

Die Phytophthora – Wurzelhalsfäule der Erlen in Bayern: Krankheitsverbreitung, Ausbreitungswege und mögliche Gegenmaßnahmen

THOMAS JUNG UND MARKUS BLASCHKE

Einleitung

In Südeuropa wurde 1993 erstmals ein massives Absterben von Schwarzerlen (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) entlang von Flußläufen sowie in flußfernen Pflanzungen beobachtet. Das Krankheitsbild ist charakterisiert durch kleinblättrige, vergilbte und spärliche Belaubung (Abb. 1), teilweise starke Fruktifikation sowie an verholzten Wurzeln und am Stammfuß orangebraune Nekrosen der inneren Rinde mit äußerlich sichtbaren schwarzbraunen Flecken („Teerflecke“) aufgrund der Ausscheidung von Exsudaten (Abb. 2). Ein Merkblatt mit weiteren Farabbildungen der Krankheitssymptome kann unter: <http://www.lwf.bayern.de/lwfmerkblatt/phyto-aorg.pdf> heruntergeladen werden.

Die Rindennekrosen können sich zungenförmig bis zu 3 m Stammhöhe erstrecken und den Stamm umfassen, was zum Absterben des Baumes führt (GIBBS 1995; GIBBS et al. 1999). Auch weniger stark geschädigte Erlen weisen eine deutlich verminderte Vitalität auf, was sie für den Befall durch Schwächeparasiten prädisponiert (WERRES 1998). Ursache der Rindennekrosen ist eine bislang unbekannt *Phytophthora*-Art, die sich als Hybrid zwischen *Phytophthora cambivora* und einer noch unbekannt mit *P. fragariae* nahe verwandten Art erwies (BRASIER et al. 1995 u. 1999). Pilze der Gattung *Phytophthora* sind weltweit als primärparasitische Feinwurzelerstörer sowie Auslöser von Wurzelkragenfäulen an Jung- und Altpflanzen hunderter Baum- und Straucharten bekannt und gehören zu den aggress-



Abb. 1: An *Phytophthora*-Wurzelhalsfäule erkrankte Schwarzerle an der Großen Vils bei Vilsbiburg mit spärlicher kleinblättriger Belaubung und Zurücksterben der Krone.



Abb. 2: Gepflanzte 15-jährige Schwarzerle an der Abens mit typischen Symptomen der *Phytophthora*-Wurzelhalsfäule: orangebraune zungenförmige Nekrose der inneren Rinde und schwarze Schleimflussflecke („Teerflecke“) auf der äußeren Rinde.

sivsten und bedeutendsten Pflanzenpathogenen der Welt (ERWIN UND RIBEIRO 1996). *Phytophthora*-Arten verbreiten sich über begeißelte Zoosporen, die in das Bodenwasser oder in Fließgewässer entlassen werden. Diese schwimmen chemotaktisch ange lockt zu anfälligem Wirtsgewebe, in der Regel jungen Feinwurzelspitzen, und infizieren diese.

Die Krankheit tritt auch an Grauerle (*A. incana* (L.) Moench.) und Italienischer Erle (*A. cordata* Desf.) auf. Landesweite Erhebungen in Großbritannien ergaben, daß 1994 fünf Prozent und 1999 bereits elf Prozent der Erlen erkrankt oder abgestorben waren (GIBBS et al. 1999; GIBBS 2003). In Norddeutschland und Bayern wurde die Erkrankung 1995 erstmals nachgewiesen (HARTMANN 1995; JUNG et al. 2000b u. 2001; JUNG UND BLASCHKE 2003). Mittlerweile liegen Nachweise aus vielen europäischen Ländern vor (CECH 1997; WERRES 1998; GIBBS et al. 1999 u. 2003; SZABÓ et al. 2000; SANTINI et al. 2000; WERRES et al. 2001; STREITO et al. 2002).

