

Waldschädlinge und Waldschutz: Beispiel Kieferngrößschädlinge in Niedersachsen.

VON
Wolfgang Altkirch, Göttingen

Im Herbst 1991 meldeten Förster aus dem Hannoverschen Wendland und aus dem Raum Celle akute Fraßschäden an Kiefer, verursacht durch Blattwespen. Wieder einmal begannen Waldbesitzer um die Existenz ihrer Wälder zu bangen. Im Frühsommer 1992 mußten rd. 400 ha Kiefernwald im Raum Gartow chemisch behandelt werden, und die alte Diskussion um das Für und Wider derartiger Aktionen entbrannte von neuem.

Überraschend kam diese Entwicklung nicht: zum einen gab es schon seit dem Herbst 1990 Berichte von Fraßschäden durch Insekten aus Brandenburg und Sachsen-Anhalt, und zum anderen hatten wir eine ganz entsprechende Situation wie 1991/92 in Niedersachsen schon vor 15 Jahren: 1976/77. Selbst die Lokalitäten der ersten Schäden waren damals fast identisch mit den heutigen. Zufall? - gewiß nicht. Die nadelfressenden Kieferngrößschädlinge - eine Gesellschaft von Blattwespen und Schmetterlingen - sind über den aktuellen Anlaß hinaus ein gutes Beispiel, die Ursachen biotischer Waldschäden, ihren Ablauf und mögliche Gegenmaßnahmen aufzuzeigen und zu diskutieren.

1 Die Beteiligten: die Kiefer und ihre nadelfressenden Insekten

Von Fraßschäden betroffen sind Kiefernbestände mittleren Alters auf schwachen - wasser- und nährstoffarmen - Sandstandorten. Bedingungen dieser Art finden sich in Niedersachsen in erster Linie in den Grenzgebieten zu Sachsen-Anhalt, die unter subkontinentalem Einfluß stehen: im Raum Lüchow-Dannenberg und im Raum Gifhorn (mit Jahresniederschlägen zwischen 500 und 600 mm; Abb. 1a, Tab. 1). An Aufzeichnungen aus den betroffenen Forstämtern läßt sich bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts zurückverfolgen (z. B. NIEMANN 1958), daß Massenvermehrungen von Schadinsekten immer wieder in eng umschriebenen Arealen begonnen haben. Am Beispiel des Gräfl. Bernstorffschen Forstamtes Gartow läßt sich zeigen, daß diese Areale den Gebieten mit der schlechtesten Wasserversorgung entsprechen (Abb. 2).

Die Kiefer (*Pinus silvestris*) kommt in Niedersachsen am westlichen Rand ihres natürlichen Verbreitungsgebietes vor (Abb. 1b). Sie wird allerdings auf den besseren Standorten, wo sie durchaus - wie andere Baumarten auch - optimal gedeihen kann (Abb. 3), durch überlegene Konkurrenten, in erster Linie durch die Rotbuche, verdrängt und findet sich so vor allem auf Extremstandorten (trockene Sandgebiete und Moorrandbereiche), wo sie wegen ihrer Genügsamkeit noch existieren kann (Abb. 3).

Die nadelfressenden Kieferngrößschädlinge sind überwiegend Spezialisten, die an die Kiefer als Nahrungspflanze gut angepaßt sind und die gleichen klimatischen und bodenstandörtlichen Bedingungen bevorzugen (Tab. 1). Es zeigt sich allerdings, daß die verschiedenen Arten räumlich (Tab. 1) und zeit-

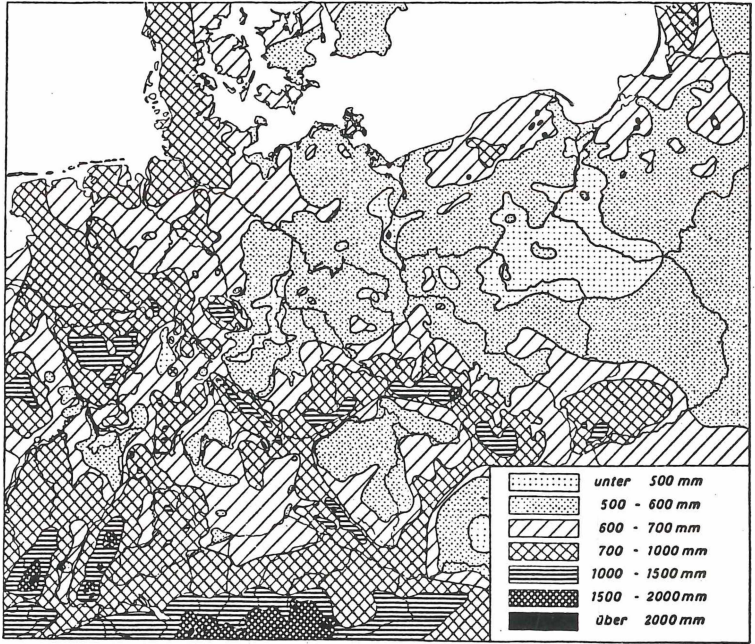


Abb.1a: Mittlere jährliche Niederschläge

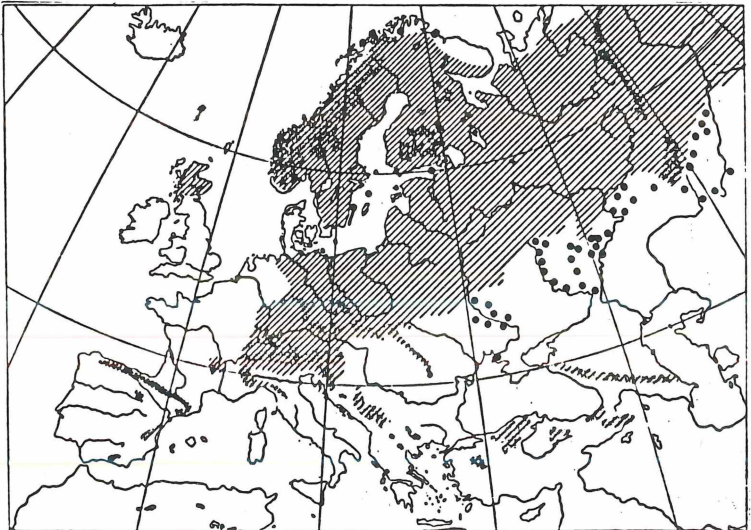


Abb.1b: Verbreitung von *Pinus silvestris* in Europa
(Gebirge punktiert)

(aus: ELLENBERG 1963)

Tab.1: Kiefern-Großschädlinge: standörtliche Bedingungen von Massenvermehrungen
(nach EBERT, KRUEL, SCHWENKE, SCHWERDTFEGER, WELLENSTEIN u.a.)

Kiefern-Spezialisten (monophag)		Polyphag		
Kiefernspinner	Forleule	Kiefernspanner	Blattwespe	Nonne
extrem wärme- und trockenheitsliebend (<600 mm Nd.schläge)		Trockengebiete (500-700 mm Nd.schläge)		an Kiefer: wie Forleule
	geschlossenes mittel-/osteurop. Schadgebiet	subatlant. bzw. pseudoatlant. Gebiete (nicht: subkontinent. oder atlant.Klimagebiete)		
lichte Baum- und Althölzer (Falterflug!)	30-60 j. Bestände mittlere Ertragsklassen		lichte Baumhölzer	meist an unter- od.zwischenständ. Fichte unter Kiefer
	geringe bodennahe Vegetation (Nadelstreu, Moos)			
	mit gutem Verdunstungsschutz			

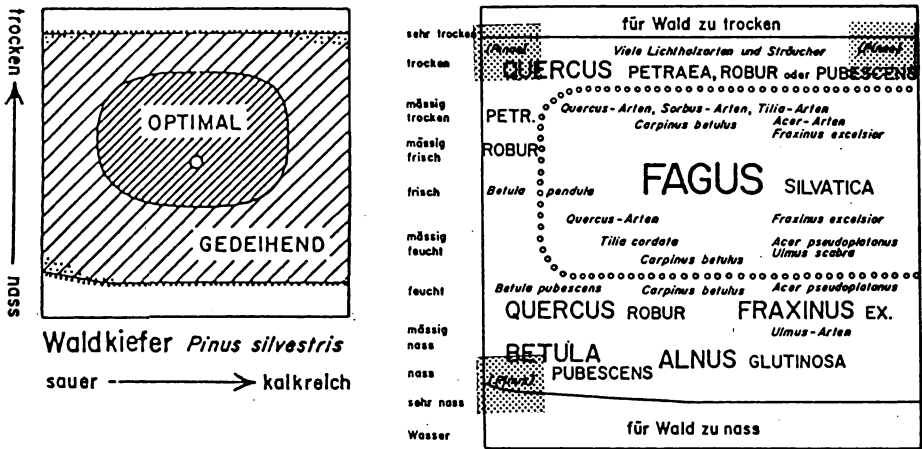


Abb.3: Potentielle und reale Verbreitung von *Pinus silvestris* (ELLENBERG 1963)

lich (Abb. 6b) getrennte Nischen besetzen, daß sie sich also normalerweise "aus dem Wege gehen" können und damit den Wirt, die Kiefer, nicht übermäßig gefährden. Sobald allerdings eine Art in eine Massenvermehrung eingetreten ist, kann es zu hohen Individuenzahlen, zur Ausdehnung des Fraßes auf riesige Flächen und auch zu nachhaltigen Schäden an den Beständen des Wirtsbaumes kommen.

Massenvermehrungen der Kieferninsekten nehmen ihren Anfang in Jahren günstiger Witterung: die letzten drei Gradationen, die in Niedersachsen zu Bekämpfungsaktionen geführt haben (Tab. 2; die dritte Gradation hat gerade eben begonnen), folgten auf mindestens zwei überaus warme, trockene Sommer (1975/76, 1982/83, 1989/90/91). Schon RATZEBURG hat vor mehr als 100 Jahren - mit Blick auf die Kiefer - festgestellt, daß gute Weinjahre auch Raupenjahre sind, und die offenbar älteste überlieferte Zusammenstellung von Raupenfraß-Kalamitäten an der Kiefer (Carl Wilhelm HENNERT 1797, zit. nach SCHWERTFEGER 1983) besagt ebenfalls, daß warme Frühjahre und warme, trockene Sommer im Fraßjahr oder im Jahr zuvor die Vermehrung der Schädlinge fördern. Wärme und Trockenheit haben den doppelten Effekt, daß zum einen mit einer schnellen, wenig verlustreichen Entwicklung der Insekten der Anstoß zur Massenvermehrung gegeben wird (- danach läuft sie i.d.R. nach eigenen Gesetzen weiter -), zum anderen die Bäume unter Streß geraten und sich damit die Befallsdisposition erhöht.

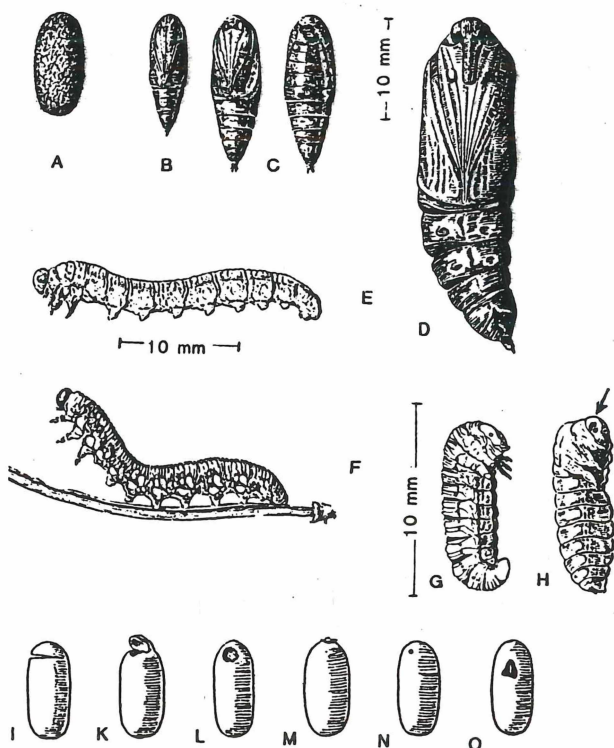


Abb.4: Die Beteiligten

A - D Puppensuche im Winter:

- A Blattwespe (*Diprion pini*) - Kokon
- B Kiefernspanner (*Bupalus piniarius*) - Puppe
- C Forleule (*Panolis flammea*) - Puppen
- D Kiefernswärmer (*Hyloicus pinastri*) - Puppe

E - H Blattwespen:

- E *Diprion pini* - Larve (Aftertraupe)
- F *Diprion simile* - Larve (Aftertraupe)
- G *Diprion pini* - Eonymphe (überliegendes Stadium)
- H *Diprion pini* - Pronymphen (-> Puppenauge)

I - O Blattwespe (*Diprion pini*) - leere Kokons:

- I Wespe geschlüpft
- K Maus (Räuber)
- L Schlupfwespe (Parasit)
- M Raupenfliege (Parasit)
- N Erzwespe (Parasit)
- O Drahtwurm (Räuber)

(Abbildungen aus SCHWERTFEGER 1950, SCHWENKE 1982)

Tab. 2: Bekämpfungsaktionen (Hubschraubereinsätze) gegen Kieferngrößschädlinge in Niedersachsen

Gesamtfläche [ha]

Jahr	<i>Diprion pini</i>	<i>Panolis flammea</i>	<i>Lymantria monacha</i>	<i>Bupalus piniarius</i>
1977	8.407			
1978	5.566	983		
1979			369	
1980			305	
...				
1985		708		
1986		991	531	460
1987			395	
...				
1992		415		

Das Auftreten der Nadelfresser an Kiefer folgt einer charakteristischen Reihenfolge (Tab. 2). Den Anfang machen gewöhnlich die Blattwespen (*Diprion pini*) mit dem - zumeist überraschenden - Schadfraß der 2. Generation im Herbst. (Tab. 2: 1976/77, wie 1991/92; 1983/84 blieb der Blattwespenfraß weitgehend aus). Erst im darauffolgenden Jahr machen sich Schmetterlinge bemerkbar, bei uns vor allem Forleule und Nonne, selten der Kiefernspanner. Der Schadfraß dieser Raupen an der Kiefer dauert in der Regel nicht länger als zwei Jahre (Gradationsdauer incl. Anstieg und Rückgang 4 Jahre). Die Nonne - als Nicht-Spezialist - kann danach noch jahrelang (Gradationsdauer 8 - 9 Jahre) vor allem in Fichtenbeständen fressen und Schäden anrichten.

Der Schaden an der Kiefer ist unterschiedlich zu beurteilen. Massenbefall durch Raupen oder Afterraupen führt u. U. zu Kahlfraß. Einmaliger Kahlfraß kann für den Baum bereits tödlich sein, wenn er zu einem Zeitpunkt erfolgt, zu dem die Knospen für das kommende Jahr noch nicht angelegt sind. Eine Faustregel besagt also, daß der Frühjahrsfraß gefährlich ist, der Herbstfraß nur im Wiederholungsfalle. Eine Orientierung, wer existenzbedrohend an der Kiefer fressen kann, gibt demnach die Darstellung der Bionomie der beteiligten Arten (Abb. 6a, 6b). Die Praxis zeigt allerdings, daß auch in Kahlfraßgebieten häufig immer noch ganz geringe Reste der Nadelmasse vorhanden sind, die einem Großteil der befallenen Bäume ein Überleben möglich machen, wenn nicht Folgeschädiger auftreten (s. unten).

Die wichtigsten Schädlinge im einzelnen:

(1) Kiefernbuschhorn-Blattwespen

Die Art, die gewöhnlich bei uns im Rahmen der Fraßgesellschaft in Erscheinung tritt, ist die Gemeine Kiefernbuschhorn-Blattwespe (*Diprion pini*). Vergesellschaftet damit kommen auch an-

Tab.3: Bevölkerungsentwicklung von *Diprion pini* 1976/78 im Raum Celle/Schwarmstedt

Raum Celle

Herbst 1976

Befall auf rd. 23.000 ha
 schwache Fraßschäden auf rd. 5.500 ha
 starke Fraßschäden¹⁾ auf rd. 1.100 ha

Winter 1976/77

Winterkokons
 max. 1000/m²
 verpilzt²⁾ ø 18 %
 parasitiert ø 13 %
 leer³⁾ bis 45 %

Frühjahr 1977

schlüpfbereit

ø 20 %
 (bei >50 W/m² 5-7 %)
 1.Welle (Mai)

Überlieger

kaum Eiparasiten

Verluste bei >70 %
 (vor allem durch Mäuse)

Bekämpfung auf 6.838 ha
 Fraßschäden auf rd. 1.500 ha

Herbst 1977

rd. 10 % rd. 90 % (wenige)

(Winterkokons)

Sommerkokons
 verpilzt²⁾ ø 5 %
 parasitiert 50-60%
 leer³⁾ ?

Larven z.T. bis November
in den Kronen, lokal
bis 66 % tote Larven vor
dem Einspinnen

frühe Kokons parasitiert
bis >50 %

schlüpfbereit 18-36 %
Eiparasitierung
Zentren 50-100 %
Ränder max. 40 %

Befall auf rd. 5.000 ha
schwache Fraßschäden auf rd. 2.300 ha
starke Fraßschäden¹⁾ auf rd. 1.500 ha

Winter 1977/78

Übergangsbereich

(Neuer Schadestatus)
Raum Schwärztheit

Winterkokons

verpilzt²⁾ bis 75 %
parasitiert 0 15 %
leer³⁾ 70-80 %

Winterkokons
max. 350 m²
verpilzt²⁾ 0 16%
parasitiert 0 20%
leer³⁾ ?

Frühjahr 1978

wenige überlebende Nymphen
in den Winterkokons
Schlüpfbereitschaft bei 0 %

Eiparasitierung
max. 62 %

schlüpfbereit 0 44 %
(bei >50 w/m² 0 16%)
kaum Eiparasitierung
Bekämpfung auf 1.392 ha

Winter 1978/79

im gesamten Gebiet max. < 10 Kokons/m²

- 1) Nadelverluste >50%
 - 2) verpilzt und/oder vertrocknet
 - 3) durch Räuber (Mäuse)
- w = Weibchen

dere Arten vor, z. B. derzeit verbreitet in Brandenburg und Sachsen-Anhalt *Diprion similis* (Abb. 4F). Befressen werden bevorzugt Kiefern mittleren Alters (lichte, durchsonnte Baumhölzer). Im Fraßgebiet von 1976/77 und 1991/92 an der Aller westl. von Celle stockt die Kiefer auf armen Dünen sanden bei Jahresniederschlägen um 700 mm. - In Kiefernjungwüchsen findet sich nicht selten eine verwandte Art, die in auffälligen Larvenkolonien frißt, aber eine ganz andere Bionomie hat: die Schwarzköpfige Buschhornblattwespe (*Neodiprion sertifer*).

Diprion pini hat eine komplizierte Bionomie (Abb. 6a, nach EICHHORN 1991). Die Afterraupen (Zahl der Beine: Abb. 4E) spinnen sich nach Ende des Fraßes in Kokons ein und überdauern dort in einem Ruhestadium (*Nymphe*; Abb. 4A,G,H) eine mehr oder weniger lange Zeit, u.U. mehrere Jahre (*Überliegen*). Die eigentliche Puppenphase ist nur sehr kurz. Nymphen, die sich auf die Verpuppung vorbereiten (*Pronymphen*), unterscheiden sich - ab Ausgang Winter - durch das sog. Puppenauge von den überliegenden *Eonymphen* (Abb. 4G,H). Die Wespen schlüpfen in einem auffälligen Rhythmus, in bis zu drei Wellen pro Jahr: im April/Mai, Juni und Juli/August. Die Larven der 1. Welle können, wenn sie sich schnell entwickeln (warmes Frühjahr), mit ihren älteren Stadien unter Langtagbedingungen geraten. Dies ist die Voraussetzung dafür, daß sie sich anschließend in *Sommerkokons* einspinnen, die heller als die Winterkokons und überwiegend an Gräsern, am Stamm oder an Zweigen zu finden sind. Die Nymphen in diesen Kokons verpuppen sich ohne Zeitverzögerung. Diese Subitanentwicklung führt also - unter günstigen Bedingungen - zur Ausbildung einer zweiten Generation, deren Imagines etwa parallel zu der 3. Welle fliegen, und deren Larven für den auffallenden Herbstfraß verantwortlich sind. Verzögert sich der Fraß der Larven der 1. Welle, so bleiben sie i.d.R. bis in den Herbst als Larven beisammen und spinnen sich gemeinsam mit den Larven der 2. und 3. Welle in *Winterkokons* ein, die dunkel gefärbt sind und am Boden liegen. Nur aus den spät entwickelten Larven der 3. Welle und der 2. Generation schlüpft im Folgejahr eine 1. oder 2. Welle. Die anderen überliegen und schlüpfen ggf. als 3. Welle.

Der reale Ablauf einer Massenvermehrung von *Diprion pini* ist in Tab. 3 als Übersicht anhand der niedersächsischen Daten von 1976/78 dargestellt. Diese Daten sind unvollständig, weil sie - quasi als Nebenprodukte - bei der Überwachung und Vorbereitung von Bekämpfungen anfielen (s. unten), zeigen aber doch deutlich, in welcher Weise die Schlüpfrythmik zusammen mit den Verlusten in den verschiedenen Phasen der Gradation die Gesamtentwicklung und letztlich den Zusammenbruch der Massenvermehrung bestimmt. Unter den natürlichen Feinden spielen - vor allem gegen Ende der Massenvermehrung - Eiparasiten (Erzwespen) und auch Kokonparasiten (Schlupfwespen und Raupenfliegen) eine Rolle (- die hier noch so genannten Parasiten werden heute meist als *Parasitoide* bezeichnet). Verluste durch Mäuse sind zeitweise und lokal hoch, in unserem Zahlenbeispiel aber nicht regelmäßig erfaßt. Den leeren Kokons, die man guterhalten noch jahrelang finden kann, ist das Schicksal ihrer ursprünglichen Bewohner anzusehen (Abb. 4I-O).

Erläuterungen zu Abb.6a:

- [A] - Altlarven im Langtag (etwa 15,5 Stunden) und Wärme: Subitanentwicklung ohne Diapause. Flug etwa parallel zur 3.Welle; 2.Generation; Herbstfraß.
 - [B] - Altlarven nicht mehr im Langtag (schlechtes Wetter): Entwicklung parallel zu den Wellen 2 und 3. Gemeinsames Einspinnen im Oktober.
 - [C] - 2.Generation und 3.Welle: Larven im (abnehmenden) Kurztag und Kühle: Diapause, aber Flug z.T. schon mit der 1.Welle (s.unten).
 - [D] - Überliegen, z.T. bis zu 3 oder 4 Jahren. Hohe Gefährdung durch natürliche Feinde (Kokonparasiten und Räuber, z.B. Mäuse); Flug stets nur in der 3.Welle (Juli/August)
 - [E] - Flug in der 1.und 2.Welle (später Einspinn-Termin), z.T. Überlieger (dann wie [D])
-

Der Schaden, der durch *Diprion pini* angerichtet werden kann, hält sich in Grenzen. Der meist überraschende Herbstfraß kommt durch die Aufeinanderfolge von zwei Generationen ohne die üblicherweise hohen Winterverluste zustande: geht man von einer Vermehrungsrate von 50 : 1 aus (bei rd. 80 - 100 Eiern/Weibchen und einem Sexualindex von 0.5 - 0.6), die nicht durch Verluste beeinträchtigt wird, so muß dort, wo im Winter noch nur ein Kokon zu finden war, im folgenden Spätsommer mit bis zu 2500 fressenden Larven zu rechnen sein. Es zeigt sich aber, daß die Massenvermehrung so schnell zusammenbricht, wie sie zustandekam. Dies war auch im niedersächsischen Fraßgebiet 1992 der Fall, wo lediglich die 1. Welle im Frühjahr noch einmal mit Fraßschäden in Erscheinung trat. Zudem verlagern sich die Fraßschwerpunkte ständig, weil die weiblichen Wespen ausgewachsene Kiefernnadeln zur Eiablage brauchen, und weil zumindest die Junglarven auf Altnadeln der Kiefer als Nahrung angewiesen sind. Das ist ggf. bei der Frage der Bekämpfungsnotwendigkeit zu berücksichtigen und führte auch in Niedersachsen 1992 zu einer negativen Bekämpfungsentscheidung, die sich im nachhinein als richtig erwies.

(2) Kieferneule oder Forleule (*Panolis flammea*)

Die Forleule ist bei uns der häufigste Kiefern-Spezialist unter den Schmetterlingen. Sie überwintert als Puppe in der Bodenstreu (Abb. 4C), fliegt im Frühjahr und frißt als Raupe bis in den Sommer (Abb. 6b). Ihre Massenvermehrungen, die 3 bis 4 Jahre dauern, können wegen des frühen Fraßzeitpunktes u. U. flächenhaft zum Tod der befallenen Kiefern führen. Unter ihren natürlichen Feinden spielen Parasiten (Raupefliegen, Schlupfwespen) eine Rolle. Deren Wirkung wird aber frühestens auf dem Höhepunkt der Kalamität erkennbar (- weil die Entwicklung der Parasiten-Bevölkerung zunächst der ihres Wirtes um eine Generation hinterherläuft; Abb. 5), kann also i.d.R. nicht abgewartet werden, wenn es gilt, schwere Bestandsschäden zu vermeiden. Evtl. Bekämpfungsmaßnahmen sollten aber auf diese natürlichen Feinde Rücksicht nehmen (s. unten).

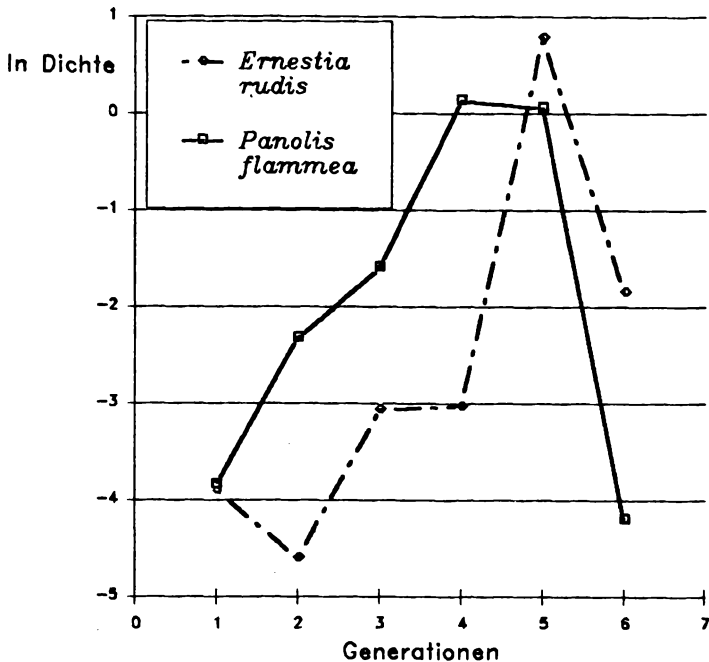


Abb.5: Forleule und Raupenfliege (Tachine: *Ernestia rudis*) Wirt-Parasit-Beziehung mit einem gut angepassten Spezialisten (Daten: Schweinitz 1928-33, nach GÖPFERT aus ESCHERICH 1942)

(3) Kiefernspanner (*Bupalus piniarius*)

Der Kiefernspanner fliegt spät im Jahr - im Sommer (Abb. 6b)-, seine Raupen fressen im Herbst. Er ist bei uns stets mehr oder weniger häufig anzutreffen, hat aber in diesem Jahrhundert in Niedersachsen lediglich zweimal Schadfraß verursacht (zuletzt 1986; Tab. 2).

(4) Kiefernspinner (*Dendrolimus pini*)

Der Kiefernspinner ist zweifellos einer der gefährlichsten Nadelfresser an Kiefer. Seine sehr großen Raupen überwintern in der Bodenstreu und setzen im zeitigen Frühjahr ihren Fraß fort, der bei entsprechender Dichte leicht tödlich werden kann. Die letzte große Massenvermehrung hat 1948/49 auf großen Flächen im Raum Gartow zu Totfraß geführt. Seither tritt dieser Schmetterling in Niedersachsen nicht mehr in Erscheinung, vermutlich weil seine Optimalbedingungen - er ist ein extrem wärmeliebender Bewohner von Kiefernalthölzern - hier z. Z. nicht gegeben sind.

(5) Kiefernswärmer (*Hyloicus pinastri*)

Der Kiefernswärmer ist die auffallendste Erscheinung unter den Kiefern-Schmetterlingen, allein schon wegen der Größe seiner Raupen und Puppen (Abb. 4D). Er neigt nicht zu Massenvermehrungen, wengleich er gerade im Jahre 1991 in Niedersachsen in bemerkenswert großer Zahl gefunden wurde. Seine großen Puppen sind offensichtlich in besonderem Maße attraktiv für räuberische Feinde, z.B. für Schwarzwild.

(6) Nonnenspinner (*Lymantria monacha*)

Die Nonne ist einer unserer gefährlichsten Schadschmetterlinge überhaupt. Der Fraß findet extrem früh im Jahr statt (Überwinterung im Eistadium mit schlüpfbereiten Raupen). Die Nonne ist kein Kiefern-Spezialist wie die anderen genannten Arten, beginnt aber ihre Massenvermehrungen, i.d.R. zusammen mit der Forleule, in warmen Kiefernbeständen. Die Gradation setzt sich später in kleinklimatisch weniger begünstigten anderen Nadelholzbeständen (Fichte, Lärche) fort und kann auf diese Weise lange andauern (8-9 Jahre). Der Zusammenbruch geht einher mit Erschöpfungerscheinungen innerhalb der Population, zuweilen auch mit dem Ausbruch von Krankheiten (sog. Wipfelkrankheit oder Schlaffsucht, eine Kernpolyeder-Virose). Die Kiefer ist kein bevorzugter Fraßbaum der Nonnenraupen, kann aber erheblich geschädigt werden. Fichte wird von der Nonne sehr schnell totgefressen, Lärche und Laubbäume überleben auch starken Fraß in aller Regel.

2 Katastrophen und Koexistenz

Wir haben davon auszugehen, daß die genannten Blattwespen und Schmetterlinge als Phytophage zum Erscheinungsbild der Kiefer in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet gehören und mit ihr durch eine uralte Koevolution verbunden sind. Auch ohne jede Einwirkung des Menschen stellt der - unter den gegebenen klimatischen und bodenständlichen Bedingungen natürliche - Kiefernwald ein von Natur aus labiles Ökosystem dar. Dieses System ist störungsanfällig, wobei die Störungen geeignet sind, die gesamte Entwicklung des Systems, d.h. die natürliche Sukzession, in ihrem Ablauf zu unterbrechen oder zu verändern.

Ein erster Störungsschritt können die genannten Phytophagen - einzeln oder in Gemeinschaft mehrerer Arten - sein. Ausgelöst und begünstigt durch Witterungsanomalien (z. B. extrem warme, trockene Sommer, s. oben) kommt es zu Gradationen, u. U. mehr oder weniger regelmäßig alle 8 bis 10 Jahre. Es entstehen Kahlfraßflächen unterschiedlicher Ausdehnung. Tote oder stark geschädigte Bäume sind disponiert für den sog. Sekundärbefall durch Borkenkäfer, Prachtkäfer, Rüsselkäfer, Holzwespen u. a. Insbesondere wärmeliebende Prachtkäfer, z. B. der Blaue Prachtkäfer (*Phaenops cyanea*), und Rüsselkäfer (*Pissodes*) sind in der Lage, weitere Kiefern abzutöten und die Ausfallflächen zu vergrößern. Irgendwann gerät das tote Holz in Brand (z. B. durch Blitzschlag), wie Beispiele ähnlicher Abläufe z. B. in Nordamerika zeigen. Die Sukzession beginnt auf den Brandflächen von vorn mit Pionierarten, unter denen die Kiefer mit ihrer weiten Samenverbreitung, ihrer schnellen Keimfähigkeit und ihrer Anspruchslosigkeit wiederum gute Chancen hat. Kleinflächige Störungen können durchaus den positiven Effekt einer Er-

höhung der (strukturellen) Diversität haben. Großflächige Störungen, die bei Insektenmassenvermehrungen wie bei Feuer die Regel sein dürften, führen dagegen zu einer Homogenisierung, zu einem Verlust an Diversität.

Es erscheint durchaus angemessen, hier von einem "Katastrophenphänotyp" der natürlichen Sukzession zu sprechen: Katastrophen (Insektenfraß, Feuer, Sturm u. a.) gehören zum natürlichen Ablauf, sorgen dafür, daß spätere Sukzessionsstadien nicht oder nur selten erreicht werden und prägen das Bild eines Mosaiks von meist relativ kurzen Entwicklungszyklen (*zyklische Sukzession*; OTTO 1989/90, REMMERT 1989). Systeme dieser Art zeichnen sich durch eine besondere Fähigkeit aus, auf Störungen zu rea-

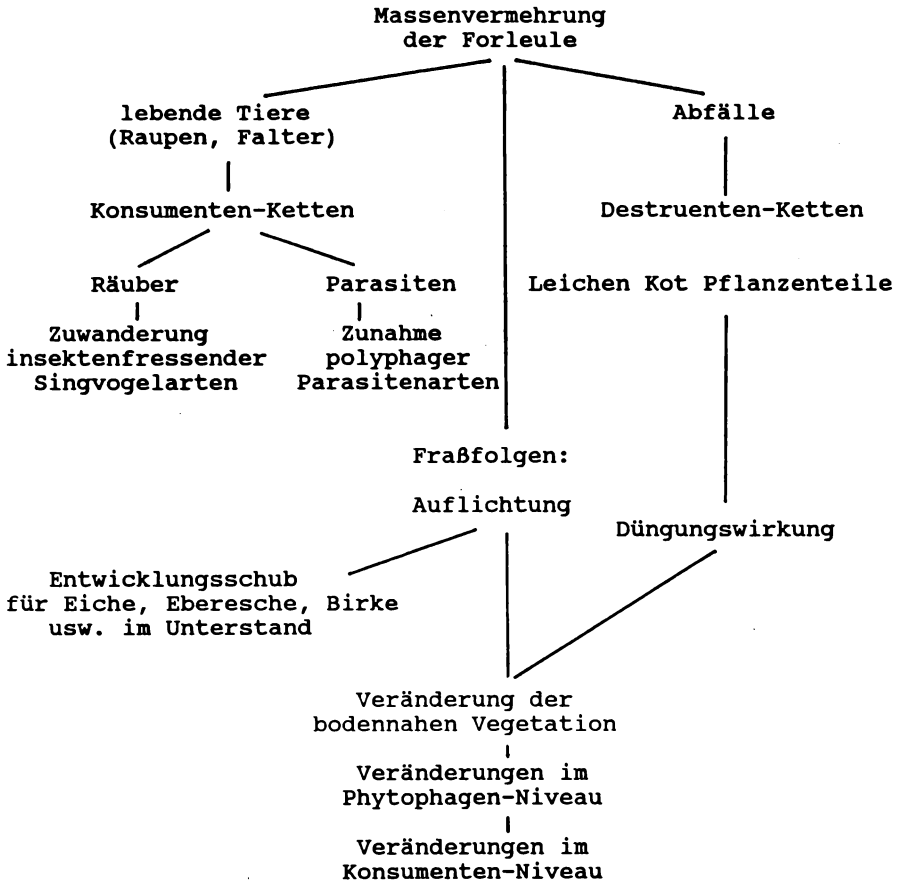


Abb.7: Nischengewinn nach Phytophagen-Gradation (mit nicht-flächenhaftem Totfraß) Beispiel Forleule (*Panolis flammea*) [nach OTTO 1989/90] (entsprechend z.B. Grauer Lärchenwickler (*Zeiraphera griseana*) im Engadin (BALTENSWEILER u.a.)].

gieren und über kurz oder lang den alten Zustand wiederherzustellen (extreme Form von Elastizität: Schwingungsfähigkeit oder Resilienz).

Derartige Abläufe lassen sich in norddeutschen Kiefernwäldern beobachten, z. B. als Folge der Sturmkatastrophe von 1972, der Waldbrände von 1975/76, der Insektenkalamitäten von 1977/79 u. a. (OTTO 1989/90). Andere Abläufe sind aus indirekten Schlüssen herzuleiten (wie z.B. die Entwicklung nach Insektengradationen, wenn durch rechtzeitige Bekämpfung ernste Schäden vermieden wurden). Hilfreich sind Überlegungen, in welcher Weise Schäden, die den Baum bzw. den Bestand nicht töten, Entwicklungsanstöße geben können (im Sinne der Öffnung neuer Nischen; Abb. 7).

3 Hausgemachte Probleme?

Nach dem eben Gesagten ist klar, daß wir es hier mit einer standörtlich vorgegebenen Disposition zu tun haben, die auch ohne menschliches Zutun zu den geschilderten Störungen führt, die wir als Schäden registrieren. Die Frage ist, in welchem Maße die natürlichen Entwicklungen durch Wirtschaftsmaßnahmen beeinflußt werden können.

Tab. 4: Waldbauliche Planung in Niedersachsen (OTTO 1989)
(Wuchsgebiet Ostniedersächsisches Tiefland)
Planungen bei den Betriebszieltypen (BZT) 70, 72, 75:
vorgesehene Verteilung der Baumarten

Wuchs- gebiet	Jahres- Nieder- schlag	Anteil [%] Baumarten			Anteil [%]			Planungs- fläche [ha]
		KI	DGL	LA	BZT70 KI	BZT72 KI/BU	BZT75 KI/FI	
Hohe Heide	730 mm	33	32	35	07.9	89.2	02.9	10.082
Süd-Heide	650 mm	52	08	40	24.8	41.1	34.1	06.185
Ost-Heide	630 mm*)	43	11	46	59.4	17.2	23.4	12.244
Lüchower Niederung	580 mm	42	-	58	21.0	09.8	69.2	01.382
Sa.					33.1	46.1	20.8	29.893
Übriges nds. Tiefland:					10.3	66.9	22.8	8.876
Nds. Tiefland insgesamt:					27.9	50.8	21.3	38.769

*) Ostbraunschweigisches Flachland: 550-600 mm

KI - Kiefer, DGL - Douglasie, LA - Laubholz,
BU - Rotbuche, FI - Fichte

Tab. 5: Strukturelle Diversität, Artendiversität und Schädlingsauftreten
Arten- und Individuenzahlen von Arthropoden im
Kronenraum von Kiefern-Rein- und Mischbeständen
(ENGEL 1941, aus NÜCHTERLEIN 1980)

Tiergruppe	Artenzahl im Kronenraum von:		
	Kiefernrein- bestand: gleichaltrig	Kiefernrein- bestand ungleichaltrig, gegliedert	Eichen-Kiefern- Mischwald: ungleichaltrig, gegliedert
Schmetterlinge	36	40	52
Käfer	51	61	60
Hautflügler	29	35	39
Zweiflügler	30	31	30
Landwanzen	29	33	30
Übrige Insekten	22	27	24
Spinnen	50	54	74
Summe	247	281	309

Tierart/-gruppe	Individuenzahl im Kronenraum (Monat Sept.) von:		
	Kiefernrein- bestand: gleichaltrig	Kiefernrein- bestand: ungleichaltrig, gegliedert	Eichen-Kiefern- Mischwald: ungleichaltrig, gegliedert
(1) Kiefernspanner	70	46	37
(2) Rest der übrigen Gliedertiere	30	54	63
(3) unter (2): Käfer	4	7	7
Landwanzen	2	4	6
Spinnen	22	39	40
Summe (3)	28	50	53
Summe (1) + (2)	100	100	100

Vergleichsbestände:

Kiefer - rein:

Kiefer, 60 jährig

Kiefer - stufig:

Kiefer, 112 jähr.,
mit Anflug Ki 20-40 jähr.

Kiefer - gemischt:

Kiefer, 112 jähr.,
mit Unterstand Traubeneiche, 45 jähr.

Auch eine an einer möglichst großen Vielfalt der Bestockung orientierte waldbauliche Planung kommt an der Tatsache nicht vorbei, daß auf den ärmsten Standorten die Möglichkeiten dazu sehr eingeschränkt sind. Die aktuelle Waldbauplanung, die in Niedersachsen im Staatswald auf einen Umbau der Kiefernbestände - wo immer standörtlich möglich - in Richtung auf eine Verstärkung des Anteils von Laubbäumen und anderen ertragreicheren Baumarten, wie z. B. der Douglasie, abzielt, muß

vor allem im ostniedersächsischen Tiefland einen hohen Kiefernanteil, dabei Kiefernreinbestände (BZT 70) auf größerer Fläche (Ost-Heide: Tab. 4), akzeptieren (OTTO 1989). Im Privatwald sind die Verhältnisse noch ungünstiger.

Es muß dahingestellt bleiben, wie groß- oder kleinflächig ein Mosaik natürlicher zyklischer Sukzessionsabläufe in Kiefer aussehen mag. Sicherlich sind sehr große Brandflächen vorstellbar, auf denen aber die Pionierphase kleinörtlich unterschiedlich schnell ablaufen dürfte, so daß eine gewisse, wenn schon nicht Artendiversität, so doch strukturelle Diversität entsteht. Die oben beschriebenen Nischen der Phytophagen könnten im Verein mit räumlich und zeitlich strukturierter Diversität eine gewisse Risikoverteilung, zumindest den Erhalt von Rückzugsräumen im Katastrophenfalle gewährleisten. Hinzukommt, daß zumindest in der Früh- und in der Spätphase der Sukzession auch die Artenvielfalt in der Vegetation größer ist und damit Voraussetzung auch einer größeren Artenvielfalt der Tierwelt (Tab. 5 nach ENGEL 1941 in der Wiedergabe von NÜCHTERLEIN 1980).

Wirtschaftsmaßnahmen enthalten die Tendenz zur Homogenisierung: eine schnell vorangetriebene Aufforstung einer großen Fraß-, Windwurf- oder Brandfläche ausschließlich mit Kiefer würde nach einer entsprechenden Zahl von Jahren zwangsläufig zu einem sehr gleichförmigen und u. U. optimalen Angebot für einen der Phytophagen führen, z. B. von Kiefern im Stangenholzalter für die Forleule. Damit wäre eine Insektenkalamität nach Zeitpunkt und Flächenumfang vorprogrammiert.

4 Sachzwänge

Waldbauliche Maßnahmen müssen auf die standörtlich größtmögliche Arten- und Strukturvielfalt abgestellt sein. Das ist freilich vielfach leichter gesagt als getan. Die mit Kiefern bestockten schwachen Standorte sind in Niedersachsen überwiegend bäuerlicher Privatwald (85 % der Bekämpfungsflächen von 1977/80), meist in kleinen Besitzparzellen. Angesichts der Lage in der Landwirtschaft wären Gewinne aus dem Walde notwendig, sind aber unter den gegebenen Umständen im Kiefernwald nicht zu erzielen. Waldbauliche Programme scheitern an der Finanzierbarkeit, an fehlenden Voraussetzungen (z. B. Standorterkundung) und nicht zuletzt auch am Wildstand (wenn die Jagdverpachtung die einzige Einnahmequelle ist). Damit sei hier lediglich darauf hingewiesen, daß die Kieferngrößschädlinge ein nicht ausschließlich biologisch zu betrachtendes Problem darstellen.

5 Schadensbegrenzung

Angesichts der bekannten ökologischen und der angedeuteten ökonomischen Situation liegt die Frage nahe: Warum überhaupt Bekämpfungsaktionen gegen Kieferngrößschädlinge? Warum überlassen wir nicht die Flächen der natürlichen Sukzession?

Dabei sind einige Gesichtspunkte zu berücksichtigen, z. B.: - Wir haben es in Niedersachsen lediglich mit Ausläufern des riesigen mitteleuropäischen Kieferngebietes zu tun. In Nieder-

Tab.6: Beispiele für großräumige Kalamitäten von Kiefern-Großschädlingen ohne oder mit mangelhafter Bekämpfung (aus ESCHERICH 1931, SCHWERTFEGER 1957, SCHWENKE 1978, ŚLIWA & ŚIERPIŃSKI 1986, ŚLIWA 1991)

<u>Forleule</u>	Fräßfläche [ha]	davon Kahlfraß [ha]	Derbholzanfall*)
1922/24 Brandenburg/Ostprien	500.000	170.000	20 Mio.fm
1984/90 Polen	> 400.000	Bekämpfungsfläche: 270.000	
<u>Kiefernspanner</u>			
1892/96 Bayern		50.000	1.8 Mio.fm
1928/29 Sachsen-Anhalt/Brandenburg		3.500	> 500.000 fm
<u>Nonne</u>			
1845/67 Westrußland, Ost- u. Westpreußen	> 40.000		> 183 Mio.fm
1845/58 Bez. Gumbinnen (Ostprien)		25 - 75 † der Holzbodenfläche	7 Mio.fm
1917/27 Böhmen, Mähren, Schlesien		106.000	14 Mio.fm
1978/84 Polen	3 Mio.	15.000 Bekämpfungsfläche: 6.3 Mio.	

*) i. d. R. incl. Folgeschäden (Borkenkäfer usw.)

sachsen sind rd. 50 % der Waldfläche (rd. 930.000 ha) mit Kiefer (rein und in Mischung) bestockt, in der Lüneburger Heide sind es fast 80 %. Die nordostdeutschen Bundesländer haben mit rd. 1.3 Mio. ha ein Mehrfaches an Kiefernwaldfläche, zudem überwiegend Reinbestände. Insektengradationen können - das zeigen Zahlen aus der Vergangenheit (Tab. 6) - große Waldflächen zerstören. Intensität und Flächenausmaß des Befalls und der Zerstörung sind nicht vorherzusehen, ebensowenig die Zeitdauer von Pionierphasen. Im dicht besiedelten Mitteleuropa dürften Waldbrände unbekanntes Ausmaßes ebenso wenig zu akzeptieren sein wie Erosion, Sandverwehungen, Dünenwanderungen usw.

- Die mehrjährige - bei der Nonne sehr lange - Dauer von Gradationen hat Überlegungen zur Folge, durch ein frühes Eingreifen Schadherde zu begrenzen und flächenhafte Schäden zu vermeiden. Auch wenn sich eine aktive Ausbreitung der Insekten in Grenzen hält (i.d.R. schlechte Beweglichkeit der eibeladenen Weibchen, dazu evtl. Verwehungen von Raupen), muß doch mit einer ständigen Flächenzunahme des Befalls gerechnet werden und mit einem Übergreifen auf angrenzende wertvollere Waldbestände auf besseren Standorten. Von der Nonnen-Gradation zwischen 1978 und 1983 in Polen, die nicht oder nicht rechtzeitig gestoppt werden konnte, waren rd. 1.5 Mill. ha Waldfläche betroffen (- Niedersachsen hat im ganzen 930 000 ha Wald -), die Bekämpfungsfäche betrug insgesamt rd. 6.3 Mill. ha (!).

- Ein sicherlich ganz entscheidender Gesichtspunkt ist, daß das Landeswaldgesetz aus guten Gründen von Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes spricht. Holz ist - auch in geringwertiger Form - einer der positivsten Rohstoffe überhaupt. Alles Holz, was wir nicht selbst produzieren, müssen wir teuer importieren (und verlagern im übrigen damit nur unser Problem) oder durch Stoffe anderer Herkunft (z. B. aus Öl) ersetzen. Werden insgesamt große Flächenanteile völlig einer natürlichen Sukzession überlassen, würden diese Flächen für eine Produktion des nachwachsenden Rohstoffs Holz über lange Zeiten hin ausfallen.

- Schließlich ist zu berücksichtigen, daß ein Akzeptieren von (schweren) Schäden im Staatswald u. U. möglich ist (letztlich natürlich zu Lasten des Steuerzahlers), im Privatwald i.d.R. nicht. Andererseits ist es - auch aus finanziellen Gründen - undenkbar, die großen in Privathand befindlichen Kiefernwaldflächen in Staatsbesitz zu übernehmen, um sie dann einer natürlichen Sukzession anheimfallen zu lassen.

Überwachung und Prognose

Wenn aus diesen und anderen Gründen Maßnahmen gegen nadelfressende Insekten an Kiefer in Erwägung gezogen werden, dann setzt das selbstverständlich eine sichere Kenntnis der Situation und eine möglichst genaue Einschätzung der zu erwartenden Entwicklung - Schädlingsdichte und Schadausmaß - voraus.

Routinemäßig werden in den Kiefern-Forstämtern seit mehr als 100 Jahren alljährlich im Winter (im Dezember) sog. Puppensuchen durchgeführt (Probesuchen nach im Boden überwinterten Stadien von Schadinsekten). Die Verfahren sind im einzelnen in

Merkblättern der Forstverwaltungen beschrieben. Die Zahlen der gefundenen - gesunden - Raupen, Puppen und Nymphen in den Kokons werden mit Erfahrungswerten, den sog. *kritischen Zahlen*, die starke Fraßschäden erwarten lassen, verglichen. Am Ende lassen sich für jede Probestfläche durchschnittliche *Gefährdungsziffern* (d. s. Zahlen, die den voraussichtlichen Verlust an Nadelmasse wiedergeben) feststellen. Sie ergeben, in eine Karte eingetragen, ein gutes Bild der mutmaßlich zu erwartenden Schadenssituation. Endgültige Entscheidungen über Maßnahmen werden allerdings erst getroffen, wenn durch wiederholte Kontrollen die erste Einschätzung als gesichert angenommen werden kann, wenn etwa die Verluste der Insekten während des andauernden Winters eingeschätzt werden können, - letztlich genau erst kurz vor Beginn des Fraßes durch Suchen und Zählen der abgelegten Eier. Es ist klar, daß dieses Vorgehen aufwendig ist, viel Personal beansprucht und Geld kostet. Eine möglichst frühe Warnung vor einer evtl. beginnenden Gradation ist aber wichtig, um rechtzeitig auch die ebenfalls aufwendige Organisation von Gegenmaßnahmen zu betreiben.

Die kostenintensiven Probesuchen im Winter führen in den u. U. langen Latenzperioden der Insekten leicht zur Frustration bei den Suchenden, wenn nämlich so gut wie keine Puppen oder Kokons gefunden werden. Gerade in diesen Phasen könnte als leicht zu handhabendes Verfahren der Einsatz von *Lockstoff-Fallen* zur Überwachung des Falterfluges dienen. Von den Kiefern-schädlingen lassen sich Forleule und Nonne relativ leicht mit Fallen fangen (Schwärmer, Spanner und Blattwespen noch nicht), allerdings haben die seit rd. 10 Jahren laufenden intensiven Versuche noch keine so eindeutigen Ergebnisse gebracht, daß wir meinen, auf die Probesuchen verzichten zu können (ALTENKIRCH 1989). Übrigens sind die Lockstoffe der Schmetterlinge *Sexualpheromone*, d.h. sie locken nur Männchen an. Fallen konkurrieren also unmittelbar mit den Weibchen ihrer Umgebung. Ein Massenfang (wie bei den Borkenkäfern) und damit ein Bekämpfungseffekt ist also hier nicht zu erwarten.

Bekämpfungsentscheidung

Bei einer Bekämpfungsentscheidung spielt die Existenzgefährdung des Waldes die ausschlaggebende Rolle (Programm der Landesregierung Niedersachsen 1991). Zwar sind auch andere Gründe - z. B. Abwendung erheblicher wirtschaftlicher Schäden - denkbar, doch wird seit rd. 20 Jahren in Niedersachsen die chemische Bekämpfung von tierischen Schädigern nur im Falle akuter Bedrohung des Waldes an sich praktiziert. Großaktionen wie die Hubschraubereinsätze gegen die Kiefern-schädlinge (Tab. 2) werden von den Spezialisten der Abt. Waldschutz, NFW, vorbereitet, begleitet und kontrolliert.

Maßnahmen

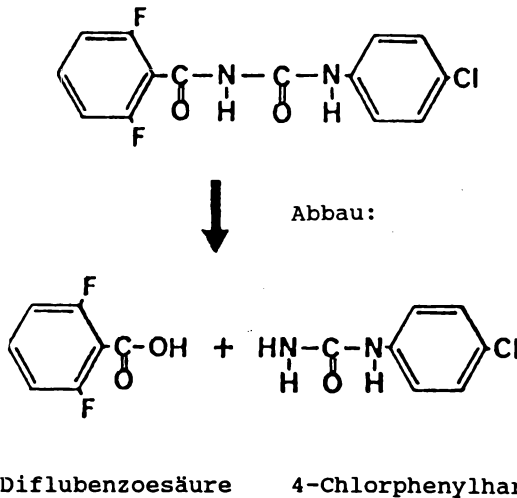
Bekämpfungsmaßnahmen haben dem Prinzip der relativ höchsten Umweltverträglichkeit zu folgen (Programm der Landesregierung Niedersachsen 1991): soweit möglich, sind selektiv wirkende Mittel in der geringstmöglichen Dosis einzusetzen. Die Mittel der Wahl bei flächenhaftem Einsatz gegen Insekten sind die sog. *Häutungshemmer*. Zugelassenes Mittel ist das *Dimilin* (Tab. 7). Es handelt sich dabei um ein synthetisches Insektizid, das aufgrund seiner Wirkungsweise (Eingriff in die Chitinsynthese)

eine gewisse Selektivität besitzt: es wirkt nur bei Direktaufnahme auf Stadien, die mindestens noch eine Häutung vor sich haben, von chitinbildenden Tieren, also auf Jugendstadien phytophager Insekten. Betroffen sind also auch solche phytophagen Insekten, die bei einer Bekämpfung "nicht gemeint" sind, etwa harmlose und u. U. sogar wertvolle Bewohner von Heideflächen. Bei der Planung und Vorbereitung von Aktionen muß auf diese Möglichkeit Rücksicht genommen werden (- indem z. B. auch schmale Heidestreifen im Befliegungsgebiet sorgfältig ausgespart werden). Ein möglichst kleinflächiger, mosaikartiger Dimilin-Einsatz hat sich zumindest im Falle der Forleule auch deshalb als vorteilhaft erwiesen, weil die weitgehend geschützten Parasitinsekten die Möglichkeit haben, sich auf unbehandelt gebliebenen Flächen mit geringerer Schädlingsdichte zu versammeln und dort die weitere Gradation zu bremsen.

Vom Abbauverhalten, von der Persistenz, der Gefahr der Anreicherung usw. her ist beim Dimilin nichts Nachteiliges bekannt, doch darf das nicht zu der Folgerung verleiten, wir hätten es hier mit einem Mittel zu tun, das hemmungslos eingesetzt werden kann. Auch Häutungshemmer sind lediglich die "ultima ratio".

Sog. Biopräparate, d. h. insektenpathogene Mittel, sind im Falle der Kieferngrößschädlinge nicht einzusetzen. Bakterien

Tab. 7: Häutungshemmer Diflubenzuron
Handelsname: *Dimilin 25 WP*



präparate (*Bacillus thuringiensis*), die im Handel sind, wirken auf Blattwespen gar nicht, auf Eule und Nonne nur sehr schwach. Die schon genannte Viruserkrankung der Nonne ist zwar hoch spezifisch und in der Lage, eine Gradation zu beenden, ist aber kaum manipulierbar (Vermehrung nur am Originalwirt).

6 Kiefern-Großschädlinge: Sonderfall oder Normalfall?

Der hier vorgestellte "Katastrophentyp" der Sukzession im Kiefernwald auf Extremstandorten mit der starken Beteiligung phytophager Insekten ist sicherlich ein Sonderfall unserer Wald-Ökosysteme. Aber er macht von sich reden: alle paar Jahre beschäftigt er Besitzer und Fachleute und beunruhigt eine breite Öffentlichkeit. Als Sonderfall kenntlich wird die Situation in der Kiefer durch regelmäßig wiederkehrende Berichte von verheerenden Massenvermehrungen von Insekten lange vor unserer Zeit andauernder Diskussionen um Waldschäden, "Waldsterben" usw.: z. B. Buschhornblattwespen und Forleule in Pommern und Brandenburg im 18. Jhdt., Kiefernspinner sogar aus dem 16. und 17. Jhdt. (RITTER 1929, NIEMEYER 1980; Zahlenbeispiele s. Tab. 6).

"Normalfälle" von Insektenschäden im Walde, die dennoch stets Aufsehen erregen, sind bei uns beispielsweise die immer wiederkehrenden auffälligen Massenvorkommen der sog. *Eichenwickler-Schadgesellschaft* (vor allem Grüner Eichenwickler, *Tortrix viridana*, und Kleine und Große Frostspanner). Auch hier handelt es sich um eine gut angepasste Phytophagen-Gesellschaft in einem natürlichen Waldökosystem, das sich - im Unterschied zu unserem Kiefern-Beispiel - durch eine hohe Struktur- und Artenvielfalt (der Vegetation und folglich der beteiligten Tiere) auszeichnet. Auch hier kommt es zu auffälligen Fraßschäden bis zu flächenhaftem Kahlfraß, den die Eiche aber in aller Regel wegen ihres hohen Regenerationsvermögens zu überleben vermag.

Ein anderer "Normalfall", der im Zusammenhang mit Insektenschäden im Walde oft genannt wird, ist der der *Borkenkäfer* speziell an Fichte, bei uns vor allem im Harz. Zu beachten ist hier, daß es sich - im Gegensatz zu den beiden genannten Beispielen phytophager Fraßgesellschaften an Kiefer bzw. an Eiche - im ökologischen Sinne nicht um Konsumenten, sondern um Teile der Destruenten-Nahrungsketten handelt. Ausbrüche von Massenvermehrungen (z. B. die gefährliche in der unmittelbaren Nachkriegszeit im Harz) sind an das Vorhandensein entsprechender Mengen bruttauglichen Materials, d. h. kränkelnder oder absterbender, evtl. vom Sturm geworfener oder gebrochener Bäume gebunden (und gleichzeitig an eine warm-trockene Witterung von Mai bis August). Auch das natürliche Ende einer Gradation kommt wesentlich zustande unter dem zunehmenden Druck der Konkurrenz um Brutraum (und durch anhaltend naßkalte Witterung).

7 Ökologisches Gleichgewicht: Beispiel Wald?

Es gibt leichter zu durchschauende Ökosysteme als den Wald, z. B. Gewässer mit ihren abiotischen Bedingungen, die großenteils relativ leicht meßbar sind, mit ihrem vergleichsweise

geringen Artenbestand an Organismen usw. Der Wald gilt aber eben wegen seiner großen Vielfalt, auch Artenvielfalt, als das Beispiel eines noch halbwegs intakten natürlichen Systems in unserer Landschaft und steht sicherlich zu Recht im Blickpunkt, wenn es darum geht, ökologische Sachverhalte darzustellen und verständlich zu machen.

Insektenkalamitäten gehören zum natürlichen Geschehen im Walde, sogar mit den geschilderten katastrophalen Folgen einer teil- und zeitweisen Vernichtung. Die Dynamik der Prozesse muß bei allen Versuchen, von ökologischem Gleichgewicht zu reden, im Vordergrund stehen. Dazu bieten die Beispiele der großen Insektenkalamitäten in der Kiefer wie auch die weniger dramatischen, aber auffälligen in der Eiche gute Ansätze.

Literatur

- ALTENKIRCH, W. (1989): Lockstoff-Fallen zur Überwachung forstlich wichtiger Schmetterlinge. Erfahrungen mit dem Routineeinsatz in Niedersachsen. Forst u. Holz 11/1989: 286-293. - ALTENKIRCH, W. & H.KOLBE (1979): Die Entwicklung und Bekämpfung der Kieferngrößschädlinge und sonstiger Schadorganismen nach Sturm und Trockenis. Aus dem Walde, Hannover, 31: 48-136. - EICHHORN, O. (1991): Voltinismus und Schlüpfwellenfolge mitteleuropäischer Ökotypen der Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini*, ihre Mechanismen und ihre Bedeutung für den Massenwechsel. J.Appl.Ent. 112: 437-453. - ELLENBERG, H. (1963): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer Vlg. - ESCHERICH, K. (1931, 1942): Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 3: Schmetterlinge (1931), Bd. 5: Blattwespen (1942). Parey Vlg. - Landesregierung Niedersachsen (1991): Langfristige ökologische Waldentwicklung in den Landesforsten. Programm der Landesregierung Niedersachsen. Nds. ML Hannover. - NIEMANN, G. (1958): Forstschädlingkartierung Reg.bez.Lüneburg. Forstzool. Inst. Univ. Göttingen, 1955-1957 (unveröffentl.). - NIEMEYER, H. (1980): Zu den Insektenkalamitäten in der Lüneburger Heide. AFZ 11/1980: 272-273. - NÜCHTERLEIN, H. (1980): Wald oder Forst? Über die Bedeutung von Tieren und Pflanzen im Wald. Naturwiss. i. Unterricht - Biologie, Themenheft 2: UnterrichtsmodeLL Wald und Forst. Aulis Vlg. - OTTO, H.-J. (1989): Langfristige, ökologische Waldbauplanung für die Niedersächs. Landesforsten. Bd.1. Aus dem Walde, Hannover, 42. - OTTO, H.-J. (1989/90): Tendenzen walddynamischer Prozesse in norddeutschen Kiefernwäldern. In: Forstökologische Grundlagen und ihre waldbauliche Nutzanwendung. Seminar-Zusammenfassung. - REMMERT, H. (1989): Ökologie. 4. Aufl., Springer Vlg. - RITTER, Fritz (1929): Die in Deutschlands Waldungen aufgetretenen schädlichen Insekten. Ein Literaturnachweis für die Jahre 1449-1926. Z. ang. Ent. 14: 540-583. - SCHWENKE, W. (1978, 1982): Die Forstschädlinge Europas. Bd. 3: Schmetterlinge (1978), Bd. 4: Hautflügler und Zweiflügler (1982). Parey

Vlg. - SCHWERDTFEGER, F. (1950): Grundriß der Forstpathologie. Parey Vlg. - SCHWERDTFEGER, F. (1981): Die Waldkrankheiten. 4. Aufl. Parey Vlg. - SCHWERDTFEGER, F. (1983): Julius Theodor Christian Ratzeburg 1801-1871. Monographien z. angew. Entomologie 24. Parey Vlg.

Anschrift des Verfassers: Dr. Wolfgang Altenkirch, Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldschutz, Grätzelstr. 2., 3400 Göttingen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): Altenkirch Wolfgang

Artikel/Article: [Waldschädlinge und Waldschutz: Beispiel Kieferngrößschädlinge in Niedersachsen 25-50](#)