

Die Scleroderris-Krankheit an Nadelholzarten in Europa, Nordamerika und Japan

Von B. R. Stephan, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Großhansdorf

Die Scleroderris-Krankheit wurde in den letzten zehn bis 20 Jahren zu einer der wichtigsten Pilzkrankheiten an Nadelholzarten. Sie hat vor allem bei verschiedenen Kiefernarten zu großen Schäden geführt. In den Niederlanden und in Norddeutschland wurde der Schwarzkiefern-Anbau erheblich beeinträchtigt. Im östlichen Nordamerika verursachte sie beträchtliche Ausfälle in natürlichen Rotkiefern-Beständen. Schließlich führte sie auch in japanischen Tannenwäldern zu umfangreichen Schäden.

Bereits vor Jahren wurde innerhalb des Internationalen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten (IUFRO) eine Arbeitsgruppe gegründet, um die Erforschung dieser Pilzkrankheit und die internationale Zusammenarbeit auf diesem Gebiet zu fördern. Besonders große Fortschritte wurden in den USA und in Kanada nach dem dortigen epidemischen Auftreten des Pilzes erzielt. In personell und finanziell hervorragend ausgestatteten Forschungsprogrammen arbeiteten zahlreiche Forschungsstationen und Universitäten zusammen. Dabei entstanden viele Diplom- und Doktorarbeiten. Diese und viele weitere Arbeiten der Forschungsstationen und Institute haben das Wissen über die Scleroderris-Krankheit in wenigen Jahren soweit vorangetrieben, daß jetzt klare Vorstellungen über den Gesamtkomplex bestehen. Aus diesen Erkenntnissen resultieren auch allgemeine und detaillierte Empfehlungen für die Praxis. Mit Sicherheit hat zu den beachtlichen Erfolgen des Programmes die Tatsache beigetragen, daß das Projekt zentral von Fachleuten gesteuert wurde. Damit konnte das amerikanische Scleroderris-Projekt Vorbild für ein ähnliches Vorgehen bei hiesigen Forstschutzproblemen sein.

Im Juni 1983 fand nun ein Symposium in Syracuse, USA, statt, auf dem in 40 Vorträgen der gegenwärtige Wissensstand über die Scleroderris-Krankheit dargestellt wurde. *)

Die Scleroderris-Situation in Europa, Nordamerika und Japan

Der Pilz ist ursprünglich in Mitteleuropa beheimatet und seit etwa 100 Jahren bekannt, wobei er immer wieder zu lokalen Schäden geführt hat. Er ist über nahezu ganz Europa verbreitet. Ein erstes epidemisches Auftreten wurde in den 60er Jahren vor allem in den Niederlanden und in Norddeutschland beobachtet. Ernsthaft und bestandesbedrohende Schäden treten in der Regel nur bei zehnbis 25-jährigen Schwarzkiefern außerhalb ihres Verbreitungsgebietes auf (Abb. 1). In den skandinavischen Ländern muß außerdem mit einem Befall bei der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) gerechnet werden. Fichten (*Picea abies*) werden nur befallen, wenn sie unter erkrankten Kiefern angebaut sind. Der Pilz konnte in der Vergangenheit an einer großen Zahl weiterer Kiefern- und Fichtenarten sowie an Douglasien nachgewiesen werden.

In Nordamerika wurde die Pilzart erstmals 1951 in den USA und 1962 in Kanada beobachtet. Schäden blieben zunächst auf Baumschulen und junge Kiefernplantagen beschränkt. Mit entsprechenden Bekämpfungsmaßnahmen bekam man die Krankheit in den Griff. Überraschend traten jedoch 1972 plötzlich Scleroderris-Schäden im nördlichen New York an Rotkiefern (*Pinus resinosa*) aller Altersklassen auf. Im Frühjahr 1975 erreichte die Erkrankung epidemische Ausmaße (Abb. 2). Nahezu alle nordamerikanischen Kiefernarten, Fichten und Lärchen erwiesen sich als anfällig. Besonders umfangreich und stark waren die Schäden bei der Rotkiefer. Sie

breiteten sich schnell weiter aus. Daraufhin wurden für die betroffenen Gebiete Quarantänemaßnahmen beschlossen, die in den folgenden Jahren auf weitere Regionen ausgedehnt werden mußten.

Die Ursachen für das plötzliche epidemische Auftreten der Krankheit waren zunächst unbekannt. C. E. Dorworth (Kanada) konnte schließlich 1975 mit Hilfe serologischer Methoden weltweit drei Pilzrassen unterscheiden.

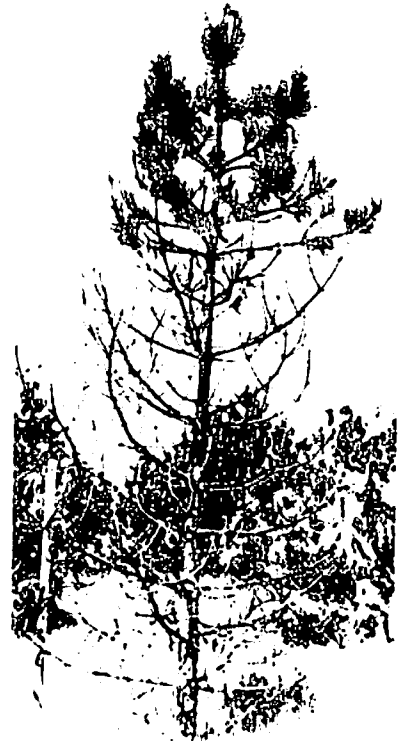


Abb. 1: Durch die Scleroderris-Krankheit stark geschädigte 17jährige Schwarzkiefer (*Pinus nigra*) in Schleswig-Holstein



Abb. 2: Fast vollständige Vernichtung eines 120 ha großen Rotkiefern-Bestandes (*Pinus resinosa*) durch die europäische Pilzrasse von *Gremmeniella abietina* im Staat New York. Die Erkrankung begann 1975/76; zum Zeitpunkt der Aufnahme im Juni 1983 waren bereits die meisten Bäume vorzeitig eingeschlagen.

*) Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Vorträge, die als Tagungsbeiträge veröffentlicht wurden: „Scleroderris Canferum Conifers“, herausgegeben von P. D. Hansen, Martinus Nijhoff Dr. W. Junk Publ., The Hague, Netherlands, 1984, 273 S.

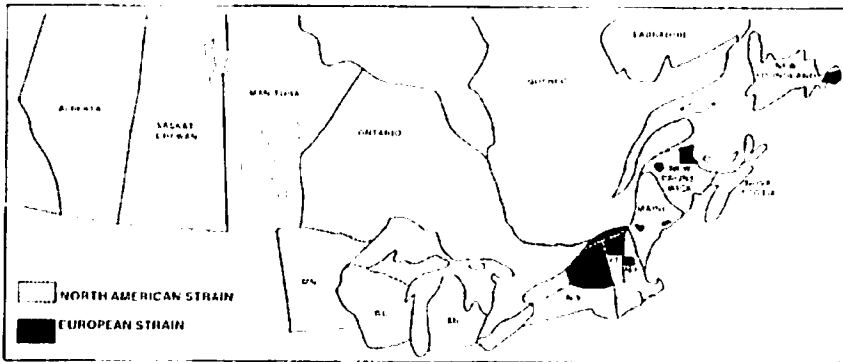


Abb. 3: Verbreitung der nordamerikanischen und der europäischen Rasse von *Gremmeniella abietina* in Nordamerika nach dem Stand vom Herbst 1983. Die Veröffentlichung dieser Karte erfolgt mit freundlicher Genehmigung durch Dr. D. D. Skilling, USDA Forest Service, St. Paul, MN.

den: eine nordamerikanische, eine europäische und eine asiatische. Es zeigte sich, daß die besonders aggressive New York-Rasse identisch mit der europäischen Rasse ist und offenbar eingeschleppt wurde. Sie ist inzwischen auch im benachbarten Quebec, in Vermont, New Hampshire und Maine sowie seit 1979 in Neufundland und New Brunswick aufgetreten (Abb. 3). Dort wurden ebenfalls Quarantanaemaßnahmen ergriffen. Sie verhindern gegenwärtig zwar die weitere Verschleppung der Krankheit durch den Menschen, nicht jedoch ihre natürliche Ausbreitung.

