

# Untersuchungen zur Schwammspinner-Kalamität von 1992 bis 1994 in Rheinland-Pfalz

Investigations on a gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) calamity from 1992 til 1994 in Rhineland-Palatinate

Delb, H. & Block, J. (Hrsg.)

## Zusammenfassung / Summary

### Schwammspinner-Kalamitäten in Rheinland-Pfalz

Horst Delb

**Keywords:** gypsy moth, mass outbreak, calamity, gradation, periodicity, weather data

#### Summary

Title of the paper: Gypsy moth outbreaks in Rhineland-Palatinate

On the base of the recognized gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) calamities, it is checked whether and in which intervals different areas in Rhineland-Palatinate were affected by periodic gradations and in what way these events are correlated with meteorological data.

In the last three decades gypsy moth defoliation occurred repeatedly particularly in the Nordpfälzer Berg- und Hügelland, in the regions of the Nahe, Mosel and Saar River as well as in the Mid-Rhine region. The gradations occurring with intervals between four and fifteen years usually lasted for three or four years with a one- or two-year-culmination. The example Bienwald demonstrates clearly that several years with persisting dry-warm weather conditions are obviously not the only prerequisite for mass outbreaks. Since the 70's an endogenous periodicity has been recognized for the known calamities because they occurred in seven-year-intervals on average. A marked extent is achieved thereby obviously only under particularly favorable weather conditions during the progradation phase, so that also intervals from about fourteen years were observed between the occurrences of calamities. Consequently there might be the danger for Rhineland-Palatinate of another mass outbreak around the year 2000, provided that favorable weather conditions continue.

The irregularities in the population behavior of the gypsy moth require the monitoring of the population development in connection with long-term weather observations. Only this way guarantees that gradations can be promptly detected and the steps necessary for the avoidance of damages can be initiated in time.

**Schlüsselwörter:** Schwammspinner, Massenvermehrung, Kalamität, Gradation, Periodizität, Wetterdaten

### **Zusammenfassung**

Anhand der bekanntgewordenen Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.) -Kalamitäten wird überprüft, ob und in welchen Abständen es in Rheinland-Pfalz Gebiete mit regelmäßigen Gradationen gab und inwiefern es Zusammenhänge mit Wetterdaten gibt. In den letzten drei Jahrzehnten kam es insbesondere im Nordpfälzer Berg- und Hügelland, im Nahegebiet, an der Mosel und im Bereich der Saar sowie am Mittelrhein zu wiederholtem Schwammspinnerbefall. Die Gradationen mit Abständen zwischen vier und fünfzehn Jahren dauerten meist drei- oder vier Jahre mit ein- oder zweijähriger Kulmination an. Das Beispiel Bienwald zeigt, daß mehrere Jahre mit anhaltend trocken-warmen Wetterverhältnissen alleine offenbar nicht unbedingt eine Voraussetzung für Massenvermehrungen sind. Seit den siebziger Jahren ist anhand der bekanntgewordenen Schwammspinner-Kalamitäten eine endogene Periodizität zu erkennen, da sie im Mittel in etwa siebenjährigem Abstand aufgetreten sind. Ein spürbares Ausmaß wird dabei offenbar nur bei besonders günstigen Wetterbedingungen in der Progradationsphase erreicht, so daß auch Abstände von etwa vierzehn Jahren zu beobachten waren. Demnach wäre in Rheinland-Pfalz bei anhaltend günstigen Wetterbedingungen um das Jahr 2000 erneut mit der Gefahr einer Schwammspinner-Massenvermehrung zu rechnen. Die Unregelmäßigkeiten im Populationsverhalten des Schwammspinners verlangen im Zusammenspiel mit längerfristigen Wetterbeobachtungen eine Überwachung der Populationsentwicklung. Nur so können Gradationen frühzeitig erkannt und rechtzeitig die notwendigen Schritte zur Vermeidung von Folgeschäden eingeleitet werden.

## **Auswirkungen verschiedener Futterpflanzen auf die Entwicklung von Schwammspinnerraupen**

Andreas Simon und Aloysius Wild

**Keywords:** Gypsy moth, pedunculate oak, ash, horse-chestnut, black locust, *Prunus serotina*, feeding trials

### **Summary**

Title of the paper: Effects of different forage plants on the development of gypsy moth caterpillars.

Food preferences of gypsy moth caterpillars were studied with regard to different tree species. In addition should be valued, if leaf components of grub resistant tree species could be used to soften the leave damage caused by gypsy moth.

The investigations showed that ash and horse-chestnut were not accepted as forage plants. All caterpillars offered leaves from ash and horse-chestnut starved within eight days. Leaves of black locust were accepted as forage plants and tolerated at first. However, after twenty days the first mortalities occurred, and in the end of the study 75% of all caterpillars were dead. Altogether only one caterpillar developed to moth. The death after feeding black locust was obviously caused by poisoning. *Prunus serotina* was also accepted as forage plant, 75% of the caterpillars developed to moth. In comparison with black locust, the mortality rate was distinctly lower. Nevertheless these caterpillars of *Prunus serotina* showed a retardation in development in comparison with those feeded with pedunculate oak. The results give hints, that leaf components of ash and horse-chestnut could be used to prevent defoliation caused by gypsy moth.

**Schlüsselwörter:** Schwammspinner, Stieleiche, Esche, Roßkastanie, Robinie, *Prunus serotina*, Nahrungsmittelwahlversuche

### **Zusammenfassung**

In der vorliegenden Studie wurde das Fraßverhalten von Schwammspinnerraupen gegenüber verschiedenen Baumarten untersucht. Daneben soll bewertet werden, ob sich Blatthaltstoffe von fraßwidrigen Baumarten zur Abmilderung von Schwammspinnerfraßschäden heranziehen lassen.

Die Untersuchungen zeigten, daß Eschen- und Roßkastanienblätter nicht als Nahrungsquelle angenommen werden. Nach acht Tagen waren sämtliche Raupen, denen ausschließlich Eschen- bzw. Roßkastanienblätter angeboten wurden, verhungert. Robinienblätter wurden als Nahrung angenommen und zunächst auch vertragen. Nach etwa zwanzig Tagen kam es zu den ersten Todesfällen, bis bei Versuchsende über 75% der Raupen gestorben waren. Insgesamt entwickelte sich nur ein Falter aus den eingesetzten zwanzig Raupen. Die Todesfälle bei der Robinie dürften in erster Linie auf Vergiftungen zurückzuführen sein. Auch *Prunus serotina* wurde als Futterpflanze angenommen. Zwar gab es auch hier

einige Todesfälle, aber aus 75% der Raupen entwickelten sich Falter. Allerdings zeigten die Raupen im Vergleich zur Fütterung mit Stieleiche eine verzögerte Entwicklung. Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß sich Inhaltsstoffe von Eschen- und Roßkastanienblättern zur Abwehr von Schwammspinnerfraßschäden eignen könnten.

## **Bekämpfung der Schwammspinnerraupen im Bienwald im Frühjahr 1994**

Dieter Seemann

**Keywords:** *Lymantria dispar*, Gypsy moth, Monitoring of Population, Treatment

### **Summary**

Titel of the paper: Control of the Gypsy moth larvae with insecticides in the Bienwald in spring 1994

In summer 1993 in many of the broad leaf stands of the „Bienwald“ a complete defoliation caused by the gypsy moth was firstly noticed. Therefore a monitoring of the gypsy moth population by sampling of egg masses was performed during winter 1993/94. Depending on the age of the stand 2-4 egg masses per tree (up to 4 m stem height) were considered to indicate a complete defoliation during the next season.

Based on the monitoring, those areas were marked, which indicated a complete defoliation. Inside these areas treatments with insecticides were planned for stands which indicated a high probability of tree damage. Intensive observations of phenology of the caterpillars and the sprouting of the trees were made in order to determine the timing for the spraying. The action was carried out from 2<sup>nd</sup> May to 11<sup>th</sup> May. The success of the treatment was checked. Thereby the target of treatment was considered to prevent a second complete defoliation in 1994 and to avoid by this a high tree mortality. However it was never intended to regulate the gypsy moth population by the spraying action. In untreated stands the population broke down completely in a natural way. But lack of feed, parasitism and the late upcoming virosis epidemic did not cause a brake down of the caterpillar population before the second complete defoliation occurred. In the light of these findings the control sprayings in the endangered stands were justified.

**Schlagwörter:** *Lymantria dispar*, Schwammspinner, Überwachung, Bekämpfung

### **Zusammenfassung**

Im Sommer 1993 war erstmals auf großen Flächen des Bienwaldes ein Kahlfraß durch Schwammspinnerraupen zu beobachten. Daher wurde im Winter 1993/94 eine Überwachung der Schwammspinnerpopulation durchgeführt. Diese erfolgte durch Eigelegezählung. Je nach Bestandesalter wurde angenommen, daß durchschnittlich 2-4 Gelege pro Baum (bis 4 m Stammhöhe) im kommenden Jahr zu Kahlfraß führen werden. Basierend auf dieser Populationsdichteerhebung wurden die Bestände festgelegt, für die Kahlfraß zu erwarten war. Ein Einsatz von Insektiziden wurde nur für die Bestände vorgesehen, für die mit einem erhöhtem Ausfall gerechnet werden mußte. Um den richtigen Zeitpunkt der Behandlung zu bestimmen, wurde die Entwicklung der Raupen und des Laubes sehr intensiv beobachtet. Die Behandlung erfolgte in der Zeit zwischen 2. und 11. Mai. Eine Erfolgskontrolle wurde durchgeführt. Das Bekämpfungsziel, die Verhinderung von erneutem Kahlfraß zur Vermeidung größerer Ausfälle wurde mit den angewandten Verfahren voll erreicht. Die Bekämpfung der Schwammspinnerraupen diente ausschließlich dem Schutz besonders schaddisponierter Eichenbestände. Ein Eingriff in die Populationsdynamik war nicht geplant. Auf unbehandelten Flächen konnte man erkennen, daß die Population wie erwartet nach dem zweiten Kahlfraß auf natürlichem Weg zusammenbrach. Allerdings war auch festzustellen, daß Mangel an Nahrung, Parasiten und die erst spät auftretende Kernpolydese erst nach dem zweiten Kahlfraß zum Zusammenbruch der Population führten.

## **Folgeschäden nach der Schwammspinner-Kalamität von 1992 bis 1994 in Rheinland-Pfalz**

Horst Delb

**Keywords:** gypsy moth (*Lymantria dispar* L.), mildew (*Microsphaera alphitoides* GRIF. & MAUBL.), oak borer (*Agrilus* spec.), oak decline, forest sites, Color Infrared (CIR) aerial photographs, Geographic Information System (GIS)

### Summary

Title of the paper: Damages caused by gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) defoliation from 1992 to 1994 in Rhineland-Palatinate

In the early 1990s Central Europe saw the first pandemic outbreak of gypsy moth ever observed. Rhineland-palatinate *Quercus petraea* coppice forests at dryer sites hardly show damages after defoliation in 1993 and 1994. But in contrast to that the *Quercus robur* L. stands of the Bienwald suffer unexpected severe damages since 1995. In both years of defoliation the following regeneration sprouts were contaminated by *Microsphaera alphitoides* GRIF. & MAUBL.. On an area of 550 ha the loss rates of trees vary from five percent up to a total loss. All ages and obviously also former healthy trees were concerned. The damages apparently concentrate at sites influenced by ground and stagnant water. Especially in 1994 both high precipitation from wintertime and heavy thunder showers in the summer led to a high water content of the soils. Because of the defoliation the trees' transpiration additionally set out so that the sites became flooded. Therefore it is supposed that anaerobic conditions may have occurred supported by larva mud, dead caterpillars and high temperatures. Consequently many fine-roots died off. This combination of unfavourable conditions only occurred in 1994. That is why serious damages after a single defoliation are rather met at stands which were defoliated in 1994 but not in 1993. In both years of defoliation the accumulation of carbon resources was hindered also. For that reason the development of early wood, which is very important for the water supply of oaks, was probably reduced the years after. Together with a loss of fine-roots this may have led to a physiological drying up of trees. After the sudden damages in 1995 some secondary invaders profited from the resulting open stand conditions. Since summer 1995 *Agrilus* spec. became the main threatening factor. In addition to this heartwood destroying insects infest declining oaks. Many other detrimental effects appear continuously.

**Schlüsselwörter:** Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.), Mehltau (*Microsphaera alphitoides* GRIF. & MAUBL.), Eichenprachtkäfer (*Agrilus* spec.), Eichenschäden, Waldstandorte, Farbinfrarot-Luftbilder, Geographisches Informationssystem (GIS),

### Zusammenfassung

Die zu Beginn der neunziger Jahre über ganz Mitteleuropa in einem bis dahin nicht gekannten Ausmaß verbreitete Massenvermehrung des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) hat von 1992 bis 1994 auch die rheinland-pfälzischen Eichenwälder erfaßt. Da die Auswirkungen eines Schwammspinnerbefalls auf mitteleuropäische Wälder bis zu diesem Zeitpunkt nur ansatzweise bekannt waren und eine erneute Massenvermehrung diesen Umfangs für die Zukunft nicht ausgeschlossen werden kann, wurde von der Landesregierung Rheinland-Pfalz das Projekt „Schwammspinner-Folgeschäden“ initiiert.

Aus den Nieder- und Überführungswäldern der Befallsgebiete an der Mosel, der Saar, am Mittelrhein, an der Lahn sowie an der Nahe und in der Nordpfalz wurden selbst nach mehrmalig aufeinanderfolgendem Befall kaum gravierende Folgeschäden bekannt. Hier waren hauptsächlich Traubeneichen auf terrestrischen Standorten betroffen, die nach dem Raupenfraß nur in wenigen Fällen von Eichenmehltau (*Microsphaera alphitoides* GRIF. & MAUBL.) befallen wurden. Demgegenüber sind auf den meist hydromorphen Eichenstandorten der Hochwälder des Bienwaldes nach Schwammspinnerfraß und nachfolgendem starken Mehltaubefall in außerordentlichem Maß Folgeschäden entstanden. Deshalb konzentrieren sich die Untersuchungen auf den Staatswald der Bienwaldforstämter Hagenbach und Schaidt.

Die Untersuchungen fanden auf zwei Ebenen statt. Einerseits wurden großräumig und flächendeckend CIR-Luftbilder (Aufnahmen vom 27. Juni 1995) in Verbindung mit einem Geographischen Informationssystem (GIS) eingesetzt und andererseits fanden von 1995 bis 1997 terrestrische Untersuchungen in Beobachtungsflächen statt.

Im Bienwald wurde 1993 und 1994 eine Waldfläche von insgesamt 2.505 ha durch Schwammspinnerraupen kahl und licht gefressen, wobei 618 ha in beiden Jahren befallen waren. Daraufhin sind 1995 auf einer Gesamtfläche von 550 ha zahlreiche Eichen abgestorben. Die Folgeschäden konzentrierten sich weitgehend auf die 1994 ungeschützten und somit befallenen Bereiche (1.575 ha). Mit Ausnahme weniger in Eichenbestände eingemischter Fichten- und Douglasienbestände (3 ha) sind im Bienwald nur Eichen abgestorben. Insgesamt fielen schätzungsweise 45.000 fm Schadholz an. Befallene Kiefern, Roteichen, Buchen, Hainbuchen, Erlen, Eschen, Ulmen oder Birken zeigten im Bienwald keine auffälligen Schäden.

Die Folgeschäden treten insbesondere auf hydromorphen, grund- und stauwasserbeeinflussten Standorten auf und nehmen mit zunehmendem Wassereinfluß von "nicht vernähten" bis hin zu "nassen" Bereichen deutlich zu. Nach zweimaligem Kahlfraß waren erheblich mehr Schäden als nach einmaligem Kahlfraß festzustellen. Zudem entstanden infolge eines Kahlfraßes höhere Schäden als nach einem Lichtfraß. Besonders auffällig war, daß der Kahlfraß 1994 wesentlich mehr Folgeschäden als der Kahlfraß 1993 verursachte.

Als Ursachen des Eichensterbens in Zusammenhang mit der Schwammspinner-Kalamität kommen für den Bienwald mehrere synergistisch wirksame Schadfaktoren in Betracht: Der Wasserhaushalt der grund- und stauwasserbeeinflussten Eichenstandorte im Bienwald ist der für die Entstehung von Folgeschäden bedeutsamste prädisponierende Faktor. Als grundlegender schadensauslösender Faktor ist die Entlaubung durch den Schwammspinner anzusehen. Der bis in den Hochsommer andauernde Raupenfraß ebnete den Weg für den Eichenmehltau, wodurch die Assimilationstätigkeit zusätzlich eingeschränkt wurde. Aufgrund der fehlenden Blattmasse war die Spätholz- und vermutlich auch die Feinwurzelbildung im Sommer beider Fraßjahre stark vermindert. Zudem ist anzunehmen, daß in beiden Jahren keine oder nur eine sehr eingeschränkte Reservestoffbildung erfolgen konnte, so daß den Eichen im nächsten Frühjahr die Kraft zum Aufbau eines ausreichenden Frühholzanteiles und zur Regeneration der Feinwurzeln fehlte. Die verminderte Frühholz- und mangelnde Spätholzbildung führte im Fraßfolgejahr 1995 offensichtlich zu einer erheblichen Einschränkung der Wasserleitfähigkeit der Eichen. Im Jahr 1994 spielte die durch einen ungünstigen Wetterverlauf verursachte Vernässung der wassergeprägten, hydromorphen Standorte eine besondere Rolle. Die Vernässung wurde durch hohe Winter- und Frühjahrsniederschläge sowie Starkniederschläge während der Entlaubungsphase bei gleichzeitig stark eingeschränkter Transpiration und Interzeption ausgelöst. Dadurch sind zum Zeitpunkt des Insektenfraßes offenbar anaerobe Bedingungen (Hypoxie) entstanden, die hohe Feinwurzelverluste zur Folge hatten. Zusammen mit der verminderten Frühholz- und mangelnden Spätholzbildung führten die Feinwurzelverluste zu einem "physiologischen Wassermangel" der Eichen. Auch vor dem Fraß vitale Bäume sind durch diese Vorgänge so geschwächt worden, daß sie entweder bereits bis zu Beginn der Vegetationsperiode 1995 abgestorben sind oder für einen Angriff durch Folgeschädlinge ausgesprochen prädisponiert waren. So boten die vor allem auf hydromorphen Standorten aufgelichteten Eichenbestände mit zahlreichen geschwächten Bäumen dem Zweifleckigen Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus* (F.)) im Frühjahr 1995 ideale Lebensbedingungen, wodurch eine Massenvermehrung dieses Insektes als wesentlicher schadensverstärkender Faktor entstanden ist. Seitdem war der Eichenprachtkäfer maßgeblich daran beteiligt, daß sich viele geschädigte Eichen, die die erste Absterbewelle überlebt hatten, nicht mehr erholten und abstarben. Daneben haben der Hallimasch und rindenbesiedelnde Pilze sowie die durch den Ausfall der Eichen seit 1995 entstandene zusätzliche Vernässung der Schadbestände dazu beigetragen, daß die Regeneration der Eichen verhindert wurde. Auch wurzelschädigende *Phytophthora*- und *Pythium*-Arten wurden als Bodenpilze im Bienwald nachgewiesen, wobei ihre Bedeutung für den Absterbeprozess nicht hinreichend geklärt ist.

Es treten zahlreiche begleitende Faktoren auf, die unmittelbare Folge des Schwammspinnerfraßes beziehungsweise mittelbare Folge des Absterbens von Eichen sowie der daraus resultierenden Bestandesverlichtung sind. Sie erhöhen die negativen ökologischen und ökonomischen Auswirkungen des Schadkomplexes. Dazu gehören unter anderem der Biotopverlust von wertvollen Eichenmischwäldern, die Reduktion des Eichenanteils, der selektive Verlust der Eichen in Mischbeständen und die Vergrasung und Vernässung der verlichteten Bestände, wodurch die Eichennaturverjüngung behindert wird und der Zwang zu aufwendigen Kunstverjüngungen entsteht. Zudem können in Eichenbeständen mit hohen Ausfallraten die ursprünglichen waldbaulichen Betriebsziele nicht mehr erreicht werden. Die Alters- und Nachhaltigkeitsstruktur wurden durch die Folgen der Schwammspinner-Kalamität erheblich gestört, so daß ein gleichmäßiger Holzeinschlag und damit verbundene Geldeinnahmen sowie die stetige Rohstoffversorgung der Holzindustrie beeinträchtigt werden. Eine planmäßige Bewirtschaftung der Eichenbestände ist aufgrund der zufälligen Nutzungen des Schadholzes bis zum heutigen Zeitpunkt weitgehend nicht möglich. Zudem wird durch die ungerichtete Öffnung der Eichenbestände die räumliche Ordnung gestört, wodurch auf "vernässenden" und "nassen" Standorten die Sturmwurfgefahr ansteigt. Die vorzeitige Zwangsnutzung in mittleren bis starken Baumhölzern führte aufgrund der Hiebsunreife zu besonders schwerwiegenden Wertverlusten. Darüber hinaus sind infolge der reduzierten Bestockungsgrade und als direkte Wirkung des Fraßes erhebliche Zuwachsverluste entstanden. Infolge der Wasserreiserbildung in verlichteten Beständen oder der Überwallungsstellen des Schleimflusses nach erfolgreicher Abwehr des Eichenprachtkäfers, die sich als T-förmige Wundgewebe dauerhaft im Holz abzeichnen, können Qualitätsverluste entstehen. Zudem wurde die Holzqualität durch den Befall abgestorbener und absterbender Eichen durch holzbrütende Borkenkäfer (v.a. *Xyleborus monographus* (F.) und *Xyleborus peregrinus* EGG.) gefährdet. Eindeutig schwammspinnerbedingte Wasserreiser konnten nur in jüngeren Beständen festgestellt werden.

Die Folgeschäden an Eichen und deren gravierende Auswirkungen können durch Vermeidung des Schwammspinnerfraßes verhindert werden. Da im Bienwald auch Bestände mit dichtem Unterstand befallen wurden, erscheint eine Vorbeugung von Massenvermehrungen dieses wärmeliebenden Insektes durch die Förderung schattenreicher Waldbestände nicht möglich. Demnach kann der Schwammspinnerfraß von Seiten des Forstbetriebes nur durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln eingedämmt werden. Neben den daraus resultierenden Behandlungskosten, die 1994 im Bienwald bei durchschnittlich 373 DM/ha lagen, können von einem Insektizideinsatz Risiken für die Biozönose der Eichenwälder ausgehen. Dem stehen die durch den Fraß und den daraus resultierenden Folgeschäden verursachten langfristigen Veränderungen der Waldstruktur und somit der Waldlebensgemeinschaft sowie Vermögensschäden in einer Größenordnung von etwa 20.000 DM/ha auf unbehandelten Schadflächen gegenüber.

