mindestens einem Jahr, können aber keine längeren Zeiträume überdauern. Weiterhin gibt es zahlreiche Pflanzen, die dem Diasporenvorrat ganz fehlen (z. B. *Caltha palustris*, *Crepis paludosa*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Sanguisorba officinalis*, *Valeriana dioica*). Die vorliegenden Untersuchungen bekräftigen somit die Angaben von THOMPSON et al. (1997) zur Kurzlebigkeit ihrer Samen. Bei *Lysimachia nummularia* und *Mimulus guttatus* tritt vermutlich vegetative Ausbreitung auf. MÜLLER-SCHNEIDER (1986) betont, dass beide Arten kaum Samen produzieren und sich hauptsächlich vegetativ fortpflanzen.

### Waldarten

Hauptsächlich wurden Ausbreitungseinheiten von Sporenpflanzen im Boden nachgewiesen, die vermutlich langlebig sind, denn meistens fehlten die Arten der Vegetation. Es handelt sich dabei vorwiegend um *Athyrium filix femina* et *Dryopteris spec.*, die in den angrenzenden Wäldern häufig sind, sowie um mehrere Laubmoose. Vermutlich sind die Samen von *Calamagrostis epigejos* entgegen den Angaben von THOMPSON et al. (1997) langlebig, denn im Boden der aufgeförfsteten Wiese wurden zahlreiche keimfähige Samen nachgewiesen.

### Ackerunkräuter und Störungszeiger

Auf die Langlebigkeit vieler dieser Arten wird oft hingewiesen (z. B. FISCHER 1987). Auch in den eigenen Untersuchungen wurden vereinzelt keimfähige Samen dieser Arten nachgewiesen, die vermutlich längere Zeiträume im Boden überdauerten. Es handelt sich u. a. um *Lamium amplexicaule*, *Chenopodium album* und *Persicaria maculosa*.

### Brachezeiger

*Senecio nemorensis* als typischer Brachezeiger montaner Wiesen (BRUELHEIDE 1995) bildet nur kurzlebige Samen (THOMPSON et al. 1997) und wurde im Diasporenvorrat nicht nachgewiesen. Offenbar ist die anemochore Ausbreitung des Hain-Kreuzkrautes sehr effizient und ermöglicht die rasche Besiedlung brachliegender Bestände. *Rubus idaeus* kommt in allen Flächen regelmäßig im Samenvorrat vor. Es handelt sich um die einzige Art, die kennzeichnend für Brachestadien ist und regelmäßig im Diasporenvorrat nachgewiesen wurde. BORSTEL (1974) fand sie ebenfalls häufig im Boden unterschiedlicher Graslandbrachen. THOMPSON et al. (1997) geben eine Lebensdauer von mindestens 87 Jahren an. Samen von *Galeopsis tetrahit* gelten ebenfalls als langlebig, wurden aber nur einmal nachgewiesen.

Tab. 7: Arten, die entgegen den Angaben von THOMPSON et al. (1997) eventuell eine ausdauernde Samenbank bilden können.

Tab. 7: Species with probably long-lived seeds (contrary to data of THOMPSON et al. (1997)).

Art	Anzahl Diasporen (0-6 cm, 1m <sup>2</sup> Boden)	Untersuchungsfläche
<i>Agrostis canina</i>	135	6
<i>Calamagrostis epigejos</i>	176, 88, 594	10, 11, 12
<i>Campanula rotundifolia</i>	396	4
<i>Cardamine amara</i>	297	7
<i>Carex canescens</i>	135	6
<i>Carex nigra</i>	108, 432	6, 8
<i>Carex panicea</i>	216	6
<i>Danthonia decumbens</i>	88	5
<i>Deschampsia cespitosa</i>	81	6
<i>Galium saxatile</i>	88, 946, 462, 396	5, 10, 11, 12
<i>Lamium amplexicaule</i>	242	1
<i>Lysimachia nummularia</i>	135, 81, 216	6, 7, 8
<i>Stellaria alsine</i>	22, 702, 135	4, 6, 7

Tab. 8: Literaturangaben zu Arten, die sich infolge von Regenerationsmaßnahmen wahrscheinlich aus der Samenbank entwickelt haben.

Tab. 8: Bibliography: Species developed probably from seedbank as a result of regeneration measures.

1	Ehemalige Dominanzbestände von <i>Pteridium aquilinum</i> und <i>Molinia caerulea</i>	SCHMIDT & BECKER (2000)
2	Gerodete Aufforstung, Alter 10-15 Jahre (trockener Standort)	HACHMÖLLER (2000)
3	Gerodete Aufforstung, Alter 10-15 Jahre (feuchter Standort)	
4	Gerodete Aufforstung, Alter 20-25 Jahre (frischer bis staufeuchter Standort)	BOHN (1987)
5	Windwurfflächen aufgeforsteter Wiesen (Alter: 6-45 Jahre)	HILL & STEVENS (1981)
6	<i>Filipendula ulmaria</i> - <i>Chaerophyllum hirsutum</i> -Bestand	ROSENTHAL (1992)

Spaltennummer	1	2	3	4	5	6
<i>Arten, die im Rahmen der eigenen Untersuchungen im Samenvorrat nachgewiesen wurden</i>						
<i>Juncus effusus</i>	*	.	*	.	*	*
<i>Calluna vulgaris</i>	*	.	.	.	*	.
<i>Carex pilulifera</i>	*	*	.	*	.	.
<i>Carex panicea</i>	*	.	*	.	.	.
<i>Carex nigra</i>	*	.	.	.	.	.
<i>Carex ovalis</i>	*	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	*	.	.	*	.	.
<i>Galium saxatile</i>	*	.	.	*	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	*	.	.	.	.	.
<i>Juncus squarrosus</i>	*	.	.	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	*	*	.	*	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	.	*	.	*	.	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	*	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	*	*	*	.	.
<i>Hypericum maculatum</i>	.	*	.	.	.	.
<i>Luzula campestris</i> agg.	.	*	.	*	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	.	*	.	.	*	.
<i>Silene flos-cuculi</i>	.	.	*	.	.	*
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	.	.	*	.	.
<i>Danthonia decumbens</i>	.	.	.	*	.	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	.	.	*	*	.
<i>Luzula luzuloides</i>	.	.	.	*	.	.
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Cardamine pratensis</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Cerastium holosteoides</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Festuca rubra</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Myosotis scorpioides</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Rumex acetosa</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Stellaria graminea</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Arten, die im Rahmen der eigenen Untersuchungen nicht im Samenvorrat nachgewiesen wurden</i>						
<i>Carex demissa</i>	.	.	*	.	.	.
<i>Carex echinata</i>	.	.	*	.	.	.
<i>Viola palustris</i>	.	.	*	.	.	.
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	.	.	*	.
<i>Carex disticha</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Epilobium palustre</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Epilobium parviflorum</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Hypericum tetrapterum</i>	.	.	.	.	.	*
<i>Primula elatior</i>	.	.	.	.	.	*

### Arten, die entgegen Literaturangaben eventuell eine langlebige Samenbank aufbauen

In Tab. 7 ist dargestellt, welche Arten eventuell eine ausdauernde Samenbank aufbauen können, obwohl THOMPSON et al. (1997) sie als kurzlebig einstufen. Es sind nur solche Arten aufgeführt, von denen mindestens drei keimfähige Samen im Boden nachgewiesen wurden und die gleichzeitig der aktuellen Vegetation fehlen.

### 6.3. Bedeutung des Samenvorrates für Maßnahmen des Naturschutzes

Der Samenvorrat vieler Bestände enthält zahlreiche Diasporen von Arten, die der aktuellen Vegetation fehlen und die für den jeweiligen Lebensraum typisch sind. Sie könnten nach Aktivierung der Samenbank zu einer Bereicherung des Biotops beitragen. Welche dieser Pflanzen sich bei Nutzungsänderung tatsächlich einstellen würden und ob sie sich auch langfristig etablieren können, ist mit diesen Untersuchungen nicht zu ermitteln. Dazu wären langjährige Dauerbeobachtungen notwendig. Da derartige Beobachtungen aus vergleichbaren Vegetationstypen vorliegen, soll gezeigt werden, welche Arten dort nach Regenerationsmaßnahmen festgestellt wurden (Tab. 8). Es sind nur solche Arten aufgeführt, die sich nach Angaben der Autoren vermutlich aus der Samenbank entwickelt haben. Da die Verfasser keine Angaben zur Zusammensetzung des Diasporenvorrates liefern, kann nicht mit völliger Sicherheit beurteilt werden, ob sie tatsächlich aus der Samenbank stammen. Von den insgesamt 49 genannten Arten wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit 39 Pflanzen mit keimbereiten Samen im Boden nachgewiesen. Oft fehlten sie dem Bestand.

Wenn auch in keiner Fläche Samen gefährdeter Gefäßpflanzen nachgewiesen werden konnten, wurden doch Diasporen von Arten gefunden, die im Thüringer Wald nur zerstreut vorkommen und gleichzeitig der aktuellen Vegetation fehlen. Viele sind zwar im Untersuchungsgebiet weit verbreitet, kommen aber innerhalb Thüringens nur in wenigen Naturräumen vor (vgl. KORSCH et al. 2002) und sind deshalb als schützenswert einzustufen. In Tab. 9 ist eine Auswahl dieser Pflanzen aufgeführt. Bemerkenswert ist der Nachweis der gefährdeten Moosarten *Anthoceros agrestis* und *Philonotis fontana*.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein Schutz von Grasland-Gesellschaften vor allem durch standortgerechte Bewirtschaftung erfolgen muss, auch wenn es im Feuchtgrasland und in Borstgrasrasen vermutlich mehr Arten mit langlebigen Samen gibt, als bislang angenommen wurde. Wichtige Pflanzenarten, insbesondere die für Goldhafer-Bergwiesen charakteristischen Arten sind nicht in der Lage, eine dauerhafte Samenbank aufzubauen. So kann schon eine relativ kurze Brachedauer dazu führen, dass viele Arten verschwinden. Eine erneute Einwanderung würde sich über lange Zeiträume erstrecken (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002).

Tab. 9: In Thüringen zerstreut vorkommende Arten (KORSCH et al. 2002, MEINUNGER 1992), von denen Diasporen nachgewiesen wurden, obwohl sie der aktuellen Vegetation fehlen (1–10: Nummern der Untersuchungsflächen, \*= gefährdete Art (MEINUNGER & SCHRÖDER 2001)).

Tab. 9: Species occurring in Thuringia quite rarely (KORSCH et al. 2002, MEINUNGER 1992). Diaspores were proved, although the species are missing in actual vegetation. (1–10: number of plots, endangered species (MEINUNGER & SCHRÖDER 2001)).

<b>Gefäßpflanzen</b>			
<i>Cardamine amara</i>	6	<i>Hypericum maculatum</i>	10
<i>Danthonia decumbens</i>	5	<i>Carex panicea</i>	6
<i>Juncus squarrosus</i>	1, 2	<i>Carex pallescens</i>	3
<i>Juncus bulbosus</i>	6, 7, 8	<i>Carex nigra</i>	6,8
<i>Veronica officinalis</i>	2, 3, 10	<i>Mimulus guttatus</i>	6
<i>Carex canescens</i>	6	<i>Agrostis canina</i>	6-9
<b>Moose</b>			
<i>Anthoceros agrestis</i> *	9	<i>Philonotis fontana</i> *	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9