Auf der Insel Hokkaido im nördlichen Japan brach die *Scleroderris*-Krankheit 1970 in zehnjährigen Beständen von *Abies sachalinensis* aus und führte zu verheerenden Schäden. 1973 fand man den Pilz in Japan auch auf *Pinus strobus* und 1975 auf *Abies alba*. Mit dieser Erkrankung in Japan gehörten

erstmals auch Tannenarten zu den Wirtspflanzen des Pilzes. Neben der asiatischen kommt in Japan offenbar auch die nordamerikanische Rasse vor.

Der Krankheitserreger

Der wissenschaftliche Name des zu den Schlauchpilzen (*Ascomyceten*) gehörenden Pilzes wurde in der Vergangenheit mehrfach geändert. Die gegenwärtig gültige Bezeichnung lautet *Gremmeniella abietina* (Lagerberg) Morelet. Bekannt ist der Pilz auch unter dem Namen *Scleroderris lagerbergii* Gremmen sowie in seiner Konidienform als *Brunchorstia pinea* (Karst.) Höhn. Der Krankheitserreger ist in seinen morphologischen und physiologischen Merkmalen sehr variabel

Der Einfluß von Umweltbedingungen auf den Krankheitsverlauf

Der Krankheitsverlauf wird in starkem Maße durch Umweltfaktoren beeinflusst. Große Bedeutung kommt insbesondere der Menge und der Verteilung des Niederschlages zu. Kühle und feuchte Bedingungen bewirken hohe Infektionsraten. In solchen Perioden sind auch die stärksten Sporenproduktionen zu verzeichnen. Nach einer erfolgreichen Infektion kann der Pilz offenbar lange Zeit latent in der Pflanze leben, bis es zum Ausbruch der Krankheit kommt. In amerikanischen Versuchen konnte der Parasit noch 27 Monate nach der Infektion aus Kiefernpflanzen isoliert werden, ohne daß es zur Entwicklung von Nekrosen gekommen war. Schwedische Untersuchungen bestätigen dies. *Gremmeniella*

und variiert auch in seiner Pathogenität gegenüber Nadelholzarten.

Der Befall äußert sich in einer an der Basis einsetzenden Braunverfärbung einjähriger Nadeln. Die Kurztriebe fallen schließlich ab, befallene Knospen treiben nicht aus und der Langtrieb stirbt von der Spitze her ab. An seiner Basis können Adventivknospen austreiben, wodurch die Triebspitze ein buschiges Aussehen erhält. Mit fortschreitendem Befall sterben ganze Astpartien ab (Abb. 1). Wiederholte starke Schädigungen in aufeinanderfolgenden Jahren führen meist zum Tod des ganzen Baumes. Aus den abgestorbenen Knospen und den Nadelnarben des Langtriebes brechen die kleinen schwarzen Fruchtkörper (*Pyknidien*) des Pilzes hervor. Die Fruchtkörper der Hauptfruchtform (*Apothecien*) sind bei der europäischen Pilzrasse seltener zu finden, während sie bei der nordamerikanischen sehr häufig sind. Auch hinsichtlich der Krankheitsmerkmale bestehen zwischen den beiden Rassen deutliche Unterschiede. Bei der nordamerikanischen Rasse treten Schäden meist nur im unteren Kronenbereich bis 2 m Baumhöhe auf, die Krankheit verläuft langsamer und die Ausbildung von Stammkrebs (Abb. 4) ist typisch. Außerdem befällt sie weniger Wirtspflanzenarten.

