

# Botanik und Naturschutz in Hessen

---

20

Frankfurt am Main 2007

Herausgegeben von der Botanischen Vereinigung für Naturschutz in Hessen



## Die Sandtrockenrasen des Gailenbergs und ihre Vegetationsdynamik (Landkreis Offenbach, Stadt Mühlheim am Main)

Jeannette Giegerich und Rüdiger Wittig

**Zusammenfassung:** Auf dem Gailenberg, einer alten Flugsanddüne der Untermainebene, wurde 1994 die Sandtrockenrasenvegetation untersucht. Die Assoziation *Spergulo morisonii-Corynephorum canescentis typicum* wird in der flechtenreichen Variante, die Subassoziatio mit *Agrostis capillaris* in der typischen und der flechtenreichen Variante mit Vegetationsaufnahmen dokumentiert. Ferner liegen Vegetationsaufnahmen der damals vor allem an Wegrändern vorkommenden Assoziation *Diantho-Armerietum* sowie einer Thero-Airion-Fragmentgesellschaft auf einer jungen Ackerbrache vor.

Um die Vegetationsdynamik der Gesellschaften untersuchen zu können, wurden 1994 Beobachtungsflächen angelegt. In den Jahren 2003 und 2004 wurde die Vegetation dieser Beobachtungsflächen erneut aufgenommen. Die flechtenreiche Variante des *Spergulo-Corynephorum typicum* erwies sich dabei als ausgesprochen stabile Gesellschaft. Aus der typischen Variante der Subassoziatio mit *Agrostis capillaris* hat sich eine Gesellschaft entwickelt, die als nicht optimal ausgeprägte, typische Subassoziatio in der flechtenreichen Variante bezeichnet werden kann. Die flechtenreiche Variante der Subassoziatio von *Agrostis capillaris* des *Spergulo-Corynephorum* ist dagegen völlig degeneriert, wobei Beschattung die wichtigste Ursache ist.

Auf der Beobachtungsfläche ist das *Diantho-Armerietum* aufgrund einer intensiven Erholungsnutzung und den damit verbundenen Störungen stark degeneriert. Die Degeneration, insbesondere das Verschwinden von *Armeria elongata*, kann direkt auf mechanische Einwirkungen wie Tritt, Befahren mit Autos oder Lagern zurückgeführt werden. Auf einer ungestörten Ackerbrache hat sich die Thero-Airion-Fragmentgesellschaft dagegen zu einem *Diantho-Armerietum* mit den beiden Charakterarten *Armeria elongata* und *Dianthus deltoides* entwickelt. Der sporadische Durchzug einer Schafherde scheint für die Ausbildung sowie den Erhalt der Gesellschaft förderlich zu sein.

Der Gailenberg ist ein bedeutender Biotopkomplex mit hoher Strukturvielfalt. Zwei gefährdete Pflanzengesellschaften sowie acht in Hessen gefährdete Pflanzenarten konnten nachgewiesen werden. Der hiermit klar vorhandene Naturschutzwert wird noch dadurch erhöht, dass der Gailenberg in unmittelbarer Nähe zweier aufgrund ihrer Sandrasenvegetation als Fauna-Flora-Habitate vorgeschlagener Gebiete sowie mehrerer Naturschutzgebiete liegt.

### The sandy grassland of the Gailenberg and its vegetation dynamics (City of Mühlheim, in the Offenbach county of Hesse)

**Summary:** In 1994, the following sandy grassland vegetation was identified on the Gailenberg, a former mobile dune situated in the lower Main plain: *Spergulo morisonii-Corynephorum canescentis typicum* (lichen-rich variant), *Spergulo morisonii-Corynephorum agrostietosum capillaris* (typical variant and lichen-rich variant), *Diantho-Armerietum*, Thero-Airion fragmented community.

To analyse the vegetation dynamics, observation plots were established in 1994 and re-surveyed in 2003 and 2004. The lichen-rich variant of the *Spergulo-Corynephoretum typicum* showed no floristic change during this time. The typical variant of the *Spergulo morisonii-Corynephoretum agrostietosum capillaris* had turned into a poorly developed, lichen-rich variant of the *Spergulo-Corynephoretum typicum*. The former lichen-rich variant of the *Spergulo-Corynephoretum agrostietosum capillaris* had become extinct due to shading.

The *Diantho-Armerietum* of 1994 had become strongly degenerated as a result of intensive recreational activities, and in particular the disappearance of *Armeria elongata* can be attributed directly to mechanical disturbances associated with walking, driving, and camping. However, a *Diantho-Armerietum* has developed anew from a Thero-Airion fragmented community on undisturbed fallow land. Sporadic grazing by sheep appears to favour the development and maintenance of this community.

The Gailenberg is an important complex of biotopes with a high degree of structural variability, where two endangered plant communities and eight plant species endangered in Hesse were identified. The Gailenberg is situated between two areas listed in the Fauna Flora Habitat Directive because of their sandy grassland vegetation, which further enhances its nature conservation value.

### **Les pelouses ouvertes du Gailenberg (canton d'Offenbach, ville de Mühlheim) et la dynamique de leur végétation**

**Résumé :** La végétation des pelouses ouvertes sur sables décalcifiés du Gailenberg, ancienne dune active de la plaine alluviale inférieure du Main, a fait l'objet d'une étude réalisée en 1994. Les communautés suivantes y ont été constatées : *Spergulo morisonii-Corynephoretum canescentis typicum* (variante riche en Lichens), *Spergulo morisonii-Corynephoretum agrostietosum capillaris* (variante typique et l'autre riche en Lichens), *Diantho-Armerietum*, communauté fragmentale du Thero-Airion.

Pour pouvoir analyser la dynamique de la végétation, des carrés permanents ont été mis en place en 1994 et les relevés ont été renouvelés dans les années 2003 et 2004. La variante riche en Lichens du *Spergulo-Corynephoretum* ne montrait pas de modifications floristiques. La variante typique du *Spergulo-Corynephoretum agrostietosum capillaris* a évolué vers une variante riche en Lichens du *Spergulo-Corynephoretum typicum*, mais dont la structure n'est pas optimale. L'ancienne variante riche en Lichens du *Spergulo-Corynephoretum agrostietosum capillaris* est par contre dégénérée, la cause principale en étant la situation ombragée.

A cause de l'utilisation intensive comme aire de loisirs et les nuisances qui l'accompagnent, le *Diantho-Armerietum* est fortement dégénéré. Dans un champ en friche sans nuisances, par contre, la communauté fragmentale du Thero-Airion a évolué vers le *Diantho-Armerietum* comprenant les deux espèces caractéristiques *Armeria elongata* et *Dianthus deltoides*. Le pacage sporadique par des ovins semble favoriser la persistance de la communauté.

Le Gailenberg est un complexe important de biotopes par la variété de sa structure. Deux communautés menacées ainsi que huit espèces de plantes menacées en Hesse ont pu être constatées. L'indice de valeur pour la protection de la nature en est d'autant plus valorisé que le Gailenberg se situe à proximité immédiate de deux sites Natura 2000 caractérisés par leurs dunes intérieures avec pelouses ouvertes.

Jeannette Giegerich, Stalburgstraße 5, 60318 Frankfurt am Main;  
JeannetteGiegerich@web.de

Rüdiger Wittig, Abteilung Ökologie und Geobotanik, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Siesmayerstraße 70, 60323 Frankfurt am Main; r.wittig@bio.uni-frankfurt.de

## 1. Einleitung

Binnendünen sowie Trockenrasen sind als Biotoptypen nach § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) vom 25. März 2002 besonders geschützt und dürfen weder zerstört noch erheblich oder nachhaltig beeinträchtigt werden. Ihre Pflanzengesellschaften, vor allem die Gesellschaften der Sandtrockenrasen, sind in Deutschland gefährdet (Rennwald 2000). Sie sind Lebensraum einer Vielzahl gefährdeter Tier- und Pflanzenarten (siehe Binot & al. 1998 und Korneck & al. 1996). Sandtrockenrasen sind daher zu Recht in jüngster Zeit Gegenstand zahlreicher floristischer, vegetationskundlicher und ökologischer Untersuchungen (zum Beispiel Dengler 1994, Christiansen 2000, Schwabe & al. 2000) sowie von Naturschutzbemühungen (zum Beispiel BVNH 1992, Bank & al. 2002, Kirmer & al. 2002, Zehm & al. 2002) geworden.

Etwa 50 ha der hessischen Sandtrockenrasen befinden sich in geplanten, sichergestellten oder ausgewiesenen Naturschutzgebieten (Jaudes 2000). Trotz der hohen Bedeutung des Lebensraumes liegen jedoch weitere etwa 40 ha der Sandtrockenrasen noch in keinem Schutzgebiet. Zu den Beständen, die lediglich den Status eines Landschaftsschutzgebiets beziehungsweise eines Geschützten Landschaftsbestandteils besitzen, zählen die Bestände des Gailenbergs. Die bodensauren Sandtrockenrasen dieser alten Binnendüne sowie ihre Vegetationsdynamik werden im Folgenden für einen Zeitraum von zehn Jahren dokumentiert.

### Danksagung

Die Autoren bedanken sich sehr herzlich bei Klaus Hemm (Gelnhausen) für wertvolle Anregungen und Informationen.

## 2. Untersuchungsgebiet

Untersuchungsgebiet ist der Gailenberg (TK 25 Blatt 5819 Hanau, Kilometerfeld 3491/5552), eine alte Flugsanddüne, die bis nach dem zweiten Weltkrieg intensiv, danach nur noch extensiv landwirtschaftlich genutzt wurde. Das Gebiet gehört zum überwiegenden Teil zur Stadt Mühlheim am Main, Landkreis Offenbach. Der östlichste Teil, etwa 6 ha, gehört seit der Gebietsreform 1974 zum Main-Kinzig-Kreis.

Der Gailenberg besitzt eine Nord-Süd-Ausdehnung von 1,1 km und erstreckt sich in West-Ost-Richtung über maximal 650 m. Die Höhenlage variiert von 120 bis 130 m ü. NN. Der Gailenberg ist kleinräumig in Parzellen gegliedert und besitzt mit 294 Biotoptypen (Bohn 2001) eine hohe Strukturvielfalt. 26,4 ha werden von Streuobstwiesen eingenommen, von denen im Jahr 2001 rund ein Drittel mittel- bis kurzfristig vom Zer-

fall bedroht war. Vereinzelt, insbesondere auf Initiative der Unteren Naturschutzbehörde des Kreises Offenbach, wurden in den letzten Jahren junge Bestände angelegt und Pflege-schnitte durchgeführt. Größere Teile des Gebiets weisen unterschiedlich starke Verbuschung auf. Auf einigen kleineren Flächen wird Landwirtschaft betrieben. Das Gebiet ist in Kiefernforste eingebettet. Nach Bohn (2001) nehmen die Sandtrockenrasen mit etwa 1,1 ha ungefähr 3 % der Gesamtfläche des Gailenbergs ein.

Der Gailenberg erfüllt besonders am Wochenende die Funktion eines Naherholungsgebiets für die Bewohner der umliegenden Stadtteile Mühlheim, Steinheim und Lämmerspiel. Seine Attraktivität wurde durch die Anlage von Reitpfaden noch erhöht. Aufgrund der Nähe zum Naturschutzgebiet „Oberwaldsee von Dietesheim“ kann der Besucherstrom in den Sommermonaten durch die zusätzlichen Badegäste aus den Städten Frankfurt, Offenbach und Hanau stark ansteigen.

Naturräumlich gehört das Gebiet zur Untermainebene, einem Teil des Rhein-Main-Tieflandes, welches sich nordöstlich an die Oberrheinische Tiefebene anschließt und vom Rhein sowie dem Mittelgebirgen Taunus, Vogelsberg, Spessart und Odenwald begrenzt wird. Innerhalb der Untermainebene ist das Untersuchungsgebiet Teil der Hanau-Seligenstädter-Senke, die auch als östliche Untermainebene bezeichnet wird (Meyen & Schmithüsen 1962, Klausning 1974).

Die aus pleistozänen Terrassensanden und Flugsanddecken gebildeten Böden sind karbonatfreie, schwach saure bis saure Braunerden. Ihre Wasserdurchlässigkeit ist sehr hoch, Staunässe tritt nicht auf (Bargon 1984a & b, Weidner 1990). Der Grundwasserspiegel befindet sich mehr als zwei Meter unter der Geländeoberfläche. Unbedeckte Böden sind winderosionsgefährdet.

Die Untermainebene weist ein warm-gemäßigtes Klima auf und gehört zu den wärmsten und trockensten Regionen Hessens. Ohne Eingreifen des Menschen wären die vorherrschenden Terrassensande wahrscheinlich mit bezüglich des Nährstoffgehalts anspruchslosen, säure- und trockenheitstoleranten, leicht wärmeliebenden Eichen- und Buchenwäldern bewachsen, die eingestreuten Flugsandinseln mit Moos-Kiefernwäldern.

### **3. Methoden**

Die pflanzensoziologischen Aufnahmen erfolgten nach der Methode von Braun-Blanquet (1964). Sie wurden in den Monaten April bis Juni 1994 von der Autorin im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführt. Neben „normalen“ Vegetationsaufnahmen, die in den Vegetationstabellen mit ihrem Aufnahmedatum versehen sind, wurden im Jahre 1994 auf Mühlheimer Gebiet auch einige Beobachtungsflächen angelegt und eingemessen (Abstände zu Wegekreuzungen, großen Bäumen und anderen Landmarken). Auf diesen Beobachtungsflächen, die in den Tabellen durch die Buchstaben A bis E gekennzeichnet sind, erfolgte 1994 mehrmals jährlich eine Vegetationsaufnahme, um alle Arten auf den Flächen zu erfassen. Die Vegetationsaufnahmen eines Jahres wurden anschließend pro Fläche zusammengefasst, wobei jeweils die höchste Bedeckung einer Art übernommen wurde. Die Vegetation der Flächen A bis E dokumentierten die beiden Autoren gemeinsam erneut in den Jahren 2003 und 2004. Dabei wurden 2003 die Beobachtungsflächen neu eingemessen. Zur Markierung dieser Flächen wurde an den vier Eckpunkten je ein

Magnet in etwa 15 cm Tiefe vergraben. Sowohl 2003 als auch 2004 wurde die Vegetation mehrmals jährlich aufgenommen und anschließend pro Fläche zusammengefasst.

In unmittelbarer Nähe der Beobachtungsflächen wurden 1994 Bodenmischproben aus je sechs Einzelproben in 0 bis 4 cm Tiefe sowie in 6 bis 10 cm Tiefe entnommen, um die Diasporenbank mittels der Keimungsmethode (siehe Fischer 1987) zu bestimmen. Auf die Ergebnisse der Diasporenbankuntersuchung wird im Folgenden allerdings nur so weit eingegangen, als es zum Verständnis der Vegetationszusammensetzung beziehungsweise der Vegetationsdynamik erforderlich ist.

#### **4. Stand der Untersuchungen der bodensauren Sandtrockenrasen in Hessen**

In den Jahren 1992 bis 1999 wurde im Rahmen der Hessischen Biotopkartierung der Naturraum Oberrheinisches Tiefland erfasst, in dem das Hauptverbreitungsgebiet der hessischen Sandtrockenrasen liegt. In diesem Zeitraum wurden rund 120 ha Sandtrockenrasen kartiert. Die Assoziation *Spergulo-Corynephoretum*, mit einem Flächenanteil von 26 % die häufigste Sandtrockenrasengesellschaft, ist relativ gleichmäßig im Naturraum verteilt. Ein leichter Verbreitungsschwerpunkt der Gesellschaft liegt in der Hessischen Rheinebene (Jaudes 2000). Nach Gregor (1992) liegen alle hessischen Bestände des *Spergulo-Corynephoretum*, insgesamt 35 ha, in der Untermainebene. Die bodensauren Trockenrasen, zu denen die Assoziation *Diantho-Armerietum* gehört, haben einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt im Norden der Untermainebene im Bereich der Steinheimer Terrasse (Jaudes 2000).

Vegetationsaufnahmen des *Spergulo-Corynephoretum* werden für den Bereich der Untermainebene bisher von Spilger (1928), Volk (1931), Lipser (1950), Korneck (1974), Krolupper & Schwabe (1998) sowie Storm & al. (1998) vorgelegt. Von Knapp (1978) aus der Wetterau belegte Vorkommen sind nach Gregor (1992) mittlerweile erloschen. Drei weitere bodensaure Sandtrockenrasen mit unbestrittenem Assoziationsrang sind bisher für Hessen dokumentiert. Das *Filagini-Vulpietum* wird durch Vegetationsaufnahmen von Korneck (1974) aus der Untermainebene, von Knapp (1978) aus der Wetterau und von Bergmeier (1987) aus dem Lahn-Dill-Kreis belegt. Aufnahmen des *Airo-Festucetum* liegen von Knapp (1978) aus der Wetterau vor. Bergmeier (1987) belegt für den Lahn-Dill-Kreis das *Airetum praecocis*.

Knapp (1978) legt Vegetationsaufnahmen des *Diantho-Festucetum tenuifoliae* aus der Wetterau vor. In Osthessen rund um Schlitz belegt Gregor (2001) einen Heidenelken-Rotschwingel-Rasen, den er als *Diantho-Armerietum* in der Subassoziation mit *Rumex acetosa* beschreibt. Goebel (1995) legt Aufnahmen des *Armerio-Festucetum trachyphyllae* aus dem Messeler Hügelland und der Untermainebene vor. Krolupper & Schwabe (1998) zwei weitere aus der Hessischen Rheinebene. Die drei letztgenannten Gesellschaften weisen zum Teil große Ähnlichkeiten auf, sodass ihre syntaxonomische Einordnung umstritten ist. Eine ausführliche und kritische Diskussion der syntaxonomischen Problematik findet sich bei Gregor (2001).

## 5. Syntaxonomische Einordnung der Sandtrockenrasen des Untersuchungsgebiets

Im Untersuchungsgebiet konnten 1994 zwei gut reproduzierbare, physiognomisch und floristisch ohne Schwierigkeiten gegeneinander abgrenzbare Gesellschaften der Sandtrockenrasen (Koelerio-Corynephoretea) nachgewiesen werden, die zwei verschiedenen Ordnungen angehören: Aus der Ordnung Corynephoretalia canescentis Klika 1934 das zum Verband Corynephorion canescentis Klika 1931 gehörende *Spergulo morisonii-Corynephoretum canescentis* Tüxen (1928) 1955 sowie aus der Ordnung Festuco-Sedetalia Tüxen 1951 em. Krausch 1962 das zum Armerion elongatae Krausch 59 gehörende *Diantho-Armerietum* Pötsch 1962. Daneben gab es (meist kleinflächig) noch mehrere Gesellschaftsfragmente, vor allem des Verbandes Thero-Airion Tüxen 1951 der Ordnung Corynephoretalia canescentis Klika 1934 sowie größere Bereiche *Calamagrostis-epigejos*-dominierter Bestände.

### 5.1. *Spergulo morisonii-Corynephoretum canescentis*

Das *Spergulo-Corynephoretum* kam 1994 großflächiger auf der Kuppe des Gailenbergs sowie verstreut in kleinflächigen Beständen vor. Die Gesellschaft war in einer artenarmen Ausbildung (typische Subassoziation) und in einer von *Agrostis capillaris*, *Ornithopus perpusillus*, *Hypnum cupressiforme*, *Luzula campestris*, *Cerastium semidecandrum* und *Jasione montana* differenzierten, etwas nährstoffreichere Böden bewachsenden Subassoziation vertreten (Tabelle 1).

In der Literatur wird für die typische Subassoziation meist eine typische, sehr artenarme Variante mit geringer Bodendeckung sowie eine flechtenreiche Variante beschrieben, die auf schon fest gelegtem Sand zu finden ist und den Boden nahezu vollständig bedeckt. Im Untersuchungsgebiet war nur die letztgenannte der beiden Varianten anzutreffen. Sie wurde hier durch verschiedene Vertreter der Gattung *Cladonia* differenziert (Tabelle 1, Aufnahmen 1–6 mit Beobachtungsfläche A). Aufgrund des hohen und steten Vorkommens von *Polytrichum piliferum* mit Deckungsgraden von 4 bis 5 und verschiedener *Cladonia*-Arten mit Deckungsgrad von zusammen 2 wies diese Variante eine Bodendeckung von 95 % bis 100 % auf.

Die *Agrostis*-Subassoziation wurde außer durch *Agrostis capillaris* weiter durch *Ornithopus perpusillus*, *Cerastium semidecandrum* und *Hypnum cupressiforme* abgegrenzt. Die Bestände wuchsen auf etwas nährstoffreicheren Böden. Ihre Artenzahl war höher als die der typischen Subassoziation. Im Untersuchungsgebiet war sowohl die flechtenfreie (typische) Variante (Tabelle 1, Aufnahmen 7–10 mit Beobachtungsfläche B) als auch, kleinflächig an einem Wegrand, die *Cladonia*-Variante (Tabelle 1, Aufnahmen 11–17 mit Beobachtungsfläche C) anzutreffen, bei der *Cladonia*-Arten als Differentialartengruppe Deckungsgrade von 2 bis 3 einnahmen.

Tabelle 1: *Spergulo-Corynephoretum* auf dem Gailenberg im Jahr 1994  
 Typische Subassoziation, flechtenreiche Variante (1–6)  
 Subassoziation von *Agrostis capillaris*, typische Variante (7–10)  
 Subassoziation von *Agrostis capillaris*, flechtenreiche Variante (11–17)



## 5.2. *Diantho deltoides-Armerietum elongatae coryneporetosum*

Das *Diantho-Armerietum* war 1994 hauptsächlich an Wegrändern (Beobachtungsfläche D) zu finden, an denen das Ausgangssubstrat teilweise mit kalkreichem Schotter der Wegbefestigung vermischt ist.

Obwohl die beiden namensgebenden Arten *Dianthus deltoides* und *Armeria elongata* 1994 in keiner Vegetationsaufnahme des Untersuchungsgebiets gemeinsam vorkamen, wurden alle acht Aufnahmen in einer Tabelle zusammengefasst (Tabelle 2). Dies scheint vor allem durch die Ähnlichkeit im Vorkommen der Charakterarten der höheren syntaxonomischen Ebenen wie *Cerastium semidecandrum*, *Rumex acetosella* und *Ceratodon purpureus* gerechtfertigt. Auch bezüglich der begleitenden Arten lassen sich keine Unterschiede feststellen. Die Vorkommen der hochsteten Arten *Achillea millefolium*, *Hypnum cupressiforme*, *Plantago lanceolata* und *Agrostis capillaris* sind gleichmäßig verteilt. Andere wie *Hieracium pilosella*, *Galium verum* und *Bromus hordeaceus* sind mal mit *Dianthus deltoides*, mal mit *Armeria elongata* vergesellschaftet.

In der Literatur sind ähnliche Vorkommen bekannt. Burrichter & al. (1980) und Herrmann-Borchert (1985) beschreiben Aufnahmen des *Diantho-Armerietum*, in denen *Armeria elongata* fehlt. Die Aufnahmen 4 bis 8 (Tabelle 2) können dem *Diantho deltoides-Armerietum elongatae coryneporetosum* zugeordnet werden. Nach Krausch (1968) und Dengler (1994) wird diese Subassoziation durch die Arten *Corynephorus canescens* und *Polytrichum piliferum* sowie durch das Fehlen von *Dianthus deltoides* differenziert. In den vorliegenden Aufnahmen kann *Agrostis vinealis* ebenfalls als Differentialart dieser Subassoziation gewertet werden.

Tabelle 2: *Diantho-Armerietum* auf dem Gailenberg im Jahr 1994

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Aufnahmenummer/-bezeichnung	121	122	169	39	91	DI	DII	DIII
Datum:	11	11	18	27	22			
	6	6	7	4	5			
	94	94	94	94	94	94	94	94
Fläche (m <sup>2</sup> )	9	3	2	4	20	3	8	6
Bedeckung (%)	100	100	100	95	100	100	100	100
Artenzahl	23	27	19	23	25	22	38	39
<b>AC</b>								
<i>Dianthus deltoides</i>	3	3	3	.	.	.	.	.
<b>VC <i>Amerion elongatae</i></b>								
<i>Armeria elongata</i>	.	.	.	2	2	2	2	2
<b>OC/KC</b>								
<i>Cerastium semidecandrum</i>	1	2	+	4	3	+	+	2
<i>Rumex acetosella</i>	3	.	1	2	3	3	2	3
<i>Ceratodon purpureus</i>	.	1	3	.	1	4	2	3
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	.	.	1	3	1	1	1	1
<i>Polytrichum piliferum</i>	.	.	.	+	2	2	.	+
<i>Potentilla argentea</i>	.	3	.	+	+	.	.	.
<i>Vicia lathyroides</i>	.	.	.	2	+	.	.	+
<i>Agrostis vinealis</i>	.	.	.	.	.	4	3	3
<i>Trifolium campestre</i>	1	3	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis ramosissima</i>	.	+	.	.	.	.	+	.



Ferner je einmal in 1: *Festuca rubra* 1, *Vicia cracca* +; in 2: *Securigera varia* 2, *Convolvulus arvensis* 1, *Trifolium dubium* 1, *Vicia tetrasperma* 1, *Viola arvensis* 1; in 3: *Linaria vulgaris* 1; in 4: *Plantago media* +; in 5: *Poa angustifolia* 3, *Myosotis arvensis* 1; in 6: *Festuca ovina* s. l. 3; in 7: *Deschampsia cespitosa* 1, *Deschampsia flexuosa* 1; in 8: *Apera spica-venti* +, *Bromus sterilis* +, *Bromus tectorum* +, *Equisetum arvense* +, *Papaver dubium* +, *Scleranthus annuus* +.

Aufnahmeorte (Rechts-Hoch-Werte in TK 5819) 1: 349126/555237, 2: 349114/555240, 3: 349116/555231, 4: 349104/555281, 5: 349105/555285, 6 bis 8: 349100/555284.

### 5.3. Fragmentgesellschaft des Thero-Airion

Am nord-nordwestlichen Rand des Gailenbergs liegt eine etwa 0,3 ha große Ackerbrache (Beobachtungsfläche E). Die Luftbildaufnahmen des Gebiets zeigen, dass die Fläche bereits im Jahr 1978 seit mehreren Jahrzehnten aus der Nutzung genommen gewesen sein muss und seitdem nicht mehr bewirtschaftet wurde (<http://buergergis.kreis-offenbach.de/profile/register/webgis.php> [17.04.2007]; Darstellung der Fläche über Suche Koordinaten Rechtswert=3490809, Hochwert=5552937, Hintergrund Luftbild 1978).

Die Aufnahmen aus dem Jahr 1994 (Tabelle 3, Aufnahmen 1–3) gehören aufgrund der großen Anzahl von Ordnungs- und Klassencharakterarten sowie des Vorhandenseins typischer Begleiter wie *Agrostis capillaris* oder *Achillea millefolium* zur Klasse Koeleorio-Corynephoretea. Die Klassencharakterarten *Arabidopsis thaliana*, *Erodium cicutarium*, *Erophila verna*, *Teesdalia nudicaulis*, *Cerastium semidecandrum* und *Rumex acetosella* kamen in allen Aufnahmen vor. Dagegen fehlen Assoziationscharakterarten, obwohl die Vegetation schwachwüchsig und lückig war. *Ornithopus perpusillus* als Verbandscharakterart des Thero-Airion war höchstet vorhanden.

Das hohe und stete Vorkommen der Therophyten *Ornithopus perpusillus*, *Teesdalia nudicaulis*, *Cerastium semidecandrum*, *Arabidopsis thaliana* und *Erophila verna* ist vermutlich historisch bedingt. Die Arten werden auch als Ackerwildkrautarten mehr oder weniger nährstoffreicher, aber kalkfreier Sandböden gewertet (Hanf 1990).