# **Erfassung von Schwammspinner-Raupenfraß und Folgeschäden mittels Satellitendaten (Landsat TM)**

Olaf Stöver

**Keywords:** remote sensing, Landsat, satellite, Gypsy Moth, defoliation

## **Summary**

Title of the paper: Assessment of the gypsy moth infestation through satellite remote sensing

In this study we have examined possibilities of using satellite imagery for the assessment of epidemic forest damages caused by insect impact. The study is based on geo-referenced and atmospherically corrected Landsat Thematic Mapper data, covering the time span of the gypsy moth impact. Four scenes were available: A Landsat scene from July 1991 served as reference image providing a satellite view of the undamaged Bienwald. The impact of the gypsy moth infestation has then been assessed based on images from June and July 1994 thereby focusing on the period of maximum damage which occurred in the second year of the plague. After summer 1994, the insect population collapsed. Landsat data from June 1995 were then used to assess the extension of long-term damage resulting from the insect impact in 1993/1994. For the classification of the defoliated and damaged areas we used image differencing as well as spectral mixture analysis. Image differencing is a technique whereby reflectance changes between two or more data sets are determined by a subtraction of co-registered image data sets. The result is an image where positive and negative values represent areas of change and values close to zero indicate areas that remain relatively unchanged. Through the comparison with terrestrial surveys and colour-infrared-photo interpretation it is clearly shown, that mid-resolution (30\*30 meters) satellite detect very well reflectance changes caused by defoliation. Through the inclusion of the Bienwald forest information system methodological errors and uncertainties resulting from the different mapping techniques can be minimised.

**Schlüsselwörter:** Fernerkundung, Landsat, Satellit, Schwammspinner, Entlaubung

## **Zusammenfassung**

Im Rahmen dieser Studie wird dargestellt, wie mittels Satellitendaten des amerikanischen Landsat-Systems epidemisch auftretende Insektenfraßflächen und daraus resultierende Folgeschäden erfaßt werden können. Anhand einer Zeitreihe von Satellitenbildern, die den Verlauf der Schwammspinner-Massenvermehrung im Bienwald umfaßt, wird deren Nutzbarkeit aufgezeigt. Eine Juni-Aufnahme von 1991 dient als Referenz und spiegelt den ungeschädigten Zustand des Bienwaldes vor der Kalamität wieder. Die Kartierung der Fraßflächen von 1994 erfolgt mittels einer Juni- und einer Juli-Aufnahme. Grundlage für die Kartierung der Folgeschäden ist eine Juli-Aufnahme von 1995. Nach geometrischer und radiometrischer Korrektur der Bilddaten wird zur Klassifizierung der Fraßflächen und Folgeschäden neben einem Bilddifferenzverfahren das Verfahren der Spektralen-Mischpixel-Modellierung angewendet. Mittels des Bilddifferenzverfahrens werden Reflexionsunterschiede zwischen zwei oder mehr Datensätzen durch Subtraktion einander entsprechender Bildelemente (Pixel) errechnet. Beim Verfahren der Spektralen-Mischpixel-Analyse werden die Spektralkanäle des Satelliten in thematische Kanäle umgerechnet, so daß sich für jedes Pixel bspw. der Anteil von Vegetation und Boden berechnen läßt. Deren Veränderung kann sodann berechnet und interpretiert bzw. klassifiziert werden. Es hat sich gezeigt, daß die durch den Blattverlust hervorgerufenen Reflexionsveränderungen so deutlich sind, daß eine Erfassung von licht- und kahlgefressenen sowie in der Folge geschädigten Bereichen, trotz der oft kritisierten geringen geometrischen Auflösung des Satellitensensors von 30\*30 Meter, unproblematisch ist. Dies zeigt der Vergleich mit der terrestrischen Kartierung der Fraßflächen und mit der Color-Infrarot-Luftbildkartierung der Folgeschäden. Durch die Einbindung des für den Bienwald erstellten Forstlichen Informationssystems lassen sich methodisch bedingte Fehler minimieren und Unstimmigkeiten zwischen den unterschiedlichen Erhebungsverfahren erklären.

# **Einfluß eines Licht- und Kahlfraßes durch Schwammspinnerrau-pen (*Lymantria dispar*) auf die Vitalität eines Stieleichenbestandes (*Quercus robur* L.) auf einem hydromorphen Standort im Bienwald**

Hans Werner Schröck

**Keywords:** *Quercus robur* L., pedunculate oak, *Lymantria dispar* L., gypsy moth caterpillars, potentially natural vegetation, risk sites, defoliation, extreme soil moisture

## **Summary**

Title of the paper: Effects of partial and total defoliation by gypsy moth (*Lymantria dispar*) caterpillars on the vitality of a pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stand growing on a hydromorphic site in the Bienwald Forest

In an approximately 100-year-old pedunculate oak mixed stand growing on a hydromorphic site, the effects of gypsy moth (*Lymantria dispar*) gradation of the years 1993/94 were studied exemplarily on an observation plot established in 1991. While the oak trees were comparatively vital before the damaging event, nearly 60% of the oaks present before the calamity died until the end of the vegetation period 1998. The damaging process developed vastly independently of possible pre-damages.

Accompanying studies on the "hpnV" (i.e. actual potentially natural vegetation) as well as a forest site fine mapping make clear that the essential differentiating factor is based on variations in the water regime present in the different small sections of the site during the dying process. The proportion of dying oak trees increases with increasing soil moisture in consequence of *Lymantria* defoliation.

The natural forest communities in the stand under study are principally represented by forests with a large number of pedunculate oak. Thus as a reason for the immensely high dying rate following *Lymantria* defoliation, cultivation of oak not being in conformity to the site conditions must be rejected. Since the hydromorphic site conditions have proved to present an especially high risk in a *Lymantria* calamity, another *Lymantria* defoliation on these sites should be prevented. In order to additionally reduce the damaging risk on these sensitive sites, the silvicultural management should not exclusively aim at promoting oak but on a higher proportion of mixed tree species also in the main stand. In general any cultivation of forest trees should be avoided in small areas with extreme soil moisture.

**Schlagwörter:** *Quercus robur* L., Stieleiche, *Lymantria dispar* L., Schwammspinner, Kahlfraß, potentiell natürliche Vegetation, Risikostandorte, Vernässung

## **Zusammenfassung**

In einem ca. 100 jährigen Stieleichen-Mischbestand auf hydromorphem Standort wurden auf einer 1991 angelegten Versuchsfläche exemplarisch die Auswirkungen der Schwammspinnergradation der Jahre 1993/94 untersucht. Während die Eichen vor dem Schadereignis vergleichsweise vital waren, sind bis zum Ende der Vegetationszeit 1998 nahezu 60% aller vor der Kalamität vorhandenen Eichen abgestorben. Die Absterbeprozesse liefen hierbei weitgehend unabhängig von möglichen Vorschädigungen ab.

Die durchgeführten Begleituntersuchungen zur heutigen potentiell natürlichen Vegetation und eine forstliche Standortsfeinkartierung verdeutlichen, daß kleinstandörtliche Unterschiede im Wasserhaushalt den wesentlichen Differenzierungsfaktor im Absterbeprozess darstellen. Mit zunehmender Nässe steigt der Anteil infolge des Schwammspinnerfraßes abgängiger Eichen an.

Bei den natürlichen Waldgesellschaften im Untersuchungsbestand handelt es sich im wesentlichen um stieleichenreiche Wälder. Ein nicht standortsgemäßer Eichenanbau scheidet als Ursache für die überaus hohe Ausfallrate nach dem Schwammspinnerkahlfraß daher aus. Da sich die hydromorphen Standortbedingungen bei einer Schwammspinnerkalamität als besonders risikobehaftet erwiesen haben, sollte ein erneuter Schwammspinnerkahlfraß auf diesen Standorten nach Möglichkeit verhindert werden.

Zur Reduzierung des Schadensrisikos auf diesen empfindlichen Standorten sollte zudem die waldbauliche Behandlung nicht ausschließlich auf die Förderung der Eiche, sondern auf einen höheren Anteil an Mischbaumarten auch in dem Hauptbestand ausgerichtet sein. In den kleinflächig besonders vernässten Bereichen sollte generell auf eine gezielte Anpflanzung von Waldbäumen verzichtet werden.

# Radialzuwachsverlauf und Gefäßstruktur der Jahrringe von Eichen in ausgewählten Beständen des Bienwaldes im Rahmen der Schwammspinnerkalamität 1993/94

Jörg Hansen

**Keywords:** oak, gypsy moth, radial increment, hydraulic architecture, earlywood vessels, growth reactions, defoliation, oak decline

## Summary

Title of the Paper: Radial increment and annual ring's earlywood vessel structure of oaks in selected stands of the Bienwald in the context of the gypsy moth calamity 1993/94

The impact on the increment and earlywood structures of oak exerted by the gypsy moth calamity of the years 1993 and 1994 is compared for two stands that showed different growth reactions to this occurrence. In total, trunk discs taken at breast high from 12 oaks are analysed by means of radial increment and cell structure investigations.

First results show that both oak stands react to defoliation by markedly reducing annual radial increment. While the oaks on the drier site already recover in the year following the single gypsy moth defoliation of 1994, the oaks examined for the stand of high ground-water levels ("wet site") continue to have reduced radial increment after experiencing two years of gypsy moth defoliation in 1993 and 1994. Furthermore, a negative change in radial increment produced by the specimen on the drier site in 1993 gives reason to assume that the first occurrence of defoliation on the wet site coincides with other growth-limiting factors of that year.

In the years following the gypsy moth calamities, earlywood parameters determined for this investigation show their most significant changes in 1995 when compared to the values of the preceding years. One single defoliation becomes manifest in reduced hydraulic conductivity and reduced vessel diameter of the first and second vessel rows. This tree growth reaction to gypsy moth calamity subsides in the following year, when the respective values return to pre-calamity levels. In contrast to these findings, vessel diameter of the latest earlywood vessels continue to show minimum values over two years after defoliation.

The oaks affected by repeated gypsy moth defoliation have a marked and obviously almost irreversible reduction in hydraulic conductivity and vessel diameter for all vessel rows. However, the vessel parameters already showed an unfavourable development before the first occurrence of gypsy moth defoliation took place. This leads to the assumption that some other growth-reducing factors independent of gypsy moth impact prevailed on the wet site. These factors will be investigated in further analyses conducted by the Institute for Forest Growth.

**Schlagworte:** Eiche, Schwammspinner, Kahlfraß, Radialzuwachs, Wachstumsreaktionen, Gefäßstruktur, Frühholzgefäße, Eichensterben

## Zusammenfassung

Der Einfluß der Schwammspinnerfraßereignisse in den Jahren 1993 und 1994 auf den Zuwachs und die Frühholzgefäßstrukturen der Eiche wird auf zwei Standorten mit unterschiedlichen Wachstumsreaktionen der aufstockenden Bestände verglichen. Von zwölf bis 1997 überlebenden bzw. erst kürzlich abgestorbenen Eichen werden Stammquerschnittsflächen aus 1,3 m Entnahmehöhe mit Hilfe der Radialzuwachs- und der Zellstrukturanalyse untersucht.

Die ersten Ergebnisse zeigen, daß beide Eichenbestände mit deutlichen Radialzuwachseinbrüchen auf den Kahlfraß reagieren. Während sich die Eichen auf dem weniger wasserbeeinflussten Standort ("trockener" Standort) nach einmaligem Kahlfraß durch Schwammspinnerräupen im Jahr 1994 schon im Folgejahr wieder erholen, sinken die Zuwächse der Eichen auf dem stark grundwasserbeeinflussten Standort ("nasser" Standort) nach Licht-bzw. Kahlfraß in den Jahren 1993 und 1994 weiter beständig ab. Eine negative Zuwachsreaktion der Probestämme des trockeneren Standortes im Jahr 1993 (vor dem Fraß) läßt vermuten, daß das erste Fraßereignis auf dem nassen Standort (im Jahr 1993) mit anderen wachstumsbegrenzenden Faktoren in diesem Jahr zusammenfällt.

Die ermittelten Frühholzgefäßparameter weisen für alle Probestämme im Folgejahr der Schwammspinnerfraßereignisse die stärksten Veränderungen im Vergleich zum Vorjahr auf. Der einmalige Kahlfraß manifestiert sich in einer Verringerung der hydraulischen Leitfähigkeit und der Gefäßlumendurchmesser der ersten und zweiten Gefäßreihe. Doch schon im Folgejahr wird das Ausgangsniveau wieder erreicht. Die Gefäßlumendurchmesser der zuletzt gebildeten Frühholzgefäße zeigen dagegen in den zwei Folgejahren nach dem Fraß verringerte Werte.

Der Licht- und Kahlfraß führt bei den untersuchten Eichen zu einer markanten und offensichtlich weitgehend irreversiblen Abnahme der hydraulischen Leitfähigkeit und der Gefäßlumendurchmesser aller Gefäßreihen. Die

Gefäßparameter zeigen allerdings z.T. schon Jahre vor dem ersten Fraßereignis abnehmende Tendenzen, so daß unabhängig von der Schwammspinnergradation auf andere das Baumwachstum negativ beeinflussende Faktoren bei den Eichen des grundwasserbeeinflussten Standortes geschlossen werden kann. Die Ursachen dieser Wachstumsreaktionen sollen in weiteren Analysen am Institut für Waldwachstum untersucht werden.

## **Forstlich relevante Insekten (Käfer, Holzwespen) in vitalen, geschädigten und frisch abgestorbenen Eichen des Bienwaldes (Rheinland-Pfalz) (*Coleoptera, Siricidae*)**

- Ein Beitrag zur Risikoabschätzung von Schwammspinner-Folgeschäden -

Fritz Brechtel und Nicolas Zwecker

**Keywords:** oak, gypsy moth, *Coleoptera, Siricidae*, physiological pest, technical pest, wood destroyer, oak jewel beetle, *Agrilus spec.*, *Xyleborus spec.*, defoliation, oak decline

### **Summary**

Title of the paper: Insect species (*Coleoptera, Siricidae*) of forestry importance in healthy, damaged and freshly dead oaks in the Bienwald (Southwestern Germany) - A contribution to estimate the risk following the damages caused by the gypsy moth -

Following the decline of oaks caused by the gypsy moth (*Lymantria dispar L.*), in the Bienwald region of southwestern Germany, the coleoptera and siricid fauna of these trees was examined. From 19 oaks of either 20 or 90 years of age and of three different types of health (healthy, damaged, freshly dead) 95 samples were taken from the lower bole, upper bole, thick branches, thin branches and twig portions of each tree and put in cages. Emerging insects were then conserved and identified. From the results obtained only those considered important for forestry are reported here. These included 89 species of beetles from 36 different families and one species of siricid (*Xyphidra longicollis* (GEOFFR.)). Of these, 76 species (97.7 % of the 2.486 individuals) are specific to wood (xylobiont) and can be assigned to five ecological types: living wood species (22 species/62.7 % of individuals), dead wood species (14/15.6 %), predators (30/10.8 %), fungi species (8/8.6 %) and nest living species (2). Rotten wood species and tree sap species were not recorded. The greatest richness of individuals was recorded from the *Scolytidae* (47.3 %), *Cerambycidae* (20.5 %) and *Buprestidae* (5.6 %) respectively. Fifteen of the recorded Coleoptera species are endangered. Many individuals of the single scolytid *Xyleborus peregrinus* EGG., first recorded in Germany during the 1940s, were recorded and for the first time a second generation was recognized.

Of all recorded xylobiont species, 46 (34.4 % of the individuals) are considered „indifferent“, 21 (4.5 %) as „useful“ and 23 (61.9 %) as „possibly a pest“ for forestry. From the latter group, five species (40.6 % of individuals) are technical pests, twelve species (13.4 % of individuals) cause physiological damage and six species (7.1 % of individuals) cause technical and physiological damages. For the region examined, three species are of high forestry importance (*Agrilus biguttatus* (F.), *Xyleborus monographus* (F.) and *X. peregrinus* EGG.) and one of middle importance (*Scolytus intricatus* (RATZ.)), while all the other species were of little or no importance to forestry.

Seventyseven percent of all individuals (110.4 Individuen/m<sup>2</sup>) preferred to lay their eggs on dying or freshly dead, old oaks (85-114 years). The Oak Jewel Beetle *Agrilus biguttatus* (F.) obviously prefers seriously damaged oaks, the *Scolytidae* rather prefer freshly dead trees.

After the first winter, all these trees were highly infectious, with the emerging insects also preferring dying or freshly dead, old oaks. On healthy, damaged and even on the dead 20 years old trees the number of emerging insects is much lower. The number of longhorn beetle *Xylotrechus antilope* (SCHOENH.) was also high on infected trees, suggesting the impact of this species may also be more significant than previously assumed. Two years after the death of old trees, no Jewel beetles (*Buprestidae*) and almost no bark beetles (*Scolytidae*) were recorded.

Possible preventing measures, such as the early determination of *Agrilus biguttatus* (F.) infections, the use of trap-trees, and the removal of felled trees prior to April of the following year are proposed. To recognize mass changes in the populations of pest insect species, a monitoring-programm would be useful.

# Entwicklung der Holzqualität nach Schwammspinnerfraß absterbender und abgestorbener Eichen

J. Block, H. Fischer und P. Wirth

**Keywords:** pendunculate oak, timber quality, gypsy moth, woodliving insects

## Summary

Title of the Paper: Timber quality of dead and declining oaks subsequent to gypsy moth defoliation

The gypsy moth infestation of 1993 and 1994 caused a high mortality rate of oaks. Since the oak market was satisfied a prompt cutting and transportation of timber wasn't possible. Therefore a considerable infestation of the dying and dead trees by wood inhabiting insects and resulting effects on timber quality were expected.

To minimize uncertainties in valuation of timber quality, 48 sawable oaks with different leaf loss rates (70-100%) and bast conditions (completely intact bast, partial necrotic bast and completely necrotic bast, surveyed in hip height in each case) were chosen to assess the extent of timber destruction by insects. Furthermore it was examined, whether and with which criteria the timber quality could be estimated already at the standing stem. 424 of the 749 investigated planks were infested by wood brooding bark beetles (*Scolytidae*) or in a smaller amount by wood wasps (*Siricidae*) and horn beetles (*Cerambycidae*). In comparison to the upper logs the more valuable bottom logs were significantly less infested. In more than half of the observations only the sapwood was concerned. If heartwood was infested, 80% of the galleries were found up to a depth of five centimetres. The calculated utilization losses amounted 14,4% of to the total timber volume of all investigated planks and 7% of the heartwood volume.

At planks of oaks with a complete intact bast in hip height the heartwood utilization losses were infinitely small (1,2%). Planks of trees with a partial necrotic bast were marked by a utilization loss rate of 9%, whereas at planks of trees with a complete necrotic bast the loss rate increased to 11%. Accordingly, the bast state in hip height turned out as an important indicator for the expecting timber quality. Nevertheless in some cases at a vital bast state heartwood infestation can appear and vice versa it is possible, that in some cases at a total necrotic bast state oaks are not affected by wood inhabiting insects.

To reduce timber quality losses caused by wood brooding insects all merchantable oaks, which show leaf loss rates of more than 70% even a year after defoliation, should be cutted and quickly transported out of the oak forests, before the next flying season of these insects.

**Schlüsselwörter:** Stieleiche, Holzqualität, Schwammspinner, holzbewohnende Insekten

## Zusammenfassung

Nach der Schwammspinnerkalamität 1993/1994 fielen im Bienwald große Mengen Eichenschadholz an. Da aufgrund einer Marktsättigung ein rascher Einschlag und eine Abfuhr des Holzes nicht möglich war, mußte mit einem erheblichen Befall der absterbenden und abgestorbenen Bäume durch holzbesiedelnde Insekten und mit entsprechenden Beeinträchtigungen der Holzqualität gerechnet werden.

Um Unsicherheiten in der Qualitätsbewertung des anfallenden Schadholzes abzubauen, wurde an 48 schneideholzfähigen Stieleichen mit unterschiedlicher Kronenverlichtung (Blattverlust 70 – 95 % sowie abgestorbene Bäume) und unterschiedlichem Bastzustand (Bast vollständig intakt, teilweise nekrotischer Bast, vollständig nekrotischer Bast, jeweils in Hüfthöhe) das Ausmaß der Holzwertung durch Insektenbefall untersucht. Weiterhin wurde geprüft, ob, und anhand welcher Kriterien die zu erwartende Holzqualität möglichst bereits am stehenden Stamm abgeschätzt werden kann. 424 der insgesamt 749 untersuchten Bohlen waren von holzbrütenden Borkenkäfern, in geringerem Umfang auch durch Holzwespen und Bockkäfer befallen. Die wertvolleren Erdstammstücke erwiesen sich als wesentlich weniger befallen, als die Zweitlängen. Die Fraßgänge beschränkten sich meist auf die Randzonen der Bohlen. In mehr als der Hälfte aller Fälle war nur der Splint betroffen. Beim Kernholzbefall befanden sich 80 % der Fraßgänge in einer Tiefe von bis zu 5 Zentimetern. Die kalkulierten Ausbeuteverluste betragen 14,4 % bezogen auf das Gesamtvolumen aller untersuchten Bohlen, wobei Splint-

und Seitenware am stärksten betroffen waren. Nur auf das Kernholz bezogen reduzierten sich die Ausbeuteverluste auf 7 % des Kernholzvolumens. Bei Bohlen von Bäumen mit noch vollständig grünem Bast in Hüfthöhe waren die auf das Kernholz bezogenen Ausbeuteverluste mit 1,2 % verschwindend gering. Bei Bohlen von Bäumen mit teilweise nekrotischem Bast stiegen die Ausbeuteverluste auf 9 %, bei vollständig nekrotischem Bast auf 11 % an. Der Bastzustand in Hüfthöhe erwies sich demnach als wichtiger Indikator für die zu erwartende Holzqualität. Allerdings kann in Einzelfällen bei vitalem Bast bereits Kernbefall auftreten und umgekehrt auch vereinzelt bei völlig abgestorbenem Bast das Kernholz befallsfrei sein.

Zur Reduzierung von Holzqualitätseinbußen durch holzbesiedelnde Insekten sollten vermarktungsfähige Eichen, die auch ein Jahr nach einem Licht- und Kahlfraß eine Kronenverlichtung von über 70 % aufweisen, eingeschlagen und möglichst rasch aus dem Wald abgefahren werden.

## **Bewertung der Vermögensschäden durch die SchwammspinnerKalamität 1993/94 im Bienwald**

Gerhard Albert und Horst Delb

**Keywords:** gypsy moth (*Lymantria dispar* L.), oak decline, depreciation, treatment expenses, stand value, felling value, reduced return, increased expenditure

### **Summary**

Title of the paper: Valuation of the depreciation caused by the gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) calamity of 1993/94 in the Bienwald Forest

In the Bienwald Forest serious damages resulted from gypsy moth defoliation in 1993 and 1994 in a number of oak stands comprising a total area of 546 ha. Treating parts of the endangered stands by applying authorized insecticides could prevent defoliation in 1994 and thus avoid any risk of subsequent damages. As a consequence of the gypsy moth calamity, forest owners were burdened with treatment expenditures on the one hand, and the other hand, when subsequent damages in untreated stands became apparent, they were additionally confronted particularly with stand value losses, reduced returns at timber sales and increased expenditures in different working and management sectors like wood harvesting or regeneration of the harmed stands.

Even up to 1996 valuation of the depreciation caused by gypsy moth defoliation resulted in a total loss of approximately 12 million DM (*i.e.* 7 million US\$) on the base of a cautious calculation. Despite the ecological consequences, the average treatment expenses of 373 DM per ha face depreciation of about 20.000 DM per ha on untreated areas of endangered sites. These arguments will have to be considered in future discussions about the pros and cons of treatments to avoid gypsy moth defoliation.

**Schlüsselwörter:** Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.), Eichensterben, Vermögensschäden, Behandlungskosten, Bestandeswert, Abtriebswert, Minderertrag, Mehraufwand

### **Zusammenfassung**

Im Bienwald sind nach der Schwammspinner-Kalamität 1993/94 in Eichenbeständen auf 546 ha erhebliche Folgeschäden entstanden. Die Behandlung eines Teils der gefährdeten Bestände mit zugelassenen Pflanzenschutzmitteln konnte 1994 den Kahlfraß und somit das Risiko entstehender Folgeschäden vermeiden. Dem Waldbesitzer sind durch die Schwammspinner-Kalamität einerseits Aufwendungen für den Insektizideinsatz und andererseits nach Eintritt der Folgeschäden auf unbehandelten Flächen insbesondere Bestandeswertverluste, Mindererträge im Holzverkauf und Mehraufwände bei diversen Betriebs- und Verwaltungsmaßnahmen, wie bspw. bei der Holzernte oder der schadensbedingten Begründung von Neukulturen entstanden.

Die Bewertung der Vermögensschäden durch die Schwammspinner-Kalamität ergab bereits bis 1996 einen vorsichtig kalkulierten Vermögensschaden von zusammengefaßt rund 12 Mio. DM. Ungeachtet der ökologischen Auswirkungen stehen den durchschnittlichen Behandlungskosten von 373 DM/ha die auf unbehandelten Schädflächen entstandenen Vermögensschäden von etwa 20.000 DM/ha gegenüber. Dies wird bei künftigen Kalamitäten in der Diskussion um das Für und Wider von Gegenmaßnahmen zum Schwammspinnerfraß zu berücksichtigen sein.

# Konsequenzen aus der Schwammspinner-Kalamität von 1992 bis 1994 für den Waldschutz in Rheinland-Pfalz

Horst Delb, Joachim Block und Karl Keilen

**Keywords:** gypsy moth (*Lymantria dispar* L.), oak borer (*Agrilus biguttatus* (F.)), wood breeding beetle (*Scolytidae*), gradations, risk sites, oak decline, integrated pest management, strategy of reactions, monitoring, silvicultural measures, treatments

## Summary

Title of the paper: Consequences arising from the gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) calamity 1992 to 1994 for forest protection in Rhineland-Palatinate

In Rhineland-Palatinate extensive gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) calamities may still emerge in future. As results obtained from investigations in the Bienwald Forest demonstrate, total defoliation of gypsy moth caterpillars in oak stands may bring about very serious damages on sensitive sites. In order to avoid this unintentional development, an efficient monitoring is essential on the one hand. On the other hand an expected defoliation event requires a strategy of reactions which is based on the relevant knowledge. The extensive experiences made in connection with the calamity 1992 to 1994 offer the possibility to decide about protective measures for endangered forest ecosystems more specifically and to minimize a necessary treatment in accordance with an integrated pest management. Additionally the recent experiences can be used to reduce gradations of secondary invaders in a future calamity. Furthermore it should be considered, whether the risk of a calamity event respectively the subsequent damages can be reduced in the long term by silvicultural measures.

Since a single total defoliation event in one year may result in very serious damages on sensitive sites or under the impact of other stress factors, it is necessary to detect gradations timely. Therefore a monitoring system should be installed in endangered regions. The foresters and forest workers are required to pay attention to gypsy moth egg-masses in autumn and wintertime particularly at felling operations, to the caterpillars in spring and to the butterflies in summer. Moreover an annual systematic egg-mass survey will have to be done in oak stands, where defoliation started during the last gradation or where gradations occurred repeatedly.

The extensively total defoliated coppice forest oak stands on terrestrial, mostly slope sites did not suffer any extensive subsequent damages. Corresponding to the present knowledge, measures to avoid defoliation on non hydromorphic sites are consequently necessary in Rhineland-Palatinate only in exceptional cases.

On hydromorphic sites however, a single total defoliation event may cause very serious damages under unfavorable weather conditions and with subsequent mildew (*Microsphaera alphitoides* GRIF. & MAUBL.) contamination of the regeneration sprouts. In the Bienwald Forest the extent of damages increased significantly with increasing water influences. Due to these experiences risk sites were defined on the basis of forest site mapping, which represent the endangering grade of oak damages subsequent to defoliation. If risk sites are concerned by prognosticated defoliation, the forest owner should weigh up for each stand, whether the expected risk is tolerable or not by considering the recent stand conditions and the silvicultural aims. In particular health state, stand structure, age, tree composition, understory state and quality of trees should be considered. Any repeated defoliation within two years increases the risk of damages on comparable sites significantly. Thus, before treatments are decided, it should be checked, whether total defoliation occurred in the year before or not.

After a total defoliation on endangered risk sites it is advisable to protect the weakened oak stands from gradations of secondary invaders such as the oak borer (*Agrilus biguttatus* F.) and wood breeding beetle (*Scolytidae*: *Xyleborus monographus* (F.) and *Xyleborus peregrinus* EGG.).

In the year of defoliation all totally defoliated oak stands should be controlled until September after the regeneration of leaves is terminated in order to identify and mark all freshly dead or dying trees with leaf loss rates of 90% and 95%. These oaks should be felled and transported including the crown material from wood over 7 cm minimum diameter by the customers as soon as possible, but always before March of the following year. Otherwise the wood should be removed to collecting depots located in a distance of at least two kilometers to endangered oak stands. Besides, the wood of self fellers should not be stored in the oak stands. Oaks with leaf loss rates from 75% up to 85% in the year of defoliation should also be marked in order to re-check them before leaf fall in October and to mark them for felling in case of a significant worsening of their health state as indicated by the leaf loss rate.

In the years after defoliation oaks with leaf loss rates of 75% and above have only little chances for survival because of the oak borer; in addition they are also infested by wood destroying beetles. Consequently to avoid such a hazardous development, seriously damaged oaks showing leaf losses of 75% and above in the succeeding years without defoliation

should be marked in summer and autumn prior to the annual leaf fall. Like in the year of defoliation the marked oaks should be felled before March of the following years and transported or removed to sites outside the endangered stands including crown material. Regular thinnings of still healthy trees close to damaged stands should be postponed for about five years.

From the point of view concerning vegetation and site, there is no reason to change tree species from oaks to less gypsy moth sensitive trees on the main area of the alternate moist and hydromorphic sites of the Bienwald Forest. However, when considering the great risk arising for oaks subsequent to defoliation on very moist sites, oak plantings should be avoided in favor of moisture tolerating bog and fen forest tree species or by preferring a successional development. Moreover it is to aim at a higher proportion of mixed tree species to be introduced to the oak forests growing on risk sites in the long term.

**Schlüsselwörter:** Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.), Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus* (F.)), holzbrütende Borkenkäfer (*Scolytidae*), Massenvermehrungen, Risikostandorte, Eichensterben, integrierter Pflanzenschutz, Handlungsstrategie, Überwachung, waldbauliche Maßnahmen, Pflanzenschutzmitteleinsatz

### Zusammenfassung

In Rheinland-Pfalz sind auch künftig großflächige Schwammspinner-Kalamitäten nicht auszuschließen. Wie Befunde aus dem Bienwald belegen, kann Kahlfraß durch Schwammspinnerraupen in Eichenbeständen auf empfindlichen Standorten zu äußerst gravierenden Folgeschäden führen. Um dieser ungewollten Entwicklung gezielt entgegensteuern zu können, ist zum einen eine effiziente Überwachung der Population und zum anderen eine auf dem aktuellen Kenntnisstand fußende Handlungsstrategie bei drohendem Kahlfraß erforderlich. Die umfangreichen Erfahrungen aus der Kalamität 1992 bis 1994 bieten die Möglichkeit, gezielter als dies bislang möglich war, Maßnahmen zum Schutze gefährdeter Waldökosysteme zu treffen und dabei einen gegebenenfalls notwendigen Pflanzenschutzmitteleinsatz im Sinne eines integrierten Pflanzenschutzes auf das unbedingt notwendige Minimum zu beschränken. Weiterhin können die jetzt vorliegenden Erfahrungen genutzt werden, bei einer künftigen Kalamität wirksame Maßnahmen zur Eindämmung der Massenvermehrung von Folgeschädlingen zu ergreifen. Auch sollte anhand der gewonnenen Erfahrungen geprüft werden, in wie weit das Risiko einer Kalamität bzw. deren Folgeschäden mit Hilfe von waldbaulichen Maßnahmen langfristig eingeschränkt werden kann.

Da auf empfindlichen Standorten oder unter Einfluß weiterer Streßfaktoren bereits einmaliger Kahlfraß bedeutende Folgeschäden verursachen kann, ist ein möglichst frühzeitiges Erkennen von Gradationen notwendig. Deshalb soll in allen besonders gefährdeten Gebieten eine Überwachung der Population erfolgen. Hierzu sind die Forstrevierleiter und Waldarbeiter aufgefordert, insbesondere bei Holzfallungsmaßnahmen im Herbst und Winter auf Eigelege, im Frühjahr auf Raupen sowie im Sommer auf den Falterflug zu achten. Darüberhinaus wird gezielt in Beständen, in denen der Raupenfraß während der letzten Massenvermehrung begonnen hatte oder in denen wiederholt Massenvermehrungen stattgefunden haben, jährlich systematisch nach Eigelegen gesucht.

In den großflächig von Kahlfraß betroffenen Eichenbeständen der Nieder- und Überführungswälder, die sich meist auf terrestrischen Standorten und in Hanglagen befinden, kam es bisher zu keinen flächig bedeutsamen Folgeschäden. Demnach sind in Rheinland-Pfalz nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand für nicht hydromorphe Standorte nur in Ausnahmefällen Maßnahmen zur Verhinderung eines Kahlfraßes erforderlich.

Auf hydromorphen Standorten kann bei ungünstigem Witterungsverlauf und nachfolgendem Mehltreibefall (*Microsphaera alphitoides* GRIF. & MAUBL.) des Wiederaustriebs bereits einmaliger Kahlfraß zu erheblichen Folgeschäden führen. Mit zunehmenden Wassereinfluß ist das Ausmaß der Schäden im Bienwald deutlich gestiegen. Auf diesen Erfahrungen basierend, wurden anhand der forstlichen Standortskartierung Risikostandorte ausgeschieden, die den Gefährdungsgrad für Folgeschäden nach Schwammspinnerfraß wiedergeben. Sind Risikostandorte von prognostiziertem Kahlfraß betroffen, sollte der Waldbesitzer unter Berücksichtigung der aktuellen Bestandesverhältnisse und der waldbaulichen Ziele bestandesweise abwägen, ob das zu erwartende Risiko tolerierbar ist. In den Abwägungsprozess sind vor allem der Gesundheitszustand der Eichen, die Bestandesstruktur, das Alter, der Mischungsanteil der Eichen und die Unterstandsausprägung sowie die Qualität der Bäume einzubeziehen. Ein wiederholter Schwammspinnerfraß in aufeinanderfolgenden Jahren erhöht das Risiko für Folgeschäden auf vergleichbaren Standorten deutlich. Daher muß vor jeder Behandlungsentscheidung geprüft werden, ob bereits im Vorjahr Kahlfraß stattgefunden hatte.

Nach einem Kahlfraß auf gefährdeten Risikostandorten ist es zum Schutz der dadurch geschwächten Eichenbestände zweckmäßig, einer Massenvermehrung von Folgeschädlingen, insbesondere des Zweifleckigen Eichenprachtkäfers (*Agrilus biguttatus* (F.)) und holzbrütender Borkenkäfer (bspw. *Xyleborus monographus* (F.) und *Xyleborus peregrinus* EGG.) vorzubeugen.

Im Fraßjahr sollten alle kahlgefressenen Eichenbestände nach Abschluß der Regenerationsbelaubung noch bis September durchmustert und alle frisch abgestorbenen und absterbenden Bäume mit Blattverlusten von 90 und 95% ausgezeichnet werden. Diese Eichen sollten möglichst bald, jedoch noch vor März des folgenden Jahres eingeschlagen und samt Kronenmaterial ab der Derbholtzgrenze abgefahren werden. Ist die rechtzeitige Abfuhr des Holzes durch den Käufer nicht möglich, sollte das Holz auf Lagerplätze gebracht werden, die möglichst einen Mindestabstand von 2 km zu den gefährdeten Eichenbeständen einhalten sollten. Beim Einsatz von Selbstwerbern ist darauf zu achten, daß das Holz nicht im Wald gelagert wird. Auch Eichen mit Blattverlusten von 75 bis 85% sollen im Fraßjahr nach Abschluß der Regenerationsbelaubung im Sommer markiert werden, um sie kurz vor Laubfall im Oktober nochmals gezielt auf ihren Belaubungszustand zu überprüfen und möglicherweise bei Verschlechterung ihrer Gesundheit ebenfalls für den Einschlag vorzusehen.

In den Fraßfolgejahren haben Eichen ab einem Blattverlust von 75% offensichtlich aufgrund des Prachtkäfers nur sehr geringe Überlebenschancen und werden von holzbrütenden Borkenkäfern befallen. Zur Vorbeugung dieser Entwicklung sollten stark geschädigte Eichen ab einem Blattverlust in den Folgejahren ohne Insektenfraß von 75% jeweils im Sommer und in einem zweiten Durchgang im Herbst vor dem Laubfall ausgezeichnet werden. Wie die im Fraßjahr gekennzeichneten Bäume sollten diese Eichen noch vor März des darauf folgenden Jahres eingeschlagen und samt Kronenmaterial abgefahren bzw. außerhalb der gefährdeten Waldbereiche gelagert werden. Zudem sollten innerhalb eines Zeitraumes von etwa fünf auf den Fraß folgenden Jahren in der Nähe geschädigter Eichenbestände Auflichtungen durch den Einschlag noch vitaler Bäume im Rahmen regulärer Pflegemaßnahmen unterbleiben.

Auf dem überwiegenden Teil der wechselfrischen und hydromorphen Standorte im Bienwald gibt es aus vegetations- und standortkundlicher Sicht keinen Anlaß zu einem großflächigen Wechsel von Eichen zu weniger schwammspinnergefährdeten Baumarten. Allerdings sollte in Anbetracht der besonderen Gefährdung von Eichen nach Schwammspinner-Kahlfraß auf kleinstandörtlich ausgesprochen wassergeprägten Standorten hier künftig auf den künstlichen Anbau von Eichen zugunsten nassetoleranter Sumpf- und Bruchwaldbaumarten oder einer sukzessionalen Entwicklung verzichtet werden. Zudem ist langfristig bei den auf Risikostandorten stockenden Eichenwäldern ein höherer Anteil von Mischbaumarten anzustreben.