In den späten 1990er Jahren häuften sich in Bayern Meldungen über absterbende Erlen in flussbegleitenden Beständen sowie in flussfernen Pflanzungen (SCHMIDT et al. 1998 u. 1999). Deshalb werden seit April 1999 in Zusammenarbeit von Sachgebiet V (Waldökologie und Waldschutz) der LWF und dem Fachgebiet Pathologie der Waldbäume der TU München die Verbreitung der Erlenerkrankung und der neuen sogenannten *Erlen-Phytophthora* flächendeckend untersucht. Weiterhin sollen Mechanismen der Krankheitsausbreitung geklärt, der Erfolg verschiedener praktischer Bekämpfungsmaßnahmen erprobt und ein bayernweites Managementkonzept für die Erkrankung erarbeitet werden.

Verbreitung der *Phytophthora*-Erkrankung der Erlen in Bayern

Krankheitsverbreitung entlang der bayerischen Fließgewässer

Die Erfassung der Krankheitsverbreitung entlang aller Gewässer 1. und 2. Ordnung wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Wasserwirtschaft (LfW) durch die Landespfleger und Flussmeister der Wasserwirtschaftsämter zwischen Juni und November 2001 durchgeführt. Die derzeit bekannte Verbreitung geht aus Abb. 3 hervor. Demnach sind weit über 50 % der bayerischen Flüsse 1. und 2. Ordnung betroffen. Hinzu kommen zahlreiche Fließgewässer 3. Ordnung, die zumeist von den Forstämtern gemeldet wurden. Bei vielen Fließgewässern sind Erlenschäden fast auf der gesamten

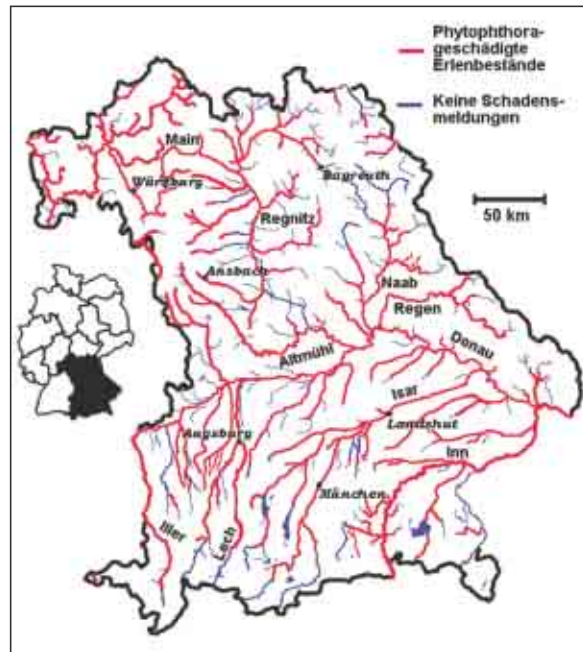


Abb. 3: Verbreitung der *Phytophthora* – Wurzelhalsfäule der Erlen entlang der Flüsse 1. und 2. Ordnung in Bayern

Länge festzustellen. Teilweise sind mehr als die Hälfte der Erlen geschädigt oder bereits abgestorben. Starke Schäden wurden auch in den Uferzonen verschiedener Seen mit infizierten Zuläufen wie z.B. dem Chiemsee, dem Starnberger See, dem Simssee, dem Hofstätter See, dem Rinser See und dem Staudhamer See gefunden.

