
Krankheiten, Schädlinge und Schäden an der Flatterulme

Stefan Müller-Kroehling

Schlüsselwörter: Flatterulme, *Ulmus laevis*, Bayern, Waldschutz, Krankheiten, Schäden, Schädlinge, Ulmenwelke, Ulmensterben

Zusammenfassung: Das Ulmensterben ist derzeit weltweit der wichtigste Faktor, der die Nutzung von Ulmen in Landschaftspflege, Waldbau und Forstwirtschaft und der Wasserwirtschaft einschränkt. Die Flatterulme ist aus verschiedenen Gründen erheblich weniger anfällig für diese Krankheit als die anderen heimischen Arten, was lange Jahre zu wenig beachtet wurde. Das Ulmensterben ist für diese Baumart kein erheblicher Hinderungsgrund, sie zu pflanzen. Auch von anderen Schädlingen und Krankheiten wie dem Ulmen-Blattkäfer, der eingeschleppten Ulmen-Zickzackblattwespe oder der Ulmen-Phloemnekrose ist sie nicht stark betroffen bzw. weitgehend unempfindlich. Auch gegenüber abiotischen Unbilden und Wildschäden ist sie nicht sehr anfällig. Wie praktisch alle Baumarten ist sie nicht völlig unempfindlich gegen jede Form von Schäden, aber eben nicht anfällig für epidemisch auftretende Schäden und Schädlinge. Da Ulmen klassische Mischbaumarten sind, sollte sie stets in Mischung angebaut werden, was das Risiko des Auftretens von Schädlingen bei allen Baumarten verringert. Für alle Ulmenarten gilt, dass das Ulmensterben durch konsequente Kontrolle der Bestände und das Gesundschneiden oder Entfernen frisch erkrankter Bestandsglieder eingedämmt werden kann, doch handelt es sich dabei um eine Methode, die eine ausreichende Flächenpräsenz und konsequentes Vorgehen erfordert.

Das Ulmensterben

Ulmen werden in aller Regel fast automatisch mit dem Ulmensterben in Verbindung gebracht und gelten aus diesem Grund als eigentlich zu riskant für einen Anbau. Vielfach wurden daher lange Zeit bestenfalls noch wenige Einzelbäume aus Artenschutzgründen gepflanzt, oder aber, meist in geringem Umfang bereits angesichts der hohen Kosten, auf Resistenzzüchtungen zurückgegriffen. Erst seit etwa 20 Jahren, d. h. seit stärker bekannt wurde, dass die Flatterulme weniger anfällig für das Ulmensterben ist, wurde diese

in verstärktem Umfang gepflanzt. Dennoch bestehen auch noch heute erhebliche Vorbehalte von Forstseite gegen die Pflanzung von Ulmen.

In diesem Beitrag soll die Flatterulme hinsichtlich ihrer Gefährdung durch Krankheiten und Schädlinge beleuchtet werden, und auch ein allgemeiner Überblick über verschiedene Aspekte im Umgang mit dem Ulmensterben gegeben werden.

Das Ulmensterben ist eine ursprünglich aus Ostasien stammende Tracheomykose, also eine pilzliche Baumkrankheit, die die Leitungsbahnen verstopft. Ursprünglich als *Ceratocystis* oder *Graphium ulmi* beschrieben, wird sie heute unter den Namen *Ophiostoma ulmi* und *novo-ulmi* geführt. Letztere Art umfasst zwei Unterarten (früher als »Stämme« betrachtet) der so genannten aggressiven Art. Alle drei Varianten wurden nach Mitteleuropa eingeschleppt und kommen hier vor, auch wenn die nichaggressive Art (*O. ulmi*) mittlerweile regional sehr selten geworden oder sogar ausgestorben zu sein scheint (Kirisits und Konrad 2007). Ihre Unterscheidung kann u. a. über die Anzucht auf Agar (Stipes und Campana 1981) oder molekularbiologisch erfolgen. Mittlerweile hybridisieren die beiden aggressiven Unterarten auch miteinander (Santini und Faccoli 2013). Die Einschleppung erfolgte mehrfach, was zu mehreren Wellen des Ulmensterbens geführt haben. Da die erste Einschleppung nach Europa und besonders gravierende Schäden in den Niederlanden auftraten, wurde die Krankheit im angelsächsischen Raum als »Dutch Elm Disease« oder kurz »DED« bekannt.

Die erste Einschleppungswelle erfolgte in Form des aus Ostasien stammenden Pilzes *Ophiostoma ulmi* (*Ceratocystis ulmi*) in den 1910er Jahren und somit vor gut 100 Jahren in den Niederlanden. Die Krankheit vernichtete in der Folge Ulmenbestände in großen Teilen Europas und 20 Jahren später auch in den USA, wohin es zwischenzeitlich ebenfalls transportiert worden war (Santini und Faccoli 2013). Das Ausmaß der Schäden ging in den 1940 Jahren dann auf ein geringes Ausmaß zurück, nur um etwa zur Jahrhundertmitte, diesmal durch den Import der aggressiven Art (*O. novo-ulmi*, Brasier 1991) erneut aufzuflammen und bis heute anzu-

halten (Röhrig 1996), wenn auch vielerorts erneut nachlassend (z. B. Jürisoo et al. 2019).

In den Wäldern kann es zu einem raschen und weitgehenden Ausfall der vorkommenden, anfälligen Ulmenarten kommen, selbst in kühl-schattigen Naturwäldern (Mayer und Reimoser 1978).

Die Krankheit kann zwar auch über Wurzelverschmelzungen benachbart stehender Bäume erfolgen (Stipes und Campana 1981), was in Städten durchaus ein Problem auch für mutmaßlich resistente Ulmensorten sein kann (Weiß 2018). Sie ist für eine effiziente Ausbreitung aber auf Vektoren angewiesen, die sie in Europa vorwiegend in Form der etwa sieben Splintkäfer-Arten der Gattung *Scolytus* findet. Die hierzu zählenden Ulmensplintkäfer, aber beispielsweise auch der Eichensplintkäfer (*S. intricatus*) (Grüne 1979) können fast alle auch an Ulmen vorkommen, und einige sind auf Ulmen als Wirte ganz beschränkt. Allerdings werden von den verschiedenen *Scolytus*-Arten die verschiedenen Ulmen-Arten und ihre Dimensionen in sehr unterschiedlicher Weise angefliegen, und die verschiedenen Splintkäfer-Arten sind auch unterschiedlich effiziente Überträger der Krankheit (Webber 1990). Vor allem der Große Ulmensplintkäfer (*Scolytus scolytus*) gilt als effizientester Überträger und als Hauptvektor (Webber 1990, Faccoli 2001). Seitdem die Altbestände von Berg- und Feldulme dezimiert worden sind, ist die auf stärkeres Holz spezialisierte Art jedoch seltener geworden und es tritt meist der Kleine Ulmensplintkäfer (*S. multistriatus*) als Überträger auf. Auch der Mittlere Ulmensplintkäfer (*S. laevis*) ist meist ein weniger effektiver Vektor, ist in Nordeuropa aber unter aktuellen Bedingungen wohl der Hauptvektor der Art (Kirby und Fairhurst 1983). Die Wirtspektren der einzelnen *Scolytus*-Arten sind sehr unterschiedlich und hängen u. a. mit der Beschaffenheit der Rinde, aber auch den chemischen Inhaltsstoffen der Bäume zusammen (s. u.). Es wird vermutet, dass auch andere Borkenkäfer-Arten wie *Pteleobius kraatzi* die Krankheit übertragen können (Maksimovic 1979), aber sie sind auf jeden Fall schwache Vektoren im Vergleich zu den Ulmensplintkäfern.

Die Übertragung der Krankheit erfolgt durch den Reifungsfraß frisch geschlüpfter Jungkäfer in Zweigachsen, wobei die von dem befallenen Mutterbaum aufgenommenen Sporen von der Käferoberfläche auf die Fraßstelle übertragen werden. *Scolytus*-Arten verfügen nicht über die als Mycangien bezeichneten, speziellen Transportstrukturen für die Pilzsporen, sondern trans-



Abbildung 1: Abgestorbene Bergulme mit Fraßbild des Großen Ulmensplintkäfers (Ergoldinger Isaraue)

Foto: S. Müller-Kroehling

portieren die Pilzsporen auf der Körperoberfläche und im Darm (Moser et al. 2010). Für eine erfolgreiche Infektion ist eine gewisse Sporenlast erforderlich, die erreicht werden muss (Faccoli 2001), und auch in dieser Hinsicht unterscheiden sich die *Scolytus*-Arten erheblich in Bezug auf ihre Übertragungs-Effektivität (Webber 1990). Von der Infektionsstelle dringt der Pilz über die Gefäße weiter in den Stamm vor, was zunächst über den gelbblättrig werdenden Zweig bzw. Ast der Infektionsstelle bemerkbar wird (amerikanisch »Flag«, Abbildung 2). In diesem Zustand kann ein Baum, der rechtzeitig kontrolliert wird, auch noch gesundgeschnitten werden.

Der Erkrankungs- und im ungünstigen Verlaufsfalle Absterbeprozess nach einer Infektion wird unter anderem durch das Toxin Ceratoulmin ausgelöst, ferner durch weitere Enzyme und Toxine (Röhrig 1996), sowie auch durch die Gegenreaktion des Baumes, der durch das Verschließen der Gefäße durch Ausstülpfen der Thyllen (so genannte Verthyllung) versucht, die Infektion abzuschotten. Gelingt dies, kann der Baum wieder genesen, im anderen Fall stirbt er im Laufe von einem oder zwei Vegetationsperioden ab. Da-

bei vertrocknet der Baum, was eine charakteristisch, Tipi-artig »zusammengefaltete« Krone zur Folge hat. Hieran, und an einem fleckig schwarz gefärbten Ring im Holzquerschnitt, kann man bereits ohne Labormethoden einen Befall durch Ulmensterben nachweisen. Ein Fraßbild von Ulmensplintkäfern allein ist hingegen noch kein Beweis, dass der Baum vom Ulmensterben befallen sein muss, denn nicht jeder Splintkäfer-Befall geht auch mit einer Infektion mit dem Ulmensterben einher. Ulmen können also auch aus verschiedensten Gründen absterben (Wurzelschäden, Hallimasch-Befall, Trockenheit) und dabei stellenweise gleichzeitig auch von Ulmensplintkäfern besiedelt werden, ohne dass an dem Absterbeprozess das Ulmensterben beteiligt ist (Abbildung 1).

Auch eine lichte Krone ist kein Indiz für einen Befall (vgl. z. B. irrtümlich Degenhardt 2016). Vielmehr muss beachtet werden, dass nach einem starken Mastjahr für den Rest des Jahres dauerhaft stark reduzierte Belaubung der vorher mit Blüten und Früchten versehenen Zweige zu verzeichnen ist. Dies liegt darin begründet, dass Ulmenarten mit ihren sehr früh im Jahr austreibenden, chlorophyllhaltigen Früchten assimilieren und diese im Jahresverlauf nach dem Fruchtfall auch nicht durch Blätter ersetzen. Dieser Effekt kann dann verkahlende Kronenteile vortäuschen, wie sie im Zusammenhang mit manchen Ulmenerkrankungen auftreten können.

»Artengemeinschaft Ulmensterben«

Borken- und Splintkäfer dienen nicht nur Pilzen, sondern auch verschiedenen Kleinsttierarten und Mikroorganismen aus den Gruppen der Milben, Nematoden, Bakterien und Protozoen als Transportmedium. Es handelt sich um Arten, die auf ihnen, in ihnen oder in ihren Gängen leben (Moser et al. 2005, Moser et al. 2010), und manche dieser Arten ernähren sich von Pilzsporen, andere attackieren und dezimieren beispielsweise die Larven der Splintkäfer (Scheucher 1957).

Im Fall der Fadenwürmer (Nematoden) speziell an Ulmen sind einige Arten wie *Parasitaphelenchus oldhami*, *Parasitylenchus scolyti* und *P. secundus* bekannt, die als innere Parasiten Borkenkäfer befallen und in Europa an Ulmensplintkäfern der Gattung *Scolytus* gefunden wurden (Richens 1983) und hier sehr verbreitet und oft abundant, aber auch selten sein können (Hunt und Hague 1974, Rühm 1956). Es kann nicht ausgeschlossen werden dass sie eine regulierende Wirkung im Zusammenspiel mit auftretenden Bakterien haben, da die Abundanzen der Splintkäfer stark reduziert

waren, wenn Nematode und Bakterium gleichzeitig auftraten (Tomalak et al. 1988). Es noch nicht genau bekannt, welche Rolle diese Arten im Zusammenhang mit dem Ulmensterben spielen.

Gleiches gilt für Kleinpilze der Gattung *Geosmithia* wie *G. ulmacea*, die als einzige der etwa sieben Arten dieser Gattung ausschließlich auf Ulmen vorkommt (Pepori et al. 2015). Ihr Vorkommen ist mit dem Auftreten des Ulmensterbens assoziiert, und ein regelmäßiger überartlicher Gentransfer zwischen ihr und dem Erreger des Ulmensterbens (*O. novo-ulmi*) nachgewiesen, wobei der Gencode des *Welketoxins Ceratoulmin* übertragen wird (Bettini et al. 2014, Pepori et al. 2015). Noch ist unbekannt, wie beide Pilze und ihr gemeinsamer Vektor, die Splintkäfer, beim Ulmensterben exakt interagieren.

Fakt ist jedenfalls, dass das Ulmensterben nicht einfach aus einem System Ulmensplintkäfer und Pilz besteht, sondern daran mehrere Splint- und mehrere Pilzarten beteiligt sind bzw. sein können, die zudem auch mit weiteren Arten interagieren, so dass von einer komplexen Artengemeinschaft auszugehen ist. Es ist nicht ausgeschlossen, dass das Auftreten bestimmter Nematoden oder Milben und deren Einfluss auf die Käferpopulationen, aber auch auf den *Ophiostoma*-Pilz, mit dafür verantwortlich ist, dass die verschiedenen *Scolytus*-Arten so unterschiedliche effektive Vektoren der Krankheit sind (Moser et al. 2005).

Mehrere Hautflügler-Arten sind als Parasiten auf Borkenkäfer an Ulmen bzw. auf *Scolytus*-Arten spezialisiert (Manojlovic et al. 2000b, Manojlovic et al. 2003, Beaver 2009). Manojlovic et al. (2000a) erwähnen vier verbreitete Parasiten aus der Gruppe der Zweiflügler an Ulmen (Flutter- und Feldulme) in Serbien. Für die Praxis relevant ist, dass diese Antagonisten der Borkenkäfer von einer blütenreichen Umgebung stark gefördert werden (Manojlovic et al. 2000a).

Die Überlebende

Aus dem gesamten Verbreitungsgebiet gibt es zahlreiche Berichte, dass Flatterulmen ablaufende Epidemien des Ulmensterbens weitgehend oder völlig schadlos überstanden haben, so aus der Türkei (Sumer 1983), dem Elbawald (Dornbusch 1988, Roloff 2019), den Wiener Donauauen (Zukrigl 1995), Großbritannien (Harris 1996), Frankreich (Timbal und Collin 1999), Niedersachsen (Brötje und Fellenberg 1993), Deutschland (Röhrig 1996), sächsischen Auen (Mackenthun 2004), Nordrhein-Westfalen (Schmitt 2005), dem flämischen Teil Belgiens (Van der Mijnsbrugge 2005), den Kroatischen Save-Auen (Prpic et al. 2005), Schleswig-Holstein (Janssen und Hewicker 2006), Österreich (Günzl 1999,

Kirisits und Konrad 2007) und den Niederlanden (Maes 2013). Leuschner und Ellenberg (2017) sehen dieses Phänomen nur »in manchen Regionen« als gegeben an, ohne anzugeben, in welchen Regionen es nicht der Fall ist, oder Beispiele für solche zu nennen. Diese Beobachtung gilt indes keineswegs nur unter optimalen Wuchsbedingungen (Bilz 2006), sondern auch unter den widrigen Bedingungen der Stadt (Zürkriegl 1995, Kroehling und Müller-Kroehling 2013).

Die Gründe für eine wesentlich geringere Anfälligkeit für das Ulmensterben liegen unter anderem darin, dass die Flatterulme von den Haupt-Überträgern weniger (Gerken und Grüne 1978, Grove 1983, Sacchetti et al. 1990, Klimetzek und Kopp 1983, Collin 2000), u. a. wegen ihrer anderen Rinden-Inhaltsstoffe und Rindenstruktur (Kirby und Fairhurst 1983), und stattdessen von anderen Splintkäfer-Arten bevorzugt angefliegen wird, die schlechtere Vektoren der Krankheit sind (Webber 1990, Faccoli 2001) oder schlichtweg diese bei ihrer Entwicklung zum Jungkäfer nicht aufnehmen konnten, weil sie im Wirtsbaum nicht vorhanden waren.

Leider ging andererseits die Tatsache ihrer erheblich geringeren Empfindlichkeit für das Ulmensterben lange Jahre, und geht sie auch heute noch, aus relativ vielen Werken nicht hervor. Sautter (2003) beschreibt beispielsweise alle drei heimischen Ulmen als nicht unterschiedlich anfällig. Walentowski et al. (2004) bezeichnen beide Ulmenarten des Hartholzauwaldes (Feld- und Flatterulme) als »durch Pilzbefall (*Ophiostoma novo-ulmi*) geschwächt«, und sprechen von »starkem Ausfall durch den Ulmensplintkäfer« unter den »Nutzungsbedingten Veränderungen« der Gesellschaft. Anders als beim Eschentriebsterben handelt es sich jedoch nicht um einen schwächenden, latent vorhandenen Befall, sondern um eine epidemisch auftretende Krankheit. Die Ulmensplintkäfer treten auch nicht etwa speziell nutzungsbedingt stärker auf (Mayer und Reimoser 1978), sondern sind erst durch das eingeschleppte Ulmensterben problematisch geworden.

Die verbreitete Fehldarstellung in der forstlichen, vegetationskundlichen und populären Literatur (z. B. Baumbestimmungsbüchern) lag unter anderem bereits daran, dass zwischen den Ulmenarten nicht weiter differenziert wurde (sh. Müller-Kroehling 2003b), oder aber, konkret auf die Flatterulme bezogen, auf den (meist aber nicht als solchen zitierten) Quellenbezug auf die künstlichen Infektionsversuche junger Ulmen. Selbst manche Standardwerke bezüglich des Ulmensterbens gaben fälschlicher Weise ausdrücklich eine ungünstige Einschätzung (z. B. Sinclair und Campana 1978) an, die jedoch wiederum auf Infektionsver-

suchen basieren dürfte, denn Freiland-Beobachtungen werden in diesen Studien nicht zitiert.

Einstufungen, die auf Laborversuchen basieren (z. B. Stipes und Campana 1981) müssen ausdrücklich nicht der Realität unter Freilandbedingungen entsprechen. Insbesondere ist die künstliche Infektion junger Bäume nicht geeignet, die sich mit dem Lebensalter des Baumes erst aufbauenden Resistenzmechanismen widerzuspiegeln. Die Resistenz nimmt eben mit dem Alter zu (Townsend 1971, Zudilin 1969). Auch werden Jungbäume nicht oder allenfalls ausnahmsweise für den infizierenden Reifungsfraß angefliegen, so dass Infektionen an Jungbäumen etwas weitgehend künstliches darstellen. Auch zeigten einige der Resistenzversuche dennoch, dass das Auftreten der Symptome bei der künstlich infizierten jungen Flatterulmen verzögert auftrat, und sich viele davon auch wieder erholten.

Erst grundlegende Arbeiten beispielsweise von Timbal (1981) und für den deutschsprachigen Raum Müller-Kroehling (2003 a-c) haben den Umstand ihrer weitgehenden Unempfindlichkeit, unterstützt auch durch das Aufkommen des Internets (Wikipedia-Eintrag durch Verfasser ca. 2005), so publik gemacht, dass er heute viel besser bekannt und ein zunehmenden Zahl von Anwendern bewusst ist.

Umgang mit dem Ulmensterben

Für alle Ulmenarten gilt, dass das Ulmensterben durch konsequente Kontrolle der Bestände und das Gesundschneiden oder Entfernen frisch erkrankter Bestandsglieder eingedämmt werden kann, was in den USA seit vielen Jahrzehnten im urbanen Raum erfolgreich praktiziert wird (Sinclair und Campana 1978). Es handelt es sich dabei um eine Methode, die eine ausreichende Flächenpräsenz und konsequentes Vorgehen erfordert, da die Bestände entsprechend der zwei Hauptflugzeiten der Vektoren optimaler Weise zwei Mal im Jahr kontrolliert werden sollten, denn die Infektionen erfolgen in der Regel in der Phase der Frühholzbildung von Mitte Mai bis Anfang Juli (Angaben für die USA, Sinclair und Campana 1978). Die Methode wäre daher für kleine oder aber gut arrondierte Waldbesitzflächen im Prinzip günstiger als für große »Streureviere« und ist im Wald sicher nicht weiteres immer praktikabel.

Resistenzzüchtungen und die Folgen

Zum Teil wird aus dem epidemischen Auftreten eingeschleppter pilzlicher Erkrankungen heimischer Baumarten der Schluss gezogen, diese Baumarten nicht mehr zu verwenden und sie regelrecht abzuschreiben (z. B. LNU 1994). Wenn überhaupt, wurden Resistenzzüchtungen mit nichtheimischen Ulmen als Kreu-

zungspartnern vielfach als wichtigste oder gar einzig gangbare Lösung zum Erhalt »der Ulme« propagiert (z. B. Schwan et al. 2016, Pecori et al. 2017). Sowohl das Pflanzen solcher Züchtungsprodukte als auch die Verwendung exotischer Arten sind jedoch nicht unproblematisch. Zum einen ist zu beachten, dass diese Klone oder Exoten oftmals hoch anfällig für andere Krankheiten sind. So wird die Sibirische Ulme (*Ulmus pumila*) in den USA häufig gepflanzt, unterliegt dort aber ebenso wie viele der amerikanischen Ulmenarten und verschiedene der Hybriden dem Fraß des eingeschleppten Ulmenblattkäfers (*Xanthogalerucera luteola*) (Stipes und Campana 1981). Auch sind diese Bäume bezüglich ihrer Wuchseigenschaften häufig nur bedingt für den Wald geeignet, ganz unabhängig vom Preis. Bei manchen Sorten handelt es sich um Pfropfungen, während andere wurzelecht vermehrt werden (Weiß 2018).

Mutmaßlich auf ihre Resistenz gezüchtete und überprüfte Sorten erweisen sich teilweise in höherem Alter als doch anfällig (Roloff 2019), oder wenn es zur Übertragung der Krankheit durch Wurzelverwachsungen kommt (Weiß 2018).

