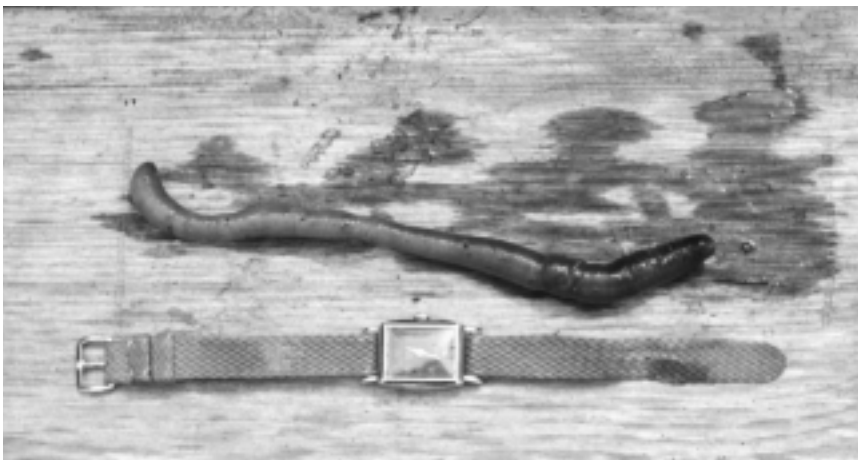


Beilage zu **natur&kosmos**, München, März 2003

Regenwürmer

Lumbricidae

von Otto Graff



1 Regenwurm der Gattung „Lumbricus“


 2 Losung von *Lumbricus spec.*, daneben an der Gangmündung angehäufte Pflanzenreste

Der Evolutionsbiologe und gelernte Geologe Charles Darwin interessierte sich sein Leben lang für die Regenwürmer (Abb. 1). Vor allem richtete er sein Augenmerk auf ihre Wirksamkeit im obersten Bereich der Erdrinde. Die Familie der Regenwürmer (*Lumbricidae*) gehört zum Stamm der Ringelwürmer (*Annelidae*) und zur Klasse der Gürtelwürmer (*Klitellata*). Zur Familie der *Lumbricidae* gehören allein in Deutschland 39 verschiedene Arten.

Namen gebend war für die Regenwürmer ihr Verhalten, nach längerem Regen oft aus den wassergefüllten Gängen heraus an die Bodenoberfläche zu kommen. Hierfür gibt es zwei Theorien: Nach der ersten Theorie nimmt der Sauerstoffgehalt in dem Gangsystem der Regenwürmer rasch ab, wenn die Luft durch das Regenwasser verdrängt ist. Nach der zweiten Theorie nimmt der bei normaler Bodenfeuchtigkeit stabile Kontakt des Wurmkörpers mit dem umgebenden Boden ab, da die Bodenteilchen

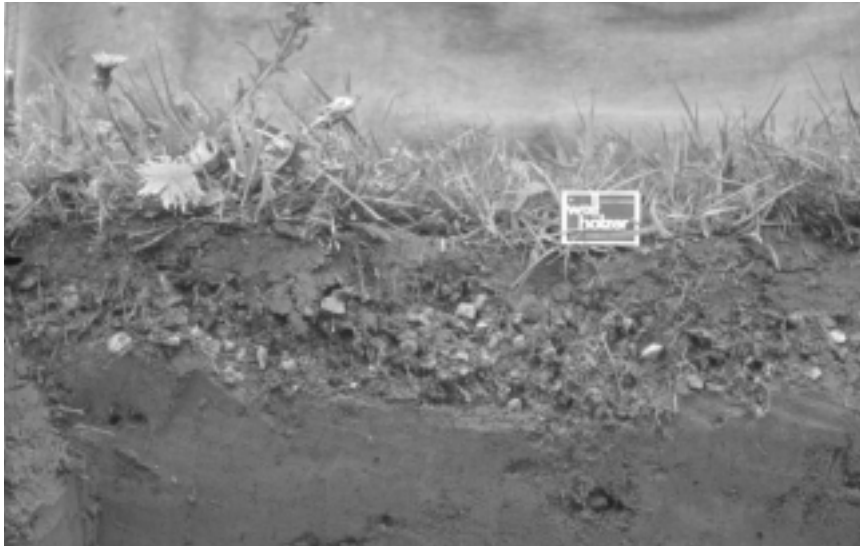
bei wassergefüllten Gängen bei jeder Bewegung des Wurms durcheinander rutschen. Das Tier findet keinen festen Halt und flieht nach oben. In bewachsenen Böden vermögen die Tiere sich rasch wieder in das Erdreich einzubohren. Auf nacktem Boden oder gepflasterten Straßen kriechen sie ziellos herum und sind dem für sie tödlichen Tageslicht ausgesetzt. Dessen UV-Anteil zerstört ihren Blutfarbstoff, der aus Hämoglobin besteht und die Körperfarbe beeinflusst. Rotpigmentierte Würmer vertragen Belichtung länger als unpigmentierte. Für die Unterscheidung der Arten voneinander ist die Farbe des Körpers von Wichtigkeit: Neben Färbungen in verschiedenen Rottönen kommen auch blaue, grüne, schwarze, braune und graue Töne vor. Meist ist die Färbung am Vorderteil und am Rücken intensiver und wird nach hinten blasser; das letzte Ende kann jedoch stärker gefärbt sein.

Anhand ihrer Lebensweise können wir

Regenwürmer in verschiedene ökologische Gruppen einordnen. Die wichtigsten beiden Gruppen sind einerseits Arten, die in der oberen Humusschicht der Böden leben und nur während Frost- und Trockenperioden tiefer wandern. Andererseits unterscheiden wir solche Arten, die ebenfalls ihre Nahrung von oben holen, sich aber vorwiegend im tiefer gelegenen Mineralboden aufhalten.

Nahrungsaufnahme

Die Nahrung der Regenwürmer besteht aus abgestorbenen und bereits mikrobiell (= durch Kleinstlebewesen) vorzersetzen Resten der Vegetation (Abb.2) und dem darin angereicherten Mikrobeneiweiß. Beim Fressen nehmen alle Regenwürmer mehr oder weniger viel Sand und kleine Steinchen auf, die sie zur Zerkleinerung der Nahrung benötigen. Die Nahrungsteilchen wandern durch den muskulösen Schlund in die Speiseröhre, von dort durch Drüsenmagen und Kaumagen. Bei ihrer Nahrungssuche entstehen im Wurzelraum der Pflanzen Gänge und Hohlräume, welche die Belüftung des Bodens verbessern.



3 An einer Baustelle vergessene Kiesreste, nach 10 Jahren von Wurmlosung überdeckt

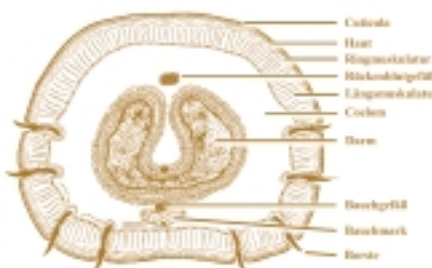
Gleichzeitig wird auch nährstoffreiche Losung (= Kot) ausgeschieden, die den Boden mit den Elementen Stickstoff, Phosphor und Kalium anreichert. Viele Wurmarten bringen Jahr für Jahr einen Teil ihrer Losung an die Bodenoberfläche. Dabei wird der Feinerdegehalt im Krumbereich erhöht, grobe Bodenpartikel werden überdeckt und so in tiefere Bereiche verlagert (Abb. 3).

