

Die Roßkastanienmotte – Lebensbild eines blattminierenden „Schädlings“



Gerfried DESCHKA
Resselstraße 18
A-4400 Steyr

Kein minierendes Insekt hat je so viel Aufmerksamkeit bei der Bevölkerung ausgelöst wie diese Motte, und weltweit hat kein Blattminierer eine derart hohe Populationsdichte und ein so auffallendes Schadensbild erzeugt wie dieses Insekt. Kein Wunder, daß innerhalb kürzester Zeit eine Anzahl von Berichten in Fachzeitschriften, in den Zeitungen und im Fernsehen publiziert wurden, und seither kennt ein bedeutender Bevölkerungsanteil die Kastanienminiermotte ganz gut und kennt zumindest dieses Beispiel eines Blattminierers.

Morphologie des Minierers

Der Schmetterling (Abb. 1) ist in Sitzposition etwa 5 mm lang, die Vorderflügelänge beträgt etwa 3,5 mm. Die Flügelgrundfarbe ist metallisch ocker mit außen schwarz gerandeten weißen Zeichnungsmerkmalen. Die Tiere sind relativ unruhig, sie fliegen vorwiegend im Sonnenschein unter den Roßkastanien oder sitzen auf der Borke, den Blättern oder im Gras. Im Flug sind sie im Gegenlicht deutlich zu sehen. In der Hauptflugzeit der Sommer- bzw. der Frühherbstgeneration können ganze „Schwärme“ oder „Wolken“ beobachtet werden.

Die eindeutige Determination bedarf u. a. einer Diagnose der Genitalien, und dies setzt eine Labor- und lichtmikroskopische Ausrüstung und fachentomologisches Können voraus.

Zur Geschichte der Entdeckung und Beschreibung

Anfang der 80er Jahre wurde von einigen mazedonischen Forstleuten ein furchtbares Schadensbild an den Roßkastanien am Ohrider See beobachtet und minierte Blätter an den führenden jugoslawischen Agrarentomologen Prof. Dr. Ing. Nenad Dimic in Sarajevo geschickt. Dimic züchtete den Verursacher und identifizierte ihn als zur Familie der Lithocolletiden gehörig, konnte aber weder die Gattung noch die Art eruieren. Daraufhin wandte er sich an die beiden großen Institute in London und an den Linzer Spezialisten Dr. Josef Klimesch – ohne Ergebnis. Noch im Winter 1984/85 legte Dr. Kli-

mesch sein Zuchtmaterial dem Autor vor, der wegen seiner jahrzehntelangen Arbeiten mit nordamerikanischen Minierern die Art als zum Genus *Cameraria* gehörig erkannte, ohne die Art festlegen zu können. Nun begannen aufwendige Untersuchungen; das National Museum of Natural History in Washington stellte das Typenmaterial der nächstverwandten amerikanischen Roßkastanien-*Cameraria* zur Verfügung. Die lichtmikroskopischen Untersuchungsergebnisse und die ökologische Diagnose resultierten eine neue *Cameraria*-Art, die schließlich vom Autor und Nenad Dimic in den Acta Entomologica Jugoslavica 1986 beschrieben wurde. Gleichzeitig damit wurde erstmals das Genus *Cameraria* in Europa nachgewiesen.

Im Hochsommer besuchte der Autor in Begleitung des Steyrer Koleopterologen Heinz Mitter auf der Rückreise von der Osttürkei den Ohrider See, um *Cameraria ohridella* dort zu suchen – und die Suche dauerte nicht lange. Fürchterlich minierte Roßkastanien säumten das Seeufer. Aber auch bei Kicevo wurden minierte Bäume entdeckt. Ob die *Cameraria* auch in Serbien und Slowenien – wie einige Male von Entomologen am Balkan vermutet – vorkommt, ist nicht bestätigt.

Areal und synanthrope Verbreitung der Roßkastanie

Die (europäische) Roßkastanie (*Aesculus hippocastanum*, L.) ist ein Tertiärrelikt des Balkans, wo sie die Eiszeit in einem winzigen Areal (vielleicht in einem zweiten in den Rhodopen) überdauerte. Sie ist somit vergleichbar mit der Serbischen Fichte *Picea omorica* (PANCIC) PURKYNE. In einer ziemlich komplizierten Koevolution adaptierte sich die einzige europäische *Cameraria* und überlebte mit der Roßkastanie das Glazial.



Abb. 1: Gespannter Schmetterling. Die für das Schweben als Luftplankton so wichtigen „Flügelfransen“ (= Randschuppen) sind deutlich erkennbar.

Foto: G. Deschka

ÖKO-L 16/3 (1994)

Schließlich wurde die Art vom österreichischen Hofbotaniker CLUSIUS (1525 – 1609) an den Wiener Hof gebracht und bald in den Parks des österreichischen Adels gepflanzt, von wo sie in die gemäßigte Zone der ganzen nördlichen Halbkugel verbreitet wurde. Bei uns verwildert ab und zu ein Baum durch Samenverbreitung und stockt dann im Wald oder am Waldrand, oft in der Nähe von Wildfütterungen. Somit ist die Roßkastanie ein standortfremder mitteleuropäischer Baum und daher anfälliger für Schädlinge als eine autochthone Pflanze, ein Aspekt, der bei allen weiteren Überlegungen berücksichtigt werden muß.

Entwicklung und Jahreszyklus der Roßkastanie

Die Motte (Abb. 2) überwintert als Puppe in den Minen (Abb. 3) in den im Herbst abgefallenen Roßkastanienblättern und schlüpft zur Zeit der ersten Roßkastanienblätter. Es ist klar, daß die Überwinterung der Art den größten Selektionsdruck im Jahreszyklus darstellt und nur ein kleiner Teil der Herbstpuppen den Winter überdauern kann. Die Frühlingstiere repräsentieren daher das Abundanzminimum aller Populationen dieser Art. Durch ausstülpbare Pheromondrüsen am Abdomen der Tiere werden die Männchen angelockt, und es kommt fast ausnahmslos am Schlüpftag zur Kopulation (auch diese Pheromondrüsen der Lithocolletiden wurden erstmals vom Autor entdeckt – unpubliziert). Gleich nach der Kopulation kommt es unmittelbar vor der Ablage zur Befruchtung der Eier und zur Ablage, ausnahmslos auf der Oberseite der Blätter und bevorzugt an einer Nebenrippe. Das Eistadium dauert nur wenige Tage, und es schlüpft die Raupe, die sich sofort in die oberseitige Epidermis einbohrt und eine sogenannte epidermale Mine bildet. Dabei schneiden die parallel zur Längsachse der Raupe stehenden Mandibeln das Palisadenparenchym auf der Oberseite (epidermisseitig) des Gewebes auf und ernähren sich vom freiliegenden flüssigen Inhalt der Palisadenzellen. Dabei wird die oberseitige Epidermis abgelöst, und es entsteht eine sogenannte oberseitige epidermale Blattmine, in der die Raupe deutlich zu beobachten ist; in diesem Stadium bewegen sich die Mandibeln nahezu ununterbrochen, was bedeutet, daß die Raupe nahezu permanent frißt und diesen Vorgang fast nur durch die acht oder neun

Häutungen unterbricht. Die weiße Raupe ist anfangs etwa einen Millimeter lang und ihr beinloser Körper ist sehr flach; die Thorakalsegmente sind auffallend breit und seitlich ausgebuchtet. Der flüssige Kot wird an der oberseitigen Epidermis deponiert und zeigt sich als gelblicher oder bräunlicher Zentralfleck. Schon die zweite Generation erzeugt so viele Minen, daß die Einzelmine nicht mehr von der benachbarten durch unversehrtes Gewebe getrennt ist und die Minenflecke nicht mehr abgegrenzt sind. Das erzeugt große minierte Flächen, und die Einzelminen sind nicht mehr erkennbar. Das bewirkt ein Absterben vieler Raupen und den wahrscheinlich bedeutendsten infraspezifischen Selektionsfaktor im

len von Kremasteranhängen von dieser Gattung unterscheidbar. Auf den Abdominalergiten 2 – 6 befindet sich je ein Paar einwärts gerichteter Dornen. Sie dienen zur Verankerung der Puppe während des Schlüpfvorganges in der Kokonseide oder in der Blattepidermis. Am Scheitel der Puppe ist ein sog. Kokonbohrer, eine Spitze, die zum Durchbohren der Blattepidermis während des Schlüpfvorganges dient. Das Schlupfloch ist ausnahmslos oberseitig.

