

„Störungen“ auf dem Truppenübungsplatz Haltern-Borkenberge und deren Bedeutung für ausgewählte Tier- und Pflanzenarten

Heidelerche (*Lullula arborea*), Kreuzkröte (*Bufo calamita*), Rostbinde (*Hipparchia semele*), Gelber Schnellläufer (*Harpalus flavescens*), Erfahrene Bärin (*Arctosa perita*), Hirschsprung (*Corriola litoralis*), Knorpelmiere (*Illecebrum verticillatum*) und Zierliche Glanzleuchteralge (*Nitella gracilis*)

Matthias Olthoff, Coesfeld, Patrick Leopold, Wachtberg, Karsten Hannig, Waltrop,
Carsten Schmidt, Münster und Kerstin Wittjen, Coesfeld

Zusammenfassung

Die militärische Nutzung auf dem Truppenübungsplatz Haltern-Borkenberge bedingt die regelmäßige Entstehung von Störstellen. So führt beispielsweise das Befahren mit schweren Rad- und Kettenfahrzeugen zu linearen, offenen Bodenstellen und zur Ausbildung wassergefüllter Fahrspurinnen, während das gezielte Abflämmen für eine kontinuierliche Offenhaltung großer Flächen sorgt. Anhand ausgewählter Beispiele aus Fauna (Heidelerche *Lullula arborea*, Kreuzkröte *Bufo calamita*, Rostbinde *Hipparchia semele*, Gelber Schnellläufer *Harpalus flavescens*, Erfahrene Bärin *Arctosa perita*) und Flora (Hirschsprung *Corriola litoralis*, Knorpelmiere *Illecebrum verticillatum*, Zierliche Glanzleuchteralge *Nitella gracilis*) wird die Bedeutung des militärischen Nutzungs- bzw. Störungsregimes für bestandsbedrohte Tier- und Pflanzenarten dargestellt.

Das Vorhandensein eines militärischen Störungsregimes inmitten eines großflächigen, unzerschnittenen Biotopmosaiks aus verschiedenen nährstoffarmen Lebensräumen wird für das Vorkommen einer artenreichen Biozönose in den Borkenbergen verantwortlich gemacht. Je heterogener ein Störungsregime wirkt, desto mehr Arten können von diesem profitieren. Dabei sollten empfindliche Lebensräume, wie nährstoffarme Moore, von intensiven militärischen Störungen verschont bleiben.

Abstract: On the Haltern-Borkenberge Training Area (North Rhine-Westphalia, Germany), the military land use represents the typical source of disturbances. Wheeled and heavy tracked vehicles generate linear ground disturbances and water-filled ruts, while controlled burning procreate wide open areas. The importance of the military disturbance regime for threatened species is shown by selected examples of fauna (*Lullula arborea*, *Bufo calamita*, *Hipparchia semele*, *Harpalus flavescens*, *Arctosa perita*) and flora (*Corriola litoralis*, *Illecebrum verticillatum*, *Nitella gracilis*).

As a consequence, military activities in the middle of a wide, uncut complex of nutrient-poor biotopes are crucial and responsible for a remarkable species-rich biocoenosis at Borkenberge. The more heterogeneous the disturbance regime, the more species benefit from it. However, environmentally sensitive biotopes (e.g. mires and bogs) should not be exposed to intensive military training.

1 Einleitung

Der Begriff „Störung“ bezeichnet im allgemeinen Sprachgebrauch die negativen Folgen menschlichen Handelns (STOCK et al. 1994). Auch bei der Betrachtung militärischer Übungsplätze ist man lange davon ausgegangen, dass die von schweren Panzerketten oder Bränden ausgehenden Störungereignisse einen überwiegend negativen Einfluss auf die Tiere und Pflanzen und die von ihnen besiedelten Lebensräume haben.

In den 1970er Jahren wurde die Bedeutung der militärischen Übungsplätze für den Naturschutz erkannt (BORCHERT et al. 1984, BMVg 2000), wobei zunächst noch zwischen den militärisch wenig beeinflussten, für den Naturschutz als bedeutend eingestuften Bereichen und den militärisch stark gestörten Flächen unterschieden wurde. Noch in der „Richtlinie zur umweltverträglichen Nutzung von Übungsplätzen der Bundeswehr“ (BMVg 1992) erfolgte eine Trennung von einerseits nicht genutzten und daher aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes wertvollen und andererseits militärisch genutzten und daher wertlosen Teilen eines Truppenübungsplatzes (vgl. MEYER 1994).

Wie kann es aber sein, dass viele selten gewordene Arten in den militärisch stark genutzten Bereichen von Übungsplätzen dauerhafte Vorkommen besitzen, außerhalb dieser jedoch nahezu verschwunden sind? Warum treten Arten wie Heidelerche (*Lullula arborea*), Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*), Schlingnatter (*Coronella austriaca*), Rostbinde (*Hipparchia semele*) oder Knorpelmiere (*Illecebrum verticillatum*) im Kreis Coesfeld nur noch innerhalb der Grenzen des Truppenübungsplatzes Borkenberge auf und sind im übrigen Kreisgebiet weitestgehend verschwunden oder ausgestorben (vgl. STEPHAN et al. 2006)?

Ein wesentlicher Grund hierfür ist – neben dem Vorhandensein entsprechend großflächiger, nährstoffärmer Lebensräume – die durch den militärischen Übungsbetrieb bedingte Dynamik, die in unregelmäßigen Abständen Teilbereiche in entsprechend frühe Sukzessionsstadien zurückversetzt.

Es steht außer Frage, dass mit einer militärischen Nutzung auch negative Beeinträchtigungen (militärische Altlasten, Kontaminationen, großflächige Erosionen u.a.) verbunden sein können (z.B. VERTEGAAL 1989, TÖNNIEBEN 1994, TÄUBER 1994, IUCN 1996). Diese Problematik ist aber bewusst nicht Gegenstand dieses Artikels. Vielmehr soll am Beispiel des Truppenübungsplatzes Borkenberge auf die positive Auswirkung militärisch bedingter Störungen auf hochgradig gefährdete Tier- und Pflanzenarten aufmerksam gemacht werden.

Da im Rahmen des vorliegenden Werkes über den Truppenübungsplatz Borkenberge die Wirbeltiere, zahlreiche Wirbellosengruppen, die Vegetation und die Flora sowie die Pilze betrachtet wurden (siehe Beiträge in diesem Band), soll in diesem Beitrag das militärische Nutzungs- bzw. Störungsregime diskutiert werden, das maßgeblich zur Lebensraum- und Artenvielfalt im Untersuchungsgebiet beiträgt.

2 Störungen

Der verwendete Störungsbegriff soll hier in einem anderen Sinne verstanden werden, als dies umgangssprachlich üblich ist. In Anlehnung an JAX (1999) wird er als technischer Begriff verwendet, dem „keine Wertung im Sinne von gut oder schlecht, wünschenswert oder nicht wünschenswert beigelegt wird“. Der Begriff Störung stellt die neutrale Beschreibung eines Vorgangs dar, bei der pflanzliche Biomasse vernichtet und oft auch das vorhandene Bodengefüge (bzw. geologische Substrat) zerstört werden (vgl. GRIME 2001, JENTSCH et al. 2002a, FARTMANN 2006, LEOPOLD 2007).

Im Folgenden wird eine von PICKETT & WHITE (1985) entwickelte Definition des Begriffes aufgegriffen, die auch für diesen Beitrag gelten soll: *“A disturbance is any relatively discrete event in time that disrupts ecosystem, community, or population structure and changes resources, substrate availability, or the physical environment“*.

Es lassen sich natürliche von anthropogen verursachten Störungen unterscheiden. Zu den natürlichen Störungen gehören unter anderem Überschwemmungen, Eis-, Schnee- und Windbruch, Hangrutschungen, Dünenbildungen, natürliche Brände, das Umstürzen alter Bäume, aber auch Insektenkalamitäten (z.B. Borkenkäfer- und Maikäferfraß), das Wühlen von Tieren (z.B. Wildschweine, Füchse) sowie die Übersandungen durch Ameisen- und Kaninchenaktivitäten (vgl. HOLTMEIER 2002, JENTSCH et al. 2002b, FARTMANN 2006). Ein Großteil dieser natürlichen Störungen sind in unserer heutigen Kulturlandschaft selten geworden oder stark in ihrer Dynamik eingeschränkt. Zu den vom Menschen verursachten, anthropo(zoo)genen Störungen zählen beispielsweise Bodenverwundungen durch Befahren mit Fahrzeugen, Materialabbau, Abflämmen, Holzeinschlag, Mahd oder Viehbeweidung.

Natürliche Bodenverwundungen, die beispielsweise durch Überschwemmungen initiiert zu frühen Sukzessionsstadien führen, treten in unserer heutigen Landschaft kaum mehr auf. Auch viele kleine, zu Beginn des 20ten Jahrhunderts noch häufiger zu beobachtende Eingriffe durch den Menschen – wie kleinflächige Sandabgrabungen, Mergelkuhlen oder das Abflämmen – sind nicht mehr erlaubt (REICHHOLF 2005). Hierdurch haben Pionierarten ihre primären und einen Großteil ihrer sekundären Lebensräume weitgehend verloren. Rückzugsräume für diese auf frühe Sukzessionsstadien angewiesenen Arten stellen heute oft nur noch aktiv genutzte militärische Übungsplätze oder große Abgrabungen dar.

In der Regel wirken mehrere Störungen auf eine Tier- und Pflanzenart und deren Population ein. Eine Störung kann in ihrer Wirkung durch die Stärke, die Ausdehnung, die Frequenz ihres Eintretens sowie die Länge der Erholungsphasen zwischen den einzelnen Störereignissen beschrieben werden. Dabei wirkt jede Störung artspezifisch, wobei die Ebenen eines Individuums, des Teillebensraumes und der Population getrennt zu beurteilen sind. Das gleiche Störereignis (z.B. Abflämmen) kann auf Individual- und Mikrohabitatemebene vernichtend, auf Populationsebene jedoch erhaltend wirken. Von Bedeutung sind dabei vor allem auch die Gesamtflächengröße und die Vernetzung der Teillebensräume. Eine vertiefende (artbezogene) Betrachtung hierzu findet sich in LEOPOLD (2007).