Ein weiterer Grund ist, dass die gepflanzten Bäume sich durch Gentransport (beispielsweise Transgression) in heimische Ulmenpopulationen einkreuzen, oder auch selbst spontan verwildern (Cogolludo-Agustin et al. 2000, Brunet et al. 2013). Beides ist als Florenverfälschung zu verstehen und kann unkontrollierbare Folgen haben. Es ist keineswegs gesichert, dass nur günstige Eigenschaften wie eine Resistenz gegen das Ulmensterben an die heimischen Ulmenpopulationen weitergegeben werden. Es müssen daher beim Anbau vor allem in der freien Landschaft dieselben Überlegungen und Restriktionen gelten wie allgemein beim Ausbringen nichtheimischer Arten.

Eine sinnvollere Alternative ist die Resistenzzüchtung mit heimischen Arten, bei der resistente Individuen ausgelesen werden, wie es beispielsweise in Spanien schon mit mehreren Klon-Sorten der Feldulme gelungen ist (Martin et al. 2015). Bedacht werden muss aber auch hierbei, dass es sich dabei um Klone und somit um vegetative Vermehrung handelt, und mithin diese Individuen alle gleich anfällig für andere Stressfaktoren und Schädlinge sind.

Genetische Vielfalt ist ein wichtiger Schlüssel für die Resistenz bzw. Anfälligkeit gegenüber dem Ulmensterben, da die Individuen der Pflanzen in unterschiedlichem Umfang in der Lage sind, Abwehrstoffe oder Reaktionsgewebe zu bilden, um sich gegen Schädlinge zu wehren (Perdiguero et al. 2016).

Insgesamt ist das Auftreten epidemischer Erkrankungen an Bäumen etwas, dass es auch schon prähis-

torischer Zeit gegeben hat, wie im Falle des »Mid-Holocene elm falls« vor etwa 6000 Jahren, von dem vermutet wird, dass es auch bereits mit einer epidemischen Ulmenerkrankung in Verbindung gestanden haben könnte (Perry und Moore 1987, Peglar und Birks 1993). Neu ist die Geschwindigkeit und Menge, mit der nicht nur neue Krankheiten und Vektoren, sondern auch ständig neue Varietäten derselben weltweit verteilt werden, so dass die Möglichkeit für Coevolutionsprozesse immer wieder unterbrochen wird. Eine sehr wichtige Maßnahme zum Erhalt der weltweiten Baum- und Waldbestände wären daher noch erheblich effektivere Maßnahmen, die diese Einschleppungswege regulieren.

Weitere Krankheiten und Schädlinge

Die Liste von Schädlingen und Schäden, die an Ulmen auftreten können, ist relativ lang (Stipes und Campana 1981). Die Flatterulme ist nicht nur gegenüber dem Ulmensterben wenig empfindlich, sie hat auch sonst wenige bestandsbedrohende Schaderreger.

Braun und Sinclair (1979) berichteten von Auftreten der typischen Schäden der Ulmen-Phloemnekrose (englisch »Elms yellows«, wissenschaftlich »*Candidatus Phytoplasma ulmi*«) im Laborversuch an verschiedenen Ulmenarten, darunter auch *U. laevis*. Die Krankheit wurde auch in Deutschland nachgewiesen (Eisold et al. 2015), und die Flatterulme ist zwar offenbar zumindest regional recht häufig infiziert (Eisold et al. 2015), erweist sich aber als im Freiland kaum anfällig dafür (Mitthemberger et al. 1993). Sie zeigt also nur relativ selten Symptome, auch wenn einzelne Individuen betroffen sein und dann Wuchsstockungen zeigen können (Stipes und Campana 1981). Möglicherweise gibt es unterschiedlich pathogene Stämme dieses Bakterienverwandten (Jovic et al. 2008).

Ulmen können von verschiedenen Viren befallen werden, die Blattflecken oder Hexenbesen-Wuchs hervorrufen sowie Bäume schwächen können (Stipes und Campana 1981). Büttner et al. (2015) berichten vom Auftreten von »Ringfleckigkeit« und Blattnekrosen durch das »Elm Mottle Virus« (EMoV) an Flatterulme im Raum Berlin, das derzeit weiter untersucht wird (Eisold 2018). Die Flatterulme ist nicht oder jedenfalls wenig anfällig für den Ulmenblattkäfer (*Xanthogalerucera luteola*) (Mitthemberger et al. 1993), einer bei uns heimischen Art, die in Nordamerika vor allem an den anderen europäischen Arten, einigen amerikanischen Arten,



Abbildung 2: Gelbfärbung eines Kronenastes (»Fahne«) nach erfolgter Infektion des Baumes, hier an Bergulme in der Ergoldinger Isaraue. Foto: S. Müller-Kroehling

aber auch gepflanzten Restistenzzüchtungen erhebliche Schäden verursacht (Stipes und Campana (1981). Nach Hall et al. (1987) wird sie zwar aufgrund von Laborversuchen als mäßig empfindlich eingestuft, doch entspricht dies möglicherweise nicht den Freilandbedingungen.

Auch für die seit 2011 in Bayern aus Asien eingeschleppte Ulmenzickzackblattwespe oder Japanische Bürstenhornblattwespe (*Aproceros leucopoda*) (Blank et al. 2010, Blank et al. 2011), die sich dank ihrer partenogenetischen Vermehrung sehr rasch bei uns verbreiten konnte, ist sie nicht anfällig (z. B. Petercord 2017).

Blattgallen, die durch Blattläuse und Gallmilben verursacht werden, stellen keine tatsächlichen Schäden dar. Sie sind, wie die Flatterulmen-spezifische Hahnenkammgalle *Colopha compressa*, ein rein optisches Phänomen. Auch die frei fressenden Blattläuse, Schildläuse, der Ulmenblattfloh und verschiedene Schmetterlinge und Blattwespen sind zwar verbreitet, aber harmlos (vgl. Müller-Kroehling mit dem Beitrag zu Biodiversität in diesem Band). Zwar können Frostspanner-Arten (eig. Beobachtung) oder Ulmen-Blattwespe (*Trichiocampus ulmi*, syn. *Cladius ulmi*) Kahlfraß an Ulmen verursachen (Horn 1982), doch wird dieser von der Flatterulme gut überstanden.

Ryss und Polyanina (2015) fanden xylobionte Nematoden der Gattungen *Bursaphelenchus*, *Laimaphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Nothotylenchus*, *Neoditylenchus*, *Panagrolaimus* und *Rhabditolaimus* in Bergulmen in St. Petersburg. Darunter war eine neu beschriebene *Bursaphelenchus*-Art, die möglicherweise mit dem Auftreten des Ulmensterbens assoziiert ist, denn sie wurde gemeinsam mit diesem Schadpilz in den Lar-

ven und Adulten von Großem und Kleinen Ulmensplintkäfer gefunden. Verschiedene holzbewohnende Nematodenarten an Ulmen existieren (Stipes und Campana 1981), doch ist nicht bekannt, ob unter diesen auch eine Art sein könnte, die heimischen Ulmen gefährlich werden kann, vergleichbar der Kiefernholz-Nematode. Niemand kann wohl ausschließen, dass nicht in Zukunft durch den globalen Handel weitere Schädlinge aus fremden Gebieten hiesige Baumpopulationen schädigen können.

Verschieden Pilzarten können am Holz und auf den Blättern auftreten, sind jedoch in keinem Fall bestandsbedrohend. Relativ häufig tritt an Ulmen allgemein und speziell auch an der Flatterulme bakterieller Schleimfluss auf (Röder 1990), für den das Bakterium *Erwinia nimipressuralis* hauptverantwortlich zeichnet (Richens 1983). Dieser Schleimfluss ist für den Baum harmlos und wird von besiedelnden Hefepilzen zu Gärungsprozessen gebracht. An dieser Struktur leben eine Reihe hoch spezialisierter Zweiflügler und Käfer (vgl. Müller-Kroehling in diesem Band). Da der Bakterienbefall die Ausbreitung von Pilzen vollständig verhindert (Stipes und Campana 1981), ist er unter Umständen für den Baum sogar ein besonders stabiler Zustand. Yde-Andersen (1983) sieht manche Pilz- und Bakterienarten im Xylem von Ulmen als Antagonisten des Ulmensterbens an.

Nur ausnahmsweise werden unsere heimischen Ulmenarten einschließlich der Flatterulme von Misteln befallen (Richens 1983), Meldungen von Flatterulme erwiesen sich aber als Fehlbestimmungen (Buhr 1965). Schäden durch Wirbeltiere können bei überhöhten Wildständen für viele Laubbaumarten den Anbau erheblich einschränken oder aufwändig machen. Die Flatterulme ist mäßig durch Wildverbiss und etwas stärker durch Verfegen durch Rehe gefährdet. Ulmenlaub wurde und wird in manchen Teil der Welt geschnitten und als Viehfutter verwendet und ist mithin beim Weidevieh begehrt, so dass dieses Ulmenpflanzen bei Waldweide erhebliche Schäden zufügen kann. Schäden durch Eichhörnchen wurden in einem Fall auf einer waldnahen Aufforstung beobachtet und bestanden darin, dass die hüfthohen Jungbäume geköpft wurden, um den aufsteigenden Baumsaft zu trinken (Müller-Kroehling 2005).

Tabelle 1 fasst die wichtigsten Ulmenschädlinge und die Empfindlichkeit der Flatterulme zusammen.

Schädling bzw. Krankheit	Bewertung Flatterulme
Ulmensterben (<i>Ophiostoma ulmi</i> und <i>novo-ulmi</i>)	weniger anfällig als die anderen heimischen Arten, wenn auch nicht immun; häufig Überleben einer Infektion
Borkenkäfer-Befall (v. a. durch <i>Scolytus</i> -Arten)	mäßig gefährdet, v. a. bei Schwächung; im Schwerpunkt andere <i>Scolytus</i> -Arten als Berg- und Feldulme, und weniger durch die an diesen stark vermehrende Arten präferiert
Ulmen-Zickzack-Blattwespe (<i>Aproceros leucopoda</i>)	nicht anfällig
Ulmen-Blattkäfer (<i>Xanthogalerucera luteola</i>)	nicht anfällig
Phloemnekrose (<i>Candidatus mycoplasma ulmi</i>); »Elm yellows«	selten Symptome zeigend, offenbar relativ immun
Ringfleckigkeit durch »Elm Mottle Virus« (EMoV)	bisher wenig bedeutsam; Befunde aus Brandenburg bedürfen der weiteren Beobachtung
Schmetterlingsraupen und Blattwespenraupen	Fraß bis zum Kahlfraß kann auftreten, wird aber durch Neuaustrieb gut überwunden
Mistelbefall (<i>Viscum album ssp. album</i>)	nicht anfällig

Tabelle 1: Empfindlichkeit der Flatterulme gegenüber Schädlingen und Krankheiten von Ulmen (Belege bzw. Quellen vgl. im Text)

Insgesamt ist ihre Anfälligkeit gegenüber Schäden und Krankheiten gering, auch wenn es immer wieder zu Erkrankungen, Schäden oder Ausfällen einzelner Individuen kommen kann. Garant einer hohen Widerstandsfähigkeit ist unter anderem eine breite genetische Basis (Perdiguero et al. 2016).

Umweltbelastungen und Witterungseinflüsse

Gegen witterungsbedingte Schäden ist die Flatterulme wenig empfindlich. Frostschäden und Spätfrostschäden können auftreten, und an kalten Standorten kann die im ausgehenden Winter erfolgende Blüte in ungünstigen Jahren erfrieren (Clauss, Mitt. per E-Mail 2018). An der Nordgrenze ihrer Verbreitung in Südfinnland werden indes fast jedes Jahr Früchte ausgebildet (Linkola 1934). Vorkommen im Fichtelgebirge und im Hinteren Bayerischen Wald sowie ihr nördliches Vorkommen bis nach Südfinnland (Linkola 1934) ebenso wie ihre breite Verbreitung im Baltikum zeigen indes, dass

sie keine extrem wärmebedürftige Baumart ist. Sie hat in jedem Fall eine günstige Prognose im Klimawandel (vgl. Thurm et al. in diesem Band) und ist wegen ihres tief reichenden Wurzelsystems (Köstler et al. 1968) wenig empfindlich gegen Sommertrockenheit (Vyskot 1984). Obwohl sie eher eine Feuchtwaldbaumart ist, gilt dies auch auf eher nicht durchgehend feuchten oder nassen Standorten. Ihr erfolgreichen Anbau sogar als Windschutzgehölz in den Steppen Osteuropas (Viktorov und Bystrajancev 1960, Ivanov 1984) und ihrer Unempfindlichkeit gegenüber Stadtklima (Müller-Kroehling in diesem Band) zeigen, dass auch diese Stressfaktoren kein entscheidender Faktor für ihren Anbau sind. Gegenüber Überschwemmungen und Überstau, auch mit relativ stagnierendem Wasser, ist sie sehr wenig empfindlich (Späth 1986).

Tabelle 2 fasst das Verhalten der Flatterulme zu verschiedenen Umweltfaktoren zusammen (vgl. auch Beitrag »Flatterulme als Stadtbaum« in diesem Band).

Stressfaktoren	Bewertung Flatterulme durch Verfasser
Bodenverdichtung	ausgesprochen tolerant
Trockenphasen	ausgesprochen tolerant
Salzbelastung u. a. durch Auftausalze	tolerant gegenüber gewissem Salzgehalt des Bodens
Schwermetallbelastung	tolerant gegen gewisser Schwermetallbelastung
Überschwemmungen, hoch anstehendes Grundwasser	ausgesprochen tolerant gegenüber hoch anstehender Feuchte und Wechselfeuchte
Brand	relativ tolerant und regenerationsfähig
Frost	relativ tolerant gegen Winterfrost, Früh- und Spätfrost; Blüten können erfrieren, Frostleisten können auftreten

Tabelle 2: Bekannte Wirkungen biotischer und abiotischer Schadfaktoren auf die Flatterulme

Ausblick

Wie praktisch alle Baumarten ist die Flatterulme natürlich nicht völlig unempfindlich gegen jede Form von Schäden, aber eben nicht anfällig für epidemisch auftretende Schäden und Schädlinge. Da Ulmen klassische Mischbaumarten sind, sollte sie stets in Mischung angebaut werden, was das Risiko des Auftretens von Schädlingen bei allen Baumarten verringert. Für alle Ulmenarten gilt, dass das Ulmensterben durch konsequente Kontrolle der Bestände und das Gesundschneiden oder Entfernen frisch erkrankter Bestandsglieder eingedämmt werden kann, doch handelt es sich dabei um eine Methode, die eine ausreichende Flächenpräsenz und konsequentes Vorgehen erfordert.

Zwei Krankheiten bzw. Schädlinge anderer heimischer Baumarten, die Erlen-Phytophthora (*Phytophthora alni*) und das Eschentriebsterben durch das Falsche Weiße Stängelbecherchen (*Hymenoscyphus fraxineus*) sind im Zusammenhang mit der Flatterulme ebenfalls zu erwähnen. Diese Krankheiten schränken den Anbau der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) bzw. der Gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior*) erheblich ein, und haben dazu geführt, dass zunehmend die Flatterulme als Ersatz- bzw. vielmehr als ergänzendes Gehölz empfohlen (Müller-Kroehling 2011, Müller-Kroehling und Clauss 2011) und gepflanzt (vgl. Müller-Kroehling in diesem Band, Flatterulme in Bayern) wird. Dabei ist bedeutsam, dass auch die Eschen und Erlen eine günstigere Prognose haben, wenn sie in Mischung vorkommen (Müller-Kroehling und Schmidt 2019), so dass der Anbau bzw. die Pflanzung der Flatterulme nicht nur als Ersatz, sondern vor allem auch als Ergänzung verstanden werden sollte.