Eine Entwicklung der als Thero-Airion-Fragmentgesellschaft bezeichneten Vegetation aus einem Spergulo-Corynephoretum in der *Agrostis-capillaris*-Variante (Klemm 1970) oder aus einem Galio-Agrostietum tenuis corynephoretosum (Dengler 1994), die als Synonyme zu werten sind, konnte ausgeschlossen werden, da *Corynephorus canescens* weder in der aktuellen Vegetation, noch in der Samenbank nachzuweisen war.

Tabelle 3: Umwandlung einer Thero-Airion-Fragmentgesellschaft in ein Diantho-Armerietum

Laufende Nummer	Thero-Airion			Diantho-Amerietum					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufnahmenummer/-bezeichnung	EI	EII	EIII	EI	EII	EIII	EI	EII	EIII
Datum	1994	1994	1994	2003	2003	2003	2004	2004	2004
Fläche (m <sup>2</sup> )	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Bedeckung (%)	85	85	85	95	95	95	98	95	95
Artenzahl	15	21	17	27	22	26	28	26	27
<b>AC Diantho-Armerietum</b>									
<i>Dianthus deltoides</i>	.	.	.	1	2b	2a	1	1	2a
<b>VC Amerion elongatae</b>									
<i>Armeria elongata</i>	.	.	.	2b	1	2b	4	2a	3

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>OC/KC</b>									
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	3	3	3	1	2a	2a	2b	4	3
<i>Cerastium semidecandrum</i>	1	2	1	1	+	1	2a	2a	2a
<i>Rumex acetosella</i>	+	2	2	+	+	1	2a	2b	2b
<i>Veronica arvensis</i>	.	1	+	+	+	+	2b	2a	2a
<i>Vicia lathyroides</i>	+	2	.	2m	1	1	2a	1	1
<i>Erophila verna</i>	2	2	2	.	1	.	1	2a	1
<i>Erodium cicutarium</i>	1	1	3	2b	.	.	2b	+	2a
<i>Arabidopsis thaliana</i>	1	2	2	.	.	.	1	+	.
<i>Ceratodon purpureus</i>	.	1	.	+	2b	2b	.	2b	2b
<i>Echium vulgare</i>	+	+	+	.	.	.	.	.	+
<i>Myosotis ramosissima</i>	.	.	.	+	.	.	2a	1	2a
<i>Potentilla argentea</i>	.	.	.	+	.	.	1	.	.
<i>Scleranthus perennis</i>	.	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Myosotis stricta</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Petrorhagia prolifera</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<b>VC Thero-Airion</b>									
<i>Ornithopus perpusillus</i>	2	2	2	.	.	1	2b	2b	2a
<b>VC Corynephorion</b>									
<i>Corynephorus canescens</i>	.	.	.	.	1	1	.	.	.
<i>Spergula morisonii</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<b>Begleiter</b>									
<i>Hypnum cupressiforme</i>	4	4	3	2b	2b	2b	3	2b	2b
<i>Agrostis capillaris</i>	4	3	4	3	3	3	2b	3	3
<i>Achillea millefolium</i>	3	3	3	2b	2b	2b	2a	2b	2a
<i>Vicia angustifolia</i> s. l.	+	+	+	1	+	2a	3	2a	2a
<i>Plantago lanceolata</i>	+	+	.	2b	1	2a	2b	2a	2b
<i>Bromus hordeaceus</i>	.	3	.	2a	.	1	3	1	2a
<i>Festuca guestfalica</i>	.	.	.	2a	1	2a	2b	2b	2b
<i>Scleranthus annuus</i>	+	1	1	.	.	.	.	2a	2b
<i>Cerastium arvense</i>	.	.	.	1	.	2m	1	.	1
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	.	.	2b	2a	.	2b	1
<i>Luzula campestris</i>	.	.	.	.	2a	+	.	1	1
<i>Hieracium pilosella</i>	.	.	.	.	1	1	.	1	2a
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	+	+	.	.	.	.	2a	.
<i>Carex hirta</i>	.	+	.	1	+	.	.	.	.
<i>Trisetum flavescens</i>	.	.	.	1	.	1	.	.	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	.	.	.	1	.	.	1	.	.
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	+	.	1	.	.	.
<i>Trifolium dubium</i>	.	.	.	+	.	.	1	.	.
<i>Galium verum</i> subsp. <i>wirtgenii</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.
<i>Thymus pulegioides</i>	.	.	.	.	2a	.	.	2b	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	.	2m	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum laevigatum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum juniperum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Vicia tetrasperma</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.

Ferner je einmal in 3: *Linaria vulgaris* +, *Myosotis arvensis* +; in 7: *Taraxacum officinale* s. l. +, *Oenothera spec.* +; in 8: *Scleranthus spec.* +.

Aufnahmeorte: alle TK 5819, 349084/555292.

## 6. Vegetationsdynamik

### 6.1. Sukzession eines Spergulo-Corynephoretum typicum, flechtenreiche Variante (Beobachtungsfläche A)

Der Vergleich der Aufnahmen von 1994 mit denen aus den Jahren 2003 und 2004 (Tabelle 4) zeigt kaum eine Veränderung der Gesellschaft. Sie ist nach 10 Jahren immer noch eindeutig als Spergulo-Corynephoretum typicum, flechtenreiche Variante zu charakterisieren. Eine Ruderalisierung oder auch nur eine Einwanderung assoziationsfremder Arten ist nicht festzustellen. Lediglich *Polytrichum juniperum* und *Hypnum cupressiforme* konnten sich auf den Flächen neu etablieren. Weiter ist eine leichte Verringerung des Bedeckungsgrades von Charakterarten wie *Corynephorus canescens* und *Polytrichum piliferum* festzustellen. Die auffallend unterschiedlichen Deckungsgrade von *Rumex acetosella* können wohl auf witterungsbedingte Schwankungen zurückgeführt werden. Das Spergulo-Corynephoretum typicum ist in seiner flechtenreichen Variante als ausgesprochen stabile Gesellschaft zu bezeichnen.

Tabelle 4: Vegetationsdynamik eines Spergulo-Corynephoretum typicum, flechtenreiche Variante

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7
Markierung	AI	AII	AIII	AI	AII	AI	AII
Datum	1994	1994	1994	2003	2003	2004	2004
Fläche (m <sup>2</sup> )	2	2	2	4	4	4	4
Bedeckung (%)	95	95	95	90	90	85	80
Artenzahl	5	10	4	8	6	10	8
<b>dI</b>							
Cladonia div. spec.	2	2	2	2a	2a	3	3
<b>VC</b>							
Corynephorus canescens	4	4	4	3	3	3	3
<b>OC/KC</b>							
Polytrichum piliferum	5	4	5	2a	3	2b	3
Teesdalia nudicaulis	+	+	.	1	1	2a	2a
Rumex acetosella	+	1	+	+	.	2b	1
Erophila verna	.	.	.	.	.	+	+
Ceratodon purpureus	.	2	.	.	.	.	.
Cerastium semidecandrum	.	+	.	.	.	.	.
<b>Begleiter</b>							
Polytrichum juniperum	.	.	.	2b	3	2b	3
Hypnum cupressiforme	.	.	.	2a	2a	1	1
Dicranum scoparium	.	.	.	1	.	+	.
Hieracium pilosella	.	1	.	.	.	.	.
Conyza canadensis	.	+	.	.	.	.	.
Rhacomitrium elongatum	.	+	.	.	.	.	.
Cerasus spec. Klg.	.	.	.	.	.	+	.

Aufnahmeorte: alle TK 5819, 349106/555229.

## 6.2. Sukzession eines Spergulo-Coryneporetum agrostietosum capillaris, typische Variante (Beobachtungsfläche B)

Tabelle 5 verdeutlicht die in den Jahren 2003 und 2004 im Vergleich zu 1994 erfolgten Veränderungen: *Agrostis capillaris* ist auf den Flächen kaum noch nachzuweisen, ebensowenig die Ordnungs- beziehungsweise Klassencharakterarten *Erophila verna*, *Scleranthus perennis* und *Erodium cicutarium*. Die Bedeckung von *Corynephorus canescens* ist nach wie vor gering. Dagegen kommen nach zehn Jahren verschiedene Moose und erstmals auch Flechten auf den Flächen in höheren Bedeckungsgraden vor. Aus der typischen Variante der Subassoziati on mit *Agrostis capillaris* hat sich eine Gesellschaft entwickelt, die als typische Subassoziati on in der flechtenreichen Variante bezeichnet werden kann. Mit ihrem niedrigen Anteil an *Corynephorus canescens* und dem hohen Kryptogamenanteil ist die Gesellschaft jedoch nicht optimal ausgeprägt. Die untypisch hohe Artenanzahl sowie das stete Vorkommen von *Luzula campestris* und *Hypochaeris radicata* deuten ebenfalls eine Degeneration der Gesellschaft an.

Die Veränderung in der Vegetationszusammensetzung wurde sehr wahrscheinlich maßgeblich durch die zunehmende Beschattung der Flächen durch benachbarte Kiefern verursacht. Nach Jentsch & al. (2002) limitiert eine zunehmende Beschattung, insbesondere in flechtenreichen Silbergrasfluren, die Keimungsetablierung von *Corynephorus canescens* sowie die Persistenz konkurrenzschwacher Arten.

Tabelle 5: Vegetationsdynamik eines Spergulo-Coryneporetum agrostietosum capillaris, typische Variante

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6
Markierung	BI	BII	BI	BII	BI	BII
Datum	1994	1994	2003	2004	2003	2004
Fläche (m <sup>2</sup> )	2	2	4	4	4	4
Bedeckung (%)	70	70	98	98	98	98
Artenzahl	18	15	14	11	13	10
<b>AC</b>						
Spargula morisonii	+	.	.	.	.	.
<b>D1</b>						
Agrostis capillaris	3	4	+	+	+	.
Hypnum cupressiforme	.	.	4	3	3	2a
Ornithopus perpusillus	+	1	.	.	.	.
Cerastium semidecandrum	+	+	.	.	.	.
<b>d1</b>						
Cladonia div. spec.	.	.	2a	4	2b	3
<b>VC</b>						
Corynephorus canescens	2	2	2b	2b	2a	2a
<b>OC/KC</b>						
Polytrichum piliferum	1	1	2a	2a	4	3
Teesdalia nudicaulis	2	2	2m	2b	+	1
Rumex acetosella	2	1	1	1	.	1
Ceratodon purpureus	1	+	+	.	+	.
Erophila verna	3	3	.	.	.	.
Scleranthus perennis	3	3	.	.	.	.
Erodium cicutarium	2	1	.	.	.	.
Veronica arvensis	+	.	.	.	.	.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6
<b>VC Thero-Airion</b>						
Filago minima	1	1	.	.	.	.
<b>Begleiter</b>						
Polytrichum juniperum	1	1	2a	2a	3	3
Luzula campestris	.	.	2a	+	1	1
Hypochaeris radicata	.	.	+	+	+	+
Poa annua	1	+	.	.	.	.
Hieracium pilosella	.	.	1	+	.	.
Agrostis vinealis	.	.	+	.	1	.
Pinus sylvestris juv.	.	.	.	.	+	+
Achillea millefolium	1	.	.	.	.	.
Plantago lanceolata	+	.	.	.	.	.
Spergularia rubra	.	+	.	.	.	.
Dicranum scoparium	.	.	+	.	.	.
Quercus robur juv.	.	.	.	.	+	.

Aufnahmeorte: alle TK 5819, 349107/555221.

### 6.3. Degeneration eines Spergulo-Corynephoretum agrostietosum capillaris, flechtenreiche Variante (Beobachtungsfläche C)

Im Jahr 2003 (Tabelle 6, Aufnahme 4) war eine deutliche Degeneration des Bestandes der flechtenreichen Variante des Spergulo-Corynephoretum agrostietosum capillaris festzustellen. Neben den *Cladonia*-Arten waren auch die Charakterarten *Corynephorus canescens*, *Ornithopus perpusillus*, *Teesdalia nudicaulis*, *Erodium cicutarium* sowie *Scleranthus perennis* ausgefallen. *Agrostis capillaris* hatte an Bedeckung weiter zugenommen und dominierte den Bestand. Allein *Rumex acetosella* kam noch in nennenswerten Bedeckungen vor. Die Artenverschiebung ist so dramatisch, dass nicht einmal mehr von einer Sandtrockenrasen-Restgesellschaft gesprochen werden kann.

Im Herbst 2003 wurden rund um die Versuchsfläche auf Anweisung der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Offenbach umfangreiche Pflegemaßnahmen durchgeführt. Zahlreiche Nadelbäume wurden gefällt, die Flächen gemäht sowie junge Obstbäume gepflanzt. Im Frühjahr 2004 (Tabelle 6, Aufnahme 5) konnten bereits wieder einige charakteristische Arten wie *Ornithopus perpusillus*, *Teesdalia nudicaulis* und *Vicia lathyroides* auf der Fläche nachgewiesen werden.

Tabelle 6: Vegetationsdynamik eines Spergulo-Corynephoretum agrostietosum capillaris, flechtenreiche Variante

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
Markierung	CI	CII	CIII	C	C
Datum	1994	1994	1994	2003	2004
Fläche (m <sup>2</sup> )	2	2	2	2	2
Bedeckung (%)	100	100	100	100	85
Artenzahl	17	19	19	9	19
<b>D1</b>					
Agrostis capillaris	4	2	3	5	2b
Hypnum cupressiforme	3	3	5	2b	2b

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
<i>Ornithopus perpusillus</i>	+	2	1	.	2a
<i>Jasione montana</i>	.	+	+	.	.
<b>d1</b>					
<i>Cladonia div. spec.</i>	3	2	2	.	.
<b>VC</b>					
<i>Corynephorus canescens</i>	4	4	4	.	+
<b>OC/KC</b>					
<i>Ceratodon purpureus</i>	3	2	2	1	1
<i>Rumex acetosella</i>	2	3	3	2	2b
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	1	2	2	.	1
<i>Polytrichum piliferum</i>	3	4	2	.	.
<i>Erodium cicutarium</i>	.	2	+	.	.
<i>Scleranthus perennis</i>	.	+	2	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	.	+	.	.	.
<i>Vicia lathyroides</i>	.	.	.	.	+
<b>Begleiter</b>					
<i>Luzula campestris</i>	+	2	1	2b	1
<i>Hieracium pilosella</i>	2	2	1	1	1
<i>Cytisus scoparius</i> juv.	2	1	1	.	+
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	1	1	2b
<i>Hypochaeris radicata</i>	+	.	.	.	2a
<i>Rhytidadelphus squarrosus</i>	+	.	.	.	1
<i>Conyza canadensis</i>	.	+	+	.	.
<i>Festuca ovina</i> agg.	.	+	+	.	.
<i>Cerasus spec.</i> Klg.	.	.	+	2m	.
<i>Vicia hirsuta</i>	.	.	.	+	+
<i>Polytrichum juniperum</i>	3	.	.	.	.
<i>Scleranthus annuus</i>	+	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i> juv.	+	.	.	.	.
<i>Bromus hordeaceus</i>	.	+	.	.	.
<i>Festuca rubra</i>	.	.	.	+	.
<i>Lamium purpureum</i>	.	.	.	.	1
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	.	1
<i>Viola arvensis</i>	.	.	.	.	1
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	+
<i>Plantago major</i>	.	.	.	.	+
<i>Stellaria media</i>	.	.	.	.	+

Aufnahmeorte: alle TK 5819, 349142/555251.

#### 6.4. Degeneration eines *Diantho deltoides-Armerium elongatae corynephorosum* Krausch 1967 (Beobachtungsfläche D)

Nach 10 Jahren ist auf der Fläche D eine deutliche Degeneration des *Diantho-Armerium* festzustellen (Tabelle 7). Ehemals die Gesellschaft charakterisierende Arten wie *Corynephorus canescens* oder *Armeria elongata* kommen auf der Fläche gar nicht mehr oder allenfalls mit Deckungsgraden < 1 % vor, die Bedeckung von *Agrostis vinealis* ist ebenfalls sehr stark zurückgegangen. Auch eine ganze Reihe typischer Begleiter wie

*Hieracium pilosella*, *Galium verum* und *Thymus pulegioides* sind ausgefallen oder wie *Achillea millefolium* stark zurückgegangen. Die durchschnittliche Anzahl von Arten in den Aufnahmeflächen sank von 33 Arten auf 26 Arten ab. Einige Klassencharakterarten wie *Erophila verna*, *Scleranthus perennis*, *Erophila verna* oder *Potentilla argentea* konnten sich jedoch neu ansiedeln, so dass die Vegetation von ihrer Artenzusammensetzung immer noch den Sandtrockenrasen zugeordnet werden kann. Einer Gesellschaft lassen sich die Bestände jedoch nicht mehr zuordnen. Allenfalls kann aufgrund der steten Vorkommen der Verbandscharakterarten *Ornithopus perpusillus* und *Filago minima* von einer Thero-Airion-Fragmentgesellschaft gesprochen werden.

Die Gründe für die deutliche Degeneration der Gesellschaft auf dieser Fläche sind in der starken Erholungsnutzung und den damit verbundenen Störungen zu sehen. Insbesondere konnten auf der Fläche Spuren von Tritt und Verdichtung der unterschiedlichsten Art nachgewiesen werden. So fanden sich abgebrannte Teelichte, die auf die Nutzung als Picknickplatz schließen ließen, Reifenspuren, die die Nutzung als Wendeplatz nahe legen, sowie Tritts Spuren von Pferden, die auf diese Weise ein eigens für sie angelegtes Springhindernis umgingen.

Die Vegetationsentwicklung der Beobachtungsfläche D belegt die Degeneration eines Diantho-Armerietum durch Trittbelastung sehr eindrücklich. Da auch bei anderen Beständen der Gesellschaft unter den genannten Belastungsfaktoren eine ähnliche Degeneration zu erwarten ist, kann die beschriebene Vegetationsentwicklung als exemplarisch gelten. Für die allgemeine Bestandsentwicklung der Gesellschaft auf dem Gailenberg ist sie jedoch nicht repräsentativ. Auf von Tritt unbelasteten und ungestörten Nachbarflächen hat sich die Gesellschaft im Vergleich zu 1994 sogar neu etablieren können.