3 Das Störungsregime auf dem Truppenübungsplatz Borkenberge

Militärisch genutzte Übungsplätze sind oftmals durch eine ganze Reihe von Störungen gekennzeichnet (vgl. DEMARAIS et al. 1999). Sie stellen ein Musterbeispiel für die wichtige Rolle dar, die ungeregelte Störereignisse für den Erhalt vieler Arten spielen können (FARTMANN 2006). Im Folgenden soll für den Truppenübungsplatz Borkenberge ein militärisch bedingtes Störungsregime, d.h. die raum-zeitliche Verteilung von Störungereignissen und deren Ausprägungen (JAX 1999), beschrieben und dessen Auswirkungen auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten dargestellt werden.

Der zentrale, etwa 300 Hektar große Offenlandbereich der Borkenberge ist von zahlreichen Sandwegen geprägt, die das Gelände wie ein Spinnennetz überziehen. Sie werden durch das regelmäßige **Befahren mit Ketten- und Radfahrzeugen** offen gehalten (siehe Abb. 1 und 2). Die häufig befahrenen, teilweise vollständig vegetationsfreien Wege haben eine durchschnittliche Breite von etwa fünf Metern, wobei die oft befahrenen Panzertrassen bis zu 40 Meter breit sind. Das wiederholte Befahren mit Ketten- und Radfahrzeugen führt zu Vertiefungen und Bodenverdichtungen, in deren Folge sich Gewässer mit meist temporärer Wasserführung bilden (siehe Abb. 7).



Abb. 1: Ketten- und Radfahrzeuge schaffen offene Bodenbereiche. (Foto: M. Olthoff)

Die Bereiche jenseits der Fahrwege sind überwiegend von Heide- und Sandtrockenrasenvegetation geprägt (WITTJEN 2009, in diesem Band). Die Verbuschung dieser Offenlandflächen wird durch verschiedene Maßnahmen verhindert. Durch **Entkusselung**

und **Mahd** wird der zentrale Bereich der Borkenberge offen gehalten. Beim winterlichen **Abflämmen** werden oftmals mehrere Hektar große, durch Sandwege voneinander getrennte Bereiche bei geeigneter Witterung vom Militär gezielt abgebrannt (siehe Abb. 3). Brandereignisse werden außerdem durch das **Einschlagen von Sprengkörpern** verursacht, wodurch zusätzlich kleine, rohbodenreiche Einschusskrater entstehen. Im Rahmen von **Flugübungen** mit Hubschraubern werden durch die Rotorenbewegung große Mengen an Bodensubstrat aufgewirbelt, wodurch Pionierstandorte entstehen. Durch das Ausheben von Schützengräben oder die Anlage von Sandwällen kommt es kleinflächig zu **Veränderungen der Bodenmorphologie**. Die **Anlage von Gewässern** führt zur Entstehung steiler Abbruchkanten und offener Uferbereiche. Darüber hinaus werden innerhalb der Wälder kleine bis mittelgroße **Lichtungen** geschlagen.

4 Fallbeispiele ausgewählter Tier- und Pflanzenarten

4.1 Einleitung

Anhand ausgewählter Arten aus den Gruppen der Amphibien, Vögel, Schmetterlinge, Spinnen, Käfer, Pflanzen und Armleuchteralgen soll die Bedeutung der militärischen Störungen für den Erhalt ihrer Lebensräume in den Borkenbergen beleuchtet werden.

4.2 Kreuzkröte *Bufo calamita* LAURENTI, 1768

Die in Nordrhein-Westfalen als gefährdet eingestufte Kreuzkröte (SCHLÜPMANN & GEIGER 1999) ist zur Fortpflanzung auf das Vorhandensein flacher, schnell erwärmbarer, gegebenenfalls temporär wasserführender und damit prädatorenarmer Gewässer angewiesen (MEYER 2004). Waren derartige Gewässer ursprünglich in den Auen unregulierter, größerer Fließgewässer zu finden, so kommt die Art heute schwerpunktmäßig auf anthropogenen Pionierstandorten wie Abgrabungen, Industrie- und Gewerbegebäuden, Bauvorbereitungsflächen, Bergbaufolgelandschaften und Truppenübungsplätzen vor (GÜNTHER & MEYER 1996, MEYER 2004). Lebensräume also, innerhalb derer ständig neue Fortpflanzungsgewässer entstehen bzw. bestehende Gewässer regelmäßig in frühe Sukzessionsstadien zurückversetzt werden.

Die Kreuzkröte (siehe Fotoanhang) sucht auf dem Truppenübungsplatz Borkenberge insbesondere die wassergefüllten Fahrspuren zur Fortpflanzung auf (s. Abb. 5). Sie erreicht hier aktuell eine Bestandsgröße von mindestens 100 rufenden Männchen, wobei die Fahrspurrinnen die bedeutendsten Fortpflanzungsgewässer darstellen (vgl. OLTHOFF 2009b, in diesem Band). Zwischen 2006 und 2008 konnten in mindestens 15 verschiedenen Fahrspurrinnen Laichschnüre, Larven oder frisch metamorphosierte Jungkröten festgestellt werden. Die von der Art genutzten Fortpflanzungsgewässer konzentrieren sich auf dem Truppenübungsplatz praktisch ausschließlich auf das Netz von Fahrwegen, wobei vor allem die stärker gestörten, vegetationsarmen bis -freien Gewässer genutzt werden (vgl. WARREN & BÜTTNER 2008a). Trotz einer zeitweise recht intensiven militärischen Nutzung sind aber auf Grund wechselnder Fahrrouten nicht alle Gewässer gleichermaßen durch die mechanischen Beeinträchtigungen betroffen, so dass einige Fahrspurrinnen vermutlich in jedem Jahr Fortpflanzungserfolg gewährleisten. MEYER

(1994) betont in diesem Zusammenhang die sehr kurze Metamorphosedauer der Kreuzkröte, welche die Wahrscheinlichkeit störungsbedingter Mortalität reduziert. Auf das „Dilemma“ zwischen störungsbedingt erhöhter Mortalität und der durch die Störung erzeugten Habitateignung wird bei der Rostbinde (*Hipparchia semele*, s. Kap. 4.4) näher eingegangen.

Die Aufgabe der militärischen Nutzung und ein damit einhergehender Wegfall der permanenten Bodenverwundungen würden zu einem schnellen Zuwachsen der wassergefüllten Fahrspurrinnen führen, die Wasserhaltung würde durch ausbleibende Verdichtung immer stärker reduziert. Ein lokales Aussterben der Kreuzkröte auf dem Truppenübungsplatz wäre zu befürchten (vgl. MEYER 1994, GÜNTHER & MEYER 1996, LAUFER & SOWIG 2007, WARREN & BÜTTNER 2008a).

4.3 Heidelerche *Lullula arborea* (LINNAEUS, 1758)

Die Heidelerche (siehe Fotoanhang) gilt als eine Leitart offener und halboffener Heide-, Heidemoor- und Sandtrockenrasenbiotope (FLADE 1994, VERBÜCHELN & JÖBGES 2000). Nach PEITZMEIER (1969) war die Art in Westfalen mit Ausnahme der Börden ein weit verbreiteter Brutvogel. Inzwischen hat sie, insbesondere auf Grund der land- und forstwirtschaftlichen Intensivierung, weite Teile der westfälischen Kulturlandschaft als Brutgebiet aufgegeben (NWO 2002) und gilt landesweit als stark gefährdet (GRO & WOG 1997). Militärische Übungsplätze mit einem entsprechenden Störungsregime, welches die Entstehung von offenem Boden fördert, gelten heute in vielen Regionen als die bedeutendsten Rückzugsgebiete der Art (JÖBGES & CONRADS 1999, VOGEL 1999). Vegetationsfreie Bodenbereiche stellen einen wesentlichen Schlüsselfaktor in der Habitatqualität der Heidelerche dar, sie sind unter anderem für die Nahrungssuche von großer Bedeutung (BOWDEN 1990, GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1985). Die Heidelerche benötigt nach VOGEL (1999) in ihren Brutrevieren einen Offenbodenanteil zwischen 5% und 10% der Reviergröße.

Im Rahmen der 2006 durchgeführten ornithologischen Kartierung auf dem Truppenübungsplatz Borkenberge wurden 22 Reviere der Art festgestellt (siehe Abb. 2 und OLTHOFF 2009a, in diesem Band). Durch die Zusammenführung der im Rahmen einzelner Tagesbegehungen registrierten Heidelerchen konnten Revierzentren ermittelt werden, die in ein Geographisches Informationssystem (ArcView 3.3) übertragen wurden. In Anlehnung an die Methode von VOGEL (1999) wurde anschließend jedem Revierzentrum ein kreisförmiges Standardrevier von drei Hektar zugewiesen. Diese Flächengröße entspricht der von VOGEL (1998) festgestellten durchschnittlichen Reviergröße der Heidelerche. Anschließend wurden diesen Revieren aktuelle Luftbilder (2006) unterlegt und der Rohbodenanteil innerhalb der Reviere mit Hilfe folgender Abstufungen abgeschätzt: < 5%, 5-10% und > 10%.

Alle 22 Reviere wiesen einen Rohbodenanteil von über fünf Prozent der Reviergröße auf, in fünf Revieren waren mehr als 10% offener Rohboden vorhanden. Ein derart hoher Rohbodenanteil ist in den Borkenbergen insbesondere in den Bereichen mit militärisch häufig befahrenen Wegen gegeben (siehe Abb. 2). Insgesamt 20 der 22 Reviere war das Vorhandensein von sandigen Fahrspuren innerhalb der Reviergrenze gemein,

während sich zwei Reviere im Übergangsbereich sandiger Äcker zu lichten Kiefernforsten befanden. Im Fall der beiden letztgenannten Reviere war der Schlüsselfaktor „vegetationsfreie Bodenbereiche“ maßgeblich durch die Ackernutzung gegeben.

Neben den von VOGEL (1999) als wesentlicher Faktor eingestuften „vegetationsfreien Bodenflächen“ müssen weitere Habitatquisiten im Revier einer Heidelerche vorhanden sein. So benötigt die Art auch höherwüchsige, krautig-grasige Bodenvegetation (z.B. *Calluna vulgaris*-Bestände) zur Anlage ihrer Nester sowie Gebüsche oder Bäume als Sitz- bzw. Beobachtungswarten (vgl. GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1985, BOWDEN 1990, VOGEL 1998, 1999; VENNE 2003). Ein Großteil der auf dem Truppenübungsplatz Borkenberge festgestellten Heidelerchenreviere lag in Waldrandnähe, während wenige Reviere durch das Vorhandensein vereinzelt wachsender Gebüsche oder Bäume charakterisiert waren (siehe Abb. 2). Die Bindung der Heidelerche an diese Vegetationsstrukturen verdeutlicht aber auch, dass ein gewisses Maß an Störungsintensität nicht überschritten werden darf.