Äußerer und innerer Körperbau der Regenwürmer

Der Regenwurmkörper ist vom Vorder- bis Hinterende von zahlreichen Querrücken umzogen, die den Eindruck vermitteln, als sei der Wurmlaib aus lauter Ringen zusammengesetzt: die Segmente (Abb. 4). Ihre Anzahl schwankt je nach Art zwischen 80 und 500, aber auch innerhalb der Art variiert sie. Unter dem Mikroskop können wir die einschichtige Haut (*Epidermis*) sehen, deren Zellen mit der *Cuticula* überzogen sind. Die *Epidermis* ist mit der darunter liegenden äußeren Ringmuskulatur eng verbunden. Unter dem Mikroskop lassen sich die äußere Ringmuskulatur und die innere Längsmuskulatur unterscheiden (Abb. 5). Die enge Verbindung der Haut mit dem Muskelsystem wird auch als Hautmuskelschlauch bezeichnet. Streckt sich der Wurm, so zieht er seine Ringmuskeln zusammen und lässt die Längsmuskeln erschlaffen. Verkürzt sich der Wurm, werden die Muskeln entgegengesetzt bewegt. Diese Vorgänge verlaufen

aber seltener über die ganze Körperlänge. Beim Kriechen auf dem Boden und im Boden wird immer nur ein Teil – zunächst das Vorderende – ausgestreckt. Dann verkürzt es sich und verankert sich mit Hilfe seiner Borsten, das schlaffe Hinterende wird nachgezogen. Sodann treten die hier sitzenden Borsten in Funktion, der Abschnitt verdickt sich, während Kopf- und Vorderteil wieder ausgestreckt werden. Besonders wichtig ist das abwechselnde Festklemmen der einzelnen Körperabschnitte beim großen Tauwurm in seinen senkrechten Wohnröhren, wo das Tier sich zusätzlich mit der Schwerkraft auseinandersetzen muss.

Um die Lage eines Organs genau angeben zu können, werden die Segmente mit „1“ beginnend von vorn nach hinten durchnummeriert. Die äußere Ringelung oder Segmentierung entspricht einer inneren Einteilung in Kammern, die durch häutige Scheidewände voneinander getrennt sind und in denen eine Reihe von Organen sich in jedem Segment wiederholt (Abb. 6A, B). Bei fortpflanzungsfähigen Tieren ist am vorderen Körperdrittel eine Anzahl von



5 Querschnitt durch den Wurmkörper

etwa 6 –12 Segmenten durch Drüsenbildungen angeschwollen. Dieser Abschnitt heißt „Sattel“, „Gürtel“ oder auch „Klitellum“ und ist bei der Fortpflanzung wichtig. Die Lage des Gürtels, d.h. die von ihm eingenommenen Segmente, ist auch ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal der Arten (Abb. 1).

Das erste Segment umschließt die Mundöffnung. Diese kann erweitert und verengt werden und ist an der Oberseite in einen Fortsatz verlängert, den Mund- oder Kopflappen. Dieser ist sehr beweglich und dient zum Greifen von Pflanzenteilen. Er ist mit außerordentlich empfindlichen Sinneszellen zum Tasten und Schmecken besetzt: Regenwürmer nehmen Wurzel-



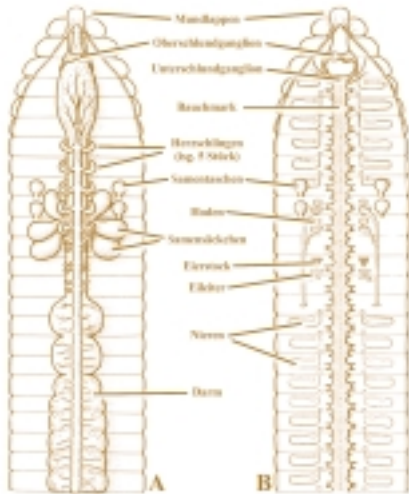
4 Vorderteil eines Wurmkörpers

lungen wahr, besonders aber werden sie auch von rottenden oder toten Pflanzenteilen angezogen. Sie können bei Reizung oder Gefahr auch „Botenstoffe“ auf ihrem Weg ausscheiden, die nachfolgende Artgenossen veranlassen, einen anderen Weg einzuschlagen.