Das Schadausmaß war bei den Erlen am höchsten, die ständigen Kontakt zum Flußwasser haben, oder die auf Standorten stocken, bei denen Hochwasser nur langsam abfließt, wie z.B. Altarme (Abb. 4), Flutmulden und regelmäßig überflutete Bruchwälder. Auffällig ist, dass das Schadausmaß in Erlenbeständen entlang von Tieflandflüssen oder -bächen deutlich höher ist als entlang von Wildbächen im Voralpenland. Dies dürfte wohl auf die tieferen



Abb. 4: Absterbende und tote Schwarzerlen entlang eines Altarmes der Glonn bei Hohenkammer

Wassertemperaturen, die höheren Fließgeschwindigkeiten und die kürzere Dauer der Hochwässer bei Wildbächen zurückzuführen sein. Unterschiedliche Anfälligkeiten von Schwarz- und Grauerle dürften dagegen nur eine geringe Rolle spielen, da die beiden Erlenarten in Mischbeständen etwa in gleichem Ausmaß geschädigt werden.

Krankheitsverbreitung in forstlichen Erlenbeständen

Die Schadkartierung in forstlich relevanten Erlenbeständen wurde nach umfangreichen Schulungen an allen Forstdirektionen im ersten Halbjahr 2002 durch die Revierleiter an fast allen bayerischen Forstämtern über alle Besitzarten durchgeführt. Die Bestände wurden vor Ort nach Symptomen der Wurzelhalsfäule untersucht.

Im Rahmen der forstlichen Schadkartierung wurden insgesamt 3247 Erlenbestände gemeldet. Davon waren 2412 Bestände (74,3 %) jünger als 21 Jahre. Zum Großteil handelt es sich dabei um Wiederaufforstungen von Sturmwurfflächen aus dem Winter 1990 sowie um Erstaufforstungen. Die Gesamtgröße der gemeldeten Erlenbestände betrug 3664 ha. Die Kartierer konnten dabei in 1041 Beständen (32,1 %) mit einer Fläche von 1655 ha (45,2 %) einen Befall durch die Wurzelhalsfäule diagnostizieren. Die Überprüfung von mehr als 300 gemeldeten Beständen durch die LWF ergab, dass zusätzlich mit einer gewissen Dunkelziffer bereits geschädigter Bestände gerechnet werden muss. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass viele Erlen-

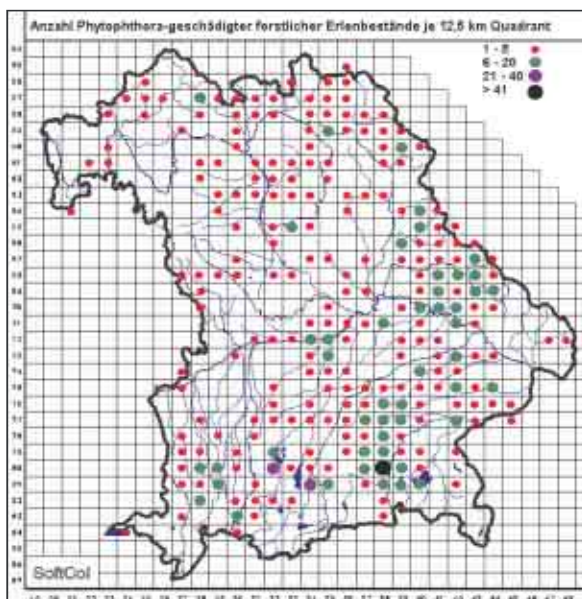


Abb. 5: Verbreitung forstlicher Erlenbestände mit Phytophthora – Wurzelhalsfäule in Bayern.

Erstaufforstungen kleiner als 0,3 ha groß sind und deshalb oft nicht gemeldet wurden. Auch auf diesen Flächen ist mit einem hohen Anteil erkrankter Bestände zu rechnen.

Die geographische Verteilung der geschädigten Bestände geht aus Abb. 5 hervor. Es konnte gezeigt werden, dass geschädigte forstliche Erlenbestände landesweit verbreitet sind und der Schwerpunkt der Schäden im Hauptanbaugebiet der Schwarzerle im Bereich der Forstdirektionen Oberbayern-Schwaben sowie Niederbayern-Oberpfalz liegt.