Das dieses Maß in den Borkenbergen noch nicht überschritten ist, bekräftigen die Beobachtungen von TÖNNIEßen (1994) aus der Lüneburger Heide: Auf den ständig mit Panzern befahrenen, weitestgehend rohbodenreichen und von nur wenigen Waldbereichen bestandenen „Roten Flächen“ konnte er erheblich höhere Siedlungsichten der Heidelerche feststellen als auf weniger gestörten Heideflächen innerhalb des NSG Lüneburger Heide.

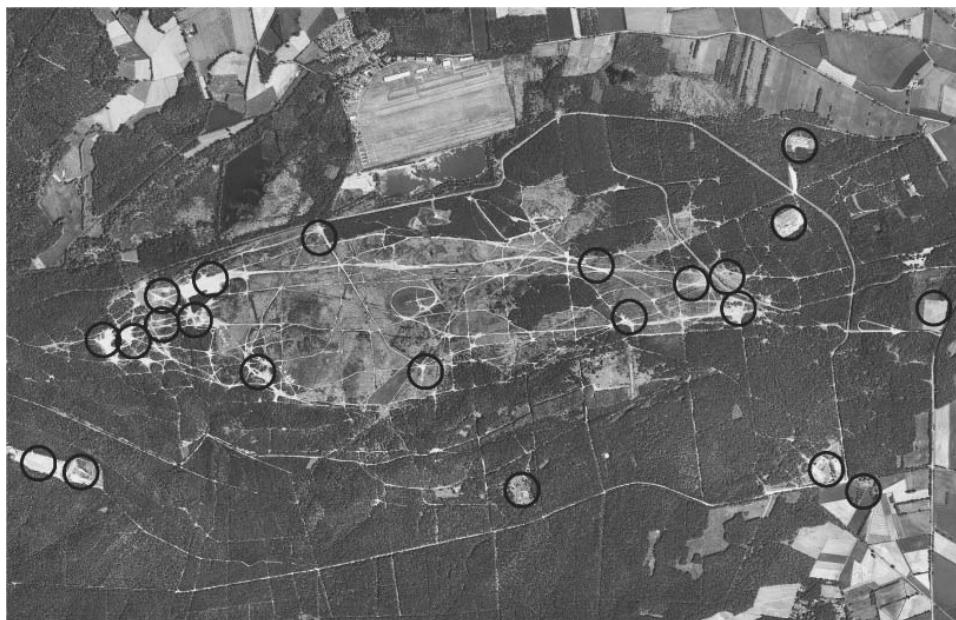


Abb. 2: Die Lage der 2006 ermittelten 22 Heidelerchenreviere in den Borkenbergen.

Die Kreise stellen Standardreviere mit einer Größe von drei Hektar dar (s. Text). Mit Ausnahme der zwei am weitesten östlich gelegenen Reviere, die auf frisch bearbeiteten Ackerstandorten zu finden waren, liegen die übrigen zwanzig Reviere in militärisch gestörten, rohbodenreichen Bereichen. Gut zu erkennen ist ferner die Lage aller Reviere in unmittelbarer Nähe zu Gehölzstrukturen.

Die Heidelerche profitiert nach REICHHOLF (2005) und ROTHAUPT & VOGEL (1996) von der Anlage entsprechender Waldlichtungen bzw. Kahlschläge. So konnten auch in den Borkenbergen sechs Reviere in Waldlichtungen mit einer Größe zwischen 1-7 ha angetroffen werden (siehe Abb. 2). Die von der Heidelerche genutzten Lichtungen waren – bedingt durch militärische Aktivitäten – ebenfalls durch offene Bodenbereiche (Fahrspuren, Sandwälle) geprägt.

Darüber hinaus wird vermutet, dass das durchgeführte Abflämmen im zentralen Offenlandbereich positive Auswirkungen auf die Bestände der Heidelerche in den Borkenbergen hat. So konnte GATTER (1996, 2000) einen direkten Zusammenhang zwischen Brandflächen und Neuansiedlung der Heidelerche herstellen, auch DIERSCHKE & OELKE (1979) beobachteten eine deutliche Zunahme der Art nach Brandereignissen in Kiefernforsten.



Abb. 3: Der Einsatz von Feuer in den Borkenbergen schafft Lebensräume für Heidelerche und Rostbinde. (Foto: M. Olthoff)

4.4 Rostbinde *Hipparchia semele* (LINNAEUS, 1758)

Die Rostbinde (siehe Abb. 4) hat seit den 1970er Jahren im mitteleuropäischen Binnenland erhebliche Bestandseinbußen hinnehmen müssen. Für die landesweit stark gefährdete Pionierart (DUDLER et al. 1999) ist aktuell ein Arealverlust von über 70% in Nordrhein-Westfalen belegt, deutschlandweit sind es mehr als 40% (ermittelt anhand der Messtischblattbelegung, s. LEOPOLD 2007). Die letzten individuenstarken Vorkommen

in Nordrhein-Westfalen befinden sich in der Senne, im Raum Borkenberge/Lavesum, in der Schwalm-Nette-Region sowie im Bergschadensgebiet um Mechernich. All diesen Vorkommen ist gemein, dass entweder eine starke mechanische Beanspruchung durch militärischen Übungsbetrieb oder Bergbau vorliegt (oder dieser vor nicht allzu langer Zeit noch vorlag).

Als Schlüsselfaktoren gelten (im zentralen Offenbereich der Borkenberge wie auch überregional) – neben dem Vorkommen trockenresistenter und winterharter Magergräser sowie einer schnell abtrocknenden Bodenoberfläche – ein hoher Offenbodenanteil, eine geringe Vegetationsdeckung und -höhe sowie eine maximale Besonnung der Fortpflanzungshabitate. Die untersuchten Larvalhabitata (auf 1m² definiertes „Mikrohabitat“, vgl. LEOPOLD 2007) wiesen im Schnitt 70% Offenbodenanteil auf, eine nennenswerte Streuakkumulation wurde dort nicht toleriert. Selbst in den „Mesohabitaten“ (Umkreis von 15m) wurde noch ein Offenbodenanteil von über 50% erreicht. Auch die Stellung der Fortpflanzungshabitate im Sukzessionsverlauf belegt eine extreme Präferenz für frühe und kurzlebige Stadien der Boden- und Vegetationsgenese. *Hipparchia semele* besiedelt in den Borkenbergen Lockersandstellen mit Silbergras (*Corynephorion*) sowie die jeweils schüttlersten Ausprägungen der Sandheide (*Calluno-Ulicetea*) (zur Freilandstudie 2002-2006 s. LEOPOLD 2007).



Abb. 4: Rostbinde *Hipparchia semele*. (Foto: P. Leopold)

Im Störungskontinuum ist die Rostbinde folglich auf stark gestörte Bereiche angewiesen. Ungestörte (Wald-)Bestände, wenig gestörte Stellen oder solche mit lang zurückliegender Störung sowie Flächen mit Störungstypen ohne Bodenverletzungen wurden kaum als Larvalhabitat ausgewählt. Offenbodenstellen blieben nur bei zu geringer Wirtspflanzen-

deckung (von unter 1%) unbesiedelt. Wiederkehrende mechanische Störungen der Vegetation und des Oberbodens sind daher Voraussetzung für einen dauerhaften Erhalt der Rostbinde.

Während der Untersuchungen zur Störungsökologie der Rostbinde (LEOPOLD 2007) wurde aber auch deutlich, dass Störungen, welche früheste Sukzessionsstadien schaffen, gleichsam mit einer höheren Sterblichkeit für die Art einhergehen: Ein Abflämmen während der Ei- und Jungraupenphase (August-Oktober) vernichtet alle Eier/Raupen der betroffenen Teilfläche. Vor allem können davon die von der Rostbinde zur Eiablage präferierten Ökotone stärker betroffen sein (s. unten). Durch das Befahren mit schwerem Gerät können alle nicht erwachsenen Entwicklungsstadien (Ei, Raupe, Puppe) beschädigt oder getötet werden. Andererseits erzeugen genau diese Störungen die notwendige (Larval-)Habitatstruktur.

Dies stellt ein Dilemma für viele Pionierarten dar, weshalb eine gewisse Flächengröße notwendig ist, auf der fortwährend Störungen ablaufen können, ohne die Gesamtpopulation zu stark zu dezimieren. Ebenso sind hiermit die optimalen Bedingungen vieler Ökotone auf dem Truppenübungsplatz Borkenberge, wie z.B. Übergänge zwischen stark befahrenen Bereichen und Gras- bzw. Heidedominanzbeständen (vgl. Abb. 5), zu erklären. Die meisten Raupen wurden in wiederholt, aber nicht intensiv gestörten Bereichen oder solchen, die ein Jahr zuvor sehr intensiv beansprucht wurden, gefunden. Störungsbedingt erhöhte Mortalität und störungsbedingt gute Habitateignung erreichen hier offensichtlich ein optimales Verhältnis.



Abb. 5: Lebensraum der Rostbinde auf dem Truppenübungsplatz Borkenberge (schraffiert: optimaler Larval-Lebensraum im Übergangsbereich extremer zu geringer mechanischer Belastung). (Foto: P. Leopold)

4.5 „Gelber Schnellläufer“ *Harpalus flavescens* (PILLER & MITTERPACHER, 1783)

Der „Gelbe Schnellläufer“ (siehe Fotoanhang) ist eine extrem trockenheits- und wärme-liebende Laufkäferart, die auf losem, fast vegetationsfreiem, sandigen Untergrund vor-kommt und bevorzugt sandige Ruderalfächen, Sandtrockenrasen, Dünenbereiche, Sand-heiden mit Störstellen etc. besiedelt. Bis auf die großen Sandgebiete in Ostdeutschland, wo die Art teilweise noch sehr häufig ist, kommt sie im übrigen Deutschland meist selten und sporadisch vor, wobei sie vielerorts fehlt oder verschollen ist (WRASE 2004).

