

## Zur Situation der südhessischen Populationen des Sand-Zwerggrases (*Mibora minima*)

Simon Dietmann, Ralph Mangelsdorff & Thomas Hickler

**Zusammenfassung:** Die Bestände des in Deutschland stark gefährdeten Sand-Zwerggrases *Mibora minima*, für deren Erhalt das Land Hessen eine besondere Verantwortung trägt, gehen seit vielen Jahren zurück. In dieser Arbeit wurden als Beitrag zum Artenhilfsprogramm der Botanischen Vereinigung für Naturschutz in Hessen (BVNH) die noch vorhandenen Populationen erfasst sowie die botanischen und edaphischen Gegebenheiten an den Standorten untersucht. Dabei wurde durch Vergleich von Flächen mit und ohne Bewuchs des Zwerggrases der Frage nachgegangen, ob und inwieweit die Verbreitung der Art durch die Beschaffenheit und Nährstoffversorgung des Bodens bestimmt wird.

Es wurde ein weiterer deutlicher Rückgang der südhessischen Populationen um etwa 60 % seit 1999 festgestellt, der am stärksten die Standorte um Mörfelden-Walldorf betrifft. Dagegen haben sich die Bestände bei Rüsselsheim-Königstädten möglicherweise durch Pflegemaßnahmen stabilisiert. Ein bestimmender Einfluss edaphischer Parameter auf die Verteilung der Art innerhalb der kalkfreien Flugsande konnte nicht festgestellt werden. Der indigene floristische Status der Art wird in Frage gestellt und stattdessen ihre Einstufung als Epökophyt westmediterraner Herkunft angenommen.

### Populations of the Early Sand Grass (*Mibora minima*) in Southern Hesse (Germany)

**Summary:** Populations of the Early Sand Grass (*Mibora minima*), a species that is highly endangered in Germany, have been declining for many years. The state of Hesse has the specific responsibility for conservation of this species. Contributing to a program for supporting endangered species that is managed by the Botanische Vereinigung für Naturschutz in Hessen (BVNH), this study recorded the remaining populations and analyzed the botanical and edaphic conditions at their locations. A comparison of adjacent areas with and without populations of the Early Sand Grass was used to investigate the extent to which the distribution of this species is determined by soil characteristics and nutrients.

A further decline of approximately 60 % was noted for the populations in southern Hesse, especially at sites in the vicinity of Mörfelden-Walldorf. In contrast, the populations in Rüsselsheim-Königstädten may have stabilized due to conservation measures. No decisive influences of edaphic parameters on the distribution of this species in areas of lime-free aeolian sands were detected. The indigenous floristic status of the species is questioned, and hence classification as an epiphyte of western Mediterranean origin is suggested.

Simon Dietmann, Günthersburgallee 1, 60316 Frankfurt am Main; simon.dietmann@waldgarten.net

Ralph Mangelsdorff, Goethe-Universität Frankfurt, Biologikum, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Abteilung Mykologie, Max-von-Laue-Straße 13, 60438 Frankfurt am Main; mangelsdorff@bio.uni-frankfurt.de

Thomas Hickler, Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre (BiK-F) & Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Physische Geographie, Altenhöferallee 1, 60438 Frankfurt/Main; thomas.hickler@senckenberg.de

## 1. Einleitung

An Sand-Ökosysteme gebundene Arten des Binnenlandes sind in ihrem Bestand besonders bedroht (Schwabe & Kratochwil 2009: 237). Die Botanische Vereinigung für Naturschutz in Hessen (BVNH e. V.) betreibt seit 1998 Artenhilfsprogramme für Pflanzenarten, die in der besonderen Verantwortlichkeit des Landes Hessen stehen. Ein solches Artenhilfsprogramm besteht seit dem Jahr 1999 für das in Hessen und deutschlandweit stark gefährdete Zwerggras *Mibora minima*, dessen letzte größere Vorkommen in den Flugsandgebieten im Süden des Bundeslandes zu finden sind (Hodvina & Buttler 2002: 106).

In Rahmen dieser Arbeit soll neben einer Bestandsaufnahme eine genauere Charakterisierung der verbliebenen südhessischen Standorte von *M. minima* gegeben werden. Dazu kamen vor allem boden- und vegetationsgeographische Methoden zum Einsatz. Es wurde der Frage nachgegangen, inwieweit die Verteilung von Populationen von *M. minima* durch unterschiedliche Gehalte von Phosphat, Gesamtstickstoff und Kalium sowie organischem Kohlenstoff im Boden erklärt werden kann. Daneben wurden der Kalkgehalt, der pH-Wert der Bodenlösung sowie, wegen ihrer großen Bedeutung für den Wasser- und Nährstoffhaushalt der Böden, die Zusammensetzung der Korngrößenfraktionen untersucht.

Weiter wurden Angaben zur Soziologie der Art für das Untersuchungsgebiet überprüft und es wurde den Fragen nachgegangen, ob sich angesichts der anthropogenen Landschaftsdynamik Verschiebungen ergeben haben und ob eine mögliche Ruderalisierungstendenz auf den *Mibora*-Flächen, wie sie nicht zuletzt durch luftbürtige Eutrophierung gefördert werden kann (Storm & al. 1998: 45f.) festzustellen ist. Die Untersuchungen sind auch relevant für den floristischen Status des Zwerggrases.

## 2. Material und Methoden

### 2.1. Das Sand-Zwerggras (*Mibora minima*)

Das Zwerggras oder Sand-Zwerggras *M. minima* ist einjährig und winterannuell. Die dünnen, unverzweigten Halme wachsen meist 2–10 cm, gelegentlich auch bis 15 cm hoch. Die ährige Infloreszenz wird etwa 0,5–3 cm lang und weist zur Blütezeit eine charakteristische violette Färbung auf. Die Pflanzen keimen im Spätsommer bis Herbst (Pemadasa & Lovell 1975: 42ff.), überdauern den Winter als „kleine dichte Büschel“ (Lobin 2010), die dann im Frühjahr, meist von Februar bis April oder Mai, bei günstiger Witterung auch schon ab Dezember blühen und wenige Wochen darauf die Früchte austreuen. Die Chromosomenzahl beträgt  $2n = 14$ . Die Art besiedelt warme, sonnige Standorte mit milden Wintern und kalkarmen, sandigen Böden (Conert 1985).



Abb. 1: *Mibora minima* im März 2015 auf der Apfelbachdüne bei Weiterstadt-Gräfenhausen.

Das Zwerggras kommt in Mitteleuropa im Wesentlichen in zwei Biotoptypen vor, deren Benennung hier Haeupler & Muer (2007: 16ff.) folgt. Dies sind einerseits die zu den Sand-Magerrasen gehörenden Silbergrasfluren offener Flugsande (Verband *Corynephorion canescentis*), andererseits findet man es in Ackerbeikrautfluren, und zwar vor allem in ihren Ausprägungen als Lämmersalatäcker oder als sommerwarme Sandäcker des Tieflandes (Haeupler & Muer 2007: 641; bei Oberdorfer 2001 *Arnoseridenion minimae* oder *Digitario-Setarienion*). Daneben wurde die Art auch in Rasenlücken des *Jurineo-Koeletrietum glaucae* beobachtet (Korneck 1974: 40). Die Art wird übereinstimmend als sehr selten bezeichnet (Ellenberg 2001: 122, Conert 1985, Lobin 2010). Bezüglich der Abundanz werden unterschiedliche Angaben gemacht: Während Ellenberg (2001: 122) die Vorkommen von *M. minima* als vereinzelt bezeichnet, beschreiben andere Autoren die Art als „gesellig“ (Conert 1985) oder ihr Auftreten als „massenhaft“ (Lobin 2010). Das Sand-Zwerggras hat seinen Verbreitungsschwerpunkt in Westeuropa von der Westhälfte der Iberischen Halbinsel und Frankreichs bis zum Ärmelkanal (Jäger 1970: 69f.; Conert

1985). Einzelne Vorkommen finden sich auch noch auf den Britischen Inseln, in Norditalien und Apulien, in Griechenland und in der Republik Moldau sowie in Algerien. Keine bestätigten Meldungen gibt es aus Ostmitteleuropa, dagegen existiert die Art synanthrop in Holland und breitet sich als Adventivpflanze an einigen Standorten in den USA und Australien aus. Das Zwerggras kommt nur in der Ebene und in der Hügelstufe vor (Conert 1985; BfN 2015; GBIF 2018).

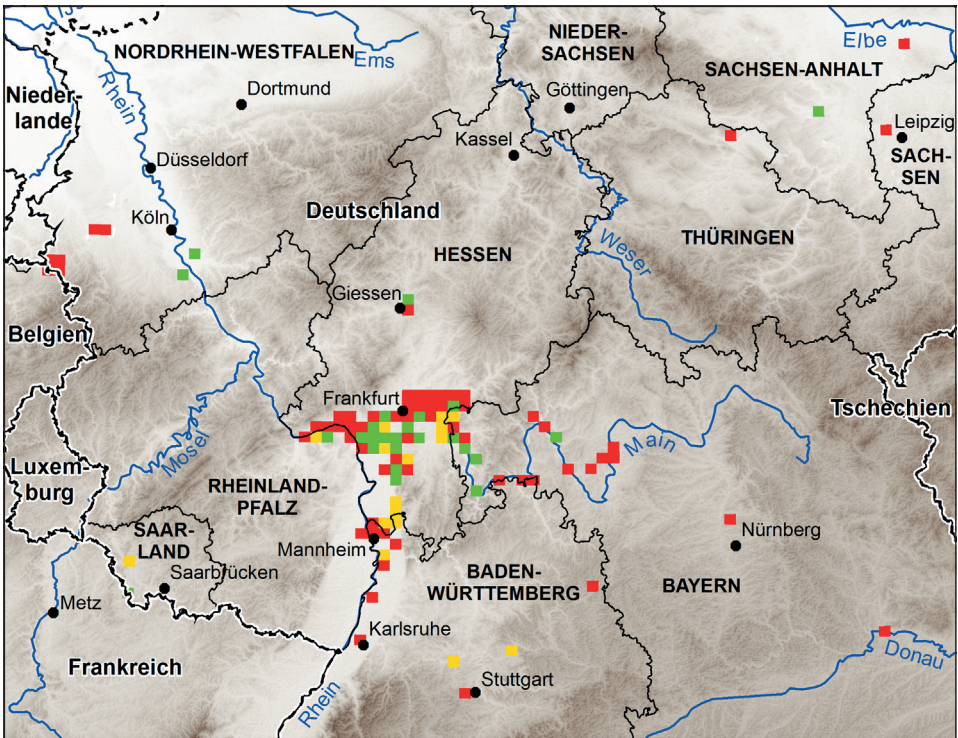


Abb. 2: Verbreitung von *Mibora minima* nach Messtischblatt-Quadranten in Deutschland; grün: Fundorte nach 1980, orange: 1950–1979, rot: vor 1950 (nach BfN 2015). – Distribution of *Mibora minima* in Germany based on TK25 grids (according to BfN 2015); green: after 1980, orange: 1950–1979, red: before 1950.

Die Vorkommen in Deutschland sind, wie die Verbreitungsdaten (BfN 2015) erkennen lassen, als ein isoliertes Teilareal aufzufassen. Sie konzentrieren sich vor allem in den Sandgebieten des nördlichen Oberrheingraben sowie in der Untermainebene (Abb. 2). Populationen in Baden und der Pfalz gelten als erloschen, einzelne Funde wurden auch aus Unterfranken bekannt. Daneben existieren zahlreiche Meldungen vorübergehender synanthroper Vorkommen, etwa aus Sachsen-Anhalt oder aus der Kölner Bucht (BfN 2015; Hodvina & Buttler 2002: 92; Conert 1985). Hodvina und Buttler (2002) erarbeiteten eine umfassende Aufstellung ehemaliger und aktueller Standorte in Hessen, auf die sich diese Arbeit stützt.