Viel spricht dafür, dass nicht Versuche mit der künstlichen Ausbringung von Antagonisten (z. B. Zimmermann 1985), sondern ein sich stabilisierendes System, das der Baumpopulation eine Chance gibt, sich auf den Schädling einzustellen, eingebettet in einen möglichst vielfältigen Lebensraum, die besten Chancen für das Überleben der Bäume bietet. Theorien zufolge hat bereits ein starker Ulmen-Rückgang im Mittleren Holozän, der in Pollendiagrammen nachweisbar ist, seinen Zusammenhang mit einer damaligen möglichen pilzlichen Erkrankung der Ulmen (Perry und Moore 1987, Peglar und Birks 1993). Die Erkenntnisse sprechen dafür, dass Baumarten und Schädling sich innerhalb der überschaubaren Zeitspanne weniger Jahrzehnte so weit weiterentwickeln, dass es nicht zum Totalausfall der Baumart kommt, sondern sich diese an den neuen

Schädling anpasst, und der Schädling durch verschiedene Faktoren an Virulenz verliert. Der nicht aggressive Verursacher des ersten Ulmensterbens hatte in den 1940er Jahren bereits stark an Virulenz verloren, unter anderem durch den so genannten »d-Faktor«, eine virale Erkrankung des *Ophiostoma*-Pilzes, die zu einer Hypovirulenz führt (Röhrig 1996). Bei Untersuchungen in Österreich für den Zeitraum 1993–1997 war *O. ulmi* als Art der »ersten Welle« bereits gar nicht mehr nachweisbar (Kirisits et al. 2001). Ein ständiger »Import-Export« neuer Stämme der Krankheit mit interkontinental transportiertem Holz setzt dieser Anpassung der Bäume an die Schädlinge aber enge Grenzen. Es ist ungewiss, wie sich das komplexe Artengeflecht, das Teil der Ulmensterbenskrankheit ist, im Klimawandel verhalten wird (Santini und Faccoli 2001), zumal das ideale Wachstum des Pilzes in einer bestimmten Temperaturspanne erfolgt (Sinclair und Campana 1978). Genetische Vielfalt ist entscheidend dafür, dass lokale Populationen auf Stressfaktoren mit Schutzreaktionen reagieren können (Perdiguero et al. 2016).

Literatur

- Beaver, R. (2009): The biology and immature stages of *Entedon leucogramma* (Ratzeburg) (Hymenoptera: Eulophidae), a parasite of bark beetles. – *Physiological Entomology* 41(1-3): 37-41.
- Bettini, P.P.; Frascella, A.; Kolařík, M.; Comparini, C.; Pepori, A.L.; Santini, A.; Scala, F.; Scala, A. (2014): Widespread horizontal transfer of the cerato-ulmin gene between *Ophiostoma novo-ulmi* and *Geosmithia* species. – *Fungal Biology* 118(8): 663-674.
- Bilz, D. (2006): Ulme als Straßenbaum. – *Baumzeitung*, 03/06: 29-31.
- Blank S.M.; Hara H.; Mikulás J.; Csóka G.; Ciornei C.; Constantineanu R.; Constantineanu I.; Roller L.; Altenhofer E.; Huflejt T.; Véték G. 2010: *Aproceros leucopoda* (Hymenoptera: Argidae): An East Asian pest of elms (*Ulmus* spp.) invading Europe. – *European Journal of Entomology* 107: 357-367.
- Brasier, C.M. (1991): *Ophiostoma novo-ulmi* sp. Nov., causative agent of current Dutch elm disease pandemics. – *Mycopathologia* 115 151-161.
- Braun, E.J.; Sinclair, W.A. (1979): Phloem necrosis of elms: symptoms and histopathological observations in tolerant hosts. – *Phytopathology* 69(4): 354-358.
- Brötje, H.; Fellenberg, U. (1993): Erste Erfahrungen mit der Ulmenerhaltung in Norddeutschland. – *Ber. Hess. FVA* 16: 39-43.
- Brunet, J.; Zalapa, J.E.; Pecori, F.; Santini, A. (2013): Hybridization and introgression between the exotic Siberian elm, *Ulmus pumila*, and the native Field elm, *U. minor*, in Italy. – *Biological Invasions* 15(12): 2717-2730.