Tabelle 7: Vegetationsdynamik eines Diantho-Armerietum

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
Markierung	DI	DII	DIII	D	D
Datum	1994	1994	1994	2003	2004
Fläche (m <sup>2</sup> )	3	8	6	9	9
Bedeckung (%)	100	100	100	98	95
Artenzahl	22	38	39	24	27
<b>VC Amerion elongatae</b>					
Armeria elongata	2	2	2	(+)	+
<b>OC/KC</b>					
Ceratodon purpureus	4	2	3	2a	2b
Rumex acetosella	3	2	3	1	1
Teesdalia nudicaulis	1	1	1	1	2b
Cerastium semidecandrum	+	+	2	2m	2a
Agrostis vinealis	4	3	3	1	.
Polytrichum piliferum	2	.	+	.	.
Erophila verna	.	.	.	2b	1
Scleranthus perennis	.	.	.	2m	2b
Potentilla argentea	.	.	.	1	1
Veronica arvensis	.	.	.	+	2a
Jasione montana	.	+	.	.	.
Myosotis ramosissima	.	+	.	.	.
Arabidopsis thaliana	.	.	+	.	.
Vicia lathyroides	.	.	+	.	.
Erodium cicutarium	.	.	.	.	+

Laufende Nummer	1	2	3	4	5
<b>VC Thero-Airion</b>					
<i>Ornithopus perpusillus</i>	.	1	1	1	1
<i>Filago minima</i>	.	.	.	+	1
<b>VC Corynephorion</b>					
<i>Corynephorus canescens</i>	3	3	3	.	.
<i>Spergula morisonii</i>	.	.	.	.	2a
<b>Begleiter</b>					
<i>Agrostis capillaris</i>	3	4	4	3	3
<i>Hypnum cupressiforme</i>	3	4	4	3	3
<i>Achillea millefolium</i>	2	2	2	+	1
<i>Poa pratensis</i>	1	2	2	+	2a
<i>Plantago lanceolata</i>	.	2	2	1	2b
<i>Polytrichum juniperum</i>	.	2	1	2a	2a
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	1	+	1	1
<i>Hieracium pilosella</i>	2	3	3	.	.
<i>Galium verum</i>	2	3	1	.	.
<i>Vicia angustifolia</i> s. str.	.	2	1	.	+
<i>Trisetum flavescens</i>	.	1	.	2a	3
<i>Scleranthus annuus</i>	.	.	+	1	1
<i>Festuca filiformis</i>	3	2	.	.	.
<i>Dicranella heteromalla</i>	2	1	.	.	.
<i>Quercus robur</i> juv.	2	1	.	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	.	2	.	.
<i>Cladonia</i> div. spec.	2	.	2	.	.
<i>Luzula campestris</i>	2	.	+	.	.
<i>Mnium affine</i>	+	+	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	2	2	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	2	1	.	.
<i>Thymus pulegioides</i>	.	1	1	.	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	1	+	.	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	1	+	.	.
<i>Potentilla reptans</i>	.	1	+	.	.
<i>Vicia hirsuta</i>	.	1	+	.	.
<i>Anchusa officinalis</i>	.	+	+	.	.
<i>Vicia angustifolia</i> subsp. <i>segetalis</i>	.	1	.	.	+
<i>Bromus hordeaceus</i>	.	.	.	1	1
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	1	1
<i>Spergularia rubra</i>	.	.	.	+	+
<i>Poa angustifolia</i>	3	.	.	.	.
<i>Rhynchospora squarrosa</i>	.	2	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	1	.	.	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	1	.	.	.
<i>Helictotrichon pubescens</i>	.	1	.	.	.
<i>Eryngium campestre</i>	.	.	2	.	.
<i>Apera spica-venti</i>	.	.	+	.	.
<i>Bromus sterilis</i>	.	.	+	.	.
<i>Bromus tectorum</i>	.	.	+	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	+	.	.
<i>Papaver dubium</i>	.	.	+	.	.

Aufnahmeorte: alle TK 5819, 349100/555284.

## 6.5. Sukzessionsverlauf einer Thero-Airion-Fragmentgesellschaft (Beobachtungsfläche E)

Nach 10 Jahren ungestörter Sukzession hat sich die Vegetation auf der Ackerbrache eindeutig zum *Diantho deltoides-Armerietum elongatae typicum* (Tabelle 3, Aufnahmen 4–8) entwickelt. Beide namengebenden Arten kommen mit hoher Stetigkeit auf der Fläche vor. Die Vegetation ist insgesamt geschlossener, artenreicher und höherwüchsig als vor zehn Jahren. Eine Weiterentwicklung der Brachevegetation über eine Regenerationsphase des *Corynephorum* mit Ackerwildkräutern zum *Corynephorum*, wie sie Berger-Landefeldt & Sukopp (1965) diskutierten, hat ebensowenig stattgefunden wie eine Ruderalisierung. Allenfalls deutet sich durch das Vorkommen von *Hypochaeris radicata* und *Luzula campestris* eine Entwicklung zu bodensauren Arrhenatheretalia-Gesellschaften an.

Insbesondere ist das Vorkommen von *Dianthus deltoides* auf der Fläche hervorzuheben. Die Art konnte 1994 zwar im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden, kam jedoch weder in der Vegetation noch in der Samenbank dieser Ackerfläche vor. Darüber hinaus kam die Art im gesamten Untersuchungsgebiet in keiner Aufnahme zusammen mit *Armeria elongata* vor. Sie ist damit nachweislich auf der Fläche neu eingewandert. Die Ausbreitung von *Dianthus deltoides* ist wahrscheinlich auf eine unregelmäßig stattfindende Schafbeweidung zurückzuführen. Während der Hanauer Teil des Gailenbergs mit Wissen der Unteren Naturschutzbehörde Main-Kinzig-Kreis beweidet wurde und mittlerweile gemeinsam mit dem Naturschutzgebiet „Amerikafeld und Schindkaute bei Steinheim“ in ein gebietsübergreifendes Beweidungskonzept eingebunden ist, fand im Mühlheimer Teil nach Angaben der Unteren Naturschutzbehörde Landkreis Offenbach keine genehmigte Schafbeweidung statt. Dennoch wurden auch in diesem Teil des Gailenbergs von der Autorin 1994 wiederholt Schafe gesehen.

## 7. Naturschutzaspekte

### 7.1. Rechtliche Grundlagen und aktuelle Situation

Trockenrasen und Binnendünen sind als Biototypen sowohl nach § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) vom 25. März 2002 als auch nach § 31 des Hessischen Naturschutzgesetzes (HENatG) vom 4. Dezember 2006 besonders geschützt und dürfen nicht zerstört oder sonstig erheblich oder nachhaltig beeinträchtigt werden.

Die Assoziationen *Spergulo-Corynephorum* und *Diantho-Armerietum* fallen zudem unter den in Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) aufgeführten Lebensraumtyp 2330 „Offene Grasflächen mit *Corynephorus* und *Agrostis* auf Binnendünen“, für den Schutzgebiete auszuweisen sind. Rennwald (2000) führt die Assoziation *Spergulo-Corynephorum* als eine in Deutschland zurückgehende Pflanzengesellschaft auf. Für Hessen liegen noch keine Daten über die Gefährdung der Assoziation vor. Rückschlüsse können jedoch mittels Angaben aus den benachbarten Bundesländern gezogen werden. In Thüringen (Westhus & al. 1993) wird das *Spergulo-Corynephorum* als vom Aussterben bedrohte Gesellschaft eingestuft, in Bayern

(Walentowski & al. 1991) und Nordrhein-Westfalen (Verbücheln & al. 1995) als stark gefährdet. Das Diantho-Armerietum listet Rennwald (2000) als in Deutschland gefährdete Pflanzengesellschaft auf. In Nordrhein-Westfalen (Verbücheln & al. 1995) wird die Gesellschaft als vom Aussterben bedroht, in Bayern (Walentowski & al. 1991) als stark gefährdet bis vom Aussterben bedroht eingestuft. Beide genannten Pflanzengesellschaften kommen auf und um den Gailenberg in sehr guter Ausprägung auf größeren Flächen vor.

Ferner kommen mit *Armeria elongata* und *Helichrysum arenarium* zwei Arten im Untersuchungsgebiet vor, die auf der Roten Liste der gefährdeten Arten Deutschlands (Korneck & al. 1996) stehen. Neben diesen sind sechs weitere – *Corynephorus canescens*, *Filago minima*, *Spergula morisonii*, *Teesdalia nudicaulis*, *Vicia lathyroides* und *Vulpia bromoides* – in der Roten Liste Hessens aufgeführt (Buttler & al. 1997, Hodvina & al. 1999). *Eryngium campestre*, *Jasione montana*, *Ornithopus perpusillus* und *Scleranthus perennis* gehen in Hessen merklich im Bestand zurück und wurden bereits in die Vorwarnliste aufgenommen. Darüber hinaus sind *Armeria elongata*, *Dianthus deltoides*, *Eryngium campestre* und *Helichrysum arenarium* nach BNatSchG vom 25. März 2002 beziehungsweise der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) vom 16. Februar 2005 besonders geschützte Pflanzenarten.

Der größere Teil des Gailenbergs gehört zur Stadt Mühlheim am Main, Kreis Offenbach, und ist dort Teil eines Landschaftsschutzgebiets. Der kleinere, östlichste Teil, etwa 6 ha, gehört seit der Gebietsreform 1974 zum Main-Kinzig-Kreis. Mit der Auflösung des Altkreises Offenbach hat sich auch der Schutzstatus dieses Bereiches geändert, der seit Dezember 1991 als Geschützter Landschaftsbestandteil ausgewiesen ist.