*M. minima* gilt als „zentral-europaweit vom Aussterben bedroht“ (BfN 2015). Auf den Roten Listen der gefährdeten Pflanzen sowohl Deutschlands als auch Hessens ist die Art als besonders gefährdet (Stufe 2) und als so genannte Verantwortungsart eingestuft (Hemm & al. 2008: 19, 77; Korneck & al. 1996: 96). Auch in der Region Hessen Südwest gilt die Art als stark gefährdet. Sie ist jedoch nicht in Anl. 1 BArtschVO als besonders geschützte Art gelistet. Die Ursachen für diese Gefährdung sind einerseits der Rückgang der Silbergras-Pioniergesellschaften durch Nutzungsaufgabe oder Extensivierung (und Aufforstung, die aber für die südhessischen Bestände von *M. minima* nicht relevant ist). Die Acker-Beikrautfluren andererseits sind bedroht durch die zunehmende Industrialisierung und Intensivierung der Landwirtschaft (Schwabe & Kratochwil 2009: 235f.). Für die bekannten Fundorte des Sand-Zwerggrases bedeutet dies konkret:

- 1) Durch Nutzungsintensivierung in Form vermehrter Düngung und veränderter Bodenbearbeitung wird die Eignung des Standortes für die Art herabgesetzt (Hodvina & Buttler 2002: 113).
- 2) Durch Nutzungswandel kann es ebenfalls zu einem Verlust von Standorten kommen. Zu nennen sind hier besonders der Wechsel der Ackerkultur (etwa der intensive Anbau von Sonderkulturen), die Nutzung der Flächen als Kleingärten und vor allem die Bebauung (Hodvina & Buttler 2002: 113, Buttler 2014).
- 3) Bei Nutzungsaufgabe schließt sich die Grasnarbe und *M. minima* wird durch konkurrenzstärkere Arten verdrängt. Auch die Verdichtung des Bodens und, in einigen Fällen, die Gehölzsukzession, spielen hierbei eine Rolle (Hodvina & Buttler 2002: 113, Buttler 2014).
- 4) Auch durch ungeeignete Pflegemaßnahmen kann es zu einer für das Sand-Zwerggras nachteiligen Veränderung der Standortbedingungen kommen, wenn, wie im Fall der Schwanheimer Population, durch Schafbeweidung verbissresistente perennierende Arten gefördert werden (Buttler 2005: 24f.). Dabei sind kleinere Populationen von windbestäubten annualen Pflanzen wie *M. minima* in besonderer Gefahr, sobald eine kritische Bestandsgröße unterschritten wird, weil die Bestäubung und somit die Fortpflanzung der Individuen nicht mehr gesichert ist oder aufgrund des zu geringen Genpools eine Inzuchtdepression droht (Frankham & al. 2002: 254ff.).

## 2.2. Das Untersuchungsgebiet

Die hier untersuchten Flächen befinden sich in den Flugsandgebieten des nördlichen Oberrheingraben, wo die Art ihren mitteleuropäischen Verbreitungsschwerpunkt hat. Aus praktischen Gründen erfolgt hier eine Beschränkung auf den innerhalb der Grenzen Hessens befindlichen Anteil dieses Areals, womit der größte Teil aller in Betracht kommenden Flächen erfasst wird (Abb. 3).

Als Substrate finden sich mittel- bis grobkörnige, meist kalkfreie Flugsande in den Gebieten der Mainsedimente und des Sprendlinger Horstes, während im Bereich der Bergstraße feinkörnige und kalkhaltige Sande abgelagert wurden (Becker 1967: 5), die jedoch heute meist oberflächlich entkalkt sind. Auffällig ist das weitgehende Fehlen von Löss (Malten

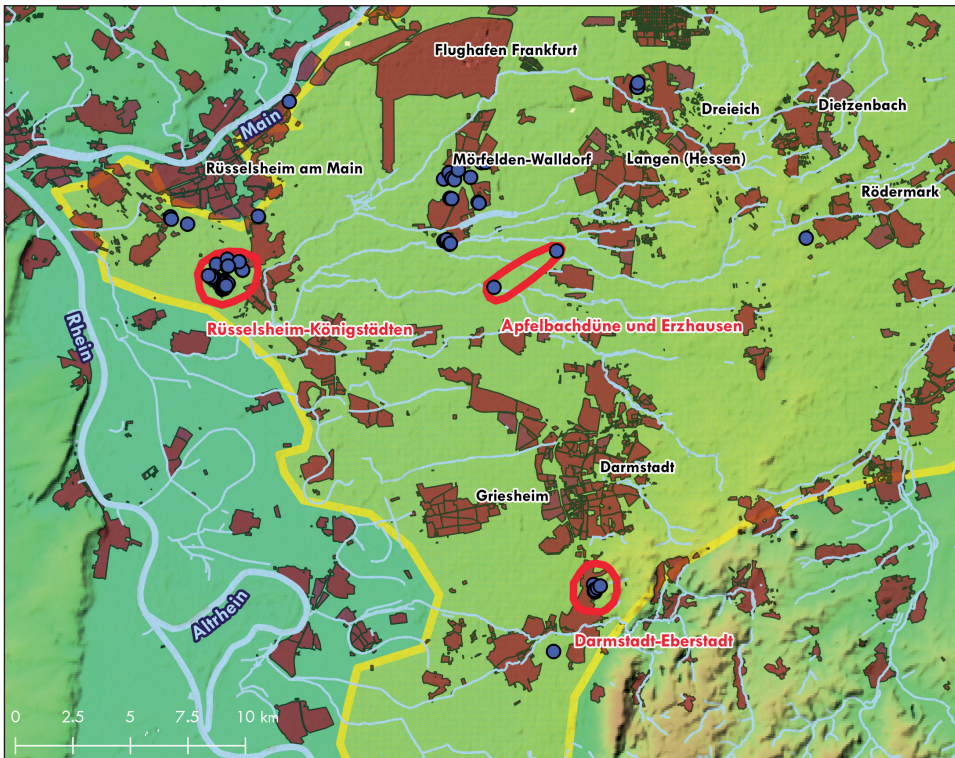


Abb. 3: Rot umrandet: Lage der Untersuchungsgebiete für Beprobungen und Vegetationsaufnahmen; gelb umrandet: ungefähre Ausdehnung der Böden aus Flugsand; blaue Punkte *Mibora minima* nach Hodvina & Buttler (2002). – Red outline: survey areas for sampling and documentation of vegetation; yellow outline: approximate distribution of area with drifted sand; blue dots: *Mibora minima* according to Hodvina & Buttler (2002).

& al. 2002 1–11f.; Becker 1967: 15ff.). Das Untersuchungsgebiet gliedert sich im Wesentlichen in die Untermainebene als Teil des Rhein-Main-Tieflandes sowie die Hessische Rheinebene und die Nördliche Oberrheinniederung als Teile des Nördlichen Oberrheintieflandes im Sinne der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands (Meynen & al. 1962). Als einziger rechtsmainischer Teil schließt sich nordöstlich das Wilhelmsbad-Wolfgang-Flugsandgebiet an.

Der nördliche Oberrheingraben ist, bedingt durch die nach Süden offene Beckenlage, als klimatischer Gunstraum zu bezeichnen. Die Jahresdurchschnittstemperatur am Frankfurter Flughafen liegt mit 10,5 °C etwa 1,7 °C über dem hessischen Durchschnitt. Die jährliche Niederschlagssumme liegt hier bei 629 mm, was deutlich unter dem Mittelwert von 812 mm für das gesamte Bundesland liegt (DWD 2015).

Bezüglich der Vegetation besteht eine deutliche Differenzierung der verschiedenen Landschaftsräume des Untersuchungsgebietes: Im Gegensatz zur Untermainebene und dem Messeler Hügelland ist das Hessische Ried nur zu 20 % mit Wald bedeckt, der sich vor allem in den Rheinauen und um den Frankfurter Flughafen findet. Im Übrigen dominiert Ackerbau in Form von Getreideanbau sowie Sonderkulturen (Singer 2006: 11f.). Entlang

des Mains breiten sich die hoch verdichteten Siedlungsflächen des Ballungsraumes Frankfurt-Rhein/Main aus. Im Übrigen findet sich ein Mosaik aus verschiedenen Nutzungen (Klausing 1988: 13f.). In Teilen des Untersuchungsgebietes kam es in der Vergangenheit zu einer Absenkung des Grundwassers durch die Begradigung und in der Folge die Eintiefung des Rheins im 19. Jahrhundert und durch zunehmende Wasserentnahme nicht zuletzt zur Bewässerung von Sonderkulturen seit den 1950er Jahren.

Nach einer Vorerkundung zur Blütezeit von *M. minima* in der dritten Märzwoche 2015 wurden als Schwerpunktbereiche der Untersuchung die folgenden ausgewählt:

1. Ein extensiv genutztes Streuobstareal östlich von Rüsselsheim-Königstädten. In der Vergangenheit wurde auf vielen der in Streubesitz befindlichen Flächen die Vegetationsdecke regelmäßig durch Fräsen entfernt (siehe dazu auch Kapitel 4), so dass immer wieder gute Bedingungen für Pionierarten wie *M. minima* entstanden. Dies wird als Artenschutzmaßnahme für das Zwerggras seit 2013 von der unteren Naturschutzbehörde in Zusammenarbeit mit der Rüsselsheimer Sektion des Naturschutzbundes Deutschland e. V. (NABU) durchgeführt (J. Sander, Mitteilung).
2. Das Gebiet um Mörfelden und Walldorf, das 2002 noch einen Schwerpunkt der *Mibora*-Populationen darstellte, die sich vorwiegend auf Grünland- und Gartengrundstücken befanden (Hodvina & Butler 2002: 108f.). Vorherrschende Nutzungen sind hier Streuobstwiesen sowie Bebauung, die teilweise neueren Datums ist.
3. Der Übergang des Darmstädter Ortsteiles Eberstadt zum angrenzenden FFH-Gebiet Prinzenberg und Eichwald. Die Standorte der gemeldeten Vorkommen (Hodvina & Buttler 2002) befinden sich in diesem Bereich auf Streuobstwiesen sowie auf öffentlichen Grünflächen und einem Bolzplatz in der Nähe einer Schule. Viele Flächen sind in den letzten Jahrzehnten auch in diesem Gebiet bebaut worden.
4. Bei Weiterstadt-Gräfenhausen führen die Stadt Weiterstadt, der Landkreis Darmstadt-Dieburg und die Ökoagentur Hessen in Zusammenarbeit mit einer Arbeitsgruppe des Fachbereiches Biologie der Technischen Universität Darmstadt ein Restitutions- und Forschungsprojekt zur Wiederherstellung der Apfelbachdüne durch, in deren Westteil sich eine weitere bekannte Population des Zwerggrases befindet.

### 3. Feld- und Labormethoden

Alle 64 von Hodvina & Buttler (2002) sowie weitere fünf von Buttler (2014) ermittelten hessischen Standorte von *M. minima* und ihre Umgebung wurden zwischen Anfang März und Anfang Juni 2015 aufgesucht. Die Individuenzahlen wurden dabei ausgezählt oder überschlägig durch Multiplikation gezählter Flächeneinheiten mit der Gesamtfläche ermittelt. Auf sechs dieser Flächen sowie auf sechs Vergleichsflächen ohne *Mibora* wurden Bodenproben zur Laboranalyse genommen und Bodenprofile erbohrt. Die Auswahl der Vergleichsflächen erfolgte im Gelände auf der Grundlage der Kriterien räumliche Nähe sowie weitgehende Ähnlichkeit in Bezug auf Bewuchs, Substrat, Nutzung, Feuchte und Beschattung. Auf diesen und neun weiteren Flächen wurden Vegetationsaufnahmen durchgeführt.

### 3.1. Gelände

In den nach der Vorexkursion ausgewählten Schwerpunktbereichen wurde für die Beprobung und Analyse eine repräsentative Auswahl an Flächen mit Vorkommen von *M. minima* sowie von Vergleichsflächen in der Umgebung getroffen (Abb. 4; auf der als *Mibora*-frei ausgewählten Fläche DAE2 wurden im weiteren Verlauf noch zwei Individuen gefunden). Insgesamt zwölf Flächen, davon die Hälfte ohne *M. minima*, wurden für Vegetationsaufnahmen, Profilbohrungen und Bodenbeprobungen ausgewählt, davon sechs bei Königstädten in den Gewannen Kuhweide und Tiefgewann, zwei bei Darmstadt-Eberstadt und vier auf der Apfelbachdüne bei Gräfenhausen.

Unter denselben Gesichtspunkten wurden weitere Flächen für Vegetationsaufnahmen ausgewählt. Folgende Abkürzungen werden verwendet: RTG (Rüsselsheim Tiefgewann), RKW (Rüsselsheim Gewann Kuhweide), RAW (Rüsselsheim Gewann Astheimer Weg), ABD (Apfelbachdüne bei Gräfenhausen), DAE (Darmstadt-Eberstadt), RPE (Reitplatz Erzhausen). Ein nachgestelltes „v“ kennzeichnet nicht beprobte Standorte, an denen lediglich Vegetationsaufnahmen durchgeführt wurden. Ein nachgestelltes „m“ oder „o“ steht für Standorte mit oder ohne Zwerggras-Vorkommen.

Zur Erfassung des floristischen Bestandes wurden auf den Untersuchungsflächen quadratische Flächen von 2×2 m abgegrenzt, die durch eine weitgehend homogene Vegetationsdecke gekennzeichnet waren. Auf diesen wurden in Vegetationsaufnahmen die vorhandenen Gefäßpflanzen-Sippen möglichst vollständig erfasst. Die Artmächtigkeit wurde dabei angegeben nach der Skala von Braun-Blanquet (Dierschke 1994: 160). Ferner wurden für alle Arten die ökologischen Zeigerwerte nach Ellenberg & al. (2001) ergänzt und anschließend standortweise gemittelt. Weil es in Anbetracht der überwiegend spärlich bewachsenen Aufnahmeflächen dieser Untersuchung angebracht schien, Arten geringerer Abundanz stärker zu berücksichtigen, wurden dazu die Gewichtungsfaktoren nach Durwen (1982) verwendet. Direkt neben der Aufnahmefläche wurden 2 cm unter der Geländeoberfläche Bodenproben zur Laboranalyse sowie mit einem Stechzylinder des Volumens 248,35 ml zur Ermittlung der Lagerungsdichte genommen und eine Bohrung zur Profilansprache mit einem 1 m langen Pürckhauer-Bohrer durchgeführt. Diese wurde nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-Hoc-AG Boden 2005) beurteilt.

### 3.2. Labor

Die Proben wurden zunächst auf Komponenten > 2 mm gesiebt, um einen eventuell vorhandenen Grobskelettanteil sowie Pflanzenfasern auszusondern, und anschließend gefriergetrocknet. Der pH-Wert der Bodenlösung wurde durch elektrometrische Messung in KCl bestimmt. Bei zehn der zwölf genommenen Proben, die sich im Gelände bei der Versetzung mit Salzsäure als kalkfrei erwiesen hatten (Ad-Hoc-AG Boden 2005: 169), wurde der Gesamtkohlenstoffgehalt nach DIN E ISO 10694 (1994) nach trockener Verbrennung und Infrarotdetektion mit Kohlenstoffanalysator EC-12 der Firma LECO gemessen. Der Kohlenstoffgehalt der karbonathaltigen Proben ABD3o und ABD4o wurde durch thermische Oxidation und infrarotspektrometrische Detektion am Kohlenstoffanalysator LECO RC-412 ermittelt. In beiden Fällen erfolgte anschließend eine Umrechnung des Gehaltes



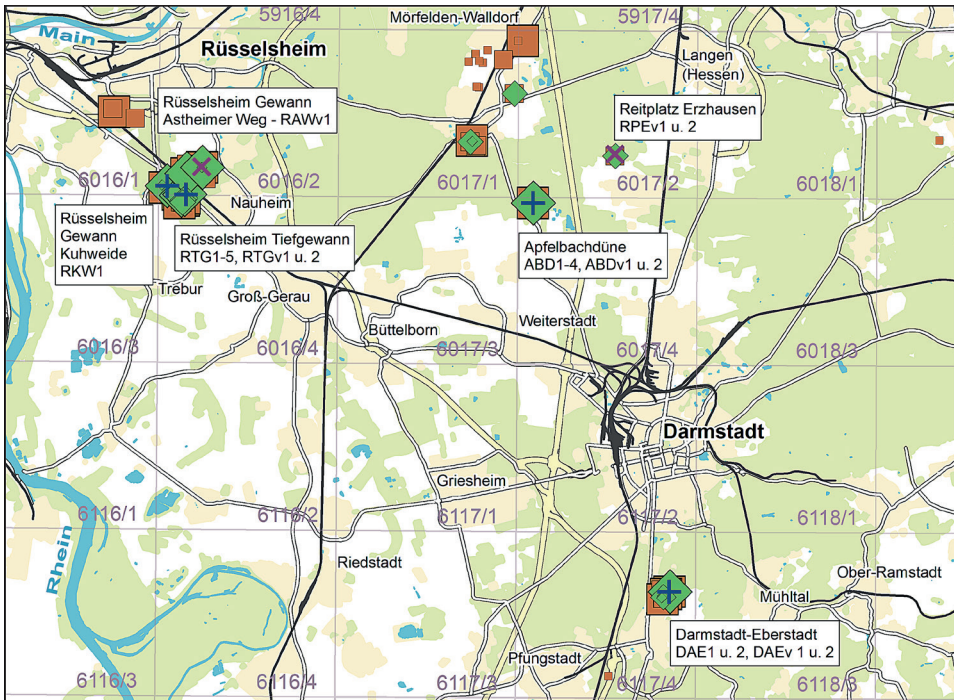


Abb. 4: Übersicht und Bezeichnungen der beprobten Flächen und Fundstellen (Größe der Signaturen in etwa proportional zur Zahl der Individuen). ■ Fundstellen aus Hodvina & Buttler (2002) sowie Buttler (2014); ◆ : eigene Funde; + : Bodenproben und Vegetationsaufnahmen, × : Vegetationsaufnahmen; grau: Messschichtquadranten (Kartengrundlage: OpenStreetMap/terrestris). – Overview and descriptions of surveyed areas and records (symbol sizes approximately proportional to numbers of individuals). ■ Record from Hodvina & Buttler (2002) and Buttler (2014); ◆ : personal records; + : soil samples and vegetation relevés; × : vegetation relevés; gray: TK25 grids (map based on OpenStreetMap/terrestris).

an organischem Kohlenstoff in den Gehalt an organischer Substanz durch den Faktor 1,724. Daneben wurde von diesen beiden Proben der Kalkgehalt durch Division des Gehaltes an anorganischem Kohlenstoff durch 0,12 bestimmt (Blume & al. 2010: 55). Die Gehalte an pflanzenverfügbarem Phosphat und Kalium wurden nach der Calcium-Acetat-Lactat-Methode von Schüller (1969) ermittelt. Der Gesamtstickstoffgehalt der Proben wurde am TrueSpec Macro der Firma LECO nach DIN EN 16168:2012:11 gemessen. Die Angabe erfolgt in Prozent.

Die Bestimmung der Korngrößen nach DIN 19683, Teil 1 und 2 (1973) erfolgte in zwei Arbeitsphasen. Nach Dispergierung mit 0,4 N  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  erfolgte die Analyse der Sandfraktionen bis 63  $\mu\text{m}$  durch dreistufige Nasssiebung, die der feineren Bestandteile in einer Sedimentationsanalyse mit der Pipettmethode nach Köhn (1928). Zur Ermittlung der Lagerungsdichte wurden die Stechzylinderproben gewogen, über Nacht bei 105 °C getrocknet und anschließend erneut gewogen.

#### 4. Ergebnisse

Die Begehung aller bekannten und veröffentlichten Standorte von Populationen von *M. minima* im Untersuchungsgebiet ergab einen weiteren deutlichen Rückgang des Gesamtbestandes (Tab. 3 im Anhang). Berichteten Hodvina & Buttler (2002) noch von gut 10 Millionen Individuen an 64 Standorten, so konnten im Rahmen dieser Arbeit nur noch etwa knapp 4 Millionen an 19 Standorten festgestellt werden. Davon entfielen 86 % auf den Bereich östlich Rüsselsheim-Königstädten in den Gewannen Tiefgewann und Kuhweide und etwa 13 % auf den westlichen Bereich der Apfelbachdüne bei Gräfenhausen. Nur noch minimale Populationen existieren um Mörfelden und Walldorf, weil die Gebiete teilweise bebaut wurden, teilweise aber auch einer Verbuschung unterliegen. Während dort 1999 an elf Standorten noch fast 1,4 Millionen Individuen gefunden wurden, die knapp 13 % des Gesamtbestandes ausmachten, belief sich der Anteil im Frühjahr 2015 nur noch auf deutlich unter 1 % oder knapp 700 Individuen an drei Standorten. Im Gewerbegebiet Süd von Mörfelden konnte eine bis dahin nicht bekannte Population von etwa 150 Individuen auf einem Gewerbegrundstück gefunden werden. Ein Bestand von ehemals 160000 Pflanzen der Art im Bereich einer Gärtnerei in Dreieich-Buchschlag (Buttler 2005: 24f.) fiel der neuerlichen Nutzung des Geländes als Acker zum Opfer. Drei Bestände bei Bischofsheim mussten der sich schließenden Vegetationsdecke weichen, die in zwei Fällen durch Verbrachung und Gehölsukzession verursacht war, während im dritten Fall die Nutzung als Kleingarten offenbar keine offenen Bodenstellen für das Sand-Zwerggras mehr bereitstellte. Eine sehr kleine Population bei Rödermark-Urberach konnte ebenfalls nicht mehr bestätigt werden, ohne dass für deren Verschwinden ein erkennbarer Grund anzugeben ist.

Beobachtet werden konnte dabei, dass sich die größten Individuenzahlen an Standorten mit kürzlich entfernter Vegetationsdecke in Rüsselsheim-Königstädten fanden (Tab. 3 im Anhang), während auf den beweideten Flächen der Apfelbachdüne etwas weniger, dafür aber mit bis zu 12 cm gegenüber 2–6 cm erheblich größere Pflanzen wuchsen. Die Bestände in Königstädten, wo das Zwerggras auf drei Flächen in großer Zahl zu finden war, haben sich, nachdem Buttler (2014) einen Rückgang auf ein Viertel der Population seit 1999 festgestellt hatte, durch die Pflegemaßnahmen möglicherweise stabilisiert.

Die Profilbohrungen an den 12 pedologisch untersuchten Standorten ergaben, dass die dominierenden Bodenformen in den von *M. minima* besiedelten Lebensräumen, insbesondere bei Rüsselsheim-Königstädten, Braunerden und Parabraunerden aus lössarmen Sanden sind, die teilweise durch Tonverlagerung eine für sandige Substrate typische Bänderung entwickelt haben (Ad-Hoc-AG-Boden 2005: 218, Tab. 7 im Anhang). Daneben spielen auch Rohböden aus anthropogen umgelagerten Substraten, die in Darmstadt-Eberstadt und auf der Apfelbachdüne bei Gräfenhausen erbohrt wurden, für *M. minima* im Untersuchungsgebiet eine wichtige Rolle. Sowohl im Feld als auch im Abgleich mit den digitalen Bodendaten konnte bestätigt werden, dass die Art Kalk meidet (Tab. 2).

Populationen von *M. minima* fanden sich auf Flächen sehr unterschiedlicher Gesamtdeckungsgrade der Vegetation von 10–90 %. Lediglich in vollständig geschlossenen Rasen konnte die Art nicht gefunden werden. Dabei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Flächen mit hoher und geringer Abundanz des Sand-Zwerggrases oder ohne dessen Vorkommen.



Abb. 5: Standorte von *Mibora minima* im März 2015, oben: Sandacker bei Rüsselsheim-Königstädten, Mitte: auf der Apfelbachdüne bei Weiterstadt-Gräfenhausen, unten: im Gewerbegebiet Mörfelden-Ost. – Locations of *Mibora minima* in March 2015, upper photo: sandy field near Rüsselsheim-Königstädten, center photo: Apfelbach dune near Weiterstadt-Gräfenhausen, lower photo: Mörfelden-Ost industrial estate.

Die insgesamt 21 Vegetationsaufnahmen (Tab. 4 im Anhang), die an den Standorten des Zwerggrases und in der unmittelbaren Umgebung durchgeführt wurden, erbrachten, wie für Pioniergesellschaften zu erwarten, durchschnittlich geringe Artenzahlen und Deckungsgrade (Tab. 1). Die geringfügigen Abweichungen der Flächen mit und ohne Vorkommen des Zwerggrases werden aufgrund der kleinen Aufnahmezahl als nicht signifikant gewertet. Es ergab sich jedoch auf den Zwerggras-Flächen ein sowohl an der Artenzahl als auch am Deckungsgrad deutlich geringerer Anteil sowohl an Therophyten als auch an Ruderalstrategen, obwohl die meisten Individuen auf Flächen gefunden wurden, die kurz zuvor abgeschoben worden waren.

Abb. 6 zeigt die ökologischen Zeigerwerte (Ellenberg & al. 2001) die für die Aufnahmeflächen nach Durwen (1982) gewichtet gemittelt wurden. Es zeigt sich, dass sich die Werte für die Flächen mit und ohne Zwerggras nur geringfügig unterscheiden und diejenigen mit *M. minima* lediglich etwas trockenere, vor allem aber magerere Standorte anzeigen (dies sei hier wegen der sehr geringen Stichprobengröße angeführt, obwohl diese Unterschiede statistisch nicht signifikant sind). Die Zeigerwerte von *M. minima* selbst weichen vor allem deutlich durch die höhere Temperaturzahl, die geringere Kontinentalität sowie die leicht in den saureren Bereich weisende Reaktionszahl von den Mittelwerten an den untersuchten Standorten ab.

Auf beiden Gruppen von Flächen weisen die Werte auf sehr helle, nur mäßig warme, subozeanische Standorte mit eher trockenen und mäßig sauren Böden hin, die tendenziell stickstoffarm sind (vgl. Ellenberg & al. 2001: 67ff.). Es zeigt sich, dass von diesem Profil *M. minima* besonders in zwei Punkten deutlich abweicht: zum einen durch eine viel höhere Temperaturzahl, zum anderen durch einen deutlich niedrigeren Wert für Kontinentalität. Dieser Befund steht im Einklang mit dem südwesteuropäischen Verbreitungsschwerpunkt der Art.

Die pflanzensoziologische Einordnung der Aufnahmeflächen (nach Oberdorfer 2001) gestaltete sich angesichts der hohen, auch anthropogenen Dynamik der untersuchten Pioniergesellschaften bei gleichzeitig geringen Artenzahlen und Abundanzen schwierig, da häufig Charakterarten aus mehreren Gesellschaften nebeneinander standen. Eine eindeutige Zuordnung war so kaum möglich und unterblieb daher. Zusammenfassend lässt sich jedoch sagen, dass die in den Aufnahmen gefundenen, als Charakterarten qualifizierten Gefäßpflanzensippen überwiegend folgenden Einheiten zuzuordnen sind:

Klasse der Sedo-Scleranthetea (14 Arten); davon entfallen 4 auf die Ordnung der Festuco-Sedetalia und 3 auf die Thero-Airetalia. In 14 Aufnahmen ist das Silbergras *Corynephorus canescens* als Verbandscharakterart des Corynephorion canescentis in der Ordnung der Corynephoretalia canescentis vertreten.

Klasse der Chenopodieta (11 Arten); davon entfallen 6 auf die Ordnung der Polygono-Chenopodietalia albi und 5 auf die Sisymbrietalia.

Gefunden wurden außerdem Charakterarten der Molino-Arrhenatheretea, der Artemisietea vulgaris, der Festuco-Brometea sowie einzelne Vertreter anderer syntaxonomischer Gruppen.

Die im Labor ermittelten Bodenparameter, insbesondere der Gehalt an Bodennährstoffen sowie die Lagerungsdichte, zeigten sich insgesamt variabel. Eine signifikante

Tab. 1: Durchschnittliche Artenzahlen und Deckungsgrade auf den Aufnahme­flächen, in Klammern jeweils die Standardabweichung. – Mean number of species and coverage on survey areas, standard deviations in brackets.

	Gesamt (n = 21)	Flächen mit <i>M. minima</i> (n = 12)	Flächen ohne <i>M. minima</i> (n = 9)
Artenzahl	7,8 (2,2)	8,3 (2,0)	7,2 (2,4)
Deckung (%)	50 (26)	51,7 (22)	47,8 (31)
Anteil Therophyten (%) (ohne <i>M. minima</i> ) an			
Artenzahl	38 (25)	32 (22)	45 (27)
Deckung	37 (26)	32 (22)	43 (29)
Anteil Ruderalstrategen (%) an			
Artenzahl	37 (27)	30 (23)	47 (28)
Deckung	35 (27)	28 (23)	46 (29)

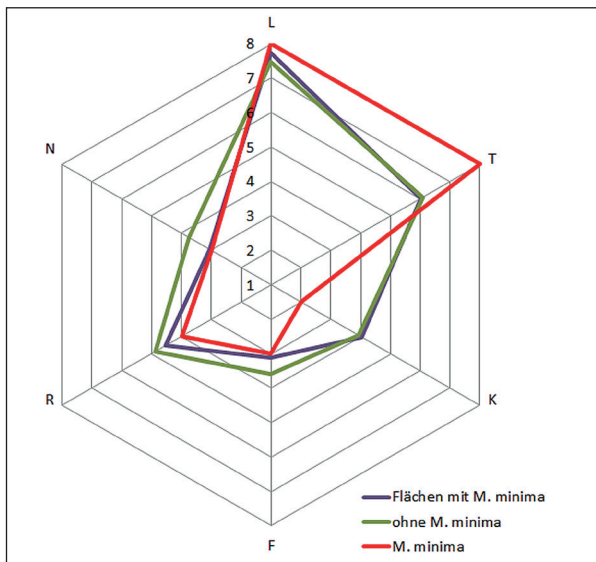


Abb. 6: Vergleich der gewichtet gemittelten Zeigerwerte an den untersuchten Standorten und Zeigerwerte von *Mibora minima*. Mittelwerte der Zwerggras-Standorte berechnet ohne Zeigerwerte von *M. minima* selbst. – Comparison of weighted averaged indicator values at the survey areas and indicator values for *Mibora minima*. Averaged indicator values of survey areas with *M minima* excluding indicator values of *M. minima*.

Korrelation zwischen dem Auftreten des Sand-Zwerggrases und den Ausprägungen dieser Standortmerkmale ließ sich, mit Ausnahme des Kalkgehaltes der Böden an den Standorten ABD3o und ABD4o, nicht feststellen. Niedrig bis sehr niedrig waren die Gehalte an organischem Kohlenstoff und Kalium, lediglich zwei Standorte mit und ein Standort ohne *M. minima* waren schwach humos. Dagegen wiesen Stickstoff und Phosphat eine deutlich größere Spannbreite von niedrigen bis zu höheren, für landwirtschaftliche Nutzung bereits günstig zu nennenden Gehalten auf (vgl. Blume & al. 2010: 403, Wendland & al. 2012: 35; Tab. 2.). Bis auf die schwach alkalischen Kalksandstandorte ABD3o und ABD4o waren alle Proben kalkfrei und wiesen einen mäßig bis stark sauren pH-Wert auf, mit Ausnahme des mit pH 6,77 nur sehr schwach sauren *Mibora*-Standortes ABD1m.

Die Analyse des Feinbodens ergab an allen Standorten eine eindeutige Dominanz der Sandfraktion, deren Anteil nur in zwei Proben (RKW1m und RTG5o, beide bei Rüsselsheim-Königstädten) unter 90 % des Gesamtmaterials lag. Dabei spielte Grobsand mit maximal 7,27 % nur eine untergeordnete Rolle, während sich die Gehalte an Mittel- und Feinsand in etwa die Waage hielten. Die Probe von RTG5o enthielt mit 12,33 % einen nennenswerten Gesamtschluffgehalt, während Ton bei allen Proben kaum eine Rolle spielte.

Der direkte Vergleich zwischen benachbarten Standorten mit und ohne *M. minima* (Tab. 2) lässt erkennen, dass die untersuchten Bodenparameter das Auftreten oder Ausbleiben von *M. minima* auf den untersuchten Flächen offenbar nicht unmittelbar bestimmen.

Tab. 2: Ergebnisse der bodenchemischen Untersuchungen, Gesamtdeckungsgrade; grau hinterlegt: Zwerggras-Standorte. – Results for soil chemistry and vegetation coverage; gray shading: locations with Early Sand Grass.

Standorte	C <sub>ges.</sub> (%)	C <sub>org.</sub> (%)	organische Substanz (%)	Kalkgehalt (%)	Phosphat (mg/100g)	Kalium (mg/100g)	N <sub>ges.</sub> (%)	pH	Feuchte (%)	TRD (g/cm <sup>3</sup> )	Gesamtdeckung (%) Ende Mai
ABD2m	1,08	1,08	1,86	-	5,33	0,50	0,16	5,14	0,27	1,40	65
ABD1m	0,27	0,27	0,47	-	4,27	1,75	0,03	6,77	0,49	1,55	40
RTG1m	0,44	0,44	0,76	-	11,87	3,00	0,05	4,44	0,33	1,46	30
RTG4m	0,20	0,20	0,34	-	10,08	1,75	0,01	4,34	0,40	1,50	10
RKW1m	0,54	0,54	0,93	-	14,79	4,00	0,08	4,19	0,27	1,54	40
DAE1m	0,54	0,54	0,93	-	9,21	1,00	0,13	4,11	0,66	1,53	70
DAE2o	1,05	1,05	1,81	-	8,68	1,50	0,08	3,77	0,85	1,42	50
RTG3o	0,39	0,39	0,67	-	10,89	4,50	0,10	5,27	0,72	1,40	50
RTG5o	0,47	0,47	0,81	-	17,58	3,75	0,07	4,05	0,24	1,39	5
RTG2o	0,88	0,88	1,52	-	5,11	4,24	0,07	5,08	0,73	1,46	65
ABD3o		0,08	0,14	22,17	2,90	2,50	0,00	7,31	0,66	1,57	15
ABD4o		0,06	0,10	16,00	3,13	2,25	0,00	7,57	0,32	1,65	10

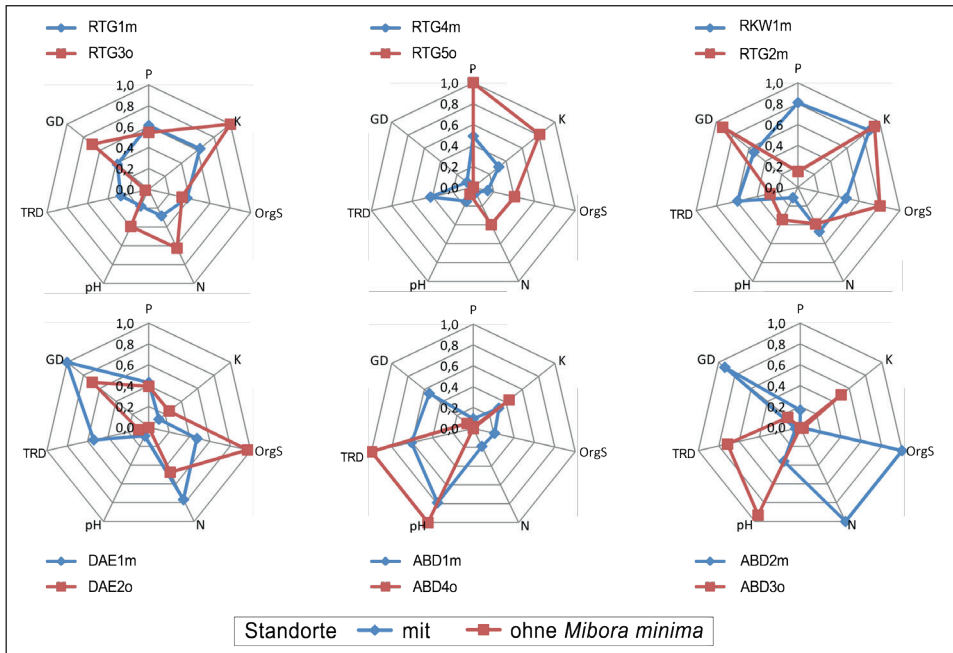


Abb. 7: Bodenparameter im direkten Standortvergleich; Werte umgerechnet auf Minimum (0) und Maximum (1) aller Standorte; P – Phosphat, K – Kalium, OrgS – organische Substanz, N – Gesamtstickstoff, pH – Wert der Bodenlösung, TRD – Trockenrohdichte, GD – Gesamt-Deckungsgrad. RTG – Rüsselsheim Tiefgewann; RKW Rüsselsheim Kuhweide; DAE – Darmstadt-Eberstadt; ABD – Apfelbachdüne. – Comparisons of soil parameters; all values normalized to minimum (0) and maximum (1) of all survey areas; P – phosphate, K – potassium, OrgS – organic substance, N – total nitrogen, pH – pH of soil solution, TRD – over-dry density, GD – total coverage of vegetation. RTG – Rüsselsheim Tiefgewann; RKW – Rüsselsheim Kuhweide; DAE – Darmstadt-Eberstadt; ABD – Apfelbachdüne.

## 5. Interpretation

Aus den durchgeführten Untersuchungen können im Hinblick auf die Ausgangsfragen folgende Schlüsse gezogen werden:

Bei der Begehung der Standorte musste die eingangs skizzierte starke Gefährdung der Art bestätigt werden. Zwar ließ sich nicht für alle Standorte die Verlustursache eindeutig ermitteln; es zeigte sich jedoch in den anderen Fällen, dass den größten Einfluss die Sukzession infolge des Brachfallens der Flächen hatte (Tab. 3 im Anhang), gefolgt von der Bebauung der Grundstücke vor allem in Mörfelden-Walldorf. Daneben spielten weitere Nutzungsänderungen eine wichtige Rolle, und zwar in zwei Fällen intensivierte Landwirtschaft, in drei weiteren die Nutzung als Kleingarten sowie in einem Fall der Bau einer Straße. Das Erlöschen einiger kleinerer Vorkommen kann durch das Unterschreiten einer kritischen Populationsgröße für windbestäubte annuelle Therophyten begründet sein. Dieses Problem wird dadurch verstärkt, dass die Art nach aktuellem Kenntnisstand keine Samenbank ausbildet (Oberdorfer 2001: 259).

