

Epidemische Ausbreitung der Schwarzholzkrankheit (Stolbur-Phytoplasma) in südostösterreichischen Weingärten

WOLFGANG TIEFENBRUNNER¹, GERHARD LEITNER¹, HELMUT GANGL¹ und MONIKA RIEDLE-BAUER²

¹ Bundesamt für Weinbau
A-7000 Eisenstadt, Gölbeszeile 1
E-mail: W.Tiefenbrunner@bawb.at

² Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74

2003 wurde in Weingärten Südostösterreichs eine epidemieartige Ausbreitung von Phytoplasmen der Stolbur-Gruppe beobachtet. Der einzige bekannte Vektor von Stolbur-Phytoplasma, *Hyalesthes obsoletus*, ist in diesem Gebiet aber zu selten, um eine bedeutende Rolle zu spielen. An zwei Standorten, Bad Lutzmannsburg und Deutsch Schützen, wurde in zwei Jahren jeweils von Mai bis Oktober mittels Gelbfallen die gesamte Zikadenfauna erhoben. 89 Arten konnten determiniert werden, davon wurden 38 an beiden Standorten nachgewiesen, viele davon aber in sehr geringer Häufigkeit. Da ein potenzieller Stolbur-Überträger Phloemsauger sein muss, war es möglich, die Anzahl möglicher Vektoren auf vier Arten einzuschränken. Bei *Laodelphax striatella* zeigt sich eine Kohärenz zwischen Abundanz der Art und der lokalen Häufigkeit der Schwarzholzkrankheit im Weingarten.

Schlagwörter: Stolbur, *Hyalesthes obsoletus*, *Laodelphax striatella*, *Psammotettix alienus*, *Anaceratagallia ribauti*, *Errastunus ocellaris*.

Epidemic propagation of the black wood disease (Stolbur phytoplasma) in Southeast Austrian vineyards. In 2003 an epidemic-like propagation of phytoplasmas of the Stolbur group was observed in vineyards of Southeast Austria. But the only well-known vector of Stolbur phytoplasma, *Hyalesthes obsoletus*, is too rare in this area, to be of major importance. At two locations, Bad Lutzmannsburg and Deutsch Schützen, the entire cicada population was recorded by means of yellow traps over two years from May to October. 89 species could be determined, 38 of them were found at both locations, many of them, however, in very low abundance. Since a possible Stolbur vector must be a phloem sucker, it was possible to delimit the number of possible vectors down to four species. With *Laodelphax striatella* a coherency between abundance of the species and the regional occurrence of the black wood disease in the vineyard was found.

Keywords: Stolbur, *Hyalesthes obsoletus*, *Laodelphax striatella*, *Psammotettix alienus*, *Anaceