

Mainzer naturwiss. Archiv	57	S. 181–200	6 Abb., 16 Tab.	Mainz 2020
---------------------------	----	------------	-----------------	------------

Versuch einer Renaturierung gestörter Kiefernabteilungen im Naturschutzgebiet Lennebergwald bei Mainz durch Beweidung mit Eseln

ALBERT OESAU

Kurzfassung

Im Naturschutzgebiet „Lennebergwald“ ist die Erhaltung und Entwicklung der charakteristischen Vegetation der Dünen-Kieferntrockenwälder ein wichtiges Schutzziel. Bei der ehemals charakteristischen Pflanzengesellschaft, dem Pyrolo-Pinetum, ist aber in den letzten Jahrzehnten aufgrund des zunehmenden, sehr dichten Strauch-Unterwuchses eine Artenverarmung bis hin zu Artenverlusten zu beobachten. Es stellt sich deshalb die Frage nach Möglichkeiten einer Auslichtung durch den Einsatz von Eseln. Seit 2015 wurde eine kleine Herde von Eseln (5-10 Tiere) zur Beweidung in drei Kiefernwäldern mit jeweils vier Versuchsflächen eingesetzt. Bereits nach drei Jahren ergaben sich im Vergleich der Vegetation von beweideten zu nicht beweideten Flächen beachtenswerte Differenzen. So betrug die Bodenbedeckung der Moose auf den beweideten Flächen im Mittel 26 %, auf den nicht beweideten Flächen 2 %. Die Beweidungsflächen wiesen durchschnittlich 21 Moosarten, die Referenzflächen 16 Moosarten auf. Auf den beweideten Flächen standen einschließlich der Sträucher und Bäume 149 Blütenpflanzenarten, während die nicht beweideten Referenzflächen einen Bestand von 36 Spezies aufwiesen. Das Ziel der Beweidung, durch Entbuschung Lebensraum und Ausbreitungszentrum möglichst vieler gebietstypischer Arten in ausreichender Populationsstärke zu entwickeln, gelang somit bereits in relativ kurzer Zeit. Arten des Pyrolo-Pinetum traten allerdings nicht auf. Regelmäßige Wiederholungen der Maßnahmen bleiben erforderlich.

Abstract

Attempt to re-cultivate disturbed sections of pine forest in the nature reserve Lennebergwald near Mainz by donkey grazing

An important aim of the “Lennebergwald” nature reserve is the conservation and development of characteristic inland dune pine forests vegetation. In recent decades a decline of several formerly common and characteristic species of the plant association “Pyrolo-Pinetum” has been observed, for some of them close to extinction, due to the increasing density of bush undergrowth. Thus, the question is raised concerning a possible thinning of the vegetation by donkey grazing. Since 2017, a small herd of five to ten donkeys has been grazing in three pine forests each containing four test sites. After only three years, considerable differences were observed comparing the vegetation of grazed and ungrazed plots. The ground covered by moss was measured on average to be 26 % on grazed site compared to 2 % on ungrazed sites. Grazed plots contained an average of 21 moss species; the ungrazed reference plots contained 16. Including bushes and trees, 149 plant species have been counted on grazed plots, and 36 on ungrazed plots. The aim of developing a permanent habitat for as many species as possible typical of the area, and of reaching sufficiently large population of target species was achieved in the experimental period of only three years. However, so far Pyrolo-Pinetum species have not been emerged. Continuous repetitions of the measures remain necessary.

Key words

Nature reserve, Lennebergwald, pine forest, Pyrolo-Pinetum, undergrowth, donkey grazing, cryptogams, phanerogams, species conservation, biodiversity survey

1. Einleitung

Der Wald in Rheinland-Pfalz ist mit 41% Flächenanteil ein prägender Landschaftsteil (DORSCHER et al. 1999). Zu den waldärmsten Landschaften zählt Rheinhessen, wobei vor allem dem Naturschutzgebiet „Lennebergwald“ bei Mainz eine große Bedeutung zukommt. Es ist ein Lebensraum einer durch ihren Reichtum an pontischen und submediterranen Pflanzenarten weithin berühmten Steppenvegetation. Eine Vielzahl an Publikationen unterstreicht diese Bedeutung. Es seien besonders die von JUNGBLUTH (1987) und LICHT & KLOS (1991) editierten Bände mit vielen Beiträgen über den Mainzer Sand bzw. den Lennebergwald hervorgehoben. In allen vegetationskundlichen Arbeiten wird immer wieder auf die vielfältigen Ursachen und Wirkungen, die das Naturschutzgebiet belasten, hingewiesen. Einer der häufig genannten Faktoren stellt der Laubholzunterbau der Kiefernwälder dar. Schon OBERDORFER befürchtete 1937 einen Abbau bzw. eine Einengung der Steppenrasenflora insofern, als das dichte Kronendach der Strauchschicht den Boden so nachhaltig beschattete, dass die typische krautige Bodenvegetation nicht mehr konkurrenzfähig ist und in älteren Waldbeständen sogar vollständig fehlt. Auch für die den Standort prägenden Kiefern ist dann eine Verjüngung nicht mehr möglich. Besonders erwähnt werden sollen Bestände der Pflanzengesellschaft Pyrolo-Pinetum, die in den letzten Jahrzehnten eine erhebliche Verarmung hinnehmen mussten. OBERDORFER (1992) kommentiert dieses Ereignis derart, dass „zahlreiche pflanzensoziologische Aufnahmen bereits den Wert historischer Dokumente erreicht haben“. Um derartige Beeinträchtigungen in Zukunft zu vermeiden, wird immer wieder auf die Störung der indigenen Vegetation durch eine Laubholz-Strauchschicht und auf Maßnahmen zu ihrer Entfernung hingewiesen (STÖHR 1967, BITZ 1985, BRECHTEL 1987, LICHT & UTHOFF 1991, KORNECK 1970, 1974, 1987, MATTERN & TENTER 1990, FUHRMANN, MATTERN & TENTER 1990, LAUER 1991). Viele Teile des Kiefernwaldes werden bereits derart stark von einem nahezu undurchdringlichen

Strauch-Unterwuchs beherrscht, dass sich die Frage nach Möglichkeiten einer Auslichtung aufdrängt. Da bereits aus Kiefernwäldern im nördlichen Oberrheintal positive Erfahrungen mit Eselbeweidung vorliegen (ZEHM et al. 2015), ergab sich die Frage nach Möglichkeiten des Einsatzes von Eseln zur Offenhaltung von Kiefernbeständen im Lennebergwald (Abb. 1). Das Ziel war, einen forstlich erwünschten Kiefernaufwuchs zu ermöglichen und der Bodenvegetation nach den Anforderungen des Naturschutzes optimale Lebensbedingungen zu bieten. Außerdem stellte sich die Frage, ob durch das veränderte Kleinklima im Boden etwaig noch vorhandenes Saatgut zur Keimung angeregt wird und kümmernde Reste der ehemaligen Vegetation zum Wachstum und schließlich zur Vermehrung gefördert werden können.

2. Die Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungsgebiete befinden sich im Naturschutzgebiet „Lennebergwald“ westlich von Mainz. Der Lennebergwald ist etwa 800 ha groß und umfasst Teile innerhalb der Gemarkungen Finthen und Gonsenheim, der kreisfreien Stadt Mainz und Teile der verbandsfreien Gemeinde Budenheim und der Gemeinde Heidesheim im Landkreis Mainzingen. Die für die Beweidung ausgewählten drei Waldabteilungen werden mit Bechborn 1, Bechborn 2 bzw. Rotkäppchen bezeichnet. Erstere befindet sich südlich des Steinbruchs Budenheim, in der Topographischen Karte Wiesbaden (5915/3), das zweite schließt sich unmittelbar südlich daran an und das dritte befindet sich im Westen des Lennebergwaldes beim Gasthaus Rotkäppchen in der Topographischen Karte Eltville (5914/4). Die Flächengrößen reichen von 3 ha (Bechborn 1), 2,5 ha (Bechborn 2) bis zu 4 ha (Rotkäppchen). Das Alter der Kiefern beträgt ca. 145 Jahre, das des Laubholzes ca. 70 Jahre.

LICHT & LICHT (1990) bzw. LICHT & UTHOFF (1991) bewerteten die Waldflächen des Lennebergwaldes nach vegetationskundlichen Untersuchungen. Sie teilten die für die Beweidung ausgewählten Flächen zunächst kei-

ner Wertstufe zu und waren der Ansicht, dass sie sich in absehbarer Zeit nicht zu typischen Waldtypen regenerieren werden. In einer folgenden Bewertung wurden die Kiefernabteilungen in die vier Wertstufen „hervorragende Teilflächen“, „wertvolle Teilflächen“, „bedingt wertvolle Teilflächen“ und „Potentialflächen“ eingeteilt. Die für die vorliegende Erhebung herangezogenen drei Untersuchungsgebiete wurden von LICHT & UTHOFF (1991) als „Potentialflächen“ eingestuft. Sie lassen es als möglich erscheinen, dass sie biotopspezifische Lebensgemeinschaften tragen können. Das LANDSCHAFTSINFORMATIONSSYSTEM DER NATURSCHUTZVERWALTUNG (1996) kennzeichnet das Naturschutzgebiet Lennebergwald folgendermaßen: „Schutzzweck ist die Erhaltung und Entwicklung der charakteristischen, an Kalkflugsande gebundenen Lebensgemeinschaften und Lebensräume mit ihren typischen Sukzessionsstadien, insbesondere von Dünen- und Sandtrokenwäldern, von mosaikartig wechselnden strauchfreien bis straucharmen sowie strauchreichen Kiefernheiden mit ausgeprägten Übergangszonen zwischen Wald- und Offenlandbiotopen, von Sandheiden (Trocken- und Steppenrasen) und von offenen Dünen- und Sandflächen mit Sandpionierfluren, sowie aus wissenschaftlichen und

naturgeschichtlichen Gründen. Schutzzweck ist ferner die Erhaltung und Entwicklung der Kalkflugsande als wesentliche Bestandteile des Biotopsystems der rheinhessischen Kalkflugsande, einem für Deutschland einmaligen Biotopsystem mit mitteleuropäischer Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz“. Die charakteristischen Pflanzengesellschaften der Kiefernwälder auf Kalkflugsanden ordnete BAUN-BLANQUET (1939) in ein *Pyrolo-Pinetum* ein. Obwohl diese Gesellschaft im Naturschutzgebiet liegt, ist in den letzten Jahrzehnten eine Artenverarmung bis hin zu einem Artenverlust zu beobachten. Dieses gilt vor allem für die mittlerweile stark gefährdeten bis verschwundenen Wintergrünarten *Chimaphila umbellata*, *Pyrola chlorantha*, *Orthilia secunda*, sowie das Kriechende Netzblatt *Godyera repens* und den Fichtenspargel *Hypopitys monotropa* (METZING, GARVE & MATZKE-HAJEK 2018). Über die Ursachen des Artenrückgangs und ihre Behebung haben u. a. BITZ & FOLZ (1984), BITZ (1985, 1987), FISCHER (1987), KORNECK (1987) und LAUER (1991) Vermutungen ausgesprochen.

Im Untersuchungsgebiet kommt es durch fehlende Nutzungen und verstärkt durch Stickstoff-Immissionen zur Massenentwicklung von Sträuchern, wie *Cornus sanguinea*, *Lonic-*



Abb. 1: Esel beweiden die Vegetation eines Steppen-Kiefernwaldes (Foto: A. OESAU, 2018).

ra xylosteum, *Rubus fruticosus* agg., *Viburnum lantana* und anderen Dominanzbildnern. In solchen Beständen fehlt Kiefern-Jungwuchs weitgehend, da eine Verjüngung der Kiefer an offene, belichtete Stellen, wie z. B. kleine Bodenverwundungen, gebunden ist (ZEHM et al. 2002).

3. Methoden

Es standen insgesamt drei Versuchsflächen in getrennt liegenden Kiefernbeständen für das Vorhaben zur Verfügung. Auf ihnen wurden jeweils vier Probeflächen zur Vegetationserfassung festgelegt. Sie befanden sich in der Mitte der Waldflächen, um Randeffekte auszuschalten. Die Größe der Untersuchungsflächen für die Vegetationsaufnahmen betrug jeweils 20×20 m. Im Jahre 2013 und ab 2016 wurden kleine Herden von Eseln (5-10 Tiere) periodisch zur Beweidung eingesetzt. Eine Zufütterung im Winterhalbjahr erfolgte nicht. Die Aufgabe der Esel bestand vor allem in der Entbuschung des Geländes (Abb. 5), wobei auch die Beweidung der Bodenvegetation nicht ausgespart blieb. Sehr dichte Gehölzbestände wurden von den Eseln nur äußerlich verbissen, sie mussten zusätzlich mechanisch ausgelichtet werden. Moose wurden von den Eseln praktisch nicht aufgenommen. Bereits im ersten Beweidungsjahr zeigte sich, dass Entbuschungsmaßnahmen der Esel regelmäßig wiederholt werden müssen. Vor der Beweidung der Gebiete erfolgten keine Boni-

turen. Um jedoch Einblicke in die Effizienz der Maßnahmen zu erhalten, fanden auch Bestandserhebungen der Vegetation in gleich großen Flächen ohne Beweidung statt, die im Anschluss an Beweidungsflächen lagen. Dabei wurde vorausgesetzt, dass die Zustände dieser Abschnitte denen der Renaturierungsgebiete vor den durchgeführten Maßnahmen entsprachen (Referenzflächen). Die Nomenklatur der Blütenpflanzen richtet sich nach BUTTLER & HAND (2008). Die pflanzensoziologische Differenzierung der Arten erfolgte nach OBERDORFER (2001). Die Bedeckungsgrade schlüsseln sich wie folgt auf:

$r = 0,1 \%$, $+$ $= 0,1-1 \%$, $1 = 1-10 \%$, $2 = 10-25 \%$, $3 = 25-50 \%$, $4 = 50-75 \%$, $5 = 75-100 \%$. In den Tabellen werden die Mengenzahlen „r“ und „+“ zusätzlich mit Bedeckungsgraden von 1% ausgezeichnet.

Bodenstörungen durch Beweidung, Tritt, Wälzen und Ausgraben von Wurzeln der Esel trugen maßgeblich zur Strukturvielfalt und Artenzusammensetzung der Vegetation bei. In den Situationen, in denen Störungen als dynamische Faktoren in diesen Lebensräumen fehlten, war die Keimlingsetablierung für Pionierarten erschwert. Wie auch JENTSCH et al. (2002) beobachteten, erlangten dann perenne Lebensformen und langlebige hochwüchsige Arten Konkurrenzvorteil. Die Sukzession schritt dabei fort, und typische Offenflächen mit ihren spezifischen ökologischen Nischen und dem entsprechenden Arteninventar verschwanden. KELLER (2017) berichtet von einem Beweidungsprojekt zur

Tabelle 1: Ergebnisse der Untersuchung von Bodenproben.

Nr.	Herkunft der Bodenproben	Bodenart	pH [in CaCl_2]	P_2O_5 mg/100 g [in CAL]	K_2O mg/100 g [in CAL]	Mg mg/100 g [in CAL]
1	Bechborn 1, südliche Fläche	Sand	6,4	8	6	10
2	Bechborn 1, Mitte der Fläche	hum. Sand	6,9	10	14	12
3	Bechborn 1, nördliche Fläche	hum. Sand	6,2	8	24	13
4	Bechborn 2, westliche Fläche	hum. Sand	6,6	5	17	14
5	Bechborn 2, Mitte der Fläche	hum. Sand	6,9	11	29	12
6	Bechborn 2, östliche Fläche	hum. Sand	6,4	2	5	4
7	Rotkäppchen, nördliche Fläche	lehm. Sand	4,6	2	3	2
8	Rotkäppchen, Mitte der Fläche	hum. Sand	5,8	2	5	4
9	Rotkäppchen, südliche Fläche	hum. Sand	7,4	2	3	4

Entwicklung lichter Kiefernwälder auf Flugsandfeldern im Norden des Bienwaldes. Dabei diente in diesem Fall die Lichtstellung der Förderung von Zielarten aus dem Anhang I der Vogelschutz-Richtlinie.

3.1 Bodenuntersuchungen

Die beweideten Gebiete wurden bezüglich der wichtigsten pflanzenverfügbaren Mineralstoffe untersucht. Die Beprobung erstreckte sich über eine Bodentiefe von 0 bis 30 cm. Wie die Tab. 1 zeigt, sind die Nährstoffgehalte der Böden sehr verschieden: sie reichen von sehr niedrig (Nr. 6-9) bis sehr hoch (Nr. 1-5). Auffallend ist ferner die große Spanne der pH-Werte, vor allem auf der Fläche „Rotkäppchen“. Über eine starke Streuung der pH-Werte im gesamten Lennebergwald berichtete auch LICHT (1990). Er stellte ferner fest, dass Pflanzennährstoffe im gesamten Lennebergwald nur in geringen Mengen vorliegen. Im Untersuchungsgebiet trifft dieses vor allem für die Fläche „Rotkäppchen“ zu.

4. Ergebnisse

4.1 Moose in beweideten Flächen

Nach drei Jahren der Beweidung sind signifikante Unterschiede zwischen den beiden Beweidungstypen zu erkennen. Zu Beginn der Beweidung 2017 wiesen alle Untersuchungsflächen etwa den gleichen Moosbesatz auf (Bodenbedeckung 2 %). Bis zum Jahre 2019 stieg die Bedeckung der beweideten Flächen im Mittel auf 25 % (Tab. 2), während sich der entsprechende Wert der Referenzflächen praktisch nicht veränderte. Die Ursache dieses im Vergleich zu den Referenzflächen zunehmenden Anstiegs mag prioritär in den für Moose auf den Beweidungsflächen günstigeren Lebensbedingungen liegen, wobei die steigende Beleuchtungsstärke aufgrund der konsequenten Ausdünnung der Strauchschicht wohl den größten Einfluss hatte. Ein direkter Einfluss der Esel auf Moose durch Fraß ist indessen weitgehend ausgeschlossen. Insgesamt waren die Beweidungsflächen nach



Abb. 2: *Dicranum polysetum* ist eine charakteristische Art der Moos-Kiefernwälder, jedoch im Untersuchungsgebiet selten (Foto: A. OESAU, 2018).

Tabelle 2: Moose in beweideten Flächen im Jahre 2019.

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bedeckung %	80	60	10	10	10	20	30	30	20	20	10	10
<i>Amblystegium serpens</i>	-	-	+	-	-	-	r	r	+	r	r	-
<i>Atrichum undulatum</i>	+	l	r	r	-	-	+	+	-	-	+	-
<i>Brachythecium rutabulum</i>	+	r	-	-	-	-	+	+	r	+	+	+
<i>Bryum bicolor</i>	-	-	r	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Bryum caespiticium</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	r
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	+	+	-	-	-	-	r	+	-	-	-	-
<i>Dicranum montanum</i>	r	r	-	-	+	r	+	+	+	-	-	-
<i>Dicranum polysetum</i>	r	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicranum scoparium</i>	+	r	-	-	+	+	r	-	r	+	-	+
<i>Dicranum tauricum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Eurhynchium striatum</i>	+	+	+	-	-	+	-	+	2	2	l	+
<i>Hypnum cupressiforme</i>	l	+	+	+	l	l	l	-	2	l	l	l
<i>Lophocolea heterophylla</i>	l	+	+	-	-	r	+	+	+	+	r	-
<i>Nowellia curvifolia</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	r	r	-
<i>Plagiomnium affine</i>	l	+	-	r	+	+	+	l	-	-	-	-
<i>Pleurozium schreberi</i>	+	-	r	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Polytrichum formosum</i>	+	r	r	r	+	+	+	+	-	+	r	r
<i>Rhodobryum roseum</i>	-	r	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Scleropodium purum</i>	4	3	+	+	+	2	2	3	+	2	l	+
<i>Tetraphis pellucida</i>	+	+	-	-	+	+	+	l	+	+	+	r
<i>Thuidium tamariscinum</i>	l	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-

drei Beweidungsjahren mit durchschnittlich 21, die Referenzflächen mit 16 Moosarten besiedelt. Als Besonderheit sei das Lebermoos *Nowellia curvifolia* erwähnt. Es ist neu für den Lennebergwald und wurde weder von FISCHER (1987) noch von MATTERN (1990) oder OESAU (2003) gefunden. In der aktuellen „Roten Liste“ (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 2018) wird diese Art als nicht gefährdet und in ihrem Bestand zunehmend geführt. Als Charakterart sei ferner auf *Dicranum polysetum* verwiesen (Abb. 2). Diese Art wurde von KNAPP (1948) als namensgebende Art für die „Moos-Kiefernwälder“ der nördlichen Oberrheinebene gewählt. Sie kommt in Deutschland verbreitet vor und ist noch nicht stärker gefährdet (MEININGER & SCHRÖDER 2007).

4.2 Moose in Referenzflächen

Auf den nicht beweideten Referenzflächen lag die Bodenbedeckung der Moose im Mittel bei 2 % (Tab. 3). Dieser, im Vergleich zu den Beweidungsflächen erheblich geringere Wert, veränderte sich im Laufe der Beobachtungszeit nicht. Die Anzahl der Moosarten blieb in den Versuchsgliedern nahezu gleich. Dieses zeigt an, dass in der relativ kurzen Untersuchungszeit keine Zuwanderung stattfand, aber auch keine Moose verdrängt wurden. Die häufigsten Arten waren die Ubiquisten *Amblystegium serpens*, *Hypnum cupressiforme* und *Scleropodium purum*.

Tabelle 3: Moose in Referenzflächen im Jahre 2019.

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bedeckung Moose %	5	2	2	1	1	1	2	1	2	5	1	5
<i>Amblystegium serpens</i>	1	+	-	r	-	+	1	-	+	+	+	-
<i>Atrichum undulatum</i>	-	r	-	-	-	r	-	-	-	-	r	-
<i>Brachythecium rutabulum</i>	-	-	r	r	-	-	-	-	-	-	-	r
<i>Bryum bicolor</i>	r	r	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-
<i>Bryum caespiticiu</i>	-	-	r	+	-	-	-	r	-	r	-	-
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	-	-	-	r	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Dicranum montanum</i>	-	r	+	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicranum scoparium</i>	r	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Hypnum cupressiforme</i>	+	+	+	-	-	r	+	+	+	-	-	1
<i>Lophocolea heterophylla</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plagiomnium undulatum</i>	-	-	r	-	+	-	-	-	r	-	-	-
<i>Pleurozium schreberi</i>	+	+	r	-	-	-	+	r	r	r	-	-
<i>Polytrichum formosum</i>	r	+	-	-	-	-	-	r	r	-	-	-
<i>Scleropodium purum</i>	+	-	-	-	r	+	-	+	-	1	+	-
<i>Tetraphis pellucida</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	r	-	-	-
<i>Thuidium tamariscinum</i>	-	-	-	r	-	+	r	r	-	-	-	-

4.3 Blütenpflanzen in beweideten Kiefernbeständen

Eine Wiederbesiedlung der kahlen Böden begann bereits während der ersten Beweidung. Unter den Neuzugängen dominierten „einjährige Pendler“ und Arten mit Doppelstrategie (FREY & HENSEN 1995), fähig zu vegetativer und generativer Reproduktion, die durch Samenanflug offene Bodenflächen erreichen und dann durch vegetatives Wachstum Raumdominanz erlangen. Nach dreijähriger Pflege standen in den Kiefernbeständen insgesamt 112 Pflanzenarten, in den nicht beweideten Flächen waren es 37. Die Diversität der Blütenpflanzen im gesamten NSG Lennebergwald ist nicht genau bekannt. Vom angrenzenden NSG Mainzer Sand werden 257 Arten gemeldet (HECKER 1987). Die Mehrzahl der Pflanzen entstammte seinerzeit den Klassen der Hackunkraut- und Ruderalfluren (60 %), derzeit sind es in den Beweidungsflächen 15 %. Hinzu kamen früher 6 % standortfremde Gehölze. Im Folgenden sind die Blütenpflanzen nach Vegetationseinheiten zusammengestellt.

4.3.1. Pflanzen der Steppen-Kiefernwälder (Pulsatillo-Pinetea)

Auf die ehemaligen charakteristischen Pflanzenarten der Steppen-Kiefernwälder wurde bereits hingewiesen (Kap. 2). OBERDORFER (1937) stellte die derzeit vorhandenen, in der Tab. 4 aufgeführten Arten, als Verbands- und Ordnungskennarten bzw. wichtige Begleiter in diese Klasse. *Carex ericetorum*, bezeichnete er als eine der Charakterarten des von ihm aufgestellten Pyrolo-Pinetum (OBERDORFER 2001). Die Heide-Segge, ist im Untersuchungsgebiet ziemlich selten auf humosen Sandböden in Lichtungen anzutreffen. Die ebenfalls an vergleichbaren Standorten auftretende Erd-Segge (*Carex humilis*) aus der Klasse der Festuco-Brometea ist dagegen auffallend häufiger (Abb. 4). Die in der Tab. 4 genannten Arten sind sehr selten und fast nur im „Bechborn 2“ zu finden. Bei allen Pflanzen war zu erkennen, dass sie zwar schon vor der Beweidung in kleinen Beständen vorhanden waren, sie aber durch die Freistellung in ihrem Wachstum gefördert wurden.