Die Einschätzung der Vermeidung von kalkreichen Böden durch das Zwerggras kann anhand des Fehlens der Art auf den Kalksandden der Apfelbachdüne bestätigt werden. Die Unterschiede bezüglich der übrigen hier untersuchten edaphischen Faktoren können die Verteilung von *M. minima* innerhalb der untersuchten Flugsandgebiete nicht erklären. Die Art fand sich sowohl auf Standorten mit hohem Stickstoff- und Humusgehalt (ABD1m) als auch auf solchen mit äußerst geringem (RTG4m). Ähnliches lässt sich über die Ergebnisse der Untersuchung von pflanzenverfügbarem Phosphat sagen sowie über die Gehalte an Kalium, die allerdings insgesamt sehr gering ausfielen. Auch der pH-Wert der Bodenlösung kann, abgesehen von den Kalksandden, nicht als Unterscheidungsmerkmal geeigneter Standorte herangezogen werden, denn die Art fand sich in einem Bereich von pH 3,77 (sehr stark sauer, DAE2m) bis 6,77 (sehr schwach sauer, ABD1m). *M. minima* scheint von der Anreicherung von Humus und Stickstoff im Verlauf der Sukzession von Sandpioniergesellschaften zu Sandrasen durchaus zu profitieren, solange ausreichend offener Boden zur Verfügung steht, wie die große Zahl kräftiger Pflanzen an den Standorten auf der Apfelbachdüne (ABD1m und ABD2m) belegt. Die geringen Ton- und Schluffgehalte der Proben ließen die Bedeutung der Werte für die effektive Lagerungsdichte, die sich im Übrigen kaum voneinander unterschieden, als Maß für schädliche Bodenverdichtungen in den Hintergrund treten. Ein Zusammenhang zwischen den Ton- und vor allem Lössgehalten der Proben, die erhebliche Abweichungen um den Faktor 6 aufwiesen, und der Ausprägung der Vegetationsdecke sowie dem Auftreten des Zwerggrases, der aufgrund der Bedeutung für die Wasser- und Nährstoffspeicherung des Substrats plausibel gewesen wäre, ließ sich anhand der untersuchten Stichproben nicht feststellen.

Viele der gefundenen Pflanzengesellschaften befanden sich im Zustand von Basal-Gesellschaften, „die nur durch Kennarten höherer Ordnung charakterisiert sind“ (Schubert & al. 2001: 19). Dies, sowie der hohe Anteil an Ruderalarten mit im Vergleich zu den übrigen Arten höherer Abundanz, weist auf die entscheidende Rolle hin, die menschliche Eingriffe wie Nährstoffeintrag und Bodenbearbeitung bei der Ausprägung der Vegetation spielen. Aus dem weiten soziologischen Spektrum der gefundenen Arten kann gefolgert werden, dass die Art offenbar nicht sehr stet, sondern Begleiter verschiedener Pflanzengesellschaften ist.

## 6. Diskussion und Ausblick

Der weiterhin festzustellende starke Rückgang der Bestände des Sand-Zwerggrases muss vor allem im Zusammenhang mit Änderungen der Landnutzungs- und Störungsereignisse gesehen werden. In der von menschlichen Eingriffen weitestgehend bestimmten Landschaft der südhessischen Flugsandgebiete tritt die Bedeutung edaphischer Faktoren neben der Nutzung und Bearbeitung der Flächen in den Hintergrund. Viele der Wechselwirkungen zwischen Vegetation und den edaphischen Standortfaktoren kommen daher nicht mehr voll zum Tragen. Ohne diesen Hintergrund ist weder die aktuelle Situation des Sand-Zwerggrases zu verstehen noch sein künftiger Schutz zu gestalten.



## 6.1. Geeignete Bewirtschaftungsmaßnahmen

Um den fortgesetzten Rückgang der südhessischen Vorkommen aufzuhalten, bedürfte es erheblicher Anstrengungen für den Erhalt der bestehenden Flächen, die zum Teil ja bereits unternommen werden, aber auch für die Wiederansiedlung der Art auf weiteren Flächen. Die Ermittlung der geeignetsten Bewirtschaftungsweisen zum Erhalt des Sand-Zwerggrases war nicht Gegenstand dieser Arbeit, stellt aber zur Sicherung der verbliebenen Bestände eine wichtige, noch zu bearbeitende Fragestellung dar. Gleichwohl lassen sich aus den gewonnenen Erkenntnissen einige Schlüsse ziehen.

Das Fräsen der Vegetationsdecke ist als Maßnahme des Artenschutzes zwar durchaus zielführend; es ist mit Blick auf den landschaftsökologischen Gesamtzusammenhang aber auch kritisch zu sehen und sollte nicht als regelmäßige Dauerpflegemaßnahme aufgefasst werden, weil es einen Eingriff in die Morphologie der Landschaft darstellt, bei dem die Pedosphäre gestört und die – auch schützenswerte – Flora und Fauna geschädigt wird. Es fallen zudem Erdwälle und abgeschobenes organisches Material an (Rohde 1999: 65). Darüber hinaus besteht an zahlreichen Standorten die Gefahr, dass durch fortgesetztes Abschieben in absehbarer Zeit die gesamte entkalkte Sanddecke abgetragen und damit kalkhaltiger Sand an der Oberfläche freigelegt wird. Für die Erhaltung von Sand-Pioniergesellschaften sind jedoch gelegentliche Störungen unerlässlich, die in historischer Zeit vermutlich durch sporadische Beweidung und Viehtrieb (Botanische Vereinigung für Naturschutz in Hessen & Naturschutz-Zentrum Hessen 1991: 96) oder sonstige extensive Bewirtschaftung erfolgt sein dürften. Diesem Dilemma muss durch schonende Restitutions- und Pflegemaßnahmen wie die Inokulation und naturnahe Pflegebeweidung, insbesondere mit Eseln und Schafen, sowie durch die Schaffung von Biotopverbänden (Stroh 2006: 5ff.) begegnet werden, so dass ein für das Überleben von Pionierarten ausreichendes Mosaik von offenen Störstellen zur Verfügung steht. Nur ausnahmsweise sollte eine mechanische Öffnung der Vegetationsdecke erfolgen, damit nicht durch einseitig ausgerichtete Maßnahmen mehr Schaden als Nutzen entsteht. Ideale Voraussetzungen für die Erhaltung winterannueller Therophyten böten zudem Stoppelbrachen, sofern sie als Pflegemaßnahme zum Erhalt winterannueller Therophyten anstelle des sofortigen Umbruchs und der Einsaat von Wintergetreide bis zum späten Frühjahr stehen bleiben. Mit der gezielten Förderung einer solchen Bewirtschaftung könnte ein wichtiger Beitrag zur Schaffung ausreichender Lebensräume für das bedrohte Zwerggras und weitere winterannuelle Arten geleistet werden.

## 6.2. Zum floristischen Status von *Mibora minima*

Eine GIS-Analyse (Dietmann 2015: 36ff.) zeigt, dass die für *M. minima* geeigneten Böden aus Flugsand heute entweder bewaldet oder anthropogen überprägt sind. Der in vorge-schichtlicher Zeit anzunehmende Mangel an offenen Flugsandstandorten ergibt das Bild einer Landschaft, die für Sand-Pioniergesellschaften keinen oder doch nur sehr wenig Raum ließ. Auch Ellenberg und Leuschner (2010: 912f.) weisen darauf hin, dass es sich bei Sand-Magerrasen im Binnenland um sekundäre Biotope handelt, die unter Beweidung zur Verheidung mit *Calluna*, ohne anthropozoogenen Einfluss dagegen zur Wiederbewaldung tendieren. Die landschaftsprägende Rolle des Menschen ist jedoch nicht

neu. Spätestens seit der Entwaldungsphase im Hochmittelalter und lokal bereits seit dem späten Neolithikum prägten menschliche Aktivitäten das Bild der teilweise offenen und durch Störungen veränderten Landschaft in Zentraleuropa (Roberts & al. 2017).

Die Frage ist also, ob der floristische Status als indigene Pflanze, der *M. minima* von den meisten Autoren zuerkannt wird (so BfN 2015, Haeupler & Muer 2007: 641), als plausibel angenommen werden kann, oder ob nicht vielmehr von einer Einwanderung aus dem westmediterran-atlantischen Raum ausgegangen werden muss. Jäger (1970: 69) vermutet den westmediterranen Bereich als das Entstehungszentrum der Arten des *Teesdalia*-Arealtyps, zu dem neben dem Zwerggras auch *Corynephorus canescens* oder *Hypochaeris glabra* zählen, und argumentiert auf der Grundlage von Verwandtschafts- und Arealdiagnosen. In dieses Bild fügt sich auch, dass sich das Verbreitungsgebiet von *M. maroccana* (Maire) Maire als der einzigen anderen bekannten Art der Gattung *Mibora* ebenfalls im westmediterranen Raum befindet (Maire 1953: 111ff.). In diese Richtung weisen auch die ökologischen Zeigerwerte von *M. minima* (Ellenberg & al. 2001, vgl. Abb. 6), insbesondere die hohe Temperaturzahl und der geringe Wert der Kontinentalität.

Sukopp und Scholz (1997: 328ff.) zählen *M. minima* zu den Segetalpflanzen. Für diese Gruppe sehen sie prinzipiell drei mögliche Ursprünge, wobei die Übergänge zwischen diesen drei Möglichkeiten sicher nicht als scharfe Grenzen aufzufassen sind: Erstens als *Apophyten* – hierfür wären aber geeignete natürliche Standorte vorauszusetzen. Zweitens als *Epökophyten*, die beispielsweise als Begleiter von Nutzpflanzen zu uns gekommen sein könnten. Dieser Hypothese wird bezüglich *M. minima* hier der Vorzug gegeben. Drittens als *Anökophyten* oder „Indigenophyta anthropogena“ (ebd., S. 330), die sich erst – etwa durch Hybridisierung – in menschlich beeinflussten Lebensräumen herausgebildet haben. Diese Möglichkeit kommt für das Sand-Zwerggras mit seinen zahlreichen natürlichen Standorten in den Küstenbereichen Südwesteuropas nicht in Betracht.

## Dank

Wir danken Andreas König, dem Team vom Botanischen Garten in Frankfurt und Karl Peter Buttler für die Hilfe bei der Konzeption dieser Arbeit und bei der Durchführung der Untersuchungen. Irene Marzolff und Heinrich Thiemeyer halfen bei der Beschaffung der Daten. Von Doris Bergmann-Doerr und Dagmar Schneider vom Institut für Physische Geographie der Goethe-Universität bekamen wir maßgebliche Unterstützung bei den Bodenanalysen im Labor. Michael Stroh von der unteren Naturschutzbehörde in Darmstadt-Dieburg ermöglichte die Betretung der Apfelbachtüne. Hans-Joachim Sander erteilte Auskünfte über das Flächenmanagement in Königstädten. Unser Dank geht nicht zuletzt an Detlef Mahn, Andreas König und Thomas Gregor für die konstruktiven kritischen Anmerkungen zu diesem Text.

## 7. Literatur

- Ad-Hoc-AG Boden 2005: Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Aufl. – Schweizerbarth, Hannover. 438 Seiten.  
 Becker E. 1967: Zur stratigraphischen Gliederung der jungpleistozänen Sedimente im nördlichen Oberrheintalgraben. – *Eiszeitalter Gegenwart* **18**, 5–50, Hannover.

- BfN (= Bundesamt für Naturschutz) 2015: FloraWeb – Daten und Informationen zu Wildpflanzen und zur Vegetation Deutschlands. – <http://www.floraweb.de> [aufgerufen am 25. Juni 2015].
- Blume H. P., G. W. Brümmer, R. Horn, E. Kandeler, I. Kögel-Knabner, R. Kretzschmar, K. Stahr, B.-M. Wilke 2010: Scheffer/Schachtschabel – Lehrbuch der Bodenkunde. 16. Aufl. – Spektrum, Stuttgart. 569 Seiten.
- Botanische Vereinigung für Naturschutz in Hessen & Naturschutz-Zentrum Hessen 1991: Lebensraum Magerrasen. Biotop des Jahres 1991. – Naturschutz-Zentrum Hessen, Wetzlar. 104 Seiten.
- Bundesartenschutzverordnung, Anlage 1 (=BArtschVO Anl. 1), Bundesartenschutzverordnung – BartSchV. Verordnung zum Schutz wildlebender Tier- und Pflanzenarten, Neufassung vom 18. September 1989. Bundesgesetzblatt, Teil I, 1989(44): 1677–1734, Bonn, 26. September 1989.
- Buttler K. P. 2005: Das Zwerggras (*Mibora minima*) im Rückgang. – Bot. Natursch. Hessen **18**, 23–27, Frankfurt am Main.
- Buttler K. P. 2014: Internet-Notizen zu Nomenklatur, Taxonomie und Floristik: *Mibora minima* bei Königstädten. – <http://www.kp-buttler.de/> [Aufruf 1. Mai 2015].
- Conert H. J. 1985: *Mibora*. In: H. J. Conert, U. Hamann, W. Schultze-Motel & G. Wagenitz (Hrsg.): Gustav Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa **1(3)**. 3. Aufl., 206–210. – Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- DIN E ISO 10 694 (1994): Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von organischem Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung (Elementaranalyse) (Ausgabe 1996-08).
- DIN 19683, Teil 1 und 2 1973: Bodenuntersuchungsverfahren im landwirtschaftlichen Wasserbau – Physikalische Laboruntersuchungen – Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung durch Siebung (Ausgabe 1973-04).
- DIN EN 16168:2012-11: Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden – Bestimmung des Gesamt-Stickstoffgehalts mittels trockener Verbrennung; Deutsche Fassung (Ausgabe 2012-11).
- Dierschke H. 1994: Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. – Ulmer, Stuttgart. 683 Seiten.
- Dietmann S. 2015: Ermittlung und Untersuchung tatsächlicher und potentieller Standorte des Zwerggrases *Mibora minima* (L.) Desv. (*Poaceae*) mit physisch-geographischen Methoden im Rahmen eines Artenschutzprojektes. – Bachelor-Arbeit am Institut für Physische Geographie der Goethe-Universität, Frankfurt am Main. 72 Seiten.
- Durwen K.-J. 1982: Zur Nutzung von Zeigerwerten und artspezifischen Merkmalen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas für Zwecke der Landschaftsökologie und -planung mit Hilfe der EDV – Voraussetzungen, Instrumentarien, Methoden und Möglichkeiten. – Arbeitsber. Lehrstuhl Landschaftsökol. Münster **5**, 1–138 & Anhang, Münster.
- DWD (= Deutscher Wetterdienst) 2015: Climate Data Center (CDC) des DWD. – <ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC> [Aufruf: 1. Mai 2015].
- Ellenberg H. & C. Leuschner 2010: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht, 6. Aufl. – UTB, Ulmer, Stuttgart. 1357 Seiten.
- Ellenberg H., H. E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner & D. Paulißen 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Aufl. – Scripta Geobotan. **18**, 1–258, Göttingen.
- Frankham R., J. D. Ballou & D. A. Briscoe 2002: Introduction to conservation Genetics. – Cambridge University, Cambridge. 564 Seiten.
- Global Biodiversity Information Facility (= GBIF) 2018: Artinformation zu *Mibora minima* (L.) Desv. – <https://www.gbif.org/species/2705682> [Aufruf 18. Juni 2018].
- Grime J. P. 1979: Plant strategies and vegetation processes. – John Wiley, London. 222 Seiten.
- Haeupler H. & T. Muer 2007: Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. 2. Aufl. – Ulmer, Stuttgart. 789 Seiten.
- Hemm K., U. Barth, K. P. Buttler, A. Frede, R. Kubosch, T. Gregor, R. Hand, R. Cezanne, S. Hodvina, D. Mahn, S. Nawrath, S. Huck & M. Uebeler 2008: Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens, 4. Fassung. – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Wiesbaden. 187 Seiten.
- Hodvina S. & K. P. Buttler 2002: Historische und aktuelle Verbreitung des Zwerggrases (*Mibora minima*) in Hessen. – Bot. Natursch. Hessen **14**, 91–118, Frankfurt am Main.
- Jäger E. J. 1970: Charakteristische Typen mediterran-mitteleuropäischer Pflanzenareale. – Feddes Repert. **81**(1–5), 67–92, Berlin.
- Klausing O. 1988: Die Naturräume Hessens mit einer Karte der naturräumlichen Gliederung 1:200000. [2. Aufl.]. – Umweltplanung, Arbeits- Umweltschutz **67**, 1–43, 1 Karte, Wiesbaden.
- Köhn M. 1928: Bemerkungen zur mechanischen Bodenanalyse III. Ein neuer Pipettapparat. – Zeitschr. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk. **11**(1), 50–54, Weinheim/Bergstraße.
- Korneck D. 1974: Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten. – Schriftenr. 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.
- Lobin W. 2010: Pflanze des Monats April 2010 in den Sammlungen der Botanischen Gärten der Universität Bonn: Zwerggras. – [http://www.botgart.uni-bonn.de/o\\_samm/allmonatdet.php?id=100](http://www.botgart.uni-bonn.de/o_samm/allmonatdet.php?id=100) [Aufruf 10. Mai 2015].
- Maire R. 1953: Flore de l’Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrenaïque et Sahara) **2**. – Lechevalier, Paris. 373 Seiten.
- Malten A., D. Bönsel, M. Fehlow & G. Zizka 2002: Erfassung von Flora, Fauna und Biotoptypen im Umfeld des Flughafens Frankfurt am Main. Teil VI Tabellenanhang. – Forschungsinstitut Senckenberg, Arbeitsgruppe Biotopkartierung, Frankfurt am Main. 273 Seiten. [<http://www.senckenberg.uni-frankfurt.de/pdf/>; Aufruf 10. Juni 2015].
- Meynen E. & J. Schmithüsen 1962: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands **1**. – Bundesanstalt für Landeskunde, Remagen. 609 Seiten.
- Oberdorfer E., unter Mitarbeit von A. Schwabe, T. Müller und mit Beiträgen von D. Korneck, W. Lippert, E. Patzke & H. E. Weber 2001: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Aufl. – Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim). [1] + 1051 Seiten.
- Pemadasa M. A. & P. H. Lovell 1975: Factors controlling the germination time of some dune annuals. – *J. Ecol.* **63**, 41–59, Oxford u.a.
- Roberts N., R. M. Fyfe, J. Woodbridge, M.-J. Gaillard, B. A. S. Davis, J. O. Kaplan, L. Marquer, F. Mazier, A. B. Nielsen, S. Sugita, A.-K. Trondman & M. Leydet 2018: Europe’s lost forests: a pollen-based synthesis for the last 11,000 years. – *Scient. Rep.* **8**(1), 1–716, London/New York u.a.
- Rohde U. 1999: Managementbeispiele von den Sandhausener Dünen. – Tagungsber. Umweltbundesamt Österreich **25**, 59–67, Wien.
- Schubert R., W. Hilbig & S. Klotz 2001: Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Spektrum, Heidelberg. 472 Seiten.
- Schüller H. 1969: Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates in Böden. – *Zeitschr. Pflanzenernähr. Bodenk.* **123**, 48–63, Weinheim/Bergstr.
- Schwabe A. & A. Kratochwil 2009: Renaturierung von Sandökosystemen im Binnenland. In: S. Zerbe & G. Wiegand (Hrsg.): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa, 235–264. – Spektrum, Heidelberg.
- Singer C. 2006: Die Vegetation des nördlichen Hessischen Riedes während der Eisenzeit, der römischen Kaiserzeit und dem Frühmittelalter. Pollenanalytische Untersuchungen zur vegetationsgeschichtlichen Rekonstruktion eines Natur- und Siedlungsraumes unter römischem Einfluss. – Dissertation Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Frankfurt am Main. 102 Seiten, 4 Anlagen.
- 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.
- Stroh M. 2006: Vegetationsökologische Untersuchungen zur Restitution von Sand-Ökosystemen. – Dissertation TU Darmstadt, Darmstadt. 129 Seiten, 3 Tabellen.
- Sukopp H. & H. Scholz 1997: Herkunft der Unkräuter. – *Osnabrücker Naturwissenschaftl. Mitt.* **23**, 327–333, Osnabrück.
- Wendland M., M. Diepolder & P. Capriel 2012: Leitfaden für die Düngung von Acker und Grünland. 10. Aufl. – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan. 97 Seiten.

## 8. Anhang

Tab. 3: Standorte von *Mibora minima* in Hessen nach Hodvina & Buttler (2002), Buttler (2005), Buttler (2014) und eigenen Funden in 2015 (Buttler (2014) verwendet zur Positionsangabe das UTM-System). – Locations of *M. minima* in Hesse according to Hodvina & Buttler (2002), Buttler (2014), and personal records in 2015 (Buttler (2014) uses the UTM system to specify the position). (1) Ort / Location; (2) Vegetation, Datum, Bearbeiter, Größe des Bestandes, Quelle / vegetation, date, recorder, number of plants, source (3) Verlustursache / reason for decline; (4) Datum, Aktuelle Bestandsgröße / date, current number of plants.

### Main-Kinzig-Kreis, Gemeinde Rodenbach

- (1) Unterhang Kunznickel, circa 150 m östlich Oberodenbach, etwa 40 m südlich Straße zum Hof Trages, 5820/32, 3504330/5554988
- (2) fragmentarischer Corynephoralia-Bestand, 15.4.1999, K. Hemm, 1 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) unbekannt
- (4) –

### Stadt Frankfurt am Main

- (1) Schwanheimer Unterfeld, circa 200 m östlich Ostrand des NSG Schwanheimer Düne, 5917/12, 3469060/5550420
- (2) Baumscheibe, offener Boden, umgeben von Sandrasen-Sukzession, 19.3.1999, K. P. Buttler & I. Wille, 13 Ex., Hodvina & Buttler (2002), 1 Ex. 2003 (Buttler 2005)
- (3) Sukzession, ungeeignete Pflege
- (4) –

### Landkreis Offenbach, Gemeinde Dreieich

- (1) nordöstlich Buchschlag, um Mittelweg, 5918/31, 3476920/5543348 bis 3476932/5543352
- (2) 1.4.1999, K. P. Buttler, 1000 Ex., Hodvina & Buttler (2002); knapp 1000 Ex., Buttler (2005)
- (3) Nutzungsänderung zu Intensivlandwirtschaft
- (4) –

- (1) nordöstlich Buchschlag, nordöstlich ehemalige Gärtnerei, 5918/31, 3476950/5543540
- (2) nackter Sand, 1.4.1999, K. P. Buttler, 200 Ex., Hodvina & Buttler (2002); 4 Ex., Buttler (2005)
- (3) Nutzungsänderung zu Intensivlandwirtschaft
- (4) –

- (1) nordöstlich Buchschlag, 5918/31, 3476847/5543683
- (2) kleiner Bestand auf 6 m<sup>2</sup>; Buttler (2005)
- (3) Nutzungsänderung zu Intensivlandwirtschaft
- (4) –

- (1) nordöstlich Buchschlag, 5918/31, 3476865/5543207
- (2) 8 Ex., Buttler (2005)
- (3) Nutzungsänderung zu Intensivlandwirtschaft
- (4) –

- (1) nordöstlich Buchschlag, Hausgarten, 5918/31, 3476798/5543533
- (2) Massenbestand, Buttler (2005)
- (3) ?
- (4) ?

### Landkreis Groß-Gerau, Gemeinde Raunheim

- (1) Gewerbegebiet Plauel zwischen Bundesstraße 43, Straße nach Raunheim und Gewerbeflächen, 5820/32, 3461860/5542820
- (2) Corynephoralia, 19.3.1999, K. Buttler & I. Wille, 70000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) Verkehrswegebau
- (4) –

**Landkreis Groß-Gerau, Gemeinde Bischofsheim**

- (1) zwischen Bauschheim und Bischofsheim, Kleingartengelände nördlich Autobahn 60 südöstlich Baggersee, 6016/12, 3456680/5537880
- (2) Scherrasen, 8.4.1999, K. P. Buttler, 22000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) unbekannt
- (4) –
- (1) zwischen Bauschheim und Bischofsheim, Streuobstwiese zwischen Autobahn 60 und Weg südlich Angelsee, 6016/12, 3456720/5537780
- (2) Sandrasen-Fragment, 8.4.1999, S. Hodvina, 60000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) Gehölzsukzession
- (4) –
- (1) zwischen Bauschheim und Bischofsheim, NSG „Wüster Forst bei Rüsselsheim“, 6016/14, 3457420/5537560
- (2) Corynephorretalia, 29.3.1999, R. Cezanne, 500 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe
- (4) –

**Landkreis Groß-Gerau, Gemeinde Rüsselsheim am Main**

- (1) an Autobahn 60 nördlich Königstädten, 20.5.1999, (Wuchsort), 6016/21, 3460480/5537875
- (2) ?, K. P. Buttler & K. H. Lenker, 1000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) 2000 durch Siedlungserweiterung zerstört
- (4) –
- (1) Nordseite der Kreisstraße 159 südwestlich Königstädten, 400–500 m westlich der Waldhaus-Kreuzung (Kuhweide), 6016/23, 3458400/5535250
- (2) Annuellen-Gesellschaft, kleinflächig auch Sandrasen, 25.3.1999, K. P. Buttler, 3500000 Ex., Hodvina & Buttler 2002
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe
- (4) –
- (1) Feldgarten, Nordseite der Kreisstraße 159 südwestlich Königstädten, 150 m südwestlich der Waldhaus-Kreuzung, 6016/23, 3458655/5535815
- (2) Annuellen-Gesellschaft, 25.3.1999, K. P. Buttler, 35 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) Gehölzsukzession
- (4) –
- (1) Nördlich Trebur, „Auf die Tiefgewann“, Flurstück 254, 6016/23, 3458770/5534960
- (2) Scherrasen, befahren, 10.4.1999, S. Hodvina, 17000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) Nutzungsänderung zu Intensivlandwirtschaft
- (4) –
- (1) Nördlich Trebur, „Auf die Tiefgewann“, Flurstück 292, 6016/23, 3458840/5535022
- (2) Scherrasen, 10.4.1999, S. Hodvina, 425000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe
- (4) –
- (1) Nördlich Trebur, „Auf die Tiefgewann“, Flurstücke 48, 49, 6016/23, 3458930/5534890
- (2) Scherrasen, 10.4.1999, S. Hodvina, 1000000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) unbekannt
- (4) –
- (1) Nördlich Trebur, „Auf die Tiefgewann“, Flurstück 292, 6016/23, 3458930/5535110
- (2) Scherrasen, 10.4.1999, S. Hodvina, 5000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) unbekannt
- (4) –
- (1) Nördlich Trebur, „Auf die Tiefgewann“, Flurstück 40, 6016/23, 3458940/5534980
- (2) Scherrasen, 10.4.1999, S. Hodvina, 220000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe
- (4) –