Schadensbild

Die Eiablage erfolgt auf allen Blättern, jedoch mit einer leichten Präferenz für Schattenblätter. Im Hochsommeraspekt sind in den gut adap-



Abb. 2:
Lebende *Cameraria ohridella*
DESCHKA &
DIMIC in
Kirchdorf.

Foto:
A. Pürstinger

Sommerzyklus. Der dicht gewebte Kokon ist linsenförmig. Die obere Kokondecke wird nicht an die oberseitige Epidermis angeheftet, sondern an die untere. Der Boden ist an die unterseitige Epidermis angesponnen, die über dem Kokon liegende oberseitige Epidermis ist dicht tapeziert. Die Linsenform des Kokons ergibt eine deutliche untere Blattausbuchtung. Die Puppe liegt vollkommen frei im Kokon. Reife Minen haben eine ungefähre Expansion von 25 x 40 mm und sind in den zentralen Teilen braun (Kot), die Peripherie ist hellgrün.

Die Puppe ist 4 – 5 mm lang und liegt anfangs frei im Kokon. Sie ist walzenförmig und entspricht weitgehend dem Habitus der Puppen der nahe verwandten Gattung *Phyllo-norycter* HUEBNER, ist aber am Feh-

tierten Populationen Mitteleuropas – ebenso wie am Balkan – 30 bis 80 % der Blattflächen miniert, was einen bedeutenden Mangel an verfügbaren Blattflächen für die nachfolgende Herbstgeneration bewirkt. Die Blätter verfärben sich braun (Abb. 3 – 5), rollen sich ein und fallen zumindest teilweise ab. Noch unversehrte periphere Blattflächen werden oft durch proximale Minen isoliert und können durch Unterbrechung der Gefäße nicht mehr versorgt werden. Die Photosynthese wird ganz wesentlich herabgesetzt. Dieser Effekt wird in längeren Sommertrockenzeiten noch erheblich verstärkt.

Die standortfremden Roßkastanien Mitteleuropas, ausnahmslos in Parks, Alleen, Gärten, Gastgärten, sind besonders gestreßt. Sie sind wegen der undurchlässigen Bodenabdichtung

(Asphalt- oder Betondecken), durch die Salzstreuung, die Verkehrs- und Großstadtimmissionen, durch mechanische Schäden (Rindenverletzungen, Borkenbeschädigungen, unsachgemäßen und brutalen Schnitt), Überdüngung durch Hundekot und -urin, teilweises oder vollständiges Fehlen eines bodenbedeckenden Unterwuchses, Entfernung allen Laubes und anderer Pflanzenteile, durch das Großstadtklima mit allen seinen Folgeerscheinungen und den furchtbaren Verlust der Artenvielfalt am Standort gefährdet. Eine besondere Gefahr ist der Wassermangel. Kein Wunder, wenn sich eine Resistenzverminderung einstellt, und die Bäume widerstandslos dem Minierer ausgesetzt sind. Der bereits in der ersten Generation stärkere Befall von Roßkastanien in teilweise intakten Biozönosen (nahe Wildfütterungen, verwilderte Bäume im Wald, Bäume bei Gehöften und in ungepflegten Parks oder Gärten) kann leicht gedeutet werden. Die abgefallenen minierten Herbstblätter werden dort nicht oder nur zum geringen Teil entfernt und können in der noch teilweise intakten Bodenvegetation besser überwintern und so die Voraussetzungen für eine hohe Populationsdichte der Frühjahrsgeneration liefern. In diesem Zusammenhang beachte man auch die unten erwähnte hypothetische Dichteberechnung.

Im Areal ist *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC ein monophager Minierer der *Aesculus hippocastanum* L. in Mazedonien. In den vom Autor untersuchten oberösterreichischen (synanthropen) Populationen wurde zumindest bis 1988 keine andere Roßkastanie befallen. Erst 1994 erhielt der Autor eine mündliche Meldung über den Befall der nordamerikanischen *Aesculus pavia* L., den ihm Prof. Franz Ressler, Purgstall, aus dem Bezirk Scheibbs in Niederösterreich zukommen ließ. Es ist dem Autor bekannt, daß Blattminierer in exzessiven Gradationen und unter dem damit verbundenem starken Selektionsdruck durch einige Strategien ausweichen. Eine davon ist der Befall der nächstverwandten zur Verfügung stehenden Pflanze, also Substratwechsel. Dieser Wechsel der Futterpflanze kann sich dann nur auf die Zeit der Gradation beschränken und somit temporär sein oder zu einem Dauerbefall einer neuen Futterpflanze führen, was dann Anlaß zu einem Artbildungsprozeß sein kann. Ein temporärer Substratwechsel ändert nichts am Begriff Monophagie, ein neuer Dauerbefall aber schon.



Abb. 3: Minen auf einem Roßkastanien-Teilblatt.

Foto: A. Pürstinger

Selektionsdruck und Wanderung

Aber auch eine weitere Strategie wird für unseren Minierer wichtig. Der nicht mehr erträgliche infraspezifische Selektionsdruck wird Auslöser für ein Verlassen der Gradations-Biozönose. Die Tiere erheben sich und werden vom Wind passiv als Luftplankton verdriftet. Der Körperbau der Lithocolletiden ist dafür prädestiniert (siehe Abb. 1). Die Randschuppen um die Vorderflügelspitze und jene der Hinterflügel vergrößern die Flügelfläche um ein Vielfaches, und das im Vergleich zur riesigen Flügelfläche winzige Körpergewicht bedingen ein ideal driftendes Luftplankton. Ein amerikanischer Entomologe (wer sonst?) hat mit dem Flugzeug und einer Spezialeinrichtung dieses Phänomen untersucht

und tatsächlich in mehreren Beispielen bewiesen. Und eine beträchtliche Anzahl von Arten blattminierender Motten haben in den letzten drei Jahrzehnten unseren Kontinent überquert und ihr Areal vergrößert.

Aber auch zur anthropogenen Verschleppung sind der Körperbau und die Ökologie der Art ideal. Durch die an vielen Blättern maximale Minendichte ab Ende Juli genügt ein verschlepptes Stückchen eines Teilblattes zur Gründung einer neuen Population. Überdies verstecken sich die Tiere zeitweise gerne in Hohlkörpern (Kraftfahrzeuge, Zelte, Boote etc.), und so können vor allem befruchtete Weibchen befördert werden. Da die diskutierte Art inzestresistent ist, genügt ein einziges befruchtetes Weibchen für eine Arealvergrößerung. Der bis vor drei Jahren inten-



Abb. 4: Mine in Vergrößerung.

Foto: A. Pürstinger

ÖKO-L 16/3 (1994)

sive Personen- und Warenverkehr vom Balkan nach Mitteleuropa war ein weiterer Faktor für vielfältige Einschleppungsmöglichkeiten.

Populationsdynamik

Durch den schon erwähnten Wegfall von Hymenopteren als Endoparasiten und den auffallend geringen Einfluß von anderen populationslimitierenden Faktoren (Krankheiten, Räuber, andere Verluste) kommt die populationsdynamische Abundanzberechnung für einen Jahreszyklus ohne Berücksichtigung limitierender Faktoren den tatsächlichen Gegebenheiten

Eiern pro Weibchen ergibt sich folgende populationsdynamische Abundanzberechnung. Ein Paar bringt in der ersten Larvengeneration 20 Minen hervor, in der folgenden ergeben sich 200 Nachkommen und in der dritten 2000. Das ergibt eine jährliche Vermehrung von 1:1000 und kommt den tatsächlichen Bedingungen einigermassen nahe.

Demökologie

Die mitteleuropäische Population ist schwer zu analysieren. Sicher ist sie hier nicht autochthon, sondern ein

zeitigen Verbreitung eine Hochrechnung wagt. Im Herbst 1993 hat *Cameraria ohridella* Budapest und Tirol erreicht und ist weiterhin in schneller Ausbreitung. Die Populationsdichte hat sich in den Beobachtungsjahren (Erstbeobachtung in Mitteleuropa Ende der 80er Jahre durch den oberösterreichischen Entomologen Karl M. Puchberger) kaum geändert (von den kurzen Adaptationsperioden nach Erstbesiedelungen und kleinen Schwankungen abgesehen).

Es ist auffallend, daß die *Cameraria ohridella* bisher keine Parasiten besitzt, und daß auch vom Areal kaum Meldungen über eine Parasitierung vorliegen. Die kargen Vermutungen aus Mazedonien können sich auch auf eingeschleppte Tiere beziehen, da Nichtspezialisten den Umgang mit Blattminen und solchem Zuchtmaterial kaum beherrschen. Das Fehlen parasitischer Hymenopteren als populationsbegrenzende Faktoren ist ein sehr seltenes Phänomen; der Verfasser hat 2500 Zuchten von blattminierenden Schmetterlingen durchgeführt und gehört somit weltweit zu den erfahrensten Spezialisten; trotzdem sind ihm Phänomene dieser Art nicht bekannt geworden.

Ganz eigenartig reagiert der befallene Baum auf die Gradation. Es ist klar, daß der Stoffwechsel (Photosynthese und Atmung und mit ihnen der Wasserhaushalt) durch die Minen schwer gestört wird. Man sollte annehmen, daß das bei dieser ganz außergewöhnlichen Gradation mit schweren Störungen verbunden sein muß. Dies ist bei weitem nicht der Fall. Der Autor hat dies bei einem Vortrag mit folgenden Worten charakterisiert: „Kein europäischer Baum ist so tolerant wie die Roßkastanie, die schwerste Störungen ihres Haushaltes nur mit einem sehr geringen Wachstum beantwortet“. Beispiele für diese Aussage findet ein aufmerksamer Langzeitbeobachter (Langzeitmonitoring) auf Schritt und Tritt in allen unseren Städten. Die einzige äußerlich sichtbare Störung ist das Remontieren einzelner Bäume: herbstliches Austreiben und (oder) Blühen.

Schaden und Bekämpfung

Die Roßkastanie ist mit ihrer auffallenden, an subtropische Bäume erinnernden Blütenpracht und dem tropischen Blattbau eine Bereicherung unserer Kulturlandschaft. Kein anderer heimischer Baum hat so große und attraktive Blütenstände. Sie wird in

Abb. 5:
Typisches
Schadensbild
bei extremem
Befall.
Herbarmaterial:
Minenherbar
G. Deschka,
Steyr.



Foto: W. Bejvl

ten sehr nahe. Nur die Verluste in den ersten Raupenstadien, die Winterverluste und die im Kulturraum durchgeführten Maßnahmen oder irgendwelche Störungen (Beseitigung des Laubes, Straßenverkehr, Zertreten durch Fußgänger, Schneeräumung, Salzstreuung usw.) limitieren die Populationsdichte der Überwinterer bedeutend. Selbstverständlich ist die Anzahl der im Frühjahr geschlüpften Tiere von größter Bedeutung für die Populationsdichte in den nachfolgenden Generationen eines Jahres. Bei einer Annahme von 20 fruchtbaren

Sekundärareal und Produkt einer Arealausweitung, anthropogen oder natürlich, wobei wohl das erste wahrscheinlich ist. Wird eine Einschleppung angenommen, so ist der Termin der Einschleppung in den letzten Jahrzehnten anzunehmen. Bestimmt sind der Ausgangspunkt, der Ort und der Zeitpunkt unbekannt. Die Ausbreitung in Mitteleuropa ist aufgrund der Windrichtungen abzuschätzen. Ich nehme eine etwa fünfmal so schnelle Verdriftung nach Ost als nach West an. Sicher wird sich jemand finden, der dann nach der der-

der Literatur und in Liedern erwähnt; Schubert, Vogel, Bruckner erfreuten sich an der Gartner Allee (Leopold-Werndl-Straße zwischen Gärten und Steyr); die „Kastanie“ besitzt einen bedeutenden Erholungswert in vielfältiger Form. Aus diesem Grund ist ein wesentlicher Schaden an den Blättern des Baumes eine arge Verunstaltung unserer unmittelbaren Umwelt und die Bekämpfung des Verursachers wird zum nationalen Anliegen.

Insektizide als Aerosol kommen nicht in Frage, da sie ausschließlich auf die geschlüpften Imagines und kaum auf die in den Minen verborgenen Subimagoalstadien wirken. Systemische Insektizide sind aus heutiger Sicht undiskutabel. Eine Bekämpfung mit raupenvernichtenden Pilzen und Bakterien dürfte für blattminierende Insekten kaum wirken; zumindest weiß der Autor kein Beispiel eines Einsatzes. Der *Bacillus thuringiensis* ist bei minierenden Larven wahrscheinlich unwirksam. Es bleibt die nach Möglichkeit ausnahmslose Vernichtung der Herbstblätter mit den Minen, die sich auch in vielen Alleen, Gastgärten und Parks bis jetzt hervorragend bewährt hat. Der Nachteil dieser Maßnahme liegt in der Gründlichkeit, die wohl nie eine restlose Beseitigung gewähr-

leisten kann. Die Vorteile einer teilweisen Vernichtung der Puppen sind leicht an der populationsdynamischen Hochrechnung zu ersehen.

Bei Neuanpflanzungen möge eine Anhäufung von Roßkastanien unbedingt vermieden werden. Besonders dort, wo das Winterlaub nicht restlos vernichtet werden kann, ist von einer gehäuften Neupflanzung abzusehen. Es ist auch nicht mehr einzusehen, daß Allen, Gastgärten usw. nur mit einer Baumart bepflanzt werden. Neben dem ästhetischen Aspekt können alle Nachteile einer Monokultur durch Berücksichtigung einer weiteren oder mehreren Baumarten leicht vermieden werden. Ein Kriterium, das in fast allen unseren schwer umweltgeschädigten Stadtanlagen noch immer vernachlässigt wird. Einige weitere Empfehlungen finden sich bei DESCHKA (1993 b).

Neue biologische Bekämpfungsstrategie

Der Autor vermutet einige sehr komplizierte biologische und ökologische Zusammenhänge in bezug auf die Nahrungswahl der Roßkastanieninsekten, der Toxikologie des Substrates und dem Parasitenspektrum der besprochenen Miniermotte und hat

eine neue biologische Bekämpfungsstrategie für die Roßkastanienmotte entwickelt. Dieses Verfahren kann aus verschiedenen Erwägungen, besonders kommerziellen, hier nicht diskutiert und preisgegeben werden, umso mehr, als es nicht nur für Österreich, sondern auch für die benachbarten Staaten von größter Bedeutung ist. Die ganze Strategie ist nicht für kleinräumige Bekämpfungen gedacht, sondern für eine weiträumige internationale Kooperation. Darüber hinaus ergeben sich interessante Zusammenhänge, die über die Bekämpfung einer einzigen Art weit hinausführen.

Literatur:

DESCHKA, G., u. N. DIMIC, 1986: *Cameraria ohridella* n. sp. aus Mazedonien, Jugoslawien (Lepidoptera, Lithocolletidae). Acta Entomol. Jugosl., 22, 1 – 2: 11 – 23.

DESCHKA, G., GUSENLEITNER, F., 1993a: Die Kastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*) in Oberösterreich. OÖ. Museumsjournal 3, 2: 6 – 7.

DESCHKA, G., 1993b: Die Miniermotte *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC, eine Gefahr für die Roßkastanie *Aesculus hippocastanum* L. (Insecta, Lepidoptera, Lithocolletidae). Linzer biol. Beitr. 25/1: 141 – 148.

BUCHTIPS

UMWELTSCHUTZ

R. E. LOB u. M. SEILER, 1994: **Waldsterben**. Materialien für die Sekundarstufe I (Jahrgangsstufe 8 - 10).

Best.-Nr. 335-01524; 3. vollst. überarb. Aufl.; 73 Seiten, 35 Abb., DIN A4, geheftet; DM 24,80; Aulis Verlag, Köln.

Mit der dritten vollkommen überarbeiteten Auflage liegt nun das Heft „Waldsterben“ aus der Reihe „Umweltschutz im Unterricht“ vor, das dieses für uns alle wichtige Thema für den Schulunterricht aufgreift und dabei die aktuellen Forschungsergebnisse wiedergibt.

Der Stand der Forschung wird umfassend und verständlich dargelegt. Die Erfahrungen mit der damals diskutierten Katalysatoreinführung und Rauchgasentschwefelungsanlagen fließen ebenso ein wie die Rolle des sauren Regens und die dadurch hervorgerufenen Bodenveränderungen. Auf industrielle Belastungen, insbesondere durch Verbrennungskraftwerke, wird eingegangen und ebenso auf die Schadstoffbelastung durch den Autoverkehr. Mittlerweile ist klar, daß auf die oberirdischen Pflanzenteile außerdem das bodennahe Ozon einwirkt.

Der unterrichtspraktische Einsatz wird durch die klare didaktische Strukturierung sehr erleichtert. Den jeweiligen Doppelstunden und der „Lehrfahrt Waldsterben“ werden die Sachinformationen jeweils vorangestellt, unterstützt durch Folien, Diagramme, Graphiken, Tabellen und Statistiken.

Nach diesen wichtigen Grundlageninformationen für Sie stellen die Autoren dann für die Durchführung des Unterrichts methodische und didaktische Anregungen in Form von Unterrichtsverlaufsplänen, Unterrichtszielangaben usw. zur Verfügung. Besonders hervorzuheben sind die zahlreichen und vielfältigen Arbeitsmaterialien; zum großen Teil bereits als kopierfertige Vorlage.

(Verlags-Info)

ÖKOLOGIE

W. S. BROECKER, 1994: **Labor Erde**. Bausteine für einen lebensfreundlichen Planeten.

111 Abb., 19 Tab., 274 Seiten; gebunden; DM 56,-, S 436.80, sFr 56,-; Springer-Verlag Berlin – New York.

Das vorliegende Buch ist eine brillante Einführung in das Studium des Planeten Erde, von den kosmischen Ursprüngen ihrer Elemente bis hin zu der Beeinflussung der Atmosphäre durch die Menschheit und den klimatischen Änderungen, die uns bevorstehen. Es ist aus Vorlesungen über den Ursprung des Sonnensystems und die Evolution der Erde, ihrer Atmosphäre und ihrer Ozeane hervorgegangen.

Anhand zahlreicher Beispiele erläutert der Autor, wie viele bedeutende Entdeckungen zustande kamen. Das Buch ist daher ebenso eine Beschreibung der Prozesse, die zur Entwicklung der Erde beigetragen haben, wie eine Darstellung der Art, in der Wissenschaftler denken und Probleme lösen.

Der Autor, Wallace BROECKER, ist Professor an der Columbia University in New York und Mitglied der National Academy of Sciences. Er forscht dort seit 1953 und hat mehr als 200 wissenschaftliche Artikel verfaßt. Broecker gilt als „Grandmaster of Global Thinking“, der so unterschiedliche Dinge wie Geochemie, Ozeanographie und Paleoklimatologie miteinander verbindet.

(Verlags-Info)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [ÖKO.L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [1994_3](#)

Autor(en)/Author(s): Deschka Gerfried

Artikel/Article: [Die Roßkastanienmotte- Lebensbild eines blattminierenden "Schädlings" 32-36](#)