Ab dem 2. Segment sitzen an jedem Ring in der Mitte zwischen den Furchen acht Chitinborsten, die zu vier Paaren angeordnet sind. Längs der Rückenmittellinie befinden sich etwa ab Ring 5 bis 15 in den Furchen die Rückenporen. Durch sie kann der Wurm bei Gefahr Flüssigkeit aus den Segmentkammern nach außen pressen, die auf manche Angreifer abstoßend wirkt.

Die in der Abb. 5 genannten Organe durchziehen alle Segmente bis zum Körperende. Die Nierenorgane wiederholen sich in jedem Segment. Im Vorderkörper dagegen – bis etwa zum 18. Segment – ist das Bild ganz anders, denn hier befinden sich weitere wichtige Organe der Ernährung, des Blutkreislaufs, der Fortpflanzung mit den entsprechenden Nerven- und Blutversorgungsnetzen. Da der Wurmkörper streng symmetrisch gebaut ist, hat jedes Organ oder jeder Organteil sein Gegenstück auf der anderen Körperseite.

Das Blutgefäßsystem ist geschlossen. Zwischen dem Rückenblutgefäß und dem



6 A Wurmkörper, in der Rückenmittellinie aufgeschnitten

6 B nach Entfernung des Darmtraktes

Bauchgefäß sind fünf pulsierende Verbindungen (Herzen). Das Blut strömt im Rückengefäß von hinten nach vorn und wird von den Herzen ins Bauchgefäß gepumpt. Es fließt weiter in ein Netz kleiner Gefäße, das die Organe versorgt und das über die Haut in engen Kapillaren verteilt ist. Der Sauerstoff, der sich an der feuchten Körperoberfläche löst, wird hier an den Blutfarbstoff Hämoglobin gebunden und weiterbefördert (Hautatmung).

Das Nervensystem beginnt im dritten Körpersegment mit dem Oberschlundganglion („Gehirn“). Von hier verlaufen zwei Nervenstränge seitlich um den Darm herum und vereinigen sich unter ihm im 4. Segment zu einem Ganglienknoten (Unterschlundganglion), dem Ausgangspunkt eines kräftigen Nervenstranges, des Bauchmarks, das den ganzen Körper bis an dessen Ende durchzieht. Es sendet in der Regel in jedem Segment nach beiden Seiten des Körpers drei Nervenäste aus, die sich weiter verzweigen. Das „Gehirn“ versorgt auch die vor ihm liegenden Segmente 1 und 2 sowie den Kopfappen durch zahlreiche feine Nervenäste und -fasern. Wegen seines Baus nennt man das Nervensystem „Strickleiternnervensystem“. Die Nephridien (Nieren) bestehen in jedem



7 Mistwurm (*Eisenia spec.*) in Paarung

Segment aus zwei mit Flimmerhaaren versehenen häutigen Trichtern, welche in einen Gang führen, der bereits im folgenden Segment liegt und hier von feinen Blutgefäßen umspunnen ist. Nach vielen Windungen entleert er den hier aufbereiteten Harn durch eine Öffnung nach außen. Vor diesem befindet sich bei vielen Arten noch eine winzige Harnblase, deren ein Tier also je nach Segmentzahl Hunderte besitzen kann.