Analysiert nach Altersstufen war der Großteil der geschädigten Bestände zwischen 6 und 15 Jahre alt (775 Bestände = 74,4 %). Der Anteil geschädigter Erlenbestände war am höchsten bei den 16- bis 20-jährigen (41 %), gefolgt von den 6- bis 15-jährigen (36 %) Beständen (Abb. 6). In diesen Altersstufen waren auch die höchsten Anteile an massive-

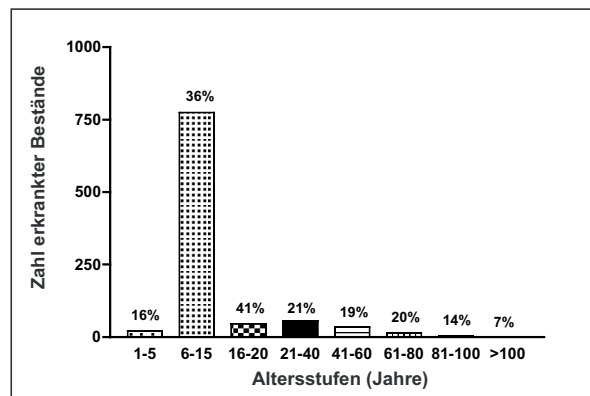


Abb. 6: Anzahl und prozentualer Anteil erkrankter Erlenbestände nach Altersstufen

ren Schäden bis hin zum Totalausfall der Erle auf einzelnen Standorten zu erkennen. Bei den 1- bis 5-jährigen Pflanzungen betrug der Anteil geschädigter Bestände lediglich 16 %. Dies ist jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht auf eine geringere Präsenz der *Erlen-Phytophthora* zurückzuführen. Vielmehr dürfte hier auf den nicht überstauten Standorten der Zeitraum seit der Pflanzung für das Pathogen zu kurz gewesen sein, um durch das Wurzelsystem zum Wurzelhals vorzudringen und erkennbare Schadsymptome auszubilden. So hängen das Ausmaß und die Geschwindigkeit der Erkrankung ganz entscheidend vom Wasserhaushalt des Standortes ab. Während auf stark staunassen und zeitweise überstauten Standorten teilweise bereits 3 Jahre nach der Pflanzung erste Krankheitssymptome („Teerflecken“) am Wurzelhals auftreten, kann dies auf anderen Standorten bis zu 10 Jahre und länger dauern. Für einen zukünftigen Anstieg der Schäden bei den derzeit 1- bis 5-jährigen Erlenbeständen spricht außerdem, dass in mehreren

Beständen ohne Symptome der Wurzelhalsfäule die *Erlen-Phytophthora* im Wurzelraum nachgewiesen werden konnte.

Etwa die Hälfte der geschädigten 842 Jungbestände (A 20 Jahre) stockte auf nichtüberfluteten „Landwald“-Standorten (389 Bestände = 46,2 %), bei denen eine Einschleppung der *Erlen-Phytophthora* über Zoosporen im Fließgewässer ausgeschlossen werden kann. Die geschädigten Jungbestände auf „Landwald“-Standorten waren fast ausschließlich durch Pflanzung begründet worden (356 Bestände = 91,5 %). Mit hoher Wahrscheinlichkeit erfolgte die Einschleppung hier über bereits infiziertes Baumschulmaterial. Dafür sprechen auch die Ergebnisse der Untersuchung der Wurzelsysteme zahlreicher gepflanzter Jungerlen auf „Landwald“-Standorten. So ist bei diesen zumindest ein Teil des Wurzelsystems unterhalb der Wurzelhalsnekrose in der Regel bereits abgestorben und oftmals kann sogar exakt festgestellt werden, über welche Wurzelstränge die *Erlen-Phytophthora* zum Wurzelhals vorgedrungen ist. Aufgrund weitgehender Wurzelzerstörung kommt es in 10- bis 20-jährigen Erlenpflanzungen auch teilweise zu Sturmwürfen. Dagegen erfolgt die Infektion natürlicher flussbegleitender Erlen meist über Adventivwurzeln am Wurzelhals und setzt sich fast ausschließlich stammaufwärts fort, so dass das darunter liegende Wurzelsystem noch längere Zeit gesund bleibt.