Tabelle 4: Pflanzen der Steppenkiefernwälder (Pulsatillo-Pinetea).

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bedeckung %	2	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
<i>Asperula cynanchica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Carex ericetorum</i>	1	r	-	-	r	1	-	r	-	-	r	-
<i>Cephalanthera rubra</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	r	r	-	-
<i>Epipactis atrorubens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-

4.3.2 Pflanzen der Eichen- und Buchenmischwälder (Querco-Fagetea)

Die bedeutendste Rolle der Laubbäume in den Kiefernbeständen spielt die Stiel-Eiche (*Quercus robur*). Hinzu gesellen sich Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) und Winter-Linde (*Tilia cordata*). Sie können Bedeckungsgrade von 50 bis 75 % aufweisen. Die Buche (*Fagus sylvatica*) hat sich meistens nur in der Unterschicht eingestellt. Ein typischer und häufiger Begleiter der Eichen-Buchenmischwälder war das Kleinblütige Springkraut (*Impatiens parviflora*). Es handelt sich um einen Neophyten,

der 1974 zum ersten Mal im Lennebergwald beobachtet wurde (KORNECK1987). Das Kleine Springkraut breitet sich vor allem auf den Flächen aus, deren Strauch- und Krautschicht von den Eseln weitgehend befreit wurde und bildet dort häufig großflächige Fazies. Ansonsten erscheinen auf freigelegten Flächen in kleineren Mengen die Dreinervige Nabelmie-re (*Moehringia trinervia*) und Sämlinge von Gehölzen. Selten dabei sind Jungpflanzen der Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*). Ebenfalls nur in kleinen Beständen sind von den Arten der Querco-Fagetea, das Maiglöckchen (*Convallaria majalis*) und der Gewöhnliche Besengins-ter (*Cytisus scoparius*) zu finden (Tab. 5).



Abb. 3: Die konkurrenzstarke Robinie (*Robinia pseudoacacia*) dringt verstärkt in Steppen-Kiefernwälder ein. Sie wird von den Eseln praktisch nicht angenommen, kann aber wirksam durch Schnitt der Stämme in ca. 1,5 m Höhe zurückgedrängt werden (Foto: A. OESAU, 2019).

Tabelle 5: Pflanzen der Eichen- und Buchenmischwälder (Quercu-Fagetea).

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	B	c	d
Bedeckung %	40	80	60	50	80	40	80	30	60	40	30	60
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	+	-	+	+	2	1	-	1	+	-	-
<i>Convallaria majalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cytisus scoparius</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dryopteris filix-mas</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-
<i>Hedera helix</i>	+	+	-	+	+	r	r	+	-	-	+	+
<i>Hordelymus europaeus</i>	+	+	r	+	1	+	+	+		+	1	1
<i>Impatiens parviflora</i>	2	3	1	2	3	3	4	2	2	1	2	2
<i>Melica nutans</i>	-	-	-	-	3	2	2	1	r	-	-	-
<i>Moehringia trinervia</i>	1	2	+	1	+	+	-	-	+	1	+	+
<i>Pinus sylvestris</i> juv.	-	-	-	-	r	-	r	-	-	-	r	r
<i>Quercus robur</i> juv.	2	1	-	1	-	2	3	-	-	2	2	2
<i>Veronica montana</i>	+	-	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-

4.3.3 Pflanzen der waldnahen Staudensäume und Gebüsche (Trifolio-Geranietea)

In der Vegetationszone am Übergang vom Wald zum Freiland werden viele Gebüsche von Stauden begleitet. Kleinflächig ergeben sich derartige Vegetationszonen auch am Rande größerer Bestandeslücken im Wald. Im Lennebergwald handelt es sich häufig um Arten, die bereits vor der Beweidung in Kümmerformen vorhanden waren. Nach der Beweidung erhielten sie höheren Lichtgenuss

und entwickelten sich zu arttypischen Exemplaren. Es gibt kaum farbenprächtigere und durch auffallende Pflanzenarten ausgezeichnete Pflanzengesellschaften, wie die Pflanzen der waldnahen Staudensäume, vor allem im Früh- und Hochsommer. Erinnert sei an den Blutroten Storchschnabel (*Geranium sanguineum*), den Salomonssiegel (*Polygonatum odoratum*) oder an die Wohlriechende Skabiose (*Scabiosa canescens*) (Tab. 6).

Tabelle 6: Pflanzen der waldnahen Staudensäume und Gebüsche (Trifolio-Geranietea).

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bedeckung %	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1
<i>Fragaria vesca</i>	-	-	r	r	r	-	-	r	r	-	+	+
<i>Geranium sanguineum</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Lithospermum officinale</i>	-	+	-	+	+	-	r	+	-	r	+	+
<i>Origanum vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	-	+	+	-
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	+	-	-	-	+	-	+	r	-	-	-	-
<i>Polygonatum odoratum</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	+	1	r	-
<i>Scabiosa canescens</i>	-	-	-	-	-	-	r	+	-	-	-	-
<i>Silene nutans</i>	-	-	-	-	-	+	-	r	-	-	-	-
<i>Thalictrum minus</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	r	-
<i>Viola hirta</i>	-	-	-	-	+	+	r	r	r	-	+	r
<i>Viola odorata</i>	-	-	-	-	r	+	-	-	-	-	+	-

4.3.4 Pflanzen der Kalk-Magerrasen (Festuco-Brometea)

Die Arten der Kalk-Magerrasen sind charakteristisch für Wärme- und Trockengebiete. In den Beweidungsgebieten des Lennebergwaldes siedeln sie in kleinen Halbtrockenrasen am Rande von Lücken, die durch Windwurf oder die Entnahme von Schnittholz entstanden sind. Ihr Verbreitungsschwerpunkt befindet sich in den südlichen und südöstlichen Bereichen des temperaten Europa. Nach Westen klingen die kontinentalen Arten aus, im Untersuchungsgebiet sind es noch etwa 50 %, ansonsten handelt es sich um submediterrane Arten. Eine der bekanntesten ist das Frühlings-Adonisröschen (*Adonis vernalis*). Es hat in kleinen, in Gebüsch verborgenen Stauden, die Brachezeit überstanden und sich nach Beweidung und damit zunehmender Belichtung stark entwickelt und geblüht (Abb. 6). In Beweidungsflächen, die in diesem Zusammenhang nicht bewertet wurden, konnten noch weitere Standorte aufgefunden und mit einem Zaun vor dem Fraß von Re-

hen geschützt werden. Stark entwickelt im Rahmen der Beweidung haben sich ferner Erde-Segge (*Carex humilis*, Abb. 4) und Schmalblättriges Rispengras (*Poa angustifolia*). In den drei Beobachtungsjahren selten geblieben sind Steppen-Sesel (*Seseli annuum*), Aufrechter Ziest (*Stachys recta*) und Berg-Klee (*Trifolium montanum*) (Tab. 7)

4.3.5 Pflanzen der Sand- und Felsrasen (Sedo-Scleranthetea)

Es handelt sich grundsätzlich um wärme-, trockenheitsliebende und ausgesprochen heliophile Arten. Vertreter der Pioniergesellschaften loser Kalkflugsande, wie sie für die Sande außerhalb des Waldes charakteristisch sind, treten in den Lücken des Waldes im Untersuchungsgebiet nicht auf. Die bezeichnenden Pflanzen sind selten und oft nur in wenigen Exemplaren vorhanden (Tab. 8).



Abb. 4: Die Erdsegge (*Carex humilis*) ist eine häufige Art der Kalk-Magerrasen (Foto: A. OESAU, 2019)

Tabelle 7: Pflanzen der Kalk-Magerrasen (Festuco-Brometea).