Bis zum Erscheinen der Roten Liste NRW (SCHÜLE & TERLUTTER 1998) war der „Gelbe Schnellläufer“ landesweit aktuell nur aus der Wahner Heide bekannt (KOCH 1968, KÖHLER & STUMPF 1993, STUMPF 1997). Da zu diesem Zeitpunkt aus Westfalen nur historische Nachweise vorlagen (u.a. BARNER 1954, RENNER 1997, KAISER 2002, 2004), galt die Art für den westfälischen Teil von NRW als „ausgestorben oder verschollen“. Nachdem HANNIG (1999, 2005a) in wenigen Einzelexemplaren der Wiederfund von *Harpalus flavescens* für Westfalen auf dem benachbarten Truppenübungsplatz Haltern-Lavesum gelang, konnte die seltene Art in den darauf folgenden Jahren von weiteren westfälischen Fundorten, unter anderem auch den Borkenbergen, gemeldet werden (vgl. HANNIG 2001, 2005a, b; KAISER 2002, 2004). Auf dem Truppenübungsplatz Borkenberge wurde die Art zwischen 2001 und 2006 schwerpunktmaßig in den offenen Panzer-flächen mit mehr als 1.100 Individuen nachgewiesen (HANNIG & RAUPACH 2009, in diesem Band). Es handelt sich somit für unser Bundesland um die individuenstärkste dokumentierte Population dieser landesweit vom Aussterben bedrohten Art.

Der „Gelbe Schnellläufer“ profitiert in hohem Maße von der militärischen Nutzung, da die durch Kettenfahrzeuge entstandenen mechanischen Bodenverwundungen sowie durch Sprengkörper oder gezieltes Abflämmen ausgelösten lokalen Flächenbrände die Entstehung und Erhaltung von Offenlandschaften wie Sandfeldern sowie rohboden-reichen Magerrasen und Zergstrauchheiden fördern (vgl. ZEIDLER 1984, FELDMANN 1991, GRUBE & BEIER 1998). ANDERS et al. (2004b) haben aus der „Döberitzer Heide“ in Nordostdeutschland ihre Untersuchungsresultate zum Einfluss der Sukzession auf *Harpalus flavescens* vorgestellt, denen zufolge bis zu einer Bodendeckung von 50% „nur“ die Individuenzahlen abnahmen, während ab einer Bodendeckung von deutlich über 50% sowohl die Individuenzahlen als auch die Aktivitätsdominanzen drastisch sanken.

4.6 „Erfahrene Bärin“ *Arctosa perita* (LATREILLE, 1799)

Diese Wolfsspinnenart hat bundesweit ihren Verbreitungsschwerpunkt in jenen Regionen des Norddeutschen Tieflandes, in denen Sandböden vorherrschen¹. Entsprechende Be-reiche in der Hügelstufe werden von ihr seltener besiedelt und die Mittelgebirge weit-gehend gemieden (vgl. STAUDT 2009). An den Küsten von Ost- und Nordsee sowie zum Beispiel in manchen Gegenden Ostdeutschlands tritt die Art gehäuft auf, weiter im

¹ Im Niederländischen heißt sie bezeichnenderweise "Gewone zandwolfspin".

Süden Deutschlands wird sie dagegen nur in einigen wärmebegünstigten Landschaften, wie Rheinhessen, gefunden. In Nordrhein-Westfalen beschränken sich die weit gestreuten Nachweise fast gänzlich auf die Westfälische Bucht, das Niederrheinische Tiefland und die Niederrheinische Bucht (KREUELS et al. 2008).



Abb. 6: Die „Erfahrene Bärin“ *Arctosa perita*, eine Wolfsspinnenart. (Foto: M. Schmidt)

Primärhabitate sind außer Stränden und Küstendünen (HÄNGGI et al. 1995, SCHULTZ & FINCH 1996) vor allem Binnendünenareale (DAHL 1908). Seit der Mensch in Mitteleuropa gestaltend in die Landschaft eingreift, sind sandige Heidegebiete, lichte Kiefernwälder und stellenweise auch Sandäcker zu den von der Art präferierten Habitaten hinzugekommen. Als mobile Art vermag *Arctosa perita* aber ebenso anthropogen bedingte Lebensräume der heutigen Zeit in Form von Sandabgrabungen, Tagebauflächen, Berghalden und jungen Industriebrachen schnell zu besiedeln (u.a. MADER 1985, HÄNGGI et al. 1995)². Bei Studien zum Sukzessionsverlauf der Spinnengemeinschaften auf einer Rohbodenfläche im rheinischen Braunkohlerevier beispielsweise wurde *Arctosa perita* unter den wenigen Arten gefunden, die "mengenmäßig die Gruppe der Erstbesiedler bilden" (MADER 1985).

Dementsprechend zeichnen sich die Habitate der überwiegend xerophilen Art gewöhnlich durch eine höchstens lückige Vegetationsstruktur und das Vorhandensein offener Bodenbereiche aus. Auf groben Sandböden ist die Spinne aufgrund ihrer kontrastreichen fleckigen Färbung (siehe Fotoanhang) hervorragend getarnt. Hier jagt sie frei umher laufend oder hält sich in einer in den Boden gegrabenen Wohnröhre auf (siehe Abb. 6), von der aus sie ihre Beute überrascht. Schließt sich die Vegetationsdecke im Zuge ungestörter Sukzession, so verschlechtern sich die Lebensbedingungen für *Arctosa perita* rapide (MADER 1985). Durch die militärische Nutzung ist auf Truppenübungsplätzen

² Bezuglich der anthropogenen Beeinflussung nehmen Truppenübungsplätze mit ihren unterschiedlich stark überprägten Lebensräumen mithin eine Mittelstellung ein.

zen jedoch im Allgemeinen gewährleistet, dass Offenflächen in ausreichendem Umfang existieren. Eine gelegentliche Übersandung der Wohnröhre wird durchaus vertragen, sofern diese nicht zu mächtig erfolgt, da die Tiere in der Lage sind, sich wieder auszugraben (SCHUMACHER 2008).

Arctosa perita hat infolge des allgemeinen Rückganges offener Sandbiotope vielerorts Bestandseinbußen erlitten. Neuerdings dürfte sich zudem auch die Überbauung von letzten städtischen Freiflächen, wie z.B. Industriebrachen, negativ auswirken. Die Art wird daher bundesweit als gefährdet eingestuft (PLATEN et al. 1998), in Nordrhein-Westfalen (KREUELS & BUCHHOLZ 2006) gilt sie dagegen derzeit noch als ungefährdet.

Auf dem Truppenübungsplatz Borkenberge ist *Arctosa perita* von 2002 bis 2006 jährlich registriert worden, wobei adulte Exemplare nur in geringer Zahl (SCHMIDT & HANNIG 2009, in diesem Band), die gut kenntlichen Jungtiere jedoch deutlich häufiger erfasst wurden. Reife Spinnen beiderlei Geschlechts fanden sich von Anfang April bis Anfang Juni und dann wieder Mitte September bis Anfang November (vgl. NOORDIJK 2008). Den Winter verbringen die Tiere dann in ihrer Wohnröhre.

Mittels Fallenfang belegt ist *Arctosa perita* bisher nur an zwei Lokalitäten im Osten des zentralen Offenlandbereiches. In einem Fall handelt es sich um eine lückige Silbergrasflur im Wechsel mit Sandginster-Heide, im anderen um eine Übergangszone zwischen Sandginster-Heide und Feuchtheide. Es ist allerdings davon auszugehen, dass die Art weitere Stellen des zentralen Offenlandbereiches bewohnt, die nicht auf ihre Spinnenfauna hin untersucht wurden. Durch Sichtbeobachtungen sowie Fotos ist ihr Vorkommen außerdem noch für eine isoliert gelegene, lückig bewachsene Sandfläche an der Schießbahn Eiger Nordwand (s. Abb. 2 in ZIMMERMANN & FEURING 2009, in diesem Band) im Westen des Truppenübungsplatzes dokumentiert. Auch in dessen näherer Umgebung ist diese Wolfsspinnenart noch in jüngster Zeit beobachtet worden, u.a. im NSG Westruper Heide nördlich von Haltern-Flaesheim (SCHMITT 2004).

4.7 Hirschsprung *Corriola litoralis* L.

Bei *Corriola litoralis* (siehe Fotoanhang) handelt es sich um eine typische Stromtalpflanze, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im subatlantisch geprägten Westeuropa hat. Nach den Auswertungen von VOGEL (1996) war die Art in Nordrhein-Westfalen bis zu Beginn der Industrialisierung im 20. Jahrhundert primär an den Flussufern zu finden (70% der Vorkommen). Weitere Vorkommen konzentrierten sich in den offenen, naturnahen Heide- und Sandlandschaften (27% der Vorkommen).

Nach dem kontinuierlichen Rückgang der natürlichen bzw. naturnahen Lebensräume im Zuge der landwirtschaftlichen Intensivierung und des Gewässerausbau hat *Corriola litoralis* anthropogen geschaffene Standorte erobert: Im Zeitraum von 1980-1995 gehören zu 27% Talsperren, zu 24% Industrie- und Zechenbrachen sowie zu 20% Bahnhöfe und Gleisanlagen zu den neuen Wuchsorten. Der Anteil der ursprünglich besiedelten Lebensräume, die heute nur noch in Relikten vorhanden sind, ist von 97% auf 26% (davon Heide- und Sandrasen 15%, Flussufer 11%) gefallen (VOGEL 1996). *Corriola litoralis* wird bundes- und landesweit als gefährdet eingestuft (KORNECK et

al. 1996, WOLFF-STRAUB et al. 1999). Der Truppenübungsplatz Borkenberge stellt für *Corrigiola litoralis* einen großflächigen Rückzugsraum innerhalb einer naturnahen Sandlandschaft dar, welche geeignete Wuchsplätze für diese Pionierart bereithält. Dazu gehören insbesondere die zahlreichen unbefestigten Fahrwege mit temporär wassergefüllten Fahrspuren, die eine dünne Mudde- oder Schlammsschicht aufweisen (s. Abb. 7).

Historische Aufzeichnungen benennen Fundorte aus der näheren Umgebung des Untersuchungsgebietes (u.a. „Süskenbrocks Heide“) sowie auf Grasplätzen an der Lippe bei Haltern (VON SPIESSEN 1873, 1902). Erstmalig wurde die Art auf dem Truppenübungsplatzgelände 1991 in einer Fahrspur im zentralen Offenlandbereich entdeckt (Nachweis C. FEURING, Bundesforst Münsterland). Im Jahr 2008 wurde *Corrigiola litoralis* auf dem Truppenübungsplatzgelände in zeitweise wasserführenden Fahrspuren auf sandigen Waldwegen und verschiedenen Freiflächen mit Sandrohboden gefunden (s.a. WITTJEN 2009, in diesem Band). Es handelt sich dabei stets um individuenarme Bestände, die mit *Illecebrum verticillatum* und weiteren typischen Arten des *Spergulario-Illecebretum* vergesellschaftet sind.



Abb. 7: Temporär wassergefüllte Fahrspurrinnen sind als Laichgewässer für die Kreuzkröte sowie als Lebensraum für Knorpelmiere (s. Vordergrund) und Hirschsprung von großer Bedeutung. (Foto: M. Olthoff)

Entscheidend für den langfristigen Fortbestand von *Corrigiola litoralis* ist eine regelmäßige Bodenverwundung der Standorte, die z.B. durch Fahrzeuge herbeigeführt werden kann. Diese Art von Störung begünstigt die Pionierart in zweifacher Hinsicht: Die Bodenverwundung schafft Rohbodenstandorte für die Keimung und verhindert die Sukzession zu höherwüchsiger Vegetation. Darüber hinaus werden die Diasporen über

das gesamte Truppenübungsplatzgelände verteilt, so dass die Art eine stabile Population aufbauen kann. Im Hinblick auf den Lebenszyklus wäre eine intensive Befahrung in den Wintermonaten zur Verbreitung der Diasporen und eine mäßige Befahrung während der Keimungs- und Blühphase im Spätsommer (Juli-September) optimal.

4.8 Knorpelmiere *Illecebrum verticillatum* L.

Der Verbreitungsschwerpunkt von *Illecebrum verticillatum* (siehe Fotoanhang) liegt wie bei *Corrigiola litoralis* im subatlantisch geprägten Westeuropa. Die niedrigwüchsige, vom Grunde an reich verzweigte Pionierart ist einjährig. In milden Wintern ist die frost-empfindliche Art aber auch in der Lage, mehrjährig zu überdauern (VOGEL 1996).

Illecebrum verticillatum zeigt feuchte und ausgesprochen saure sowie stickstoffarme Standorte an (ELLENBERG 1996). Im Hinblick auf die Standortansprüche (insbesondere Nährstoffversorgung) ist die Verbreitung von *Illecebrum verticillatum* in einem viel größeren Maße als bei *Corrigiola litoralis* an die Vorkommen naturnaher Heide- und Sandlandschaften gebunden (vgl. VOGEL 1996): Vor 1900 entfielen rund 71% der Vorkommen auf Heiden und Sandrasen und die Präferenz für diesen Standorttyp ist mit 63% bis heute erhalten geblieben. Den höchsten Anteil an anthropogen stark überformten Standorten nehmen für den Zeitraum 1980-1995 Industrie- und Zechenbrachen ein. In Nordrhein-Westfalen konzentrieren sich die Vorkommen der größeren Populationen auf die militärischen Übungssätze Borkenberge, Senne und Wahner Heide (VOGEL 1996). *Illecebrum verticillatum* wird bundes- und landesweit als gefährdet eingestuft, wobei die Art in der Westfälischen Bucht als stark gefährdet gilt (KORNECK et al. 1996, WOLFF-STRAUB et al. 1999).

Auf dem Truppenübungsplatz Borkenberge ist die Art im Gegensatz zu *Corrigiola litoralis* weit verbreitet und auf nahezu allen Fahrwegen (siehe Abb. 7) sowie zerstreut auf offenen Stellen der Sandmagerrasen- und Heideflächen zu finden. Historische Aufzeichnungen belegen Vorkommen in der näheren Umgebung im Bereich „Süskenbrocks Heide“ (VON SPIESSEN 1902). *Illecebrum verticillatum* ist auf reinen Sandböden mit nur wenigen Arten vergesellschaftet. Dazu gehören u.a. *Filago minima*, *Juncus bulbosus* und *Rumex acetosella*. Auf etwas nährstoffreicherem Standorten ist das charakteristische Artengefüge des *Spergulo-Illecebretum* ausgebildet (s. WITTJEN 2009, in diesem Band). Für *Illecebrum verticillatum* sind tief greifende Störungen, die eine Ausbildung geschlossener Vegetationsdecken verhindern und immer wieder neue Rohbodenflächen erzeugen, von existentieller Bedeutung. So haben beispielsweise mehrjährige Beobachtungen an nicht mehr genutzten Fahrspuren auf dem Standortübungsplatz „Achmer“ südlich von Osnabrück gezeigt, dass nach fünf Jahren ausbleibender Befahrung die Bestände infolge der einsetzenden Sukzession mit Gräsern und Binsen so gut wie verschwunden waren (VOGEL 1996).

Außer dem Störungsregime ist die Nährstoffarmut des Lebensraumes von großer Wichtigkeit. Die militärischen Übungssätze gehören heute zu den letzten ungedüngten Standorten innerhalb einer weitgehend eutrophierten Landschaft. Bezüglich ihrer Standortansprüche und Vorkommen kann *Illecebrum verticillatum* im 21. Jahrhundert als eine

charakteristische Art militärischer Übungsplätze Nordrhein-Westfalens und als Indikatorart für historische Heide- und Sandlandschaften bezeichnet werden.

4.9 Zierliche Glanzleuchteralge *Nitella gracilis* (SM) AG

Die Zierliche Glanzleuchteralge (siehe Abb. 8) hat in Deutschland ihren Verbreitungsschwerpunkt im norddeutschen Tiefland. Die Art ist bundesweit stark gefährdet (SCHMIDT et al. 1996) und in Nordrhein-Westfalen mittlerweile vom Aussterben bedroht (VAN DE WEYER & RAABE 1999). Infolge der intensiven Landnutzung sind in der Vergangenheit besiedelte Gewässer wie etwa Heideweicher oder ephemere Gewässer auf unbefestigten Wegen kaum noch vorhanden. Wesentlicher Lebensraum dieser konkurrenzschwachen, vom Habitus sehr zierlich aufgebauten Armleuchteralge sind nährstoff- und kalkarme Kleinstgewässer. Für die Keimung und Überdauerung dieser störungsabhängigen Art ist das Vorhandensein von vegetationsfreien Gewässerbereichen von entscheidender Bedeutung. *Nitella gracilis* ist einjährig und kann Austrocknungen der Gewässer mit ausdauernden Diasporen überstehen (VAN DE WEYER & RAABE 1999, RAABE & VAN DE WEYER 2002).

Die Überdauerung der Diasporen und die Regenerationsfähigkeit der Bestände unter geeigneten Bedingungen wurde nach eigenen Beobachtungen auf dem ehemaligen Truppenübungsplatz „Drover Heide“ (Kreis Düren) deutlich: Hier tauchte die Art in neu geschaffenen bzw. reaktivierten Kleingewässern im Bereich ehemaliger Panzerfahrspuren innerhalb eines Jahres wieder auf.



Abb. 8: Zierliche Glanzleuchteralge *Nitella gracilis*. (Foto: K. Wittjen)

Auf dem Truppenübungsplatz Borkenberge wurde *Nitella gracilis* erstmalig 2008 nachgewiesen (s.a. WITTJEN 2009, in diesem Band). Sie wächst hier in einem zu militärischen Übungszwecken angelegten Kleingewässer im Bereich der Sandmagerrasenfläche Emkumer Mark (siehe Abb. 2 in ZIMMERMANN & FEURING 2009, in diesem Band). Das Gewässer ist aufgrund der Befahrung überwiegend vegetationsfrei und weist flache, zeitweise trockenfallende Uferzonen auf. Es werden noch weitere Vorkommen in temporären Kleinstgewässern des zentralen Offenlandbereiches vermutet.

Die durch den militärischen Fahrbetrieb verursachten Störungen schaffen für diese Pionierart günstige Bedingungen: Die mechanischen Bodenfreilegungen sichern dauerhaft vegetationsfreie Standorte für die Keimung und infolge der Bodenverdichtung können an geeigneten Standorten temporäre Kleinstgewässer entstehen. Unter diesen Bedingungen können sich höherwüchsige Pflanzen nicht etablieren. Neben der Störung ist als weiterer wesentlicher Faktor die Nährstoffarmut der Truppenübungsplätze anzuführen.

Auf Grund ihrer Standortansprüche (Nährstoffarmut, vegetationsarme Gewässer) und ihrer aktuellen Verbreitung kann *Nitella gracilis* in Nordrhein-Westfalen als eine charakteristische Art von militärischen Übungsplätzen bezeichnet werden. Wird der militärische Übungsbetrieb aufgegeben, kann der Fortbestand nur durch gezielte, kostspielige Pflegemaßnahmen (regelmäßige Vegetationsbeseitigung in bestehenden Gewässern, Neuanlage von Kleingewässern) aufrechterhalten werden.

5 Die Bedeutung des Störungsregimes auf dem Truppenübungsplatz Borkenberge für die Tier- und Pflanzenwelt

Die aufgeführten Fallbeispiele verdeutlichen, dass ein „breites Spektrum“ an Störungen für eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten positive Auswirkungen haben kann. Je heterogener ein Störungsregime wirkt, desto mehr Arten können von diesem profitieren.

In den Borkenbergen profitieren insbesondere Arten der offenen Sand- und Heidelebensräume (z.B. Heidelerche, Rostbinde, Gelber Schnellläufer, Erfahrene Bärin, Knorpelmiere) sowie der oft nur temporär wasserführenden Kleingewässer (z.B. Kreuzkröte, Hirschsprung, Zierliche Glanzleuchteralge) vom militärischen Störungsregime.

Die acht aufgeführten Arten stehen stellvertretend für eine Vielzahl weiterer (Pionier-) Arten, die durch das militärische Störungsregime in den Borkenbergen begünstigt werden, auf die im Rahmen dieses Beitrages jedoch nicht genauer eingegangen wird: Ziegenmelker *Caprimulgus europaeus* (OLTHOFF 2009a), Zauneidechse *Lacerta agilis*, Schlingnatter *Coronella austriaca* (OLTHOFF 2009b), Kleine Pechlibelle *Ischnura pumilio* (OLTHOFF & SCHMIDT 2009), Bartbeinige Pantherspinne *Alopecosa barbipes*, Langbeiniger Eiferer *Zelotes longipes* (SCHMIDT & HANNIG 2009), Grüne Eule *Calamia tridens*, Weißer Grasbär *Coscinia cribaria* (HANNIG 2009a), Gefleckte Keulenschrecke *Myrmeleotettix maculatus* (OLTHOFF et al. 2009), Dünen-Sandlaufkäfer *Cicindela hybrida*, Heide-Laufkäfer *Carabus nitens* (HANNIG & RAUPACH 2009), die Kurzflügelkäfer *Acrotona exigua* und *Rabigus pullus*, der Glattkäfer *Olibrus pygmaeus* (TERLUTTER et al. 2009), Duftender Sklerotienwulstling *Squamanita odorata*, Weichfleischiges Schlammbucherchen *Pachydisaca fulvidula* (SIEPE & KASparek 2009),

Silbergras *Corynephorus canescens*, Frühlings-Spörgel *Spergula morisonii*, Schlamm-ling *Limosella aquatica*, Gelbweißes Schein-Ruhrkraut *Pseudognaphalium luteoalbum*, Kleines Filzkraut *Filago minima* (WITTJEN 2009) und viele mehr.