Im Vergleich zu den Jungbeständen bestand bei den Altbeständen eine deutlich stärkere Abhängigkeit zwischen dem Auftreten der Erkrankung und dem Kontakt zu Fließgewässern. So befanden sich 78,6 % der erkrankten 154 Altbestände im Überflutungsbereich von Fließgewässern. Ein weiterer kleinerer Anteil lag unmittelbar hangabwärts von jüngeren infizierten Beständen. Schließlich hatte, wie die Stichproben zeigten, ein weiterer Teil der an Altbäumen angesprochenen Schäden insbesondere in den 33 „Landwald“-Beständen auch andere Ursachen. So waren hier ausschließlich Rindennekrosen zu beobachten, die keinen Kontakt zum Stammanlauf zeigten und somit nicht auf *Phytophthora*-Befall zurückgingen.

In 455 Beständen (= 43,7 %) waren lediglich Einzelbäume erkrankt oder abgestorben. 1-10 % Anteil geschädigter Erlen wurde in 275 Beständen, 11-25 % in 179 Beständen, 26-50 % in 99 Beständen, 51-75 % in 19 Beständen und 76-100 % in 14 Beständen gefunden. Ab einem Anteil von 25 % geschädigter Bäume, kann man die Bestände als massiv beeinträchtigt ansehen, insbesondere da die Erkrankung in aller Regel geklumpt in den Beständen auftritt. Hier ist mit schweren waldbaulichen und wirtschaftlichen Einschränkungen zu rechnen. Eine

selektive Entnahme der geschädigten Bäume im Rahmen der Durchforstungseingriffe ist dann nicht mehr möglich, ohne den Bestandaufbau zu zerstören.

Auslöser der Erkrankung

Bisher wurden in 116 flussbegleitenden Erlenbeständen, in 13 Bruchwaldbeständen bzw. Verlandungsbereichen sowie in 52 Erlenpflanzungen auf Landwald-Standorten Isolierungen aus nekrotischer Erlenrinde durchgeführt. Die *Erlen-Phytophthora* konnte dabei in 105 flussbegleitenden Beständen entlang von 86 Flüssen oder Bächen, in 13 Bruchwaldbeständen sowie in 44 von 52 Pflanzungen im Landwald nachgewiesen werden. Andere *Phytophthora*-Arten wurden nur sporadisch nachgewiesen. Die neuartige *Erlen-Phytophthora* ist somit auch in Bayern die fast ausschließliche Ursache für die weitverbreiteten Erelenschäden.

Ausbreitung und Biologie der Erlen-Phytophthora

Bisher wurde bayernweit an 60 Flüssen und Bächen intensiv nach der potenziellen Quelle der Erkrankung geforscht. In 58 Fällen konnten dabei flussaufwärts gelegene infizierte Erlenpflanzungen im Überflutungsbereich oder forstliche Erlenpflanzungen, die über Entwässerungsgräben oder Bäche mit dem Fluss in Verbindung stehen, als wahrscheinliche Quelle der Erkrankung ausgemacht werden. Erlenpflanzungen im Landwald befinden sich in der Regel auf staunassen oder wechselfeuchten Standorten. Hier kommt es nach starken oder langanhaltenden Regenfällen oftmals zu zeitweiser Überstauung, die der *Erlen-Phytophthora* ideale Bedingungen zur Ausbreitung mittels Zoosporen bietet. So wurden bei vielen infizierten Pflanzungen natürliche Stockausschläge und Alterlen sowie im Wasserzug liegende Alterlenbestände gefunden, die ebenfalls infiziert waren. Ein besonders interessanter Fall ist dabei der Rotter Forst im Forstamt Wasserburg. Hier hat sich die *Erlen-Phytophthora* aus etwa 60 infizierten Pflanzungen während der letzten zehn Jahre entlang von Entwässerungsgräben in verschiedene Bäche und über diese in die Flüsse Rott, Attel und Inn ausgebreitet, wo es in der Folge zu starken Schäden in den natürlichen Erlenbeständen im Überflutungsbereich kam.