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Wiederholungen												
Bedeckung %	1	5	1	1	5	5	20	30	5	15	5	5
<i>Adonis vernalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	-	r	-	-
<i>Ajuga genevensis</i>	-	+	r	-	+	+	+	-	+	-	+	+
<i>Allium oleraceum</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
<i>Brachypodium pinnatum</i>	-	+	+	-	r	+	+	+	-	-	-	-
<i>Bromus erectus</i>	r	r	-	-	r	+	r	-	-	-	-	-
<i>Carex humilis</i>	+	-	+	1	1	+	-	1	+	+	1	1
<i>Dianthus carthusianorum</i>	-	-	-	-	-	-	r	r	-	-	-	-
<i>Euphorbia cyparissias</i>	r	1	-	+	r	+	+	3	+	1	+	+
<i>Galium verum</i>	-	-	-	r	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Hippocrepis comosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Koeleria pyramidata</i>	-	-	-	-	r	r	-	-	-	-	-	-
<i>Poa angustifolia</i>	r	+	+	+	+	1	2	+	1	2	-	1
<i>Potentilla incana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Ranunculus bulbosus</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sanguisorba minor</i>	-	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Seseli annuum</i>	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stachys recta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-
<i>Trifolium montanum</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-

4.3.6 Hackunkraut- und Ruderalgesellschaften (Chenopodietea)

In die Kiefernwälder des Naturschutzgebietes ist eine Vielzahl von ursprünglich nicht einheimischen Pflanzenarten eingewandert, die den charakteristischen Artenbestand nachhaltig verfälschen. Es handelt sich bei den Hackunkraut- und Ruderalgesellschaften, Stickstoff-Krautfluren und Trocken-Pioniergesellschaften um Arten, die eine weite ökologische Amplitude aufweisen, sowie eine

starke Vermehrungsrate und Konkurrenzkraft besitzen. Diese Faktoren sind als Hinweis auf eine tiefgreifende Störung des Nährstoffhaushalts in den von Natur aus nährstoffarmen Sanden zu werten. BITZ (1985) macht darauf aufmerksam, dass, solange negative Einflüsse anhalten, Renaturierungsmaßnahmen kein dauerhafter Erfolg beschieden sein kann. Die häufigsten Arten sind Taube Trespe (*Bromus sterilis*), Gewöhnliche Vogelmiere (*Stellaria media*) und Efeu-Ehrenpreis (*Veronica beederifolia* agg.) (Tab. 9).

Tabelle 8: Sand- und Felsrasen (Sedo-Scleranthetea).

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Wiederholungen												
Bedeckung %	-	1	1	-	2	1	2	1	1	1	1	1
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	+
<i>Hypochaeris radicata</i>	-	-	-	-	r	r	-	r	-	-	-	-
<i>Sedum rupestre</i>	-	-	-	-	r	-	+	-	r	r	-	-
<i>Veronica arvensis</i>	-	r	r	-	+	-	r	r	-	-	-	-

Tabelle 9: Hackunkraut- und Ruderalgesellschaften (Chenopodietea).

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bedeckung %	5	5	10	5	20	25	45	20	5	10	5	5
<i>Bromus sterilis</i>	+	-	1	+	1	1	2	+	+	+	r	+
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	r	r	-	+	-	-	-	-	+	+	r	+
<i>Cerastium glomeratum</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Euphorbia exigua</i>	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fallopia convolvulus</i>	-	-	-	r	-	-	-	-	-	r	r	r
<i>Galeopsis tetrahit</i>	r	r	-	-	r	r	r	+	+	1	1	1
<i>Geranium pusillum</i>	r	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lamium purpureum</i>	+	+	1	r	r	r	-	-	-	-	-	-
<i>Lappula squarrosa</i>	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidium campestre</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-
<i>Myosotis arvensis</i>	-	-	-	r	+	1	2	r	-	r	r	-
<i>Senecio vulgaris</i>	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sisymbrium loeselii</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	r	-	-	-
<i>Stellaria media</i>	1	1	r	r	2	2	3	2	+	1	+	+
<i>Veronica hederifolia</i> agg.	+	+	r	+	1	+	2	+	+	r	r	+



Abb. 5: Der Einfluss der Beweidung auf die Vegetation ist deutlich an der Grenze zwischen beweidetem (rechts des Zaunes) und unbeweidetem Wald (links des Zaunes) zu erkennen (Foto: A. OESAU, 2018).

Tabelle 10: Pflanzen der Stickstoff-Krautfluren (Artemisietea).

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bedeckung %	40	50	50	20	30	20	50	30	5	20	5	5
<i>Alliaria petiolata</i>	2	3	3	2	2	2	3	2	1	2	1	1
<i>Artemisia vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	-
<i>Bryonia dioica</i>	-	-	-	r	-	r	-	r	-	r	r	-
<i>Chaerophyllum temulum</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Chelidonium majus</i>	-	r	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Claytonia perfoliata</i>	-	+	-	-	r	+	2	+	-	-	-	-
<i>Cynoglossum officinale</i>	r	+	-	r	1	+	r	-	-	-	-	-
<i>Galium aparine</i>	2	r	+	+	r	+	+	r	r	r	-	r
<i>Geranium robertianum</i>	1	2	2	+	+	1	1	+	-	r	+	+
<i>Geum urbanum</i>	+	+	-	+	r	+	+	r	-	-	-	-
<i>Glechoma hederacea</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Lamium album</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lapsana communis</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mycelis muralis</i>	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Senecio inaequidens</i>	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Solidago canadensis</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-
<i>Urtica dioica</i>	+	-	+	+	-	+	+	r	-	r	r	-

4.3.7 Pflanzen der Stickstoff-Krautfluren (Artemisietea)

Den nitrophytischen Krautfluren gemeinsam ist der ziemlich nährstoffreiche Wuchsort. Es sind meistens üppig gedeihende Staudenfluren, die sich auf den offenen Böden in den Lücken der Bäume angesiedelt haben. Dort sind *Alliaria petiolata*, *Galium aparine* und *Geranium robertianum* besonders häufig. Auch Herde der Brennessel (*Urtica dioica*) sind regelmäßig beigemischt. Die Brennessel ist bezeichnend für Frische und Nährstoffreichtum der Böden. Auch Adventive ergreifen schnell Besitz von den offenen Böden (*Claytonia perfoliata*, *Senecio inaequidens*, *Solidago canadensis*). Das Gewöhnliche Tellerkraut (*Claytonia perfoliata*) ist besonders ausbreitungsfreudig und häufig in dichten Beständen in der Traufe von Bäumen anzutreffen (Tab. 10).

4.3.8 Pflanzen der Quecken-Trockenpioniergesellschaften (Agropyretea)

Unter dem Naherholungsdruck siedeln sich am Rande der am stärksten belasteten Wege trittresistente, halbruderalen Arten der Quecken-Trockenpioniergesellschaften an. Hin und wieder gelingt es ihnen auch im eigentlichen Wald Fuß zu fassen. Es handelt sich dann oft um die Kriech-Quecke (*Elymus repens*) oder die Acker-Winde (*Convolvulus arvensis*). Die Quecke wird gerne von den Eseln gefressen und es bilden sich dann kleine niedrige Rasen. Ihre Konkurrenzkraft bleibt jedoch gering und sie wird schnell von den Trockenrasenarten überwachsen (Tab. 11).

Tabelle 11: Pflanzen der Quecken-Trockenpioniergesellschaften (Agropyretea).

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bedeckung %	0	1	1	0	5	15	15	1	0	1	5	5
<i>Cerastium arvense</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r
<i>Convolvulus arvensis</i>	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elymus repens</i>	-	-	-	-	1	2	2	+	-	+	1	1
<i>Poa compressa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-

4.3.9 Pflanzen der Mähwiesen- und Weidegesellschaften (Molinio-Arrhenatheretea)

Diese Arten bevorzugen tiefgründige, lehmige bis humose Böden. Ihre Gesellschaften stehen oft an Stelle ehemaliger oder potentieller Wälder. Im Lennebergwald müssen sich die Arten mit Lücken in den Kiefernbeständen begnügen. Der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) kommt zerstreut oder in kleineren Beständen vor, oft vergesellschaftet mit dem Wiesen-Knäuelgras (*Dactylis glomerata*). Neben *Arrhenatherum elatius* und *Dactylis glomerata* sind nur noch wenige Vertreter der Mähwiesen- und Weidegesellschaften vorhanden, zum Teil ziemlich selten. Alle Gräser werden von den Eseln gerne verbissen und sind dann vegetativ nur noch schwer zu erkennen (Tab. 12).

4.3.10 Pflanzen der Borstgras- und Zwergstrauchheiden (Nardo-Callunetea)

Borstgras- und Zwergstrauchheiden sind typisch für magere Grastriften auf kalkarmen sauer-humosen Lehm Böden. Diese Merkmale treffen für das Untersuchungsgebiet allerdings nicht zu. Wenn trotzdem zwei Vertreter zu erwähnen sind, so treten sie nur in wenigen Exemplaren auf leicht sauren, frischen Böden auf. Die Besenheide (*Calluna vulgaris*) wird z. B. von verschiedenen Stellen im Lennebergwald gemeldet (MATTERN & LICHT 1990) (Tab. 13).

Tabelle 12: Pflanzen der Mähwiesen- und Weidegesellschaften (Molinio-Arrhenatheretea).

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bedeckung %	2	5	5	1	10	40	15	20	1	5	20	1
<i>Achillea millefolium</i>	-	-	-	-	r	+	r	-	-	r	r	-
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
<i>Arrhenatherum elatius</i>	-	1	2	+	1	+	1	2	-	-	r	r
<i>Dactylis glomerata</i>	r	r	+	1	2	3	2	1	-	1	2	+
<i>Geranium molle</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Helictotrichon pubescens</i>	r	r	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Knautia arvensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	r	-	-	-
<i>Poa trivialis</i>	1	1	-	r	-	r	r	-	-	r	-	-
<i>Rumex acetosella</i> agg.	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	-	-
<i>Senecio jacobaea</i>	-	r	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-

Tabelle 13: Pflanzen der Borstgras- und Zwergstrauchheiden (Nardo-Callunetea).

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bedeckung %	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Calluna vulgaris</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Luzula campestris</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-

4.3.11 Pflanzen sonstiger Klassen

So wie es Arten gibt, die zu ihrem Vorkommen ganz bestimmte, eng gekennzeichnete Standortbedingungen benötigen, so gibt es auch weniger wählerische und solche, die mit den verschiedensten Standorten vorliebnehmen. So konnten einige Pflanzen keiner Klasse zugeordnet werden. Zu letzteren zählen auch die in der Tabelle 14 aufgelisteten Arten. Am häufigsten sind die Gewöhnliche Robinie (*Robinia pseudoacacia*), das Land-Reitgras (*Calamagrostis epigejos*) und das Behaarte Schaumkraut (*Cardamine hirsuta*).

Bereits vor fast 200 Jahren wurde für eine „einträgliche Akazienpflanzung auf für den Ackerbau wenig ergiebigen Feldern und für die Anlagung von Akazien-Wäldern“ geworben (NEEB 1829). Als Argumente wurden genannt: „Die Akazienpflanzung ist unzerstörbar; jeder ab- und ausgehauene Baum repro-

duziert sich in einer Menge von Ausschlägen; die Verwundung erhöht seine Lebenskraft; seine weit umherkriechende Wurzel ähnelt einem Polypen, der durch die Verstükelung sich vermehrt“. Die wirtschaftliche Bedeutung der Robinie ist heute bekanntlich stark zurückgegangen. Sie ist jedoch Bestandteil der Wälder geblieben. Da sie von Eseln gemieden wird, bedarf es erheblicher Anstrengung, diese unerwünschte und sich schnell vermehrende Art auf den durch die Beweidung frei von Gehölzen werdenden Flächen zu reduzieren. Im Beweidungsgebiet erwies sich der Schnitt der Robinienstämme in ca. 1,5 m Höhe als wirksame Bekämpfungsmethode. Die stehengebliebenen Stämme trieben dann praktisch weder durch Seitentriebe noch durch Bodenausläufer aus (Abb. 3). LICHT & UTHOFF (1991) haben seinerzeit auch den Einsatz chemischer Mittel zur Unterdrückung der Robinie in Erwägung gezogen.

Tabelle 14: Pflanzen sonstiger Klassen.

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bedeckung %	20	10	30	10	25	40	10	10	30	15	40	20
<i>Allium scorodoprasum</i>	-	-	-	-	-	r	r	-	-	-	-	-
<i>Aquilegia vulgaris</i>	-	+	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Asparagus officinalis</i>	-	r	r	-	-	r	r	-	-	-	-	-
<i>Calamagrostis epigejos</i>	2	1	1	-	1	2	+	1	1	1	+	1
<i>Campanula rotundifolia</i>	-	-	r	r	-	+	r	r	-	-	-	-
<i>Cardamine hirsuta</i>	+	r	r	+	r	r	+	r	2	1	3	2
<i>Platanthera bifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r
<i>Pteridium aquilinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	+	+	2	1	2	2	1	1	+	2	2	1
<i>Symphytum officinale</i>	-	r	-	-	+	+	1	r	r	r	-	-
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	-	-	-	r	-	r	r	-	r	-	r	r

Eine weitere, sich schnell ausbreitende Art, ist das Reitgras (*Calamagrostis epigejos*). Seine Bedeckung des Bodens hat einen erheblichen negativen Einfluss auf die Pflanzenartenvielfalt. SCHUMACHER (2013) stellte in Versuchen fest, dass der Gesamtartenreichtum auf 100 m² von im Mittel 33 Arten auf *Calamagrostis*-freien Flächen auf einen extrem niedrigen Wert bei einer *Calamagrostis*-Bedeckung von 90 % auf 9 Arten fällt. Der Autor stellte ferner fest, dass typische Trockenrasen-Arten bei einer Zunahme von *Calamagrostis* von 0 auf 90 % Deckung sogar von durchschnittlich 14 Arten auf 1 Art abnehmen. Das Reitgras wird von Eseln gerne gefressen und dürfte bei einem entsprechenden Besatz an Tieren keinen Einfluss auf die Artenvielfalt haben. Entsprechende Erfahrungen liegen von größeren Flächen außerhalb des Waldes vor (OESAU 2018).

Neben dem Kleinblütigen Springkraut (*Impatiens parviflora*) kann auch das Behaarte Schaumkraut (*Cardamine hirsuta*) lokal große

und dichte Bestände bilden. Diese einjährigen Arten haben jedoch nur einen kurzen Entwicklungszyklus und sterben mit zunehmender Trockenheit im Sommer schnell ab (Tab. 14).

4. Blütenpflanzen in Referenzflächen

Es wurde bereits angesprochen, dass vor der Beweidung in den ausgewählten Gebieten keine Bonituren erfolgten. Um jedoch Einblicke in die Effizienz der Maßnahmen zu erhalten, fanden Bestandserhebungen der Flora nicht nur auf den Beweidungsflächen, sondern auch in etwa gleich großen Flächen im Anschluss an Beweidungsflächen statt. Dabei wurde vorausgesetzt, dass die Zustände dieser Abschnitte denen der Renaturierungsgebiete vor den durchgeführten Maßnahmen entsprachen (Referenzflächen). Die dichte Beschattung der Bodenoberfläche durch Sträucher und Bäume bewirkte einen sehr geringen



Abb. 6: Die Freistellung durch Esel förderte erfolgreich das Frühlings-Adonisröschen (*Adonis vernalis*) im Steppen-Kiefernwald (Foto: A. OESAU, 2019).

Tabelle 15: Blütenpflanzen in Referenzflächen.

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Wiederholungen												
Bedeckung %	5	10	1	2	2	5	5	1	1	1	10	15
<i>Alliaria petiolata</i>	1	+	-	r	-	+	1	1	-	-	1	-
<i>Galium aparine</i>	r	r	-	-	-	+	+	-	r	r	-	-
<i>Geranium robertianum</i>	-	+	r	-	r	-	-	-	-	-	-	-
<i>Impatiens parviflora</i>	r	-	r	1	-	+	+	-	+	-	-	-
<i>Poa nemoralis</i>	-	-	-	-	-	-	+		+	r	1	2
<i>Veronica hederifolia</i> agg.	r	1	r	-	1	+	-	+	-	-	-	+

Wuchs von Annuellen. Durchschnittlich 4 % eines Teilstücks waren mit Blütenpflanzen und 2 % mit Moosen bewachsen. Bei den Blütenpflanzen handelte es sich vor allem um *Alliaria petiolata* und *Impatiens parviflora*. Sie dominierten im Frühjahr auch in weiten Bereichen der Beweidungsflächen. Mit dem Einsetzen sommerlicher Trockenheit starben diese Pflanzen jedoch schnell ab (Tab. 15).

4.1 Sträucher und Bäume in Referenzflächen

Die häufigsten Sträucher in den Referenzflächen waren Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Brombeere (*Rubus fruticosus* agg.) und Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*). Sie bildeten ein dichtes, nahezu undurchdringliches Gebüsch. Obwohl sie am Waldboden nur sehr begrenzte Konkurrenz duldeten, ist die Artenvielfalt der Sträucher und jungen Bäume mit 29 erstaunlich groß (Tab. 16, juv.). Die Anzahl älterer Bäume ist dagegen mit 7 Arten gering (Tab. 16, normal). Neben der Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) sind es vor allem Stiel-Eiche (*Quercus robur*) und Gewöhnliche Robinie (*Robinia pseudoacacia*), wobei auch altersbedingte Übergänge auftreten.

5. Diskussion

Die Auswahl der drei untersuchten Kiefernwaldstücke im Naturschutzgebiet Lennebergwald erfolgte aus Naturschutzsicht nicht auf hochwertigen Gebieten. LICHT & UTHOFF

(1991) teilten sie in die unterste von ihnen gewählte Intensitätsstufe ein, die sie als „Potentialfläche“ bezeichneten. Es war das Ziel der Beweidung, durch Entbuschung Dauerlebensräume für möglichst viele gebietstypische Arten in ausreichender Populationsstärke zu entwickeln. Dazu zählte als eine der wichtigsten Maßnahme die Entnahme der Sträucher. Diese erfolgte durch Verbiss der Esel und manuelle Verfahren. Lokal konnten auch Bodennumbrüche durch Wildschweine erhebliche Ausmaße annehmen. In der Folge entstanden offene Bodenverhältnisse, die sich bis über 60 % der Lebensräume im Kiefernwald erstrecken konnten. Auf den zunächst vegetationsfreien Böden keimten überwiegend Neophyten und Störzeiger, wie *Impatiens parviflora* und *Alliaria petiolata*. Selten entwickelten sich dort autochthone Spezies wie *Erysimum cheiranthoides*, *Lappula squarrosa* oder *Seseli annuum*. Gefördert durch die Beweidung wurden ferner Arten, die die bisherige starke Beschattung überlebten und nach der Freistellung optimale Lebensbedingungen erhielten, wie z. B. *Adonis vernalis*, *Carex ericetorum*, *Cephalanthera rubra*, *Epipactis atrorubens*, *Pulsatilla vulgaris* und *Scabiosa canescens*. Charakterarten der typischen Steppenvegetation in der Pflanzengesellschaft Pyrolo-Pinetum, wie sie noch bis in die achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts auftraten, wurden dagegen nicht gefunden. Es wird angenommen, dass ihre Kennarten mangels zusagender Biotope bereits verschollen sind. Insgesamt zeigte sich, dass die Beweidung der Kiefernwaldareale mit Eseln zu einer biologischen Vielfalt führte. Ansätze

Tabelle 16: Sträucher und Bäume der Referenzflächen.

Versuchsglieder	Rotkäppchen				Bechborn 1				Bechborn 2			
Wiederholungen	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bedeckung %	100	100	80	90	90	100	100	100	100	90	100	60
<i>Acer campestre</i> juv.	+	1	+	1	+	-	+	r	r	-	r	-
<i>Acer campestre</i> normal	-	2	-	+	+	-	-	-	+	-	-	
<i>Acer platanoides</i> juv.	+	+	+	1	-	-	-	r	-	-	-	-
<i>Acer pseudoplatanus</i> juv.	2	-	r	-	-	-	r	r	2	-	-	-
<i>Berberis vulgaris</i>	-	-	-	-	1	+	-	-	r	-	-	-
<i>Clematis vitalba</i>	+	1	r	1	-	+	-	1	r	2	1	+
<i>Cornus sanguinea</i>	+	3	+	2	2	2	3	3	3	+	+	+
<i>Corylus avellana</i>	2	3	-	3	-	+	+	1	-	-	2	+
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Crataegus monogyna</i> agg.	-	r	r	r	-	-	-	-	r	-	+	-
<i>Euonymus europaeus</i>	+	r	+	+	+	r	r	r	-	r	r	-
<i>Hedera helix</i>	+	-	+	+	+	r	+	+	+	+	-	+
<i>Humulus lupulus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	r
<i>Ligustrum vulgare</i>	-	-	r	r	2	1	2	1	-	+	1	+
<i>Lonicera xylosteum</i>	2	1	2	2	2	1	2	3	2	3	3	3
<i>Mahonia aquifolium</i>	-	+	+	-	+	1	+	+	1	+	+	-
<i>Pinus sylvestris</i> juv.	r	-	-	r	-	-	-	-	-	r	r	-
<i>Pinus sylvestris</i> normal	4	3	3	3	3	4	2	2	3	3	4	2
<i>Populus alba</i> normal	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus avium</i> normal	-	r	r	-	+	-	+	-	+	-	-	r
<i>Prunus domestica</i> juv.	r	-	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus mahaleb</i> juv.	-	-	r	-	-	-	-	-	+	-	r	-
<i>Prunus padus</i> juv.	+	+	-	r	-	-	r	-	+	-	r	r
<i>Quercus robur</i> juv.	-	+	+	+	-	-	1	-	-	-	+	1
<i>Quercus robur</i> normal	2	1	1	2	2	-	2	-	2	2	1	3
<i>Ribes alpinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i> juv.	1	+	+	+	-	+	+	+	-	-	1	1
<i>Robinia pseudoacacia</i> normal	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2
<i>Rosa canina</i>	-	-	r	-	r	-	-	-	r	+	r	+
<i>Rubus caesius</i>	-	-	-	-	r	-	+	+	-	-	-	-
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	3	2	2	1	r	3	2	2	+	2	3	+
<i>Sambucus nigra</i>	-	r	r	r	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i> juv.	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia cordata</i> juv.	+	+	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
<i>Tilia cordata</i> normal	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Viburnum lantana</i>	+	+	+	r	3	2	2	3	1	+	+	+

einer natürlichen Vegetationsentwicklung sind bereits zu erkennen. Voraussetzung ist allerdings, dass die Beweidung fortgesetzt und durch mechanische Maßnahmen unterstützt wird. Die bisher gewonnenen Ergebnisse können ferner dazu dienen, entsprechende Renaturierungsmaßnahmen an anderer Stelle fortzuführen.

6. Danksagung

Herrn Revierförster Stefan DORSCH, Budenheim, sage ich meinen herzlichen Dank für fachliche Auskünfte zu den Versuchsflächen im Naturschutzgebiet Lennebergwald. Für ihre konstruktive Zusammenarbeit und wertvollen praktischen Hinweise und Hilfe zum Einsatz der Esel danke ich Herrn René REIFENRATH und Frau Astrid FÖLLING, Jugenheim. Die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd, Neustadt/W., gestattete freundlicherweise die Begehung der Untersuchungsflächen. Die Bodenuntersuchungen wurden von der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer durchgeführt.

7. Literatur

- BITZ, A. (1985): Zur Situation des Naturschutzes im Lennebergwald bei Mainz. – Naturschutz und Ornithologie in Rheinland-Pfalz 4 (1): 1-26. Landau.
- BITZ, A. (1987): Anmerkungen zu Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen im NSG „Mainzer Sand“ und angrenzenden Gebieten. – 583-604. In: JUNGBLUTH, J. H. [Hrsg.]: Der Mainzer Sand. Beiträge zur Monographie des Naturschutzgebietes Mainzer Sand und seiner näheren Umgebung. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 25: 604 S. Mainz.
- BITZ, A. & FOLZ, H.-G. (1984): Letzte Kalkflugsanddünen vor der Vernichtung. – Naturschutz und Ornithologie in Rheinland-Pfalz 3 (3): 315-338. Landau.
- BRAUN-BLANQUET (1939): In: BRAUN-BLANQUET, J., SIS-SINGH, G. & VLIÉGER, J.: Prodrôme der Pflanzengesellschaften Fasc. 6, Klasse der Vaccinio-Piceetea. – 123 S. Montpellier.
- BRECHTEL, F. (1987): Konzeptionelle Überlegungen zu einem Biotopsystem „Rheinheissische Kalkflugsande“ unter besonderer Berücksichtigung des Naturschutzgebietes „Mainzer Sand“. – 559-582. In: JUNGBLUTH, J. H. [Hrsg.]: Der Mainzer Sand. Beiträge zur Monographie des Naturschutzgebietes Mainzer Sand und seiner näheren Umgebung. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 25: 604 S. Mainz.
- BUTTLER, K. P. & HAND, R. (2008): Liste der Gefäßpflanzen Deutschlands. – Kochia, Beiheft 1: 1-107. Berlin.
- DORSCH, S., GUSE, G.-W., HANKE, L., HOLZHÄUSER, R., JÄGER, R., KASSEL, R., KOCH, J., LICHT, W. & MEYER, K. (1999): Wälder in Rheinhessen – eine ökologische Betrachtung der Waldstrukturen. – 56 S. Obermoschel.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V. & WERNER, W. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica 18: 3. Aufl., 262 S. Göttingen.
- FISCHER, E. (1987): Die Moosvegetation des Naturschutzgebietes „Mainzer Sand“. – 73-84. In: JUNGBLUTH, J. H. [Hrsg.]: Der Mainzer Sand. Beiträge zur Monographie des Naturschutzgebietes Mainzer Sand und seiner näheren Umgebung. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 25: 604 S. Mainz.
- FREY, W. & HENSEN, I. (1995): Sparganothis morisonii-Corynephorum canescens (Frühlingsspark-Silbergrasflur) – Lebensstrategien von Binnendünen- und Lockersandbesiedlern. – Feddes Repertorium 106: 533-553. Weinheim.
- FUHRMANN, M., MATTERN, G. & TENTER, M. (1990): Beiträge zur Flora und Fauna des Lennebergwaldes. – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 5 (4): 977-983. Landau.
- HECKER, U. (1987): Die Farn- und Blütenpflanzen des Mainzer Sandes. – 85-133. In: JUNGBLUTH, J. H. [Hrsg.]: Der Mainzer Sand. Beiträge zur Monographie des Naturschutzgebietes Mainzer Sand und seiner näheren Umgebung. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 25: 604 S. Mainz.
- JENTSCH, A., BEYSLAG, W., NEZADAL, W., STEINLEIN, T. & WELSS, W. (2002): Bodenstörung – treibende Kraft für die Vegetationsdynamik in Sandlebensräumen. – Naturschutz und Landschaftsplanung 34 (2/3): 37-43. Stuttgart.
- JUNGBLUTH, J. H. [Hrsg.] (1987): Der Mainzer Sand. Beiträge zur Monographie des Naturschutzgebietes Mainzer Sand und seiner näheren Umgebung. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 25: 604 S. Mainz.
- KELLER, P. (2017): Naturschutzgroßprojekt Bienwald. – GNOR-Info Nr. 124: 38-40. Mainz.
- KNAPP, R. (1948): Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. Einführung in die Pflanzensoziologie 2. – 94 S. Ulmer. Stuttgart/Ludwigsburg.
- KORNECK, D. (1970): In: ZIEHEN, W.: Wald und Steppe in Rheinhessen. – Forschungen zur deutschen Landeskunde Band 196: 154 S., Tabellenanhang. Bonn-Bad Godesberg.
- KORNECK, D. (1974): Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten. – Schriftenreihe für Vegetationskunde 7: 196 S., Tabellenanhang. Bonn-Bad Godesberg.
- KORNECK, D. (1987): Pflanzengemeinschaften des Mainzer-Sand-Gebietes. – 135-200. In: JUNGBLUTH, J. H. [Hrsg.]: Der Mainzer Sand. Beiträge zur Monographie des Naturschutzgebietes Mainzer Sand und seiner näheren Umgebung. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 25: 604 S. Mainz.

- LANDSCHAFTSINFORMATIONSSYSTEM DER NATURSCHUTZ-
VERWALTUNG (1996): Rechtsverordnung über das
Naturschutzgebiet Lennebergwald. – Staatsanzeiger
für Rheinland-Pfalz vom 17. Juni 1996, Nr. 20, S.
792 f. Mainz.
- LAUER, M. (1991): Florententwicklung und Vegetations-
dynamik im Lennebergwald. – 461-493. In: LICHT,
W. & KLOS, S.: Das Ökosystem „Lennebergwald“ bei
Mainz. – Pollichia-Buch 23: 774 S. Bad Dürkheim.
- LICHT, U. & LICHT, W. (1990): Maßnahmen zur Si-
cherung des Lennebergwaldes als Biozönose. – In:
LICHT, L. & KLOS, S. (1990): Das Ökosystem „Len-
nebergwald“ bei Mainz., 10/3-26. Mainz.
- LICHT, W. (1990): Das Ökosystem Lennebergwald bei
Mainz. Ein Überblick. – 0/1-0/36. In: LICHT, W.
& KLOS, S.: Das Ökosystem „Lennebergwald“ bei
Mainz, 0/1-10/49. Mainz.
- LICHT, W. & KLOS, S. [Hrsg.] (1991): Das Ökosystem
Lennebergwald bei Mainz. – Pollichia-Buch 23:
774 S. Bad Dürkheim.
- LICHT, W. & UTHOFF, D. (1991): Maßnahmen zur Si-
cherung, Pflege und Entwicklung des Lennebergwaldes
bei Mainz. – 731-774. In: LICHT, W. & KLOS, S.: Das
Ökosystem „Lennebergwald“ bei Mainz. – Polli-
chia-Buch 23: 774 S. Bad Dürkheim.
- MATTERN, G. (1990): Die Moose des Lennebergwaldes
und ihre Beziehungen zu Habitaten und Bodenei-
genschaften (pH, N-Gehalt). – Mainzer Naturwis-
senschaftliches Archiv 28: 23-45. Mainz.
- MATTERN, G. & LICHT, W. (1990): Die Vegetation eines
Kiefernwaldes als Anzeiger bodenökologischer Fak-
toren am Beispiel des Lennebergwaldes. – 433-459.
In: LICHT, W. & KLOS, S.: Das Ökosystem „Lenne-
bergwald“ bei Mainz. – Pollichia-Buch 23: 774 S.
Bad Dürkheim.
- MATTERN, G. & TENTER, M. (1990): Beiträge zur Flora
und Fauna des Lennebergwaldes. II Vegetation. –
Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 5 (4): 985-997.
Landau.
- MEINUNGER, L. & SCHRÖDER, W. (2007): Verbreitungs-
atlas der Moose Deutschlands. Band 2, 699 S. Re-
gensburg.
- METZING, D., GARVE, E. & MATZKE-HAJEK, G. (Bundes-
amt für Naturschutz, Hrsg.) (2018): Rote Liste und
Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen
(Tracheophyta) Deutschlands. – Naturschutz und
Biologische Vielfalt 70 (7): 13-358. Bonn-Bad Go-
desberg.
- NEEB, J. (1829): Anweisung zu einer einträglichen Aka-
zienpflanzung auf für den Ackerbau wenig ergiebi-
gen Feldern. – 20. Mainz.
- OBERDORFER, E. (1937): Bericht über die 51. Generalver-
sammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft.
– Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft
55, 26-40. Berlin.
- OBERDORFER, E. (1992). Süddeutsche Pflanzengesell-
schaften – Teil IV, 2. Auflage, Textband. 282 S. Gus-
tav Fischer. Jena, Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursi-
onsflora. – 8. Aufl., 1051 S. Ulmer. Stuttgart.
- OESAU, A. (2003): Untersuchungen zur Moosflora der
Naturschutzgebiete Mainzer Sand I, II und des Na-
turschutzgebietes Lennebergwald. – Limprichtia 22:
125-146. Bonn.
- OESAU, A. (2018): Auswirkungen einer Beweidung mit
Eseln auf naturschutzfachlich wertvolle Glatthafer-
wiesen (*Arrhenatheretum elatioris*) im Stadtgebiet
von Mainz. – Mainzer Naturwissenschaftliches Ar-
chiv 55: 133-160. Mainz.
- SCHUMACHER, O. (2013): Die Ausbreitung von *Calama-
grostis* und ihre Auswirkung auf die Artenvielfalt. –
15 S. Hamburg.
- STÖHR, W. T. (1967): Der Mainzer Sand und seine
Randgebiete im Wandel der Erd- und Landschafts-
geschichte. – Mainzer Naturwissenschaftliches Ar-
chiv 5/6: 5-15. Mainz.
- ZEHM, A., STORM, C., NOBIS, M., GEBHARDT, S. &
SCHWABE, A. (2002): Beweidung in Sand-Ökosys-
temen. – Naturschutz und Landschaftsplanung 34
(2/3): 67-73. Stuttgart.
- ZEHM, A., REIFENRATH, R. & FÖLLING, A. (2015): Esels-
weidung. – Anliegen Natur 37 (1): 55-66. Lauffen.
- ZIEHEN, W. (1970): Wald und Steppe in Rheinhessen.
– Forschungen zur deutschen Landeskunde 196:
154 S., Tabellenanhang. Bonn-Bad Godesberg.

Anschrift des Verfassers

Albert Oesau
Auf dem Höchsten 19
D-55270 Ober-Olm
E-Mail: Albert.Oesau@t-online.de

Manuskript eingegangen: 09.12.2019

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mainzer naturwissenschaftliches Archiv](#)

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [57](#)

Autor(en)/Author(s): Oesau Albert

Artikel/Article: [Versuch einer Renaturierung gestörter Kiefernabteilungen im Naturschutzgebiet Lennebergwald bei Mainz durch Beweidung mit Eseln 181-200](#)