Stellvertretend für weitere Artengruppen, die im Rahmen dieses Werkes über den Truppenübungsplatz Borkenberge nicht oder nur mit Einzelfunden berücksichtigt wurden (vgl. HANNIG 2009b), sei hier noch auf die Stechimmen hingewiesen. Insbesondere diese Gruppe ist durch eine Vielzahl störungsabhängiger Arten charakterisiert, die in den militärischen „Sandkästen“ bedeutende Lebensräume vorfinden (vgl. LÖBF 2004).

Aus der Sicht des Naturschutzes sollte es bei der Pflege von Sandökosystemen nicht darum gehen, die Flächen in kurzen Zeitabständen stets nur sanft zu pflegen, wie dies oft in touristisch geprägten Heidegebieten geschieht. Hierdurch werden „einförmige“ Heide-landschaften mit einem vergleichbar geringen Spektrum an Tier- und Pflanzenarten geschaffen. Vielmehr ist es angebracht, durch „katastrophale“ Eingriffe in längeren Zeit-abständen in die Sukzession einzugreifen, so dass ein vielfältiges Strukturmosaik entstehen kann (UNSELT 1997). TÖNNIESEN (1994) spricht von der „Methode der kleinen Katastrophen mit nachfolgender ungestörter Sukzession“, die vielfältige Strukturen und Lebensräume sowie daraus folgend auch eine erhöhte Artenvielfalt ergeben. WARREN et al. (2007) betonen, dass das Vorhandensein eines heterogenen Habitatmosaiks – mit stark gestörten Bereichen auf der einen und nahezu unberührten Teilen auf der anderen Seite sowie den zwischen diesen Extrema liegenden Übergängen – für die hohe Arten-vielfalt auf Truppenübungsplätzen verantwortlich ist.

Zu bedenken sind die unterschiedlichen Auswirkungen, die ein Störungsregime auf ver-schiedene Arten oder Organismengruppen haben kann. So hat eine unregelmäßige Störung (z.B. ein jährliches, außerhalb der Vogelbrutzeit durchgeführtes Befahren mit Kettenfahrzeugen) auf Offenlandvogelarten wie Heidelerche und Ziegenmelker eine positive Auswirkung, wohingegen eine regelmäßig wiederkehrende Störung (z.B. ein ständiges Befahren mit Motocross-Maschinen) zu einem Verschwinden dieser Arten führen kann. Dahingegen würden Arten wie der Gelbe Schnellläufer oder die Knorpel-miere auf beide Störungsregime positiv reagieren.

Die im Rahmen dieses Beitrages behandelten Fallbeispiele sind exemplarisch für viele Pionierarten auf früheste Entwicklungsstadien innerhalb der Boden- und Vegetations-genese angewiesen. Derartige Sukzessionsstadien sind auf Grund der fehlenden Dy-namik in unserer Kulturlandschaft nicht nur selten, sondern auch sehr kurzlebig. Der Mangel an offenen Magerlebensräumen und der zu ihrer Erhaltung notwendigen Stör-regime dürfte der wesentliche Grund für die zunehmende Bestandsgefährdung von Pionierarten in Mitteleuropa sein (z.B. PLACHTER 1998, GATTER 2000, JENTSCH et al. 2002a, REICHHOLF 2005, FARTMANN 2006, WARREN & BÜTTNER 2008b).



Abb. 9: Die durch den Einsatz von Hubschraubern bedingte Luftverwirbelung führt zur Ausbildung offener Rohbodenbereiche. (Foto: M. Olthoff)

Gleichsam wurde deutlich, dass die habitaterzeugenden bzw. -erhaltenden Störungen nicht ausschließlich positive Wirkungen auf die betroffenen Arten haben und die Beurteilung von Störungsregimen folglich art- und einzelfallspezifisch erfolgen sollte (vgl. auch BUCHWEITZ et al. 2006, LEOPOLD 2007). Auf der Individualebene kann eine Störung je nach Zeitpunkt und Intensität fitnessmindernd oder gar tödlich verlaufen. Auf der Populationsebene sollte es nur in Extremsfällen (z.B. bei kleinflächigen Restvorkommen oder Störungen der Gesamtfläche zu einem ungünstigen Zeitpunkt) zu negativen Auswirkungen kommen. Flächengröße und Habitatvernetzung spielen dabei folglich eine entscheidende Rolle: ein dauerhafter Arterhalt ist nur gewährleistet, wenn eine genügend große Anzahl fortpflanzungsfähiger Individuen (z.B. zur Rekolonisierung) überlebt.

6 Schlussbetrachtung

Die derzeit in den Borkenbergen stattfindende militärische Nutzung stellt ganz offensichtlich ein günstiges Maß an Störungen für die dauerhafte Erhaltung dieses offenen Sandökosystems mitsamt seiner Vielzahl an spezialisierten Bewohnern bereit. Viele der gefährdeten Arten leben dort nicht trotz, sondern auf Grund der militärischen Störungen.

Dabei sind es nicht allein die in diesem Beitrag besonders hervorgehobenen Störungen, die einer Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten ein Überleben auf dem Truppenübungsplatz ermöglichen. Es ist vielmehr die Kombination eines militärischen Nutzungs- bzw.

Störungsregimes inmitten eines großflächigen, unzerschnittenen Biotopmosaiks aus nährstoffarmen, landesweit seltenen Lebensräumen, die für das Vorkommen einer artenreichen Biozönose verantwortlich ist.

An dieser Stelle sei aber auch betont, dass es auf einem militärischen Übungsplatz Lebensräume gibt, die weitestgehend ungestört bleiben sollten. Innerhalb der Borkenberge stellen beispielsweise die wertvollen Moore (Süskenbrocks Moor, Gagelbruch Borkenberge, Heimingshofmoor, Habichtsmoor) empfindliche Lebensräume dar, die nur in einem geringen Maße der militärischen Störung ausgesetzt sind. Diese sollten auch in Zukunft von „radikalen“ Störungen verschont bleiben und unter rein naturschutzfachlichen Gesichtspunkten gepflegt werden.

Die naturschutzfachlich herausragende Bedeutung von militärischen Übungsplätzen liegt also in deren Flächenausdehnung, der mechanischen Offenlegung der Bodenoberfläche (samt Vegetationsdecke), dem Vorhandensein seltener, zumeist nährstoffarmer Lebensräume sowie einem heterogenen Habitat-Mosaik begründet. Stets liegt eine räumlich und zeitlich variable – im optimalen Fall zufällige – Dynamik zu Grunde. So beherbergen viele Übungsplätze vor allem seltene, gefährdete Pionierarten und je nach Größe und Biotopmosaik auch eine entsprechende Artenfülle. Auf Grund der Tatsache, dass andere Nutzungen außen vor bleiben, finden zudem viele sensible Arten einen geeigneten Rückzugsraum vor.

Eine Aufgabe der militärischen Nutzung würde den Naturschutz in den Borkenbergen vor ein großes Problem stellen: Wie kann der für viele Tier- und Pflanzenarten notwendige, sehr hohe Offenbodenanteil erzeugt und dauerhaft erhalten werden? Wären andere Nutzungsformen wie die Beweidung mit Wildtieren oder ein kontrolliertes Abflämmen (vgl. PROCHNOW & SCHLAUDERER 2002, ANDERS et al. 2004a) allein ausreichend, eine entsprechende Dynamik zu erhalten und somit das Überleben vieler Arten sicherzustellen?

Für die im Rahmen dieses Beitrags vorgestellten und eine Vielzahl weiterer Pionierarten ist dies in Frage zu stellen.

Danksagung

Für die Unterstützung bei der Erfassung der Heidelerche sei G. FELDMEIER (Bundesforst Münsterland) gedankt. M. SCHMITT (Essen) und M. WOIKE (Recklinghausen) danken wir für die Überlassung von Fotomaterial. Für die Durchsicht des Manuskriptes gilt der Dank N. MENKE (Münster).

Weiterhin sei der englischen Standortkommandantur des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge, der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben in Dortmund mit der Bundesforst Hauptstelle Münsterland sowie den Unteren Landschaftsbehörden der zuständigen Kreise Coesfeld und Recklinghausen für die gute Zusammenarbeit und die Erteilung der erforderlichen Genehmigungen gedankt.

Literatur:

ANDERS, K., BEIER, W., BRUNK, I., BURKART, B., MRZLJAK, J. & S. OEHLSCHLAEGER (2004a): Freie Sukzession und Offenlandmanagement. – In: ANDERS, K., MRZLJAK, J., WALLSCHLÄGER, D. & G. WIEGLEB (Hrsg.): Handbuch Offenlandmanagement am Beispiel ehemaliger und in Nutzung befindlicher Truppenübungsplätze: 169-185. Springer-Verlag, Berlin.

ANDERS, K., MRZLJAK, J., WALLSCHLÄGER, D. & G. WIEGLEB (2004b): Handbuch Offenlandmanagement am Beispiel ehemaliger und in Nutzung befindlicher Truppenübungsplätze. – 320 S., Springer-Verlag, Berlin.

BARNER, K. (1954): Die Cicindeliden und Carabiden der Umgegend von Minden und Bielefeld III. – Abh. Landesmus. Naturk. Münster **16** (1): 1-64.

BORCHERT, J., FINK, G., KORNECK, D. & P. PRETSCHER (1984): Militärische Flächennutzung und Naturschutz. – Natur und Landschaft **59** (7/8): 322-330.

BOWDEN, C. G. R. (1990): Selection of foraging habitats by woodlarks (*Lullula arborea*) nesting in pine plantations. – J. Applied Ecology **27**: 410-419.

BUCHWEITZ, M., HERMANN, G. & J. TRAUTNER (2006): Ökologisches Monitoring zur kaisertstuhleitenden Integration eines Feuer-Managements in die Böschungspflege. – Endbericht Untersuchungszeitraum 2002–2005: Gutachten i. A. d. Landschaftserhaltungsverbandes Emmendingen e.V. mit finanzieller Unterstützung durch das Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg sowie der Gemeinden des Projektgebietes. – AG für Tierökologie und Planung, Filderstadt.

BMVG (BUNDESMINISTERIUM DER VERTEIDIGUNG) (1992): Richtlinie zur umweltverträglichen Nutzung von Übungsplätzen der Bundeswehr.

BMVG (BUNDESMINISTERIUM DER VERTEIDIGUNG) (2000): Natur auf Übungsplätzen. – Bonn.