Von besonderer Bedeutung sind amerikanische Befunde über den Hybridcharakter verschiedener Pilzstämmen. Seit etwa 1980 werden im Staate New York Erregerstämme isoliert, bei denen es sich offensichtlich um Hybriden zwischen der nordamerikanischen und der europäischen Rasse handelt. Die Variabilität des Pilzes kann sich hierdurch erheblich vergrößern.

abietina war in Fichtenzweigen oft als Endophyt symptomlos nachzuweisen.

Unterschiedlich sind die bisherigen Erkenntnisse über die Wirkung von Schadstoffen in der Luft auf die *Scleroderris*-Krankheit. Simulierter „Saurer Regen“ förderte die Sporeneimung in schwedischen Versuchen. In amerikanischen Untersuchungen war dagegen nur ein unwesentlicher Einfluß auf den Befall von *Pinus resinosa*-Sämlingen festzustellen. Schwache Schwefeldioxid-Konzentrationen schließlic wirkten sich auf die Infektionsrate hemmend aus, wenn die Sporendichte sehr gering war. Bei hoher Inokulumdichte war keine Wirkung zu verzeichnen.

Zur Populationsdynamik der *Scleroderris*-Krankheit

Die epidemische Entwicklung der *Scleroderris*-Krankheit kann sich in einem relativ kurzen Zeitraum vollziehen. In einem Dauerversuch mit Rotkiefern (*Pinus resinosa*) in New York waren fünf Jahre nach der ersten Infektion 90 % der Bäume befallen. Wiederholt hat sich aber auch gezeigt, daß sich nach einer Epidemie die restlichen Bäume erholen und normal weiterwachsen. In einem weiteren amerikanischen Dauerversuch mit 15- bis 20-jährigen Rotkiefern nahm die Intensität der Krankheit im Verlauf von fünf Jahren ab. Ähnliche Beobachtungen konnten auch in jüngeren Schwarzkiefern-Kulturen in der Bundesrepublik Deutschland gemacht werden.

Finnischen Untersuchungen zufolge entsteht eine Epidemie bei *Pinus silvestris* nur

dann, wenn die verwendeten Herkünfte oder Nachkommenschaften dem Klima des Anbauortes nicht angepaßt sind und der Standort ungünstig ist. Übereinstimmend läßt sich feststellen, daß kalte und feuchte Mulden oder Senken bevorzugte Orte für einen stärkeren Krankheitsausbruch sind. Beschattung und feine Bodentextur bei gleichzeitig unangewogener Versorgung mit Nährstoffen erhöhen die Anfälligkeit.

Ungünstige mikroklimatische Einflüsse sind auch in italienischen Schwarzkiefern-Anbauten im Apennin Ursache für teilweise starke lokale Schäden. Der Pilz ist im Apennin seit langem bekannt, führte bisher aber in der Regel nur zu geringen Schäden. Erst in letzter Zeit wurde ein verstärktes Krankheitsauftreten bekannt, dessen Ursache noch un-



Abb. 4: Stammkrebs an *Pinus resinosa* nach Infektion durch die nordamerikanische Rasse von *Gremmeniella abietina*.

klärt ist. Auch in den österreichischen Al-
 en ist in den vergangenen acht bis zehn
 Jahren eine Befallszunahme bei der Zitel-
 (er (*Pinus cembra*) zu verzeichnen. Hier
 heinen die Höhenlage der Herkunft sowie
 Höhenlage des Anbauortes von entschei-
 nder Bedeutung zu sein. Ungeklärt ist bis-
 r die Frage, ob es sich bei der in Österreich
 d der Schweiz vorkommenden Alpenform
 r *Gremmeniella abietina* um eine eigene
 asse handelt. Eine gewisse morphologi-
 che Ähnlichkeit besteht mit der asiatischen
 rrasse.

Resistenzforschung

chon bald nach dem ersten katastrophalen
 treten der *Sclerodermis*-Krankheit war zu
 obachten, daß zwischen und innerhalb der
 troffenen Nadelholzarten Unterschiede in
 r Anfälligkeit bestehen. Diese regten zu
 sistenzprüfungen und zur Erforschung der
 sistenzmechanismen an (Abb. 5). Aller-
 ings konnten gerade bei der besonders
 ark betroffenen Rotkiefer keine Befallsun-
 rschiede zwischen Herkünften oder Indivi-
 den gefunden werden. Dies ist vermutlich
 if die geringe natürliche Variation dieser
 Baumart zurückzuführen. Umfangreiche In-
 ondsversuche mit nordamerikanischen
 d europäischen Kiefernarten sowie ande-
 r Nadelholzern lassen erkennen, daß vor-
 em bei der nordamerikanischen *Pinus*
resiana und bei *Pinus silvestris* resistente
 ekünfte zu finden sind. Dies hat bereits zu
 eparungen für amerikanische Anbauer
 esondere bei der Weihnachtsbaumpro-
 duktion geführt. In schwedischen Experimen-
 ten war *Pinus contorta* resistenter als *Pinus*
resiana, aber auch hier waren die Umwelt-
 bedingungen von ausschlaggebender Be-
 deutung für den Umfang der Erkrankung.

Über Resistenzmechanismen ist bisher nur
 wenig bekannt. Morphologische und anatomi-
 sche Merkmale konnten nicht in einen enge-
 zogen Zusammenhang mit Resistenz ge-
 bracht werden. Allerdings besteht bei unter-
 schiedlich anfälligen Schwarzkiefern-Klonen
Pinus nigra einer schleswig-holsteinischen
 Samenpflanzung offenbar eine Beziehung
 zwischen der Resistenz und der Pufferkapa-
 zität des Rindengewebes einjähriger Lang-
 triebe sowie deren Monoterpen-Muster. In
 schresstärkeren Klonen waren eine höhere
 Pufferkapazität sowie ein höherer Limonen-
 und Myrcen-Gehalt nachzuweisen.

Krankheitsbekämpfung

Die Bekämpfung der *Sclerodermis*-Krankheit
 anderen weitere Ausbreitung sind seit lan-
 gen wichtige Forschungsschwerpunkte.
 waldbauliche Pflegemaßnahmen und richti-
 ge Standortwahl können die Erkrankung
 einschränken. Bereits das Auflasten der Bau-
 mstämme bis zu einem Drittel der Baumhöhe
 führt bei Rotkiefern zu einer deutlichen Vermin-
 derung der Erkrankung und Sporenproduktion.
 Auch die Vermeidung von Dichtstand und
 die damit zu erreichende geringere Luft-
 feuchtigkeit tragen zur Krankheitsabwehr bei.
 Für eine erfolgreiche Krankheitsbekämp-
 fung ist der Einsatz fungizider Mittel (z. B.
 Kupfer) in den USA auch Chlorothalonil und
 Carbendazim) zwar grundsätzlich möglich,
 jedoch der Regel unwirtschaftlich und aus
 ökologischen Gründen abzulehnen. Der Ein-
 satz chemischer Bekämpfung ist sehr



Abb. 5: Ausschnitt aus einer Resistenzprüfung von verschiedenen Nadelholzarten: Für die Infektion durch Sporen werden Rotkiefern-Zweige mit reifen Fruchtkörpern von *Gremmeniella abietina* über den zu prüfenden Jungpflanzen auf einem Drahtnetz ausgelegt. Links: anfällige *Larix sibirica* aus Asien; rechts: resistente *Larix laricina* aus Nordamerika. Die Aufnahme entstand etwa ein Jahr nach der Inokulation.

stark vom richtigen Anwendungszeitpunkt,
 der Konzentration und der Zahl der Spritzun-
 gen (etwa von Juni bis September in 14täg-
 igem Abstand) abhängig.