(1) Nördlich Trebur, „Auf die Tiefgewann“, Flurstück 37, 38, 6016/23, 3458950/5534990  
 (2) Scherrasen/Acker, 10.4.1999, S. Hodvina, 675000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)

(3) –

**(4) 17.3.2015, 200000 Ex.**

(1) Nördlich Trebur, „Auf die Tiefgewann“, Flurstück 21, 6016/23, 3459040/5535090

(2) Scherrasen, 13.4.1999, S. Hodvina, 500 Ex., Hodvina & Buttler (2002)

(3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe

(4) –

(1) Nördlich Trebur, „Auf die Tiefgewann“, Flurstück 26, 6016/23, 3459060/5535020

(2) Scherrasen, 10.4.1999, S. Hodvina, 175000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)

(3) –

**(4) 17.3.2015, 2000000 Ex.**

(1) Südseite der Kreisstraße 159, etwa 1 km südwestlich Königstädten vor dem Wald, 6016/23, 3459130/5535715

(2) Annuellen-Gesellschaft, 25.3.1999, K.P. Buttler, 110000 Ex., Hodvina & Buttler (2002)

(3) –

**(4) 17.3.2015, 1000 Ex.**

#### **Landkreis Groß-Gerau, Gemeinde Rüsselsheim am Main**

(1) Westlich Nauheim, südöstlich der Kreisstraße 159, etwa in der Mitte zwischen der Abzweigung von der Landesstraße 3040 und der Eisenbahn, circa 120 m südöstlich der Straße, 6016/23, 3459639/5535918, in der Originalquelle als UTM 32U 0459579 5534143

(2) extensiv bewirtschafteter Acker, auf etwa 70 m Länge vor dem Wald, 6.3.2014, K. P. Buttler, Zahl der Ex. nicht angegeben, Buttler (2014);

(3) –

**(4) 17.3.2015, einige 100**

(1) Gewinn Kuhweide, Streifen von 4 m Breite, 6016/23, 3458480/5535312 bis 3458514/5535296, sowie am Südost-Ende des Ackers bei 3458609/5535254, in der Originalquelle als UTM 32U 458420 5533537 bis 458454 5533521 sowie 458549 5533479

(2) 6.3.2014, K. P. Buttler, sehr zahlreich sowie wenige Pflanzen in humusreichem Sand, Buttler (2014);

(3) –

**(4) 17.3.2015, 1000000**

(1) Gewinn Kuhweide, 6016/23, 3458309/5535329 bis 3458329/5535317, in der Originalquelle als UTM 32U 458250 5533554 bis 458270/5533542, 6.3.2014

(2) Acker auf gut 20 m Länge, K. P. Buttler: Zahl der Ex. unbekannt (Buttler 2014);

(3) –

**(4) 17.3.2015: einige Dutzend**

(1) Auf die Tiefgewann, Flurstück 21, 6016/23, 3459130/5536030

(2) Scherrasen, 10.4.1999, S. Hodvina: 500 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) Nutzungsänderung → Intensivlandwirtschaft

(4) –

(1) Acker im Südosten der Gewinn Astheimer Weg, 6016/23, 3459650/5535920

(2) nackter Sand, 8.4.1999, S. Hodvina: 56000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) –

**(4) 17.3.2015: einige 100**

(1) Wegrand im Nordosten des Gewanns Neuwingerte, 6016/23, 3459760/5535580

(2) Grasweg/Ackerrand, 8.4.1999, S. Hodvina: 23500 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) Nutzungsänderung → Kleingarten, teilweise Bebauung

(4) –

(1) Wegrand im Nordosten des Gewanns Neuwingerte, 6016/23, 3459790/5535550

(2) Grasweg/Ackerrand, 8.4.1999, S. Hodvina: 10000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) Nutzungsänderung → Kleingarten, teilweise Bebauung

(4) –

- (1) Wegrand im Nordosten des Gewanns Neuwingerte, 6016/23, 3459790/5535560
- (2) Grasweg/Ackerrand, 8.4.1999, S. Hodvina: 18500 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Nutzungsänderung → Kleingarten, teilweise Bebauung

(4) –

- (1) Neben dem Bauschheimer Fußpfad, 6016/41, 3458900/5534740
- (2) Scherrasen, 10.4.1999, S. Hodvina: 50000 (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe

(4) –

- (1) Neben dem Bauschheimer Fußpfad, 6016/41, 3458930/5534770
- (2) Scherrasen, 10.4.1999, S. Hodvina: 13000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe

(4) –

- (1) In den Rödern, 6016/41, 3458960/5534790
- (2) Scherrasen, 13.4.1999, S. Hodvina: 25000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe

(4) –

- (1) Neben dem Bauschheimer Fußpfad, 6016/41, 3458990/5534760
- (2) Scherrasen, vegetationsarm (befahren), 13.4.1999, S. Hodvina: 3750 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) –

(4) **17.3.2015: 1000**

- (1) In den Rödern, 6016/41, 3459010/5534840
- (2) Scherrasen, 13.4.1999, S. Hodvina: 25000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) –

(4) **17.3.2015: einige 1000**

- (1) In den Rödern, 6016/41, 3459050/5534820
- (2) Scherrasen, Festuca-rubra-Agrostis-capillaris-Gesellschaft, 13.4.1999, S. Hodvina: 400000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe; Gehölzsukzession

(4) –

- (1) In den Rödern, 6016/41, 3459070/5534890
- (2) Scherrasen, 13.4.1999, S. Hodvina: 50000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) –

(4) **17.3.2015: 100000**

- (1) Rödergewann, Ostrand der Verbindungsstraße Mörfelden-Walldorf, 6017/12, 3468520/5539430
- (2) Thero-Airion, 23.3.1999, R. Cezanne: 350 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe

(4) –

#### **Landkreis Groß-Gerau, Gemeinde Mörfelden-Walldorf**

- (1) Rödergewann, südwestlich Walldorf, 6017/12, 3468750/5539700
- (2) Sedo-Scleranthetea, 23.3.1999, R. Cezanne: 200 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe

(4) –

- (1) Rödergewann, südwestlich Walldorf, 6017/12, 3468760/5539700
- (2) Scledo-Scleranthetea, 23.3.1999, R. Cezanne: 13 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe

(4) –

- (1) An den Nussbäumen, 6017/12, 3468790/5538600
- (2) Spergulo-Corynephoretum, 17.3.1999, R. Cezanne: 1 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) unbekannt

(4) –



- (1) An den Nussbäumen, 6017/12, 3468870/5538580  
 (2) *Festuca-rubra*-Gesellschaft, 17.3.1999, R. Cezanne: 27 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)  
 (3) unbekannt  
 (4) –
- (1) Rödergewann, Hochspannungstrasse nördlich der Gesamtschule, 6017/12, 3468880/5539460  
 (2) Ackerbrache, 17.3.1999, R. Cezanne: 2 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)  
 (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe  
 (4) –
- (1) Nordrand der Gesamtschule Mörfelden-Walldorf, 6017/12, 3468990/5539400  
 (2) Corynephorretalia, 17.3.1999, R. Cezanne: 2 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)  
 (3) unbekannt  
 (4) –
- (1) Rödergewann südwestlich Walldorf, unter der Hochspannungsleitung, 6017/12, 3469160/5539820  
 (2) Corynephorretalia, 23.3.1999, R. Cezanne: 66 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)  
 (3) unbekannt  
 (4) –
- (1) Wegrand zwischen Mörfelden und Walldorf, 6017/12, 3469690/5539500  
 (2) *Festuca-rubra*-Gesellschaft, 17.3.1999, R. Cezanne: 2000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)  
 (3) unbekannt  
 (4) –
- (1) Westrand des Gewerbegebietes Ost von Mörfelden, 6017/12, 3470010/5538420  
 (2) *Brachythecium-albicans-Festuca-rubra*-Gesellschaft, 17.3.1999, R. Cezanne: 100 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)  
 (3) Bebauung  
 (4) –
- (1) Gewerbegebiet Ost von Mörfelden-Walldorf, 6017/12, 3470050/5538380  
 (2) Sedo-Scleranthetea, 17.3.1999, R. Cezanne: 45000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)  
 (3) –  
 (4) **17.6.2015: einige 100**
- (1) Gewerbegebiet Süd von Mörfelden-Walldorf, 6017/14, 3468520/5536760  
 (2) *Sedum-acre*-Gesellschaft, 23.3.1999, R. Cezanne, 20 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)  
 (3) Bebauung  
 (4) –
- (1) Gewerbegebiet Süd von Mörfelden-Walldorf, 6017/14, 3468570/5536770  
 (2) *Sedum-acre*-Gesellschaft, 23.3.1999, R. Cezanne: 30000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)  
 (3) kein Verlust trotz Bebauung  
 (4) **17.6.2015: 20**
- (1) Gewerbegebiet Süd von Mörfelden-Walldorf, 6017/14, 3468640/5536810  
 (2) Corynephorretalia, 23.3.1999, R. Cezanne: 150000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)  
 (3) Bebauung  
 (4) –
- (1) Opelstraße/Am Berg, Grundstück im Gewerbegebiet Süd, 6017/14, 3468647/5536788  
 (2) eingezäunter Scherrasen;  
 (3) – (Neufund)  
 (4) **17.6.2015: 150**
- (1) Westrand der Eichenacker-Schneise südlich Mörfelden, 6017/14, 3468760/5536610  
 (2) Sedo-Scleranthetea, 23.3.1999, R. Cezanne: 900 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)  
 (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe  
 (4) –

- (1) Ostrand der Eichenacker-Schneise südlich Mörfelden, 6017/14, 3468800/5536650
- (2) Corynephorretalia, 23.3.1999, R. Cezanne: 800 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe

(4) –

- (1) Streuobstbrache am Südrand von Walldorf, 6017/21, 3470170/5540130
- (2) Sedo-Scleranthetea, 17.3.1999, R. Cezanne: 3 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Gehölzsukzession

(4) –

- (1) Gartengrundstück am Südrand von Walldorf, 6017/21, 3470330/5540140
- (2) Sedo-Scleranthetea, 17.3.1999, R. Cezanne: 115000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) unbekannt

(4) –

#### **Landkreis Darmstadt-Dieburg, Gemeinde Erzhausen**

- (1) Reitplatz nordwestlich vom Ort vor dem Wald, 6017/24, 3473400/5536300
- (2) Sandrasenfragmente unter Zaun und offener Boden, 25.3.1999, K. P. Buttler: 25000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) –

(4) **29.5.2015: 1000**

#### **Landkreis Darmstadt-Dieburg, Gemeinde Weiterstadt**

- (1) Apfelbachdüne (nördlich des Apfelbachs unter der Hochspannungsleitung), 6017/41, 3470675/5534740
- (2) Corynephorretalia, 20.3.1999, K. P. Buttler: 200000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) –

(4) **17.3.2015: mehrere 100000**

#### **Landkreis Offenbach, Gemeinde Rödermark**

- (1) Südwestlich Urberach, Flugsanddüne nordwestlich der Körrlache, 6018/23, 3484210/5536810
- (2) Spergulo-Corynephorretum, 5.4.1999, R. Cezanne: 68 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) unbekannt

(4) –

#### **Stadt Darmstadt**

- (1) Ostrand von Eberstadt südlich Löfflerweg, 6117/42, 3474930/5521850
- (2) Sedo-Scleranthetea, 5.3.1999, R. Cezanne: 2750 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) unbekannt

(4) –

- (1) Bolzplatz am Ostrand von Eberstadt südlich Löfflerweg, 6117/42, 3474960/5521570
- (2) vegetationsarm, 8.3.1999, R. Cezanne: 1 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) –

(4) **8.5.2015: ca. 50 Ex.**

- (1) Ostrand von Eberstadt südlich Löfflerweg, 6117/42, 3474980/5521630
- (2) Corynephorretalia, 8.3.1999, R. Cezanne: 200 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) –