DAHL, F. (1908): Die Lycosiden oder Wolfsspinnen Deutschlands und ihre Stellung im Haushalte der Natur. Nach statistischen Untersuchungen dargestellt. – Nova Acta Acad. Leopold. **88** (3): 1-504.

DEMARAIS, S., TAZIK, D. J., GUERTIN, P. J., & E. E. JORGENSEN (1999): Disturbance associated with military exercises. – In: WALKER, L. (ed.): Ecosystems of disturbed ground. – Ecosystems of the world **16**: 385-396.

DIERSCHKE, F. & H. OELKE (1979): Die Vogelbestände verbrannter niedersächsischer Kiefernforsten 1976 – ein Jahr nach der Waldbrandkatastrophe 1975. – Vogelwelt **100**: 26-44.

DUDLER, H., KINKLER, H., LECHNER, R., SCHMITZ, W. & H. SCHUMACHER (1999): Rote Liste der gefährdeten Schmetterlinge (*Lepidoptera*) in Nordrhein-Westfalen. – 3. Fassung mit Artenverzeichnis. – LÖBF/LAFAO NRW (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung. – LÖBF-Schr.R. **17**: 575-626.

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. – 1096 S., Eugen Ulmer (UTB), Stuttgart.

FARTMANN, T. (2006): Welche Rolle spielen Störungen für Tagfalter und Widderchen? – In: FARTMANN, T. & G. HERMANN (Hrsg.) (2006): Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **68** (3/4): 259-270.

FELDMANN, R. (1991): Bedeutung militärisch genutzter Flächen für den Naturschutz. – Ber. Arnsberger Umweltgespräche **3**: 34-47.

FLADE, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands: Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. – IHW-Verlag, Eching.

GATTER, W. (1996): Das Abflämmverbot als Rückgangsursache von Singvögeln? – Orn. Anz. **35**: 163-171.

GATTER, W. (2000): Vogelzug und Vogelbestände in Mitteleuropa. – Aula Verlag, Wiebelsheim.

GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. & L. M. BAUER (1985): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 10. Passeriformes. – Aula-Verlag, Wiesbaden.

GRO (Gesellschaft Rheinischer Ornithologen) & WOG (Westfälische Ornithologen-Gesellschaft) (1997): Rote Liste der gefährdeten Vogelarten Nordrhein-Westfalens. – Charadrius **33**: 69-116.

GRUBE, R. & W. BEIER (1998): Die Laufkäferfauna von Sandoffenflächen und initialen Sukzessionsstadien auf ehemaligen Truppenübungsplätzen Brandenburgs. – *Angewandte Carabidologie* **1**: 63-72.

GÜNTHER, R. & F. MEYER (1996): Kreuzkröte – *Bufo calamita* LAURENTI, 1768. – In: GÜNTHER, R. (Hrsg.): *Die Amphibien und Reptilien Deutschlands*: 302-321. Gustav Fischer, Jena.

HÄNGGI, A., STÖCKLI, E. & H. NENTWIG (1995): Lebensräume mitteleuropäischer Spinnen. Charakterisierung der Lebensräume der häufigsten Spinnenarten Mitteleuropas und der mit diesen vergesellschafteten Arten. – *Miscellanea Faunistica Helveticae* **4**: 1-459.

HANNIG, K. (1999): *Harpalus flavescens* (PILLER & MITTERPACHER 1783) – wieder in Westfalen (Coleoptera, Carabidae). – *Entomol. Z.* **109** (11): 448-449.

HANNIG, K. (2001): Faunistische Mitteilungen über ausgewählte Laufkäferarten (Col., Carabidae) in Westfalen, Teil IV. – *Natur und Heimat* **61** (4): 97-110.

HANNIG, K. (2005a): Die Laufkäfer (Insecta, Coleoptera: Carabidae) des Truppenübungsplatzes Haltern-Platzteil Lavesum (Kreis Recklinghausen und Kreis Borken). – In: HANNIG, K. (Hrsg.): *Beiträge zur Entomofauna des Truppenübungsplatzes Haltern-Lavesum*. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **67** (4): 5-28.

HANNIG, K. (2005b): Faunistische Mitteilungen über ausgewählte Laufkäferarten (Col., Carabidae) in Westfalen, Teil VI. – *Natur und Heimat* **65** (2): 49-60.

HANNIG, K. (2009a): Die Großschmetterlinge (Insecta, Macrolepidoptera) des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLT-HOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): *Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge*. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 335-364.

HANNIG, K. (2009b): Sonstige Insektenordnungen (Insecta, Diptera, Ephemeroptera, Hymenoptera exkl. Formicidae, Megaloptera, Neuroptera, Mecoptera, Plecoptera) des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLT-HOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): *Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge*. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 479-486.

HANNIG, K. & M. J. RAUPACH (2009): Die Laufkäfer (Insecta, Coleoptera: Carabidae) des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLT-HOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): *Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge*. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 281-308.

HOLTMEIER, F.-K. (2002): *Tiere in der Landschaft*. – 367 S., Eugen Ulmer (UTB), Stuttgart.

IUCN (1996): *Tanks and Thyme – Biodiversity in Former Soviet Military Areas in Central Europe*. – 136 S., IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, United Kingdom.

JAX, K. (1999): Natürliche Störungen: ein wichtiges Konzept für Ökologie und Naturschutz? – *Z. Ökologie u. Naturschutz* **7**: 241-253.

JENTSCH, A., BEYSCHLAG, W., NEZADAL, W., STEINLEIN, T. & W. WELB (2002a): Bodenstörung – treibende Kraft für die Vegetationsdynamik in Sandlebensräumen. – *Naturschutz und Landschaftsplanung* **34** (2/3): 37-44.

JENTSCH, A., FRIEDRICH, S., BEYSCHLAG, W. & W. NEZADAL (2002b): Significance of ant and rabbit disturbances for seedling establishment in dry acidic grasslands dominated by *Corynephorus canescens*. – *Phytocoenologia* **32** (4): 553-580.

JÖBGES, M. & B. CONRADS (1999): Verbreitung und Bestandssituation des Ziegenmelkers (*Caprimulgus europaeus*) und der Heidelerche (*Lullula arborea*) in Nordrhein-Westfalen. – *LÖBF-Mitt.* 2/1999: 33-40.

KAISER, M. (2002): Faunistik und Biogeographie der Anisodactylinae und Harpalinae Westfalens (Coleoptera: Carabidae). – Dissertation, Institut für Landschaftsökologie, Universität Münster.

KAISER, M. (2004): Faunistik und Biogeographie der Anisodactylinae und Harpalinae Westfalens (Coleoptera: Carabidae). – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **66** (3): 3-155.

KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz. – *Decheniana Beih.* **13**: 1-382.

KÖHLER, F. & T. STUMPF (1993): Anmerkungen zur Käferfauna der Rheinprovinz VII. Bemerkenswerte Neu- und Wiederfunde (Ins., Col.). – Mitt. Arb.gem. Rhein. Koleopterologen (Bonn) **3** (3): 113-126.

KORNECK, D., SCHNITTNER, M. & I. VOLLMER (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (*Pteridophyta et Spermatophyta*) Deutschlands. – In: BFN (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. – Schr.R. Vegetationskde **28**: 21-187.

KRATOCHWIL, A. & A. SCHWABE (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften. – Eugen Ulmer, Stuttgart.

KREUELS, M. & S. BUCHHOLZ (2006): Ökologie, Verbreitung und Gefährdungsstatus der Webspinnen Nordrhein-Westfalens. Erste überarbeitete Fassung der Roten Liste der Webspinnen (Arachnida: Araneae). – lynx l'inxl **1-2006**: 1-116.

KREUELS, M., BUCHHOLZ, S. & V. HARTMANN (2008): Atlas der Webspinnen (Arachnida: Araneae) Nordrhein-Westfalens. – lynx l'inxl **1-2008**: 1-135.

LAUFER, H. & P. SOWIG (2007): Kreuzkröte. – In: LAUFER, H., FRITZ, K. & P. SOWIG (Hrsg.) (2007): Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs: 335-356. Ulmer, Stuttgart.

LEOPOLD, P. (2007): Larvalökologie der Rostbinde *Hipparchia semele* (Linnaeus, 1758; Lepidoptera, Satyrinae) in Nordrhein-Westfalen. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **69** (2): 1-146.

LÖBF (LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, BODENORDNUNG UND FORSTEN) (Hrsg.) (2004): Stechimmen in Nordrhein-Westfalen. LÖBF-Schr.R. **20**: 1-328.

MADER, H.-J. (1985): Die Sukzession der Laufkäfer- und Spinnengemeinschaften auf Rohböden des Braunkohlereviers. – Schr.R. Vegetationskde **16**: 167-194.

MEYER, F. (1994): Militärische Übungsplätze als Sekundärhabitate der Kreuzkröte. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt **14**: 57-61.

MEYER, F. (2004): *Bufo calamita* (LAURENTI, 1768). – In: PETERSEN, B., ELLWANGER, G., BLESS, R., BOYE, P., SCHRÖDER, E. & A. SSYMANIK (Bearb.): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Band 2: Wirbeltiere. – Schr.R. Landschaftspflege Naturschutz **69** (2): 45-50.

NOORDIJK, J. (2008): De fenologie van *Arctosa perita* (Araneae: Lycosidae). – Nieuwsbrief Spined **25**: 30-33.

NWO (NORDRHEIN-WESTFÄLISCHE ORNITHOLOGENGESELLSCHAFT) (Hrsg.) (2002): Die Vögel Westfalens. Ein Atlas der Brutvögel von 1989 bis 1994. – Beiträge zur Avifauna Nordrhein-Westfalens **37**: 1-397.

OLTHOFF, M. (2009a): Die Vögel (Vertebrata, Aves) des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLTHOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 149-170.

OLTHOFF, M. (2009b): Die Amphibien und Reptilien (Vertebrata, Amphibia, Reptilia) des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLTHOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 193-212.

OLTHOFF, M., SCHÄFER, P. & K. HANNIG (2009): Die Heuschrecken, Ohrwürmer und Schaben (Insecta, Saltatoria, Dermaptera, Blattoptera) des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLTHOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 263-280.

OLTHOFF, M. & E. SCHMIDT (2009): Die Libellen (Insecta, Odonata) des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLTHOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 223-262.

PICKET, S. T. A. & P. S. WHITE (1985): The ecology of natural disturbances and patch dynamics. – Academic Press, San Diego.

PLACHTER, H. (1998): Die Auen alpiner Wildflüsse als Modelle störungsgeprägter ökologischer Systeme. – Schr.R. Landschaftspflege Naturschutz **56**: 21-66.

PLATEN, R., BLICK, T., SACHER, P. & A. MALTEN (1998): Rote Liste der Webspinnen (Arachnida: Araneae) (Bearbeitungsstand: 1996, 2. Fassung). – In: BfN (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schr.R. Landschaftspflege Naturschutz **55**: 268-275.

PROCHNOW, A. & R. SCHLAUDERER (2002): Verfahren der Landnutzung zur Offenhaltung ehemaliger Truppenübungsplätze. – Landtechnik **57** (3): 150-151.

RAABE, U. & K. VAN DE WEYER (2002): Armleuchteralgen (Characeae) in Nordrhein-Westfalen. – LÖBF-Mitteilungen 4/2002: 31-38.

REICHHOLF, J. H. (2005): Die Zukunft der Arten. Neue ökologische Überraschungen. – Beck, München.

RENNER, K. (1997): Die Käfersammlung von Gerhard Jankowski. Eine einzigartige Datenquelle und ihre Auswertung. 2. Teil. – Mitt. ArbGem. ostwestf.-lipp. Ent. (Bielefeld) **13** (2): 25-33.

ROTHAUPT, G. & B. VOGEL (1996): Survival of birds in fragmented landscapes. – In: SETTELE, J., MARGULES, C., POSCHLOD, P. & K. HENLE (Hrsg.): Species survival in fragmented landscapes: 230-236. Kluwer, Amsterdam.

SCHLÜPMANN, M. & A. GEIGER (1999): Rote Liste der gefährdeten Kriechtiere (Reptilia) und Lurche (Amphibia) in Nordrhein-Westfalen. – In: LÖBF/LafAO NRW (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung. – LÖBF-Schr.R. **17**: 375-404.

SCHMIDT, C. & K. HANNIG (2009): Die Webspinnen und Pseudoscorpione (Arachnida, Araneae, Pseudoscorpiones) des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLTHOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 419-458.

SCHMIDT, D., VAN DE WEYER, K., KRAUSE, W., KIES, L., GABRIEL, A., GEISSLER, U., GUTOWSKI, A., SAMIETZ, R., SCHÜTZ, W., VAHLE, H.-C., VÖGE, M., WOLFF, P. & A. MELZER (1996): Rote Liste der Armleuchteralgen (Charyophyceae) Deutschlands. 2. Fassung, Stand: Februar 1995. – In: BfN (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. – Schr.R. Vegetationskde **28**: 547-576.

SCHMITT, M. (2004): Bemerkenswerte Spinnenfunde aus dem Landkreis Recklinghausen. Mit einer Notiz über die Wiederentdeckung von *Philodromus histrio* in NRW. – Natur und Heimat **64** (1): 21-26.

SCHÜLE, P. & H. TERLUTTER (1998): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Sandlaufkäfer und Laufkäfer. – Angewandte Carabidologie **1**: 51-62.

SCHULTZ, W. & O-D. FINCH (1996): Biotoptypenbezogene Verteilung der Spinnenfauna der nordwestdeutschen Küstenregion – Charakterarten, typische Arten und Gefährdung. – 141 S., Cuvillier Verlag Göttingen.

SCHUMACHER, S. (2008): Sandstrände der deutschen Ostseeküste – Gefährdung, Schutz und Ökologie der Wirbellosen. – IKZM-Oder Berichte **53**: 1-151.

SIEPE, K. & F. KASparek (2009): Die Großpilze (Eumycota, Macromycetes) des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLTHOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 117-134.

VON SPIESSEN, C. A. E. (1873): Beiträge zur Flora Westfalens. – Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl. u. Westph. **30** (3. Folge: **10**): 68-79.

VON SPIESSEN, C. A. E. (1902): Das Süskenbruch bei Dülmen in Westfalen. **30**. Jahresber. Westfäl. Prov.-Ver. Wiss. Kunst für 1901/1902: 91-93.

STAUDT, A. [Koordinator für die Arachnologische Gesellschaft e. V.] (2009): Nachweiskarten der Spinnentiere Deutschlands (Arachnida: Araneae, Opiliones, Pseudoscorpiones). Stand Januar 2009. – <http://www.spiderling.de/arages>

STEPHAN, B., WITTJEN, K., ZIMMERMANN, T. & M. OLTHOFF (2006): Die Naturschutzgebiete im Kreis Coesfeld. Bemerkenswerte Lebensräume und Arten von den Höhen der Baumberge bis

zu den Niederungen von Stever und Lippe. – 108 S., Naturfördergesellschaft für den Kreis Coesfeld e. V. (Hrsg.), Coesfeld.

STOCK, M., BERGMANN, H.-H., HELB, H.-W., KELLER, V., SCHNIDRIG-PETRIG, R. & H.-C. ZEHNTER (1994): Der Begriff Störung in naturschutzorientierter Forschung: ein Diskussionsbeitrag aus ornithologischer Sicht. – *Z. Ökologie u. Naturschutz* **3**: 49-57.

STUMPF, T. (1997): Koleopterologische Effizienzkontrolle zur Renaturierung eines Heideweihers. – *Mitt. Arb.gem. Rhein. Koleopterologen* (Bonn) **7** (3/4): 119-162.

TÄUBER, T. (1994): Vegetationsuntersuchungen auf einem Panzerübungsgelände im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. – *Tuxenia* **14**: 197-228.

TERLUTTER, H., ROSE, A., REIBMANN, K. & K. HANNIG (2009): Die Käfer (Insecta, Coleoptera exkl. Carabidae) des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLTHOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 309-334.

TÖNNIEBEN, J. (1994): Entwicklungskonzepte zur Folgenutzung von Flächen, die aus der militärischen Nutzung ausscheiden. – *Mitteilungen aus der NNA* **5** (3): 36-39.

UNSELT, C. (1997): Katastrophen als Prinzip der Biotoppflege – Beobachtungen auf Truppenübungsplätzen. – *Schr.R. Landschaftspflege Naturschutz* **54**: 205-216.

VENNE, C. (2003): Vorkommen und Habitatwahl der Heidelerche (*Lullula arborea*) im Landschaftsraum Senne in Nordrhein-Westfalen. – *Charadrius* **39** (3): 114-125.

VERBÜCHELN, G. & M. JÖBGES (2000): Verbreitung und aktueller Zustand der Heiden, Sandtrockenrasen und Borstgrasrasen in Nordrhein-Westfalen. – *NUA-Hefte* **6**: 6-23.

VERTEGAAL, P.J.M. (1989): Environmental impact of Dutch military activities. – *Environmental Conservation* **16**: 54-64.

VOGEL, A. (1997): Die Verbreitung, Vergesellschaftung und Populationsökologie von *Corrigiola litoralis*, *Illecebrum verticillatum* und *Herniaria glabra* (Illecebraceae). – *Diss. Bot.* **289**: 1-282.

VOGEL, B. (1998): Habitatqualität oder Landschaftsdynamik – Was bestimmt das Überleben der Heidelerche (*Lullula arborea*)? Curillio Verlag, Göttingen. 136 S.

VOGEL, B. (1999): Vegetationsfreie Bodenflächen in Revieren der Heidelerche (*Lullula arborea*) – Von der Habitatwahl zum Schlüsselfaktor der Habitatqualität. – *NNA-Berichte* **12** (3): 98-103.

WARREN, S. D. & R. BÜTTNER (2008a): Aktive militärische Übungsplätze als Oasen der Artenvielfalt. – *Natur und Landschaft* **83** (6): 267-272.

WARREN, S. D. & R. BÜTTNER (2008b): Active military training areas as refugia for disturbance-dependent endangered insects. – *J. Insect Conserv.* **12**: 671-676.

WARREN, S. D., HOLBROOK, S. W., DALE, D. A., WHELAN, N. L., ELYN, M., GRIMM, W. & A. JENTSCH (2007): Biodiversity and the Heterogeneous Disturbance Regime on Military Training Lands. – *Restoration Ecology* **15** (4): 606-612.

VAN DE WEYER, K. & U. RAABE (1999): Rote Liste der gefährdeten Armleuchteralgen-Gewächse (Charales). 1. Fassung. – In: LÖBF/LAFAO NRW (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung. LÖBF-Schr.R. **17**: 295-306.

WITTJEN, K. (2009): Die Vegetation und Flora des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLTHOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 29-96.

WOLFF-STRABU, R., BÜSCHER, D., DIEKJOBST, H., FASEL, P., FOERSTER, E., GÖTTE, R., JAGEL, A., KAPLAN, K., KOSLOWSKI, I., KUTZELNIGG, H., RAABE, U., SCHUMACHER, W. & C. VANBERG (1999): Die Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) in Nordrhein-Westfalen, 3. Fassung. – In: LÖBF/LAFAO NRW (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung. – LÖBF-Schr.R. **17**: 75-172.

WRASE, D. W. (2004): Harpalina. – In: FREUDE, H., HARDE, K. W., LOHSE, G. A. & B. KLAUSNITZER: Die Käfer Mitteleuropas. Bd. 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). 2. Auflage. – Spektrum-Verlag, Heidelberg/Berlin.

ZEIDLER, U. (1984): Naturschutz auf Truppenübungsplätzen. – Möglichkeiten und Grenzen –. – Natur und Landschaft **59**: 244-247.

ZIMMERMANN, T. & C. FEURING (2009): Der Truppenübungsplatz Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). – In: HANNIG, K., OLTHOFF, M., WITTJEN, K. & T. ZIMMERMANN (Hrsg.): Die Tiere, Pflanzen und Pilze des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge. – Abh. Westf. Museum Naturk. Münster **71** (3): 7-28.

Luftbild auf Grundlage der digitalen Daten und mit Genehmigung des Katasteramtes des Kreises Coesfeld. © Kreis Coesfeld, Katasteramt, 2009.

Anschriften der Verfasser:

Matthias Olthoff
Naturförderstation im Kreis Coesfeld
Borkener Straße 13
48653 Coesfeld
E-mail: matthias.olthoff@naturfoerderstation.de

Dr. Patrick Leopold
Konrad-Adenauer-Straße 27b
53343 Wachtberg
E-mail: patrickleopold@yahoo.de

Karsten Hannig
Dresdener Straße 6
45731 Waltrop,
E-mail: karsten.hannig@gmx.de

Dr. Carsten Schmidt
Coesfeldweg 8
48161 Münster
E-mail: bryo_schmidt@gmx.net

Kerstin Wittjen
Naturförderstation im Kreis Coesfeld
Borkener Straße 13
48653 Coesfeld
E-mail: kerstin.wittjen@naturfoerderstation.de