In unmittelbarer Umgebung des Gailenbergs wurden mehrere FFH-Gebiete vorgeschlagen. Etwa 1,5 Kilometer in nordwestlicher Richtung befindet sich das geplante Naturschutzgebiet „Donsenhard bei Mühlheim“ mit 19 ha Fläche. Das im Main-Kinzig-Kreis gelegene, bereits bestehende Naturschutzgebiet „Amerikafeld und Schindkaute bei Steinheim“ mit einer Größe von 16 ha ist etwa 1,3 Kilometer in östlicher Richtung entfernt. Beide Gebiete wurden aufgrund ihrer sandigen Flächen mit zahlreichen seltenen und gefährdeten Pflanzenarten und als kulturhistorisch bedeutende Streuobstwiesengebiete als FFH-Gebiete vorgeschlagen.

Das südwestlich gelegene, 7 ha große Naturschutzgebiet „Mayengewann von Lämmerpiel“, das einen artenreichen Eichenwald mit umgebenden extensiv genutzten Wiesen umfasst und aufgrund zahlreicher seltener Pflanzen- und Tierarten ebenfalls in die FFH-Vorschlagsliste aufgenommen wurde, ist 1,2 Kilometer entfernt. Ferner liegt nördlich des Gailenbergs das gelichfalls 1,2 Kilometer entfernte und 43 ha große Naturschutzgebiet „Oberwaldsee von Dietesheim“. Da die angegebenen Entfernungen von den gedachten Gebietsmittelpunkten gemessen wurden, sind die Entfernungen zwischen den Gebietsrändern noch geringer.

## 7.2. Vorschläge zum Erhalt des Gailenbergs und seiner Pflanzengesellschaften

Wie die vorliegende Untersuchung belegt, ist die flechtenreiche Variante des Spergulo-Coryneporetum typicum als ausgesprochen stabile Gesellschaft zu bezeichnen (siehe

auch Schröder 1989). Eine Etablierung gesellschaftsfremder Arten war in einem Zeitraum von 10 Jahren nicht festzustellen. Die Gesellschaft kann auf dem Gailenberg dauerhaft erhalten werden, sofern Beschattung und größere Bodenschädigungen beispielsweise durch Befahren mit Pferdekutschen vermieden werden. Rund um die schützenswerten Flächen auf der Dünenkuppe sollte, wie bereits 2003 geschehen, immer wieder ausgelichtet werden. Ein rein sandiges Wegstück, das unmittelbar über die Dünenkuppe führt, sollte erhalten werden. Die leichte Bodenerosion dieser lockeren Sande bietet immer wieder gute Keimungsbedingungen für *Corynephorus canescens* und scheint förderlich für den Erhalt der Gesellschaft zu sein.

Wie stark der Einfluss der Beschattung auf Silbergrasfluren ist, verdeutlicht die negative Veränderung des Spergulo-Corynephoretum in der Subassoziation von *Agrostis capillaris*, typische Variante. Die Veränderung in der Vegetationszusammensetzung wurde wahrscheinlich maßgeblich durch die zunehmende und bis zu den Pflegemaßnahmen im Herbst 2003 fast vollständige Beschattung der Flächen durch benachbarte Kiefern verursacht. Wichtigste Maßnahme zum Erhalt dieser Gesellschaft ist daher die Vermeidung von Beschattung, da Schatten die Keimungsetablierung von *Corynephorus canescens* limitiert (Jentsch & al. 2002).

Die Degeneration des Spergulo-Corynephoretum in der Subassoziation von *Agrostis capillaris*, flechtenreiche Variante, lässt sich nicht auf das Einwandern anderer Arten zurückführen. Die Artenverschiebung liegt vielmehr in einer deutlichen Verschlechterung der Keimungsbedingungen zahlreicher Koelerio-Corynephoretea-Arten begründet. Viele Arten waren 2003 in der Vegetation vollständig ausgefallen. Nach den im Herbst 2003 durchgeführten Pflegemaßnahmen konnten bereits im Frühjahr 2004 wieder einige charakteristische Arten nachgewiesen werden. Dies legt das Vorhandensein einer artenreichen und dauerhaften Samenbank nahe und bestätigt deren hohe Bedeutung für die Restitution von Sandtrockenrasengesellschaften. Eine Entwicklung zu einer Thero-Airion-Fragmentgesellschaft ist wahrscheinlich, sofern die Fläche durch Entfernung des Mahdguts weiter ausgehagert und auf eine Mulchung verzichtet wird. Um langfristig eine Weiterentwicklung zu einem Diantho-Armerietum zu ermöglichen, sollten die Flächen nicht gemäht, sondern sporadisch beweidet werden. Dem Schutz „ehemaliger“ Standorte und auch bereits degenerierter Bestände kommt eine hohe naturschutzfachliche Bedeutung zu.

Das Diantho-Armerietum kann nachweislich nicht nur als Folgegesellschaft der Silbergrasflur auf konsolidierten, basenarmen Standorten entstehen (Jaudes 2000), womit ja zwingend ein Verlust einer anderen, bedrohten und geschützten Pflanzengesellschaft verbunden ist. Vielmehr belegen die Untersuchungsergebnisse eine spontane Sukzessionsfolge beginnend von einer sandigen Ackerbrache über eine Thero-Airion-Fragmentgesellschaft hin zum Diantho-Armerietum. Damit kommt für den Erhalt dieser bedrohten Pflanzengesellschaft der spontanen Sukzession auf Ackerbrachen sowohl im Untersuchungsgebiet als auch allgemein eine große Bedeutung zu.

Mechanische Einwirkungen (Rennwald 2000) auf die Pflanzenbestände (Tritt, Lagern und Befahren) können als direkte und sehr gewichtige Gefährdungsursachen bestehender Bestände bestätigt werden. *Armeria elongata* reagiert auf Tritt sehr empfindlich. Wie nachgewiesen werden konnte, führt eine dauernde Belastung binnen Kürze zu einer vorübergehenden oder gar dauerhaften Degeneration der Gesellschaft. Eine Trittbelastung der Gesellschaft ist daher unbedingt zu vermeiden.

Von der Autorin wurden in 1994 auf den Flächen auf und um den Gailenberg wiederholt Schafherden gesichtet, obwohl der Mühlheimer Teil des Gailenbergs nach Auskunft der Unteren Naturschutzbehörde Landkreis Offenbach offiziell nicht beweidet wird. Die Beweidung hat jedoch einen sehr positiven Einfluss, der wahrscheinlich maßgeblich zur Ausbildung der Gesellschaft beigetragen hat. Zehm & al. (2002) belegen, dass Schafe in Sand-Ökosystemen bevorzugt Pflanzen mit relativ hohem Stickstoffgehalt fressen und eine Reihe sandspezifischer Arten wie *Helichrysum arenarium* sogar meiden. Die ebenfalls gefährdete, jedoch gern von Schafen gefressene *Armeria elongata* erfährt nach Beweidung eine erneute Blühinduktion. Die Beweidung spielte vermutlich auch bei der Etablierung von *Dianthus deltoides* eine wichtige Rolle. Eine Beweidung des gesamten Gailenbergs sollte daher toleriert werden, sofern sie nicht intensiv oder in Koppelhaltung durchgeführt wird. Eine Einbindung in die bereits genehmigten Beweidungskonzepte des Naturschutzgebiets „Amerikafeld und Schindkaute bei Steinheim“ und des FFH-Gebiets „Donsenhard bei Mühlheim“ ist wünschenswert.

Sowohl die Vegetation als auch die geographische Lage machen den Gailenberg zu einem unbedingt erhaltenswerten Biotopkomplex. Zwischen dem Rand der Binnendüne und der Grenze des geplanten Naturschutzgebiets „Donsenhard bei Mühlheim“ liegt nur ein knapper Kilometer. In diesem Kilometer befinden sich viele kleinere mit Sandtrockenrasen bestandene Flächen an Wegrändern, Kiefernwälder auf sandigen Böden sowie die als ausgesprochen wertvoll einzustufende, mit dem Diantho-Armerietum bewachsene ehemalige Ackerfläche. Die Grenze des bestehenden Naturschutzgebiets „Amerikafeld und Schindkaute bei Steinheim“ ist ebenfalls nur einen knappen Kilometer entfernt. Die aktuellen Schutzkonzepte werden der jetzigen Situation noch nicht gerecht. Eine Erweiterung des bestehenden Schutzkonzepts ist unbedingt sinnvoll. Eine Ausweisung des gesamten Sand-Biotopkomplexes von der Bebauungsgrenze Gewerbegebiet Mühlheim (Donsenhard) über den Gailenberg zum Naturschutzgebiet „Amerikafeld und Schindkaute bei Steinheim“ als Naturschutzgebiet oder FFH-Gebiet wäre der richtige Schritt zur Sicherstellung eines ökologisch hochwertigen Lebensraumkomplexes vieler gefährdeter Tier- und Pflanzenarten.

## 8. Literatur

- Bank P., F. Bemberlein-Lux & H. J. Böhmer 2002: Übertragung von Sandmagerrasen durch Soden, Diasporenbank oder Heuauftrag? – Naturschutz Landschaftspl. Zeitschr. Angew. Ökol. **34**, 60–66, Stuttgart.
- Bargon E. 1984a: Bodenkarte von Hessen 1:25000 Blatt 5819 Hanau. – Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden. 1 Karte.
- Bargon E. 1984b: Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000 Blatt 5819 Hanau. – Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden. 117 S.
- Berger-Landefeldt U. & H. Sukopp 1965: Zur Synökologie der Sandtrockenrasen, insbesondere der Silbergrasflur. – Verhandl. Botan. Ver. Prov. Brandenburg **102**, 41–98, Berlin.
- Bergmeier E. 1987: Magerrasen und Therophytenfluren im NSG „Wacholderheiden bei Niederlemp“ (Lahn-Dill-Kreis, Hessen). – Tuexenia, Mitt. Florist.-Soziolog. Arbeitsgem., Neue Serie **7**, 267–293, Göttingen.
- Binot M., R. Bless, P. Boye, H. Gruttke & R. Pretscher 1998: Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schriftenreihe Landschaftspfl. Natursch. **55**, 1–434, Bonn-Bad Godesberg.
- Bohn P. 2001: Landschaftsökologische Untersuchung des südhessischen Streuobstgebietes „Gailenberg“ – Bestandsaufnahme Flora/Vegetation und Avifauna, Bewertung und Vorschläge für ein Biotopmanagement. – Vogel Umwelt **12**, 3–31, Wiesbaden.