- Büttner, C.; von Barga, S.; Eisold, A.-M.; Bandte, M.; Rott, M. (2015): Eine Fallstudie zum Elm mottle (EMoV) an Ulme (*Ulmus* sp.). – Jahrbuch Baumpflege 2015: 245-249.
- Buhr, H. (1965): Bestimmungstabellen der Gallen (Zoo- und Phytocecidien) an Pflanzen Mittel- und Nordeuropas. Bd. II. – Jena, 1572 S. + Tafeln.
- Burdekin, D.A. (1983): Research on Dutch Elm Disease in Europe. – Forestry Commission Bulletin 60, 113 S.
- Cogolludo-Agustin, M.A.; Agundez, D.; Gil, L. (2000): Identification of native and hybrid elms in Spain using isoyme gene markers. – Heredity 85: 157-166.
- Collin, E. (2000): Strategies and guidelines for the conservation of the genetic resources of the European elms. Internet-Seite http://www.ipgri.cgiar.org/networks/euforgen/networks/noble_hardwoods/Strategies/nhelmstrat.htm, Ausdruck vom 22.9.2001).
- Dornbusch, P. (1988): Bestockungsprofile in Dauerbeobachtungsflächen im Biosphärenreservat Mittlere Elbe, DDR. – Arch. Nat.schutz. Landschaftsforsch. 28(4): 245-263.
- Eisold, A.-M. (2018): Molecular characterization of the movement and coat proteins of a new elm mottle isolate infecting European White Elm (*Ulmus laevis* Pall.). – Int. J. Phytopathol. 8(1): 1-7
- Eisold, A.-M.; Kube, M.; Holz, S.; Büttner, C. (2015): First Report of 'Candidatus Phytoplasma ulmi' in *Ulmus laevis* in Germany. – Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. Comm. Appl. Biol. Sci, Ghent University: 575-579.
- Faccoli, M. (2001): Elm bark beetles and Dutch Elm Disease: tests of combined control. – Anz. Schädlingskde./J. Pest Science 74: 22-29.
- Gerken, B.; Grüne, S. (1978): Zur biologischen Bedeutung käfer eigener Duftstoffe des Großen Ulmensplintkäfers *Scolytus scolytus* F. – Mitt. Dtsch. Allg. Angew. Ent. 1: 38-41.
- Grove, J.F. (1983): Biochemical investigations related to Dutch elm disease carried out at the Agricultural Research Council Unit of Invertebrate Chemistry and Physiology, University of Sussex, 1973-1982. – In: Burdekin, D.A. (Hrsg.): Research on Dutch Elm Disease in Europe – Forestry Commission Bull. 60: 59-66.
- Grüne, S. (1979): Handbuch zur Bestimmung der europäischen Borkenkäfer. – Hannover, 182 S.
- Günzl, L. (1999): Ulmen in Ostösterreich. – AFZ/Der Wald 16: 843-844.
- Hall, R.W.; Townsend, A.M.; Barger, J.H. (1987): Suitability of Thirteen Different Host Species for Elm Leaf Beetle, *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae). – J. Environ. Hort. 5(3):143-145.
- Harris, E. (1996): The European White Elm in Britain. – Quarterly Journal of Forestry 90 :121-125.
- Horn, O. (1981): Zur Lebensweise und Populationsdynamik der Ulmenblattwespe (*Trichocampus ulmi* L.). – Unveröff. Diplomarbeit Inst. Angew. Zool. Forstwiss. Fak. Univ. München (rezensiert in Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 55: 126.)
- Hunt, D.J.; Hague, N.G.M. (1974): The Distribution and Abundance of *Parasitaphelenchus oldhami*, a Nematode Parasite of *Scolytus scolytus* and *S. multistriatus*, the Bark Beetle Vectors of Dutch Elm Disease. – Plant Pathology 23(4): 133-135.
- Janssen, G.; Hewicker, H.-A. (2006): Die Flatterulme (*Ulmus laevis* Pall.) in Schleswig-Holstein. Verbreitung, Habitat und Vergesellschaftung, Gefährdung und Schutz. – Drosera, Naturkdl. Mitt. Nordwestdeutschland 2006: 47-66.
- Jovic, J.; Cvrkovic, T.; Mitrovic, M.; Petrovic, A.; Krnjajic, S.; Tosevski, I. (2008): New strain of 'Candidatus Phytoplasma ulmi' infecting *Ulmus minor* and *U. laevis* in Serbia. – Plant Pathology 57: 1174.
- Jürisoo, L.; Adamson, K.; Pedari, A.; Drenkhan, R. (2019): Health of elms and Dutch elm disease in Estonia. – Eur. J. Plant. Pathol. 154(3): 823-841.
- Kätzel, R.; Reichling, A. (2009): Genetische Ressourcen der Flatterulme (*Ulmus laevis*) in Deutschland. – Archiv Forstwes. und Landschaftsökol. 2: 49-56.
- Kirby, S.G.; Fairhurst, C.P. (1983): The Ecology of Elm Bark Beetles in Northern Britain. – In Burdekin, D.A. (1983, Hrsg.): Research on DED in Europe. – In: Burdekin, D.A. (Hrsg.): Research on Dutch Elm Disease in Europe – Forestry Commission Bull. 60: 29-39.
- Kirisits, T.; Konrad, H. (2007): Die Holländische Ulmenwelke in Österreich. – Forstschutz aktuell 38: 20-23.
- Kirisits, T.; Krumböck, S.; Konrad, H.; Pennerstorfer, J.; Halmschlagger, E. (2001): Untersuchungen über das Auftreten der Erreger der Holländischen Ulmenwelke in Österreich. – Forstw. CBL 120: 231-241.
- Klimetzek, D.; Kopp, H.-P. (1983): Scolytid pheromone research in West Germany. – In: Burdekin, D.A. (Hrsg.): Research on Dutch Elm Disease in Europe – Forestry Commission Bull. 60: 50-58.
- Kraus, M.; Liston, A.; Taeger, A. (2011): Die invasive Zick-Zack-Ulmenblattwespe *Aproceros leucopoda* Takeuchi, 1939 (Hymenoptera: Argidae) in Deutschland. – DgaaE-Nachrichtn 25(3): 117-119.
- Leuschner, C.; Ellenberg, H. (2017): Ecology of Central European Forests. Vegetation Ecology of Central Europe, Vol. I. – Cham/Schweiz (Springer), 971 S.
- LNU (Landesarbeitsgemeinschaft Naturschutz NRW (1994): Kranke Ulmen in NRW. – LÖBF-Mitteilungen 3/94: 7.
- Mackenthun, G. (2004): The role of *Ulmus laevis* in German floodplain landscapes. – Invet. Agrar. Sist. Recur. For. 13(1): 55-63.

- Maes, B. (2013): Inhemse bomen en struiken in Nederland en Vlaanderen. – Utrecht, 428 S.
- Maksimovic, M. (1979): Über den Einfluß der Borkenkäferdichte auf das Ulmensterben in einigen Wäldern Jugoslawiens/ Influence of the density of bark beetles and their parasites on dieback of elm in some woods of Yugoslavia. – Zeitschrift für Angewandte Entomologie 88(3): 283-295.
- Manojlovic, B.; Zabel, A.; Kostic, M.; Stankovic, S. (2000a): Effect of nutrition of parasites with nectar of melliferous plants on parasitism of the elm bark beetles (Col., Scolytidae). J. Appl. Entomol. 124 (3-4): 155-161.
- Manojlović, B.; Zabel, A.; Stankovic, S.; Kostić, M. (2000b): *Ecphylus silesiacus* (Ratz.) (Hymenoptera, Braconidae), an important elm bark beetle parasitoid. – Agricultural and Forest Entomology 2. 63-67.
- Manojlovic, B.; Zabel, A.; Perric, P.; Stankovic, S.; Rajkovic, S.; Kostic, M.B. (2003): *Dendrosoter protuberans* (Hymenoptera: Braconidae), An important Elm Bark Beetle parasitoid. – Biocontrol Science and Technology 13(4): 429-439.
- Martin, J.A.; Solla, A.; Venturas, M.; Collada, C.; Dominguez, J.; Miranda, E.; Fuentes, P.; Buron, M.; Iglesias, S.; Gil, L. (2015): Seven *Ulmus minor* clones tolerant to *Ophiostoma novo-ulmi* registered as forst reproductive material in Spain. – iForest – Biogeosciences and Forestry 8: 172-214 (Collection: 3rd International Elm Conference, Florence (Italy 2013) »The elms after 100 years of Dutch Elm disease« Guest Editors: A. Santini, L. Ghelardini, E. Collin, A. Solla, J. Brunet, M. Faccoli, A. Scala, S. De Vries, J. Buiteveld).
- Mayer, H.; Reimoser, F. (1978): Die Auswirkungen des Ulmensterbens im Buchen-Naturwaldreservat Dobra (Niederösterreichisches Waldviertel). – Forstwiss. Centralbl. 97(6): 314-321.
- Mitterpergher, L.; Fagnani, A.; Ferrini, F. (1993): L'olmo ciliato (*Ulmus laevis* Pallas), un olmo europeo interessante e poco conosciuto. – Monti e Boschi 44(4): 13-17.
- Moser, J.C.; Konrad, H.; Kirisits, T.; Carta, L.K. (2005): Phoretic mites and nematode associates of *Scolytus multistriatus* and *Scolytus pygmaeus* (Coleoptera: Scolytidae) in Austria. – Agricultural and Forest Entomology 7: 169-177.
- Moser, J.C.; Konrad, H.; Blomquist, S.R.; Kirisits, T. (2010): Do mites phoretic on elm bark beetles contribute to the transmission of Dutch elm disease? – Naturwissenschaften 97: 219-227.
- Müller-Kroehling, S. (2005): Triebschäden durch Eichhörnchen. – AFZ/Der Wald 12: 627-628.
- Müller-Kroehling, S.; Schmidt, O. (2019): Eschentriebsterben und Naturschutz. – AFZ/Der Wald 3: 26-29.
- Pecori, F.; Ghelardini, L.; Luchi, N.; Pepori, A.L.; Santini, A. (2017): Lights and shadows of a possible strategy to cope with alien and destructive forest pathogens: The example of breeding for resistance to Dutch elm disease in Italy. – Baltic Forestry 23(1): 255-263.
- Peglar, S.M.; Birks, H.J.B. (1993): The mid-Holocene *Ulmus* fall at Diss Mere, Southeast England. – disease or human impact? – Veget. Hist. Archaeobot. 2: 61-68.
- Pepori A.; Kolafik, M.; Bettini, P.P.; Vettraino, A.M.; Santini, A. (2015): Morphological and molecular characterisation of *Geosmithia* species on European elms. – Fungal Biology 119 (11): 1063-1974.
- Perdiguero, P.; Sobrino-Plata, J.; Venturas, M.; Martin, J.A.; Gil, J.; Collada, C. (2016): Gene expression trade-offs between defence and growth in English elm induced by *Ophiostoma novo-ulmi*. – Plant Cell. Environ. 41: 198-214.
- Perry, I.; Moore, P.D. (1987): Dutch elm disease as an analogue of Neolithic elm decline. – nature 326: 72-73.
- Petercord, R. (2017): Im Zickzack durch das Ulmenblatt. – AFZ/ Der Wald 8:30-31.
- Pinon, J.; Husson, C.; Collin, E. (2005): Succptibility of native French elm clones to *Ophiostoma novo-ulmi*. – Ann. For. Sci. 62: 689-696.
- Prpic, B.; Seletkovic, Z.; Tikvic, I. (2005): Ecological constitution of the tree species in floodplain forests. – In: Akademia Sumarskih Znanosti (2005, Hrsg.): Floodplain forests in Croatia, S. 147-167.
- Richens, R.H. (1983): Elm. – Cambridge, 347 S.
- Röder, D. (1990): Biologie der Schwebfliegen Deutschlands. – Kelttern-Weiler, 575 S.
- Röhrig, E. (1996): Die Ulmen in Europa. Ökologie und epidemische Erkrankung. – Forstarchiv 67: 179-198.
- Rühm, W. (1956): Die Nematoden der Ipiden. - Parasitologische Schriftenreihe 6: 1- 437.
- Ryss, A.; Polyanina, K. (2015): Xylobiont nematodes parasitizing elm *Ulmus glabra* in parks of St. Petersburg, Russia. – Conference: Eleventh International Symposium of the Russian Society of Nematologists, 6-11 July, 2015. – Russian Journal of Nematology 23(2):168.
- Sacchetti, P.; Tiberi, R.; Mitterpergher, L. (1990): Preferenza di *Scolytus multistriatus* durante la fase di maturazione delle gonadi nei confronti di due specie di olmo. – Redia 73(2): 347-354.
- Santini, A.; Faccoli, M. (2013) Dutch elm disease and elm bark beetles: a century of association. – iForest – Biogeosciences and Forestry 8: 126-134 (Collection: 3rd International Elm Conference, Florence (Italy 2013) »The elms after 100 years of Dutch Elm disease« Guest Editors: A. Santini, L. Ghelardini, E. Collin, A. Solla, J. Brunet, M. Faccoli, A. Scala, S. De Vries, J. Buiteveld).
- Sauter, R. (2003): Waldgesellschaften in Bayern. – Landsberg, 224 S.

- Scheucher, R. (1957): Systematik und Ökologie Mitteleuropäischer Acarina. Beiträge zur Systematik und Ökologie Mitteleuropäischer Acarina (Hrsg. Stammer, H.-J), Band 1, Teil 1 Abschnitt 2. – Leipzig, S. 233-384.
- Schmitt, H.P. (2005): Erhaltungsmaßnahmen für die Ulmen in Nordrhein-Westfalen. – LÖBF-Mitteilungen 2005(1): 20-23.
- Sinclair, W.A.; Campana, R.J. (1978): Dutch Elm Disease – Perspectives After 60 Years. – Search Agriculture 8(5), Plant Pathology 1, 52 S.
- Späth, V. (1988): Zur Hochwassertoleranz von Auwaldbäumen. – Natur und Landschaft 63(7/8): 312-315.
- Sticklen, M.B.; Sherard, J.L. (1993): Dutch Elm Disease Research. Cellular and Molecular Approaches. – New York, 343 S.
- Stipes, R.J.; Campana, R.J. (1981): Compendium of Elm Diseases. – St. Paul, Minnesota, 92 S.
- Sumer, S. (1983): Karaagac olumu hastaliginin Turkiye karaagacclarinin yayilis yorelerindeki durumu (Distribution of Dutch elm disease in elm populations in Turkey). - Istanbul-Universitesi-Orman-Fakultesi-Dergisi-A. 33(2): 141-166.
- Timbal, J. (1981): Un arbre meconnu: L'orme lisse (*Ulmus laevis* Pallas). – Rev. for. Fr. 33(2): 109-115.
- Timbal, J.; Collin, E. (1999): L'orme lisse (*Ulmus laevis* Pallas) dans le sud de la France: Repartition et strategie de conservation des ressources genetiques. – Rev. for. Fr. 51(5): 593-604.
- Tomalak, M.; Welch, H.E.; Galloway, T.D. (1988): Interaction of parasitic nematode *Parasitaphelenchus oldhami* (Nematoda: Aphelenchoididae) and a bacterium in Dutch elm disease vector, *Hylurgopinus rufipes* (Coleoptera: Scolytidae). – Journal of Invertebrate Pathology 52(2): 301-308.
- Townsend, A.M. (1971): Relative resistance of diploid *Ulmus* species to *Ceratocystis ulmi*. – Plant Dis. Rep.55: 980-982.
- Van der Mijnsbrugge, K.; Van den Broeck, A.; Van Slycken, J. (2005). A survey of *Ulmus laevis* in Flanders (Northern Belgium). Belgian Journal of Botany. 138. 199-204.
- Viktorov, D.P.; Bystrjancev, N.I. (1960): Pvyshenie zasuhoustojcivosti sejancev berezy i vjaza pod vlijaniem fosfornyh udobrenij (Increasing the drought resistance of Birch and Elm seedlings with P fertilizers). – Lesn. Z., Arhangel'sk 3(3): 35-40 (aus Forestry Abstracts).
- Vyskot, M. (1984): Vliv vodohospodarskych uprav na vyvoj tloust'koveho prirustu drevin luzniho lesa (Effect of water-management practices on the diameter increment of floodplain forest tree species). – Lescnictvi 30(9): 737-765 (aus Forestry Abstracts).
- Walentowski, H.; Ewald, J.; Fischer, A.; Kölling, C.; Türk, W. (2004): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. – Freising, 441 S.
- Webber, J.F. (1990): Relative effectiveness of *Scolytus scolytus*, *S. multistriatus* and *S. kirschi* as vectors of Dutch elm disease. – Eur. J. For. Path. 20: 184-192.
- Weiß, H. (2018): Ulmen und ihre Risiken in der Stadt (Teil 1 und 2) – AFZ/Der Wald 16: 44-48 und 20: 36-39.
- Yde-Andersen, A. (1983): *Pseudomonas fluorescens* and *Ceratocystis ulmi* in wych elm. – In: Burdekin, D.A. (Hrsg.): Research on Dutch Elm Disease in Europe – Forestry Commission Bull. 60: 72-74.
- Zudilin, V.A. (1969): Investigations on the resistance of Elms to Dutch Elm disease. – Lesn. Hoz. 1969(3): 62-64.
- Zukrigl, K. (1995): Die Waldvegetation im ehemaligen Augebiet des Wiener Praters. – Forstarchiv 66: 175-182.

Key words: European White Elm, *Ulmus laevis*, Bavaria, Forest protection, plant protection, disease, damages, Dutch Elm Disease

Summary: Dutch Elm Disease is the most important factor worldwide limiting forestry, landscape and watercourse management utilization of elms. For several reasons, European White Elm is less susceptible to this disease than the other European species, which is a fact long overlooked. Indeed, this illness is no hindrance to planting this species. European White Elm is also not or little susceptible or bears resistance to the symptoms of other important elm pests and diseases like Elm Leaf Beetle, the invasive Elm Zigzag Sawfly or Elm Yellows phloem necrosis. The same is true for abiotic harms and game damage. Like any tree species, it is not entirely immune to any kind of damage, but overall it is noteworthy that the species is not susceptible to epidemic damaging agents. Since elms are classic species for mixed forest types, the species should always be planted in mixtures, which also reduces chances of pest outbreaks damaging the species. As a rule, elm populations can be preserved by checking them and removing any freshly infected individuals, although it needs to be noted that this method requires sufficient presence of trained personnel in the given stands and readiness for targeted action.