Eine begrenzte Ausbreitung der *Erlen-Phytophthora* über tierische Vektoren wie z.B. Fische, Wasserschnecken und Wasservögel scheint ebenfalls stattzufinden, da in seltenen Fällen einzelne infizierte Erlen flussaufwärts von infizierten Pflanzungen gefunden wurden.

Vorkommen der Erlen-Phytophthora in Baumschulen

Die *Phytophthora*-Wurzelhalsfäule tritt in mehr als 300 gepflanzten Jungbeständen auf nicht-überfluteten Standorten sowie an zahlreichen Flusssystemen auf, wo sie wahrscheinlich von jungen Erlenpflanzungen ausging. Dies spricht dafür, dass infiziertes Pflanzgut wesentlich zur Krankheitsverbreitung beigetragen hat. Diese Hypothese wird durch die Ergebnisse der Untersuchung von Erlenquartieren in Baumschulen auf *Phytophthora* unterstützt. So konnte die *Erlen-Phytophthora* bei drei von vier Baumschulen nachgewiesen werden, die ihre Erlenpflanzen regelmäßig von Großbaumschulen bezogen. Außerdem wurde zumindest bei zwei der drei betroffenen Baumschulen das Bewässerungswasser aus infizierten Fließgewässern entnommen. Dagegen wurde der Haupterreger der Wurzelhalsfäule der Erlen in den Erlenquartieren der vier Baumschulen, deren Erlenpflanzen aus eigener Aussaat stammten und die mit Brunnenwasser bewässern, nicht gefunden. Hier wurden lediglich ebenso wie bei den anderen vier Baumschulen eine Reihe von anderen weitverbreiteten *Phytophthora*-Arten nachgewiesen, die zwar gegenüber zahlreichen Baumarten, jedoch nicht gegenüber Erle aggressiv sind.

Mögliche Gegenmaßnahmen

Stockausschlagversuche

Ergebnisse eines fünfjährigen Versuches in England ergaben eine sehr geringe Neuinfektionsrate der Stockausschläge infizierter bachbegleitender Schwarzerlen (GIBBS 2003). Deshalb wurden in Bayern im Februar/März 2001 in drei Erstaufforstungen

von Schwarzerle auf Standorten mit unterschiedlichem Wasserhaushalt Stockausschlagversuche gestartet. Bei allen drei Pflanzungen war die *Erlen-Phytophthora* mit hoher Wahrscheinlichkeit aus der Baumschule mitgebracht worden.

Die Untersuchungen vor dem „Auf-den-Stock-Setzen“ ergaben, dass bei Pflanzungen auf nicht-überfluteten Standorten Schadausmaß und die Geschwindigkeit des Krankheitsverlaufes eindeutig vom Wasserhaushalt des Standortes abhängen. So waren in der Versuchsfläche Beuerberg sechs Jahre nach der Pflanzung auf dem nassen Standort am Hangfuß bereits doppelt so viele Erlen am Wurzelhals infiziert und sogar dreimal so viele Erlen abgestorben wie auf dem mäßig feuchten Standort am Oberhang (Tab. 1). Unterschiedliche Infektionsgrade in der Baumschule können als Ursache dieses Unterschiedes ausgeschlossen werden, da die Erlen beider Pflanzungen aus derselben Lieferung stammten. Dies deckt sich mit der in zahlreichen infizierten Pflanzungen gemachten Beobachtung, dass oberirdische Schäden auf den nasserem Kleinstandorten früher auftreten.