## Literatur

- BOHN, U. (1987): Beobachtungen zur spontanen Grünlandregeneration auf Fichtenräumungsflächen im Naturschutzgebiet „Rotes Moor“ / Hohe Rhön. – *Natur und Landschaft* 62(9): 353–363.
- BONN, S. & POSCHLOD, P. (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. – Quelle & Meyer, Wiesbaden: 404 S.
- BORSTEL, U. v. (1974): Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung auf ökologisch verschiedenen Grünland- und Ackerbrachen hessischer Mittelgebirge (Westerwald, Rhön, Vogelsberg). – Diss. Univ. Gießen: 159 S.
- BRUELHEIDE, H. (1995): Die Grünlandgesellschaften des Harzes und ihre Standortbedingungen. Mit einem Beitrag zum Gliederungsprinzip auf der Basis von statistisch ermittelten Artengruppen. – Diss. Bot. 244: 1–338. Berlin. Stuttgart.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. – Ulmer, Stuttgart: 683 S.
- & BRIEMLE, G. (2002): Kulturgrasland, Wiesen, Weiden und verwandte Hochstaudenfluren – Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. – Ulmer, Stuttgart: 239 S.
- DURING, H. J. (1983): Diaspore bank of bryophytes and ferns in chalk grasslands. – *Acta Bot. Neerl.* 32: 247.
- FISCHER, A. (1987): Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sekundärsukzessionen. Die Bedeutung von Samenbank und Samenniederschlag für die Wiederbesiedlung vegetationsfreier Flächen in Wald- und Grünlandgesellschaften. – Diss. Bot. 110: 1–234. Berlin. Stuttgart.
- FRAHM, J.-P. & FREY, W. (1992): Moosflora. 3. Aufl. – Stuttgart: 528 S.
- HACHMÖLLER, B. (2000): Vegetation, Schutz und Regeneration von Bergwiesen im Osterzgebirge – eine Fallstudie zu Entwicklung und Dynamik montaner Grünlandgesellschaften. – Diss. Bot. 338: 1–300.
- HANE, M. (1990): Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und Samen. 3. Aufl. – München: 496 S.
- HILL, M. O. & STEVENS, P. A. (1981): The density of viable seed in soils of forest plantations in upland Britain. – *J. Ecol.* 69: 693–709.
- HUNDT, R. (1964): Die Bergwiesen des Harzes, Thüringer Waldes und Erzgebirges. – *Pflanzensoziologie* 14: 1–284.
- JENSEN (2004): Langlebigkeit der Diasporenbanken von Arten der Niedermoorflora Nordwest-Deutschlands: Überblick und Methodenvergleich. – *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 16: 17–28.
- KORSCH, H., WESTHUS, W. & ZÜNDORF, H.-J. (2002): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Thüringens. – Jena: 419 S.
- KOWARSCH, N. (1997): Standorts- und populationsökologische Untersuchungen an *Trollius europaeus* L. im nördlichen Rothhaargebirge. – Dipl.-Arb. FB Biologie. Univ. Marburg: 139 S.
- KRETZSCHMAR, F. (1994): Zur Bedeutung der Samenbank in Böden unter Wiesengesellschaften. – *Ber. Reinhold-Tüxen-Ges.* 6: 179–193.
- LIEBERUM, K. (1998): Untersuchungen zur Höhenverbreitung von *Meum athamanticum* im Harz. – Dipl.-Arb. Albrecht-von-Haller-Inst. Univ. Göttingen: 121 S.
- MEINUNGER, L. (1992): Florenatlas der Moose und Gefäßpflanzen des Thüringer Waldes, der Rhön und angrenzender Gebiete. – *Haussknechtia Beih.* 3(1/2): 1–423.
- & SCHRÖDER, W. (2001): Rote Liste der Moose (Bryophyta) Thüringens. 3. Fassung, Stand: 12/2000. – *Naturschutzreport* 18: 297–309.
- MULLER, F. M. (1978): Seedlings of the North-western European lowland. A flora of seedlings. – Boston. Wageningen: 654 S.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P. (1986): Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. – Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel 85: 1–263.
- OVERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Aufl. – Ulmer, Stuttgart: 1050 S.
- ROSENTHAL, G. (1992): Erhaltung und Regeneration von Feuchtwiesen. Vegetationsökologische Untersuchungen auf Dauerflächen. – Diss. Bot. 182: 1–283.
- ROTHMALER, W. (Bgr.), JÄGER, E. J. (Hrsg.) & WERNER, K. (Hrsg.) (2002): Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Bd. 4. Kritischer Band. 9. Aufl. – Spektrum, Heidelberg. Berlin: 948 S.
- SCHMIDT, M. & BECKER, C. (2000): Erhaltung und Regeneration einer Hutelandschaft im Kaufunger Wald – Sieben Jahre Dauerflächen-Monitoring im NSG „Hühnerfeld“. – *Jahrb. Natursch. Hessen* 5: 108–120.
- SSYMANK, A., HAUCKE, U., SCHRÖDER, E., RÜCKRIEM, C. & MESSER, D. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000: Deutsches Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 53: 1–342.

- TÄUBER, T. (2000): Zwergbinsen-Gesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea) in Niedersachsen – Verbreitung, Gliederung, Dynamik, Keimungsbedingungen der Arten und Schutzkonzepte. – Diss. Univ. Göttingen: 238 S.
- THOMPSON, K., BAKKER, J. & BEKKER, R. (1997): The soil seed banks of North West Europe. Methodology, density and longevity. – Cambridge: 276 S.
- WAESCH, G. (2003): Montane Graslandvegetation des Thüringer Waldes: Aktueller Zustand, historische Analyse und Entwicklungsmöglichkeiten. – Diss. Univ. Göttingen: 219 S.
- WESTHUS, W. & NIEMANN, E. (1990): Veränderungen in der Wiesenvegetation des unteren Vessertales (Biosphärenreservat „Vessertal“, Bez. Suhl, DDR). – Arch. Naturschutz Landschaftsforsch. 30: 45–64.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Stuttgart: 765 S.
- WULF, F. (2003): Veränderungen der Grünlandvegetation im Altkreis Schmalkalden (Thüringen) zwischen 1960 und 2000. – Landschaftspfl. Natursch. Thüringen 40(2): 69–80.

Dr. Gunnar Waesch  
Universität Göttingen  
Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften  
Abteilung Vegetationsanalyse & Phytodiversität  
Untere Karspüle 2  
37073 Göttingen  
gwaesch@gwdg.de