- Braun-Blanquet J. 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, 3. neu bearb. u. wesentl. verm. Auflage. – Springer, Wien & New York. 865 Seiten.
- Burrichter E., R. Pott, T. Raus & R. Wittig 1980: Die Hudelandschaft „Borkener Paradies“ im Emstal bei Meppen. – Abhandl. Landesmus. Naturk. Münster Westfalen **42**, 1–69, 1 Karte, Münster.
- Buttler K. P., A. Frede, R. Kubosch, T. Gregor, R. Hand, R. Cezanne & S. Hodvina 1997: Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens, 3. Fassung. – Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Wiesbaden „1996“. 152 Seiten.
- BVNH (Hrsg.) 1992: Magerrasenschutz. Ergebnisse der Tagung „Schutz hessischer Magerrasen“ am 15. Juni 1991 in der Philipps-Universität Marburg. – Bot. Natursch. Hessen Beih. **4**, 160 Seiten, Frankfurt am Main.
- Christiansen U. 2000: Zur Bedeutung der Stickstoffversorgung für den Sukzessionsverlauf von sandig-trockenen Ackerbrachen zu Sandmagerrasen. – Diss. Botan. **329**, 143 Seiten, Berlin & Stuttgart.
- Dengler J. 1994: Flora und Vegetation von Trockenrasen und verwandten Gesellschaften im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. – Gleditschia **22**, 179–321, Berlin.
- 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. Botan. **110**, 234 Seiten, Berlin & Stuttgart.
- Goebel W. 1995: Die Vegetation der Wiesen, Magerrasen und Rieder im Rhein-Main-Gebiet. – Diss. Botan. **237**, [1-11], 456, [1-76], 12 Tabellen, Berlin & Stuttgart.
- Gregor T. 1992: Hessische Magerrasen. – Bot. Natursch. Hessen, Beih. **4** [Magerrasenschutz. Ergebnisse der Tagung „Schutz hessischer Magerrasen“ am 15. Juni 1991 in der Philipps-Universität Marburg], 50–64, Frankfurt am Main.
- Gregor T. 2001: Acidophile schafschwengelreiche Magerrasen im osthessischen Bundsandsteingebiet. – Bot. Natursch. Hessen **13**, 5–19, Frankfurt am Main.
- Hanf M. 1990: Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und Samen. 3., überarb. Auflage – BLV, München. 496 Seiten.
- Herrmann-Borchert S. 1985: Zwergstrauchheiden und Magerrasen im Bereich der Reinhäuser Buntsandsteinplatte (Landkreis Göttingen). – Tuexenia, Mitt. Florist.-Soziolog. Arbeitsgem., Neue Serie **5**, 151–167, 1 Tabelle, Göttingen.
- Hodvina S., K. P. Buttler & T. Gregor 1999: Nachträge zur „Roten Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens“. Erste Folge. – Bot. Natursch. Hessen **11**, 95–103, Frankfurt am Main.
- Jaudes B. 2000: Sandtrockenrasen – Überblick der im Rahmen der Hessischen Biotopkartierung (HB) erfassten Sandtrockenrasen. – Jahrbuch Natursch. Hessen **5**, 93–106, Zierenberg.
- Jentsch A., W. Beyschlag, W. Nezadal, T. Steinlein & W. Weiß 2002: Bodenstörung – treibende Kraft für die Vegetationsdynamik in Sandlebensräumen. – Natursch. Landschaftspl. Zeitschr. Angew. Ökol. **34**, 37–44, Stuttgart.
- Kirmer A., G. Jünger & S. Tischew 2002: Initiierung von Sandtrockenrasen auf Böschungen im Braunkohletagebau Goitsche. – Natursch. Landschaftspl. Zeitschr. Angew. Ökol. **34**, 52–59, Stuttgart.
- Klausing O. 1974: Die Naturräume Hessens mit einer Karte der naturräumlichen Gliederung im Maßstab 1:200000. – Schr. Hess. Landesanst. Umwelt [ohne Nummer], 86 Seiten, 1 Karte, Wiesbaden.
- Klemm G. 1970: Die Pflanzengesellschaften des nordöstlichen Unterspreewald-Randgebietes. – Verhandl. Botan. Ver. Prov. Brandenburg **107**, 3–28, Berlin.
- Knapp R. 1978: Trockenrasen und Therophyten-Fluren auf Kalk-, Sand-, Grus- und Schwermetall-Böden im mittleren Hessen. – Oberhess. Naturwissenschaftl. Zeitschr. **44**, 71–91, Giessen.
- Korneck D. 1974: Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten. – Schriftenreihe Vegetationsk. **7**, 1–196, 158 Tabellen, Bonn-Bad Godesberg.
- Korneck D., M. Schnittler & I. Vollmer 1996: Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (*Pteridophyta* et *Spermatophyta*) Deutschlands. – Schriftenreihe Vegetationsk. **28**, 21–187, Bonn-Bad Godesberg.
- Krausch H.-D. 1968: Die Sandtrockenrasen (Sedo-Scleranthetea) in Brandenburg. – Mitt. Florist.-Soziolog. Arbeitsgem., Neue Folge **13**, 71–100, 10 Tabellen, Todenmann über Rinteln.
- Krolupper N. & A. Schwabe 1998: Ökologische Untersuchungen im Darmstadt-Dieburger Sandgebiet (Süd-hessen): Allgemeines und Ergebnisse zum Diasporen-Reservoir und -Niederschlag. – Bot. Natursch. Hessen **10**, 9–39, Frankfurt am Main.
- Lipser H. 1950: Die Silbergrasfluren am unteren Main. – Volk Scholle **22**, 65–70, Darmstadt.
- Meyen E. & J. Schmithüsen 1962: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands Band I. – Bundesanst. Landeskunde, Remagen. 609 Seiten.

- Rennwald E. 2000: Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Schriftenreihe Vegetationsk. **35**, 1–799, Bonn-Bad Godesberg.
- Schröder E. 1989: Der Vegetationskomplex der Sandtrockenrasen in der Westfälischen Bucht. – Abhandl. Westfäl. Museums Naturk. **51(2)**, 1–94, 10 Tabellen.
- Schwabe A., C. Storm, M. Zeuch, H. Kleine-Weischede & N. Krolupper 2000: Sandökosysteme in Südhessen: Status quo, jüngste Veränderungen und Folgerungen für Naturschutz-Maßnahmen. – Geobotan. Kolloq. **15**, 25–45, Frankfurt am Main.
- Spilger L. 1928: Die Pflanzenwelt des Bergsträßer Sandgebietes. – Notizblatt Ver. Erdk. Hess. Geolog. Landesanst. Darmstadt **5**, 146–162, Darmstadt.
- Storm C., I. Herget, J. & B. Vormwald 1998: Nährstoffökologische Untersuchungen im Darmstadt-Dieburger Sandgebiet in (teilweise ruderalisierten) Sandpionierfluren und -rasen. – Bot. Natursch. Hessen **10**, 41–85, Frankfurt am Main.
- Verbücheln G., D. Hinterlang, A. Pardey, R. Pott, U. Raabe & K. Van de Weyer 1995: Rote Liste der Pflanzengesellschaften in Nordrhein-Westfalen. – Schriftenreihe Landesanst. Ökol., Raumordn. Forsten/Landesamt Agrarordn. Nordrhein-Westfalen **5**, 1–318, Recklinghausen.
- Volk O. H. 1931: Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der Oberrheinischen Tiefebene. – Zeitschr. Bot. **24**, 81–185, Jena.
- Walentowski H., B. Raab & W. A. Zahlheimer 1991: Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften. III. Außer-alpine Felsvegetation, Trockenrasen, Borstgrasrasen und Heidekraut-Gestrüppe, wärmebedürftige Saumgesellschaften. – Ber. Bayer. Botan. Ges. Erforsch. Heim. Flora **Beih. 2 Band 62**, 1–63, München.
- Weidner E. 1990: Bodenkarte der nördlichen Oberrheinebene 1:50000 Nordteil. – Hess. Landesamt Bodenfor-schung, Wiesbaden. 1 Karte auf 2 Blättern.
- Westhus W., W. Heinrich, S. Klotz, H. Korsch, R. Marstaller, S. Pfützenreuter & R. Samietz 1993: Die Pflanzengesellschaften Thüringens. – Naturschutzrep. **6**, 1–257, Jena.
- Zehm A., C. Storm, M. Nobis, S. Gebhardt & A. Schwabe 2002: Beweidung in Sand-Ökosystemen – Konzept eines Forschungsprojektes und erste Ergebnisse. – Natursch. Landschaftspl. Zeitschr. Angew. Ökol. **34**, 67–73, Stuttgart.