In allen drei Pflanzungen war der Ausschlagserfolg der Stöcke hochsignifikant mit dem Anteil des Stammumfanges mit nekrotischer Rinde korreliert. Die Korrelation mit der Kronenvitalität war dagegen deutlich schwächer und weniger signifikant. Für Prognosen über den kurzfristigen Erfolg dieser Bekämpfungsmaßnahme ist somit das Ausmaß der Rindenschädigung am Stammfuß aussagekräftiger als die Kronenvitalität.

Verglichen mit dem Ausschlagserfolg der Erlen in den englischen Stockausschlagversuchen waren die Ergebnisse unserer Versuche enttäuschend. Lediglich bei der Pflanzung am Oberhang mit

Standortsbedingungen	Anzahl Erlen gesamt	Kranke (tote) Erlen mit Teerflecken am Stammfuß (%)	Ausschlagprozent	
			2001	2002
Landwald mäßig feucht, Oberhang ¹	150	31,3 (6,7)	72,9	57,1
	257	52,1 (23,7)	30,6	24,0
Auwald ²	699 ³	26,5 (34,8)	28,3	25,4

¹ Erstaufforstung bei Wolfratshausen aus dem Jahr 1995. ² Erstaufforstung an der Abens aus dem Jahr 1988.
³ Nur 159 Erlen wurden auf den Stock gesetzt.

Tab. 1: Einfluß des Wasserhaushaltes des Standortes auf den Schädigungsgrad von Schwarzerlen in Pflanzungen, die mit der Erlen-Phytophthora infiziert sind, und Ausschlagprozent 5 bzw. 17 Monate nach dem „Auf-den-Stock-Setzen“.

einem relativ geringen Ausmaß oberirdischer Schäden (38 %) wurde fünf Monate nach dem „Auf-den-Stock-Setzen“ im Juli 2001 mit 73 % ein Ausschlagserfolg erzielt, der wieder zu einem geschlossenen Bestand führen könnte (Tab. 1). Auf der nassen Fläche am Unterhang und in der regelmäßig überfluteten Pflanzung an der Abens mit wesentlich höheren Schäden erlauben Ausschlagsprozente von etwa 30 % dagegen keine weitere forstliche Produktion. Aufgrund einer Neuinfektion der Stockausschläge vom Wurzelsystem aus starben zudem auf allen Flächen zahlreiche Stöcke im Frühsommer 2002 ab (Tab. 1).

Die geringen Ausschlagserfolge sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Infektion der Erlen in allen drei Pflanzungen im Wurzelsystem erfolgte und somit bei Erlen mit Rindennekrosen am Stammfuß bereits ein Teil des Wurzelsystems abgestorben war. Insbesondere bei Erlen mit nahezu stammumfassender Rindennekrose, bei denen der Erreger über mehrere Wurzeln zum Wurzelhals gelangte, war sogar ein Großteil des Wurzelsystems bereits abgestorben. Dies führte auch dazu, dass in allen drei Pflanzungen zahlreiche Erlen vom Wind geworfen waren. Aufgrund der Wurzelschädigung ist auch die Versorgung der Stockausschläge mit Wasser und Mineralstoffen deutlich erschwert. So konnte auf allen drei Flächen beobachtet werden, dass bei einigen stark geschädigten Stöcken zwar Stockausschläge gebildet wurden, diese jedoch bei hohen Lufttemperaturen vertrockneten. Flußbegleitende nicht-gepflanzte Erlen, wie sie in den englischen Versuchen verwendet wurden, werden dagegen mittels Zoosporen über Adventivwurzeln und Lentizellen am Wurzelhals infiziert. Da die *Erlen-Phytophthora* in erster Linie stammaufwärts wächst, bleibt das Wurzelsystem zumindest noch eine Zeit lang funktionsfähig. Werden solche Erlen auf den Stock gesetzt, stehen für die Bildung von Stockausschlägen mit Sicherheit höhere Kohlenhydratreserven zur Verfügung als bei Erlen mit reduziertem Wurzelsystem.

In allen drei Pflanzungen wie auch in vielen anderen Beständen wurden zahlreiche Erlen gefunden, die starke Rindenschäden durch *Phytophthora* am Stammfuß aufwiesen, diese jedoch zunächst erfolgreich überwältigt haben. Es ist somit denkbar, dass auf manchen nicht-überfluteten Standorten „Abwarten-und-Beobachten“ sinnvoller ist als „Auf-den-Stock-Setzen“.

Um Prognosen über die langfristige Entwicklung des Schadausmaßes in infizierten Beständen in Abhängigkeit vom Standort geben zu können, wurden deshalb im Sommer 2003 in 15 Pflanzungen

unterschiedlichen Alters und Schädigungsgrades auf verschiedenen Standorten Dauerbeobachtungsflächen angelegt.

Neue Anzuchtbedingungen für Erlen in Baumschulen

Um eine Verbreitung der *Erlen-Phytophthora* mit möglicherweise infiziertem Pflanzmaterial in der Zukunft auszuschließen, wurden im Jahr 2002 zwischen dem Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten und zahlreichen in der Erzeugergemeinschaft Forstpflanzen Süddeutschland organisierten Baumschulen neue Anzuchtbedingungen für Erlen vereinbart. Zentrale Punkte sind dabei die Aussaat und Verschulung vor Ort auf Flächen, die für mindestens fünf Jahre nicht mit Erle bestockt waren, sowie der Verzicht auf Bewässerung mit Oberflächenwasser. Höchstwahrscheinlich dürfte ein Rotationszyklus von drei Jahren genügen, da die *Erlen-Phytophthora* in den zwei Baumschulquartieren, die im Jahr 2000 mit dem Pathogen infiziert waren, nach zwei Jahren nicht mehr nachgewiesen werden konnte.

Selektion resistenter Schwarzerlen

Durch strikte Einhaltung der neuen Anzuchtbedingungen in Baumschulen kann für forstliche Erlenpflanzungen auf nicht-überfluteten Standorten ohne Anbindung an potenziell infektiöse Fließgewässer oder bereits infizierte Erlenbestände in der Zukunft ein Befall durch die *Erlen-Phytophthora* weitgehend ausgeschlossen werden. Für Erlenpflanzungen auf regelmäßig oder episodisch überfluteten Standorten sowie forstliche Erlenpflanzungen mit Anbindung an infizierte Erlenbestände kann eine Befallsfreiheit langfristig jedoch nur durch die Verwendung resistenter oder toleranter Erlen erreicht werden.

Gegen die meisten Pathogene gibt es resistente oder zumindest tolerante Individuen. Zwei groß angelegte Versuchsreihen in Großbritannien haben gezeigt, dass bei Schwarzerle auf der Provenienzebene keine Resistenz gegenüber der *Erlen-Phytophthora* besteht (GIBBS 2003). Das Vorkommen von gesunden Schwarzerlen in von der Erkrankung stark betroffenen flussbegleitenden Erlenbeständen spricht jedoch dafür, dass in der Natur resistente bzw. tolerante Individuen vorkommen. Daher werden seit Mai 2001 überlebende Schwarzerlen in stark erkrankten flussbegleitenden Freilandbeständen gezielt auf Resistenz gegenüber der *Erlen-Phytophthora* untersucht. Mit ersten Ergebnissen ist im Herbst 2003 zu rechnen.

Danksagung

Wir danken dem Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten für die Finanzierung des Forschungsprojektes. Ein herzlicher Dank gebührt außerdem allen Angehörigen der Bayerischen Staatsforstverwaltung und der Wasserwirtschaftsverwaltung, hier insbesondere Dr. Peter Jürging, für die umfangreich durchgeführten Erhebungen der Krankheitsverbreitung.

Literatur

Auf Anfrage bei den Verfassern.