(4) **8.5.2015: 100 Ex.**

- (1) Ostrand von Eberstadt südlich Löfflerweg, 6117/42, 3474990/5521530
- (2) Spergulo-Corynephorretum, 8.3.1999, R. Cezanne: 60000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe

(4) –

- (1) Ostrand von Eberstadt südlich Löfflerweg, 6117/42, 3474990/5521550
- (2) Spergulo-Corynephorretum, 8.3.1999, R. Cezanne: 6000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe

(4) –

- (1) Ostrand von Eberstadt südlich Löfflerweg, 6117/42, 3475000/55215
- (2) Corynephorretalia, 8.3.1999, R. Cezanne: 3200 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)
- (3) Sukzession, geschlossene Grasnarbe

**(4)** –

- (1) Ostrand von Eberstadt südlich Löfflerweg, 6117/42, 3475000/5521600
- (2) Spergulo-Corynephorretum, 8.3.1999, R. Cezanne: 14000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) –

**(4) 8.5.2015: einige 100 Ex.**

- (1) Eberstadt Nord, Gartengrundstück am Steckenbornweg, 6117/42, 3475100/5521700
- (2) Sedo-Scleranthetea, 6.4.1999, R. Cezanne: 1000000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) unbekannt

**(4)** –

- (1) Eberstadt Nord, Steckenborn, 6117/42, 3475220/5521790
- (2) Spergulo-Corynephorretum, 6.4.1999, R. Cezanne: 1000000 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) –

**(4) 8.5.2015: 1500 Ex.**

**Landkreis Darmstadt-Dieburg, Gemeinde Pfungstadt**

- (1) Nordöstlich Pfungstadt, Schneisenrand südöstlich vom Galgenberg, 6117/44, 3473180/5518960
- (2) Spergulo-Corynephorretum, 3.5.1999, R. Cezanne: 100 Ex. (Hodvina & Buttler 2002)

(3) unbekannt

**(4)** –

Tab. 4: Vegetationsaufnahmen, Aufnahmeflächen 2 × 2 m. – Vegetation relevés, survey areas..

Aufnahmefläche	RTG2	RTG3	RKW1	ABD1	RTG5	RTG1	RTG4	ABD3	RPEv2	RPEv1	ABDv2
Aufnahmedatum in 2015	26.5.	26.5.	28.5.	31.5.	28.5.	26.5.	26.5.	31.5.	10.7.	10.7.	10.7.
Artenzahl Gefäßpflanzen	11	11	10	9	6	8	6	5	12	9	11
Gesamtdeckung (%)	65	50	40	40	5	30	10	15	50	60	50
Deckung Moose (%)											15
<i>Cerastium semidecandrum</i>	1	2	1	+	.	1	1	r	.	.	.
<i>Veronica cf. arvensis</i>	+	r	1	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Erodium cicutarium</i>	2	.	r	r	r	.	.	.	.	.	.
<i>Oenothera biennis</i>	r	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.
<i>Filago arvensis</i>	.	+	.	.	.	r	r	.	.	.	.
<i>Portulaca oleracea</i>	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Spergula arvensis</i>	.	r	3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Hieracium pilosella</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	r	.	1
<i>Jasione montana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	r
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
<i>Ornithopus perpusillus</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia campestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla argentea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Digitaria sanguinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corynephorus canescens</i>	.	.	.	r	.	r	+	1	r	1	1
<i>Rumex acetosella</i>	2	1	.	1	.	+	1	r	.	+	.
<i>Mibora minima</i>	.	.	1	2	.	2	1	.	.	1	2
<i>Holcus lanatus</i>	1	.	.	.	r	.	.	.	+	+	.
<i>Bromus tectorum</i>	.	2	.	2	.	.	.	1	.	.	.
<i>Vicia angustifolia</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium dubium</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anchusa arvensis</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum acre</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis ramosissima</i>	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Chenopodium cf. pumilio</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Koeleria glauca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene conica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum phlomoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus hordeaceus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium molle</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Papaver cf. dubium</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola arvensis</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus sterilis</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lamium amplexicaule</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa annua</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aira caryophylla</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Berteroa incana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Linaria spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Asparagus officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Hypericum maculatum agg.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica cf. polita</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago falcata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa cf. nemoralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poaceae	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.



Tab. 5: Nutzungsformen der Untersuchungsflächen. – Land management in the survey areas.

<b>Bezeichnung der Untersuchungsflächen</b>	<b>Bewirtschaftung</b>
RTG1, RTG2, RTG3, RTG4, RTG5 RTGv1, RTGv2 RKW1 RAWv1	Streuobst mit periodischem Umbruch oder Fräsen der Vegetationsdecke und Selbstbegrünung
ABD1, ABD2, ABD3, ABD4 ABDv1, ABDv2	extensive Pflegebeweidung mit Eseln
DAE1, DAE2	Streuobstwiese, Art der Grünlandpflege nicht bekannt
DAEv1, DAEv2	gemähte öffentliche Grünfläche, Mahdzeitpunkt unbekannt
RPEv1, RPEv2	Freizeitnutzung: Reitplatz (Tritt durch Besucher und Reitbetrieb, vermutlich ergänzt durch maschinelle Pflege)

Tab. 6: Ergebnisse der Korngrößenanalysen der Bodenproben. – Analyses of particle size in soil samples.

	Grobsand (%) 630–2000 µm	Mittelsand (%) 200–630 µm	Feinsand (%) 63–200 µm	Summe Sand (%) 63–2000 µm	Grobschluff (%) 20–63 µm	Mittelschluff (%) 6,3–20 µm	Feinschluff (%) 2–6,3 µm	Summe Schluff (%) 2–63 µm	Ton (%) <2 µm
ABD2m	7,27	47,83	40,51	95,61	1,10	0,88	0,11	2,08	2,30
ABD1m	6,17	48,62	41,14	95,93	1,21	0,44	0,22	1,87	2,20
RTG1m	3,89	40,54	45,33	89,76	3,75	2,27	1,82	7,85	2,39
RTG4m	3,31	48,26	42,59	94,16	1,76	0,88	0,77	3,42	2,43
RKW1m	3,56	43,85	40,35	87,75	5,13	2,63	2,25	10,00	2,25
DAE1m	0,92	46,02	48,32	95,27	1,99	0,62	0,62	3,24	1,49
DAE2o	1,46	49,25	43,41	94,12	2,55	0,78	0,11	3,44	2,44
RTG3o	3,56	43,72	44,20	91,49	3,33	2,10	1,60	7,03	1,48
RTG5o	3,62	37,00	44,03	84,65	6,53	3,02	2,78	12,33	3,02
RTG2o	2,55	42,47	45,96	90,99	3,58	2,10	1,85	7,53	1,48
ABD3o	2,14	35,41	57,88	95,43	2,17	0,22	0,11	2,50	2,07
ABD4o	5,01	32,66	56,93	94,60	2,09	0,55	0,11	2,75	2,64

Tab. 7: Ergebnisse der Profilbohrungen (Abkürzungen nach Ad-Hoc-AG Boden 2005). – Soil profiles (abbreviations according to Ad-Hoc-AG Boden 2005)

Standort: RTG1m (Rüsselsheim, Gemarkung Tiefgewann), 3459106/5535018

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Farbe	Bodenart	Skeletgehalt	Gefüge	Kalkgehalt	Humusgehalt	Bemerkung
Ap	-30	bng	fSms	Gr1	ein	c0	h1	
Al	-50	gebng	Su2	Gr1	ein-koh	c0	h1	
Bv	-70	geb	Sl4	Gr1	koh	c0	h0	
Bv+Bbt	-100+	geb & bnro	St3+Sl4	Gr1	sub & koh	c0	h0	

Bodenform: Bänderparabraunerde aus LH (Flugsand) über LB (Auenlehm?)

Standort: RTG2o (Rüsselsheim, Gemarkung Tiefgewann), 3459081/5534990

	-27	hbng	fSms	Gr0	ein	c0	h1	
Al	-44	hbng+geligr	Su2	Gr0	koh	c0	h1/h0	Verzahnung
Bt	-65	robn	St3	Gr0	pol	c3	h0	LB
elCc	-80+	hgelib	Ss	fGr2	ein-koh	c5	h0	Kalk-Konkretionen

Bodenform: Parabraunerde aus LH (Flugsand) über LB (Terrassensand)

Standort: RTG3o (Rüsselsheim, Gemarkung Tiefgewann), 3459087/5534948

Ap	-27	hbng	fSms	Gr1	ein	c0	h1	
Al	75	hgelib	Su2	Gr1	ein-koh	c0	h0	
Bt	-90	robn	St2	Gr1	koh	c0	h0	LB; Mangan-Konkretionen?
Bbt	-100+	hgr+hro+robn	mult.	Gr2	mult.	c0	h0	gebändert

Bodenform: Bänderparabraunerde aus LH (Flugsand) über LB (Terrassensand)

Standort: RTG4m (Rüsselsheim, Gemarkung Tiefgewann), 3459060/5534863

jAi	-10	hgr	fSms	Gr0	ein	c0	h1	remobilisiert?
rAp	-45	bng	Su2	Gr1	ein-koh	c0	h1	fleckig
Bv	-90	hebng	Su2	Gr0	pol	c0	h0	LB
Bv2	-90	hege	Sl3	Gr0	ein-koh	c0	h0	
ilC	-100+	hgr	Ss	Gr0	ein	c0	h0	

Bodenform: Braunerde aus LH (Flugsand) über LB (Terrassensand)

Standort: RTG5o (Rüsselsheim, Gemarkung Tiefgewann), 3458910/5535098

Ap	-15	hgrbn	Su2	Gr0	ein	c0	h1	
Al	-55	hgelib	Su2	Gr0	ein-koh	c0	h0	
Bt	-75	robn	St2	Gr1	koh	c0	h0	LB
elCc	-100+	hgeligr	Ss	Gr0	ein	c3	h0	

Bodenform: Parabraunerde aus LH (Flugsand) über LB (Terrassensand)

Standort: RKW1m (Rüsselsheim, Gemarkung. Kuhweide), 3458485/5535313

Horizont	Mächtigkeit	Farbe	Bodenart	Skelettgehalt	Gefüge	Kalkgehalt	Humusgehalt	Bemerkung
Ap	-25	hbng	Su2	Gr0	ein-koh	c0	h1	
Al	-65	roligrbn	Su2	Gr0	ein-koh	c0	h1/h0	
Bv+Bbt	-100+	hgrbn+ roligebn	Su2+St3	Gr0	ein+ koh	c0	h0	LB

Bodenform: Bänderparabraunerde aus LH (Flugsand) über LB (Terrassensand)

Standort: DAE1m (Darmstadt-Eberstadt), 3475207/5521785

jAh	-7	hgrbn	fSms	Gr0	ein	c0	h1	umgelagert?
jilC	-90+	hgelibn	Su2	Gr0	ein	c0	h0	

Bodenform: Regosol aus umgelagertem Flugsand (?)

Standort: DAE2o (Darmstadt-Eberstadt), 3475235/5521802

Ap	-30	hgrbn	mSfs	Gr1	ein	c0	h1	Merkmale sehr schwach ausgeprägt
Al	-40	hgelibn	Su2	Gr1	ein	c0	h0	
Bt-ilSd	-100+	rolibn-dgrbn	Sl3	Gr0	ein-koh	c0	h0	leicht fleckig

Bodenform: Pseudogley-Parabraunerde aus LH (Flugsand) über LB (Terrassensand)

Standort: ABD1m (Apfelbachdüne), 3470671/5534737

jAi	-10	hgelibn	mSfs	Gr0	ein	c0	h0	
jilC	-100+	hgelibn	Ss	Gr0	ein	c0	h1	

Bodenform: Lockersyrosem aus umgelagertem Flugsand

Standort: ABD2m (Apfelbachdüne), 3470688/5534750

jiAh	-18	grbn	mSfs	Gr0	ein	c0	h2	
jilC	-80+	geb	Su2	Gr0	ein	c0	h0	

Bodenform: Regosol aus umgelagertem Flugsand

Standort: ABD3o (Apfelbachdüne), 3470710/5534728

jelC	-65	hbn	fSms	Gr1	ein	c5	h0	
jSw	-80	grbn+ robn	Ss	Gr1	ein	c5	h0	fleckig
II-jSw	-85	dgr	Ts2	Gr0	pol	c3	h0	
III-jeSd	-90+	gr	Ss	Gr2	ein	c1	h0	nass

Bodenform: Lockersyrosem-Parabraunerde (?)

Standort: ABD4o (Apfelbachdüne), 3471018/5534673

jelC	-100+	gelibn	fSms	Gr2	ein	c5	h0	
------	-------	--------	------	-----	-----	----	----	--

Bodenform: Rohboden aus anthropogen umgelagertem Tiefensand