Paarung und Eiablage

Die Regenwürmer sind Zwitter, haben sowohl männliche als auch weibliche Geschlechtsorgane. Die männlichen Organe (insgesamt 4 Hoden) liegen rechts und links in den Segmenten 10 und 11. Die von ihnen erzeugten Spermien werden in sog. Samensäckchen bis zur Paarung gespeichert. Die männlichen Ausführgänge münden bei den meisten Regenwurmartens (*Lumbricidae*) durch Poren beidseitig am 15. Segment nach außen. Diese sind bei manchen Arten auch mit bloßem Auge zu sehen. Die weiblichen Organe, die Eierstöcke, liegen im 13. Segment. Ihre Eileiter münden im 14. Segment durch je eine Öffnung nach außen. Das Fortpflanzungsverhalten der Regenwürmer ist so kompliziert, dass man es im Rahmen dieser Schrift nur streifen kann. Zur Paarung legen sich zwei Tiere in umgekehrter Richtung derartig mit den Bauchseiten aneinander, dass die Gürtelsegmente des einen der Samentaschenregion des anderen gegenüberliegen (Abb. 7). Indessen dehnt sich die Gürtelgegend nach der Seite aus, Verbindungsstrukturen (Pubertätstuberkel) treten hervor und umschließen den Partner. Bei der Paarung sind die Tiere durch zwei feste Schleimbänder unverrückbar miteinander verbunden. Darunter wird das Sperma auf den Partner übertragen und von besonderen Organen, den im Bereich der Segmente 9 und 10 liegenden Samentaschen, aufgesogen. Mit dem Austausch des Spermas ist die Begattung beendet, die Tiere trennen sich. Unmittelbar danach oder erst längere Zeit später finden Besamung und Befruchtung statt. Bei der Eiablage sondern Drüsen im Bereich des Gürtels (Klitellardrüsen) einen tonnenförmigen Schleimring ab, welcher vorn und hinten eng am Regenwurmkörper anliegt. Dies ist der spätere Kokon, in dessen Inneres vom Gürtel eine Nährflüssigkeit ausgeschie-

den wird. Eiablage und Abgabe eines Teils der gespeicherten Spermien erfolgen ebenfalls in das Innere des Kokons. Erst jetzt findet die Befruchtung statt. Der Wurm zieht sich aus dem Kokon, der sich darauf am Vorder- und Hinterrand schließt. Der fertige Kokon hat die Form einer winzigen Zitrone oder die einer kleinen Wurst mit zwei Zipfeln (Abb. 8). Manche Arten umgeben den abgelegten Kokon noch mit einer Packung aus ihrem eigenen Kot. Da dieser ein besseres Wasserhaltevermögen hat als der gewöhnliche Boden, ist ein zusätzlicher Schutz gegen Vertrocknung gegeben.

Jugendentwicklung und Feinde

Die meisten einheimischen Arten legen zwischen Hochsommerende und Frostbeginn zahlreiche Kokons im Boden ab. Die darin befindlichen Eier entwickeln sich während des Winters. Bei den Freilandarten findet sich meist nur ein Jungtier je Kokon, bei den Mistwürmern wird als Höchstzahl 11 angegeben. Im Frühjahr warten die fertigen Jungwürmer auf die Erwärmung des Bodens und schlüpfen, wenn eine Bodentemperatur von 10 – 12°C erreicht ist, innerhalb weniger Tage aus. Je nach Witterungsverlauf findet man dann Ende März bis Anfang Mai große Mengen noch ganz kleiner Tiere zwischen – je nach Art – 10 und 100 mg Gewicht. Wenn der Jungwurm ausschlüpft, ist er einer Reihe von Feinden ausgesetzt, die ihm bereits im Bodeninneren auflauern, z.B. die zu den Hundertfüßern gehörenden Erd- und Steinläufer und räuberische Käfer



8 Kokons verschiedener Regenwurm-Arten

(besonders Kurzflügler). Vier Wochen später sind von den Jungwürmern höchstens noch 30% am Leben, nach acht Wochen nur noch 10%. Die überlebenden Tiere werden von Vögeln, Reptilien und Säugtieren wie Igel und Fuchs gefressen. Auch zahlreiche Parasiten wie einzellige Urtiere und Fadenwürmer oder die Larven der Schmeißfliege setzen den Regenwürmern zu. Mitunter befallen Pilze die Kokons.

Nutzen für den Menschen: Wurmkulturen

Die Bodenverlagerung durch Regenwürmer kann besonders bei bewachsenen oder bedeckten Böden größeren Umfang annehmen, so hat man über 10 kg /m² Feinerde (Trockenmasse) im Jahr gemessen. Diesen Effekt kann man nutzen, um die mechanische Bodenbearbeitung zu verringern wie z.B. bei der sog. Mulchkultur. Die Losungsproduktion der Würmer steht auch im Mittelpunkt der Bestrebungen von Gärtnern und Landwirten, ihre organischen Wirtschaftsfälle möglichst rasch zu einem nützlichen aber auch leicht verteilbaren und dosierbaren Düngemittel zu verwandeln. Für diese Arbeit besonders geeignet sind die Mist- oder Kompostwürmer (Gattung

Eisenia). Wenn beim Aufsetzen einer Abfallmiete Kompostwürmer gezielt eingesetzt werden, begleiten sie den Rotteprozess und vermehren sich dabei stark, so dass neben dem fertigen Kompost auch eine mehr oder weniger große Wurmbiomasse vorhanden ist. Durch entsprechende Stammkompostgaben lässt sich die Wurmvermehrung rasch in Gang bringen, so dass die biologische Reife schon nach etwa 4-5 Monaten erreicht ist. Die Kompostbereitung im Herbst hat auf Grund der niedrigen Außentemperatur eine erheblich langsamere Rotte zur Folge.

In Nordamerika, wo Angelfischerei ein Volkssport ist, gab es schon früh „Wurmfarmen“, die den Köderbedarf lieferten. Daraus entstand der Gedanke, Würmer als Futter für Zoo- und Heimtiere in sog. Wurmvermehrungsanlagen (*amer.: vermiculture*) zu vermehren.

Unsere einheimischen Kompostwürmer aus der Gattung *Eisenia* gedeihen vorzüglich in der Wärme rottender Kompostmieten (Optimum: 23 – 25°C). Für die Verwendung als Futter und als Angelköder sind sie jedoch nicht geeignet: Wie bereits oben erwähnt tritt aus ihren Rückenporen bei Reizung Leibesöhlenflüssigkeit aus, welche einen unangenehmen Geruch bzw. Geschmack hat.

Daher werden sie von vielen Tieren verschmäht. Hühner fressen sie zwar, aber erfahrene „Wurmzüchter“ haben mir gesagt, dass die Eier von Hühnern, denen man Regenwürmer der Gattung *Eisenia* zugefüttert hatte, einen schlechten Beigeschmack haben. Einige Regenwurmartensorten aus tropischen und subtropischen Ländern sind in dieser Hinsicht unproblematisch, daher eignen sie sich besser als Tierfutter und zum Angeln. Bei der Verfütterung an Hühner kann man gut besetztes Substrat portionsweise ohne Trennung komplett verfüttern. Die Hühner pikieren die Würmer heraus, und man erhält sauberes, zerkleinertes Kompostmaterial zur Verwendung als Dünger. Es besteht kein Zweifel, dass man Regenwürmer in vielerlei Weise nutzbringend einsetzen oder verwerten kann und dass sie geeignet sind, nach den Bienen ein weiteres Nutztier unter den Wirbellosen zu werden.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR + UNTERRICHTSMATERIAL

- ANDERSEN, E. und O. FREYER (2000): Werkbuch Regenwurm für Kindergarten und Grundschule, Regionales Umweltbildungszentrum Noller Schlucht, Georgsmarienhütte.
- DARWIN, C. (1837): On the Formation of Mould. – Proc. Geo. Soc. 2, 574 – 576.
- DARWIN, C. (1881): The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms with Observation of Their Habits. – (Murray) London, 298 p.
- EDWARDS, C.A. and J. R. LOFTY (1977): Biology of Earthworms. – (Chapman and Hall), London, 333 p.
- GRAFF, O. (1953): Die Regenwürmer Deutschlands. – Schriftenreihe der Forsch. f. Landwirtsch. Braunschweig-Völknerode, Heft 7 (Schaper) Hannover, 81 S.
- GRAFF, O. (1983): Unsere Regenwürmer. Lexikon für Freunde der Bodenbiologie. – (Schaper) Hannover, 112 S.
- HENSEN, V. (1877): Die Thätigkeit des Regenwurms für die Fruchtbarkeit des Erdbodens. – Zeitschr. wiss. Zool. 28, 354 – 364.
- JOSCHKO, M. und O. GRAFF (1999): Die Heinzelmännchen des Bodens. – Landwirtschaft ohne Pflug 4, 10 – 12.
- LEE, K. E. (1985): Earthworms – The ecology and relationships with soils and landuse. – (Academic Press Australia), Sydney, 411 p.
- PETERS, W. und V. Walldorf (1986): Der Regenwurm *LUMBRICUS TERRESTRIS* L. – Eine Praktikumsanleitung. Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg, 174 S.
- SATCHELL, J. E. (editor) (1983): Earthworm Ecology from Darwin to Vermiculture. – (Chapman and Wall). Tagungsband des Darwin-Symposiums 1981, London, 495 p.
- SCHIMANSKI, G. (1973): Lehrfilme zum Thema Regenwurm: Der Regenwurm, Schlüpfen und Fortbewegung, Nahrungsaufnahme, Paarungsverhalten. – Institut für Film und Bild für Wissenschaft und Unterricht in Grünwald/München
- SOMSO Plastik-Modell Regenwurm, Sommer – Coburg
- VETTER, F. (1996): Regenwurm – Katalog zur Ausstellung, Naturmuseum Luzern 8 – Ausstellung im Internet: Virtuelle Führung zur Ausstellung: www.Regenwurm.ch

IMPRESSUM

Naturschutzverband Niedersachsen e.V. (NVN)/ Biologische Schutzgemeinschaft Hunte Weser-Ems e.V. (BSH) in Zusammenarbeit mit dem Naturschutzforum Deutschland e.V. (NaFor).
Text: Prof. Dr. Otto Graff, **Grafische Darstellung und Fotos:** Institut für Humuswirtschaft, FAL Braunschweig (1, 3, 8), K. Engel (2), O. Graff (4-6), I. Holzapfel (7), **Redaktion:** Dr. Brigitte Krefit-Kohlhage, Prof. Dr. Remmer Akkermann, **Gestaltung:** Rudi Gill (München).
 Bezug über den BSH-Info-Versand, in den Heidebergen 5, 27324 Eystrup/Weser. Sonderdrucke für die gemeinnützige Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit werden, auch in Klassensätzen, zum Selbstkostenpreis ausgeliefert, soweit der Vorrat reicht. Einzelabgabe 1 € (in Briefmarken zuzügl. A4-Freiumschlag). Der Druck dieses Merkblattes wurde ermöglicht durch den Beitrag der Vereinsmitglieder. Jeder, der Natur- und Artenschutz in Text und Praxis persönlich fördern möchte, ist daher zu einer Mitgliedschaft eingeladen. Steuerlich abzugsfähige Spenden – auch kleine – sind hilfreich. Raiffeisenbank Hatten-Wardenburg (BLZ 280 690 92) Kontonr. 120 1000 600. NVN/BSH, Gartenweg 5 (gegenüber Post), 26203 Wardenburg, www.bsh-natur.de, Tel.: (04407) 8088 und 5111, Fax: 6760, E-Mail: bsh.natur@t-online.de NVN, Alleestr. 1/Nienburger Straße, 30167 Hannover, www.naturschutzverband.de, Tel.: (0511) 7000200, Fax: 70 45 33, E-Mail: info@naturschutzverband.de. Mitglieder erhalten für den Bezug der Monatszeitschrift *natur&kosmos* einen Rabatt von 30%. Das NVN/BSH-Merkblatt wird auf 100% Recyclingpapier gedruckt. Auflage 4 500. Einzelpreis: **1 €**.