Untersucht wird auch die Möglichkeit einer
 biologischen Bekämpfung der Krankheit. Al-
 lerdings läßt sich über den Einsatz antagoni-
 stisch wirkender Bakterien (z. B. *Pseudomonas*
fluorescens) bisher wenig sagen, obwohl im
 Laborversuch Hemmwirkungen auf das
 Pilzwachstum festzustellen waren.

Schließlich zeigen auch die von kanadi-
 scher und amerikanischer Seite erlassenen
 Quarantanebestimmungen gewisse Erfolge
 bei der Bewältigung der *Sclerodermis*-Epi-
 demie auf dem nordamerikanischen Kontinent.

In diesem Zusammenhang ist auch die Of-
 fentlichkeitsarbeit von großer Bedeutung. So-
 wohl in Kanada als auch in den USA wird eine
 umfassende und breit gestreute Unterrich-
 tung der Öffentlichkeit betrieben. Vorträge,
 Workshops, Zeitungsartikel und intensive
 Trainingskurse für Forstleute, Pflanzen-
 schutzberater und Waldbesitzer haben die
 Aufmerksamkeit auf dieses ernste Problem
 gelenkt. Gegenwärtig scheint die *Sclerodermis*-
 Epidemie infolge der vielseitigen Anstren-
 gungen in Amerika und auch in Europa zu
 einem gewissen Stillstand gekommen zu
 sein.

Kiefern-Nadelbräune eingeschleppt

An drei Standorten Süddeutschlands wurde im Frühjahr 1983 erstmals für das Bundesgebiet eine neue Kiefernkrankheit beobachtet, eine Nadelbräune. Diese Pilzkrankheit tritt weltweit auf und wurde bei uns aber erst vor einigen Jahren vermutlich mit infiziertem Schwarzkiefernmaterial aus einem Nachbarland über norddeutsche Baumschulen eingeschleppt. Als erstes Befallszeichen sind auf den Nadeln weißliche bis hellgrüne Flecken zu finden, die allerdings auch bei anderen Erkrankungen auftreten können. Ein typisches Symptom aber sind 1 bis 2 mm breite rote Bänder auf den Nadeln. Oberhalb davon stirbt die Nadelspitze ab, oft verfärbt sich auch die Nadeln braun und bleiben, jedenfalls bei der Schwarzkiefer, noch jahrelang am Baum hängen. Gefördert wird die Ausbreitung offenbar durch hohe Niederschläge im Frühsommer. Als Gegenmaßnahme wird die genaue Kontrolle von importiertem Schwarzkiefernmaterial vorgeschlagen. Befallenen kleineren Partien sollten vernichtet werden. In größeren Beständen und bei älteren Pflanzen wird zunächst die Astung der unteren Astgabel empfohlen, um eine bessere Durchlüftung der Bestände zu erreichen. Bei der chemischen Bekämpfung haben sich Kupfermittel als besonders wirksam erwiesen.

AID

Wilder Hausschwamm als Parasit an Nadelbäumen

In den Wäldern östlich Hamburgs ist entdeckt worden, daß der Wilde Hausschwamm unter den Umweltbedingungen dort lebende Nadelbäume, vor allem Lärche und Douglasie, befallt. Der Hausschwamm findet sich normalerweise bei uns nur als Saprophyt an totem Holz. Auf den untersuchten Waldstandorten Norddeutschlands sind die Bodenverhältnisse von Natur aus ungun-
 stig, zudem von Immissionen extrem belastet und stark versauert.

Nach den bisherigen Befunden ernährt der Pilz - wie andere Stammbäule-Erreger auch - im Wurzelbereich ein und breitet sich im Kernholz entlang der Marktröhre bis zu 2 m Höhe aus. Dabei entwickelt sich die typische bräunliche Braunkäule des Hausschwammes. Der Spinnfäden-Stammes wird eingeregelt und die Standfestigkeit des Baumes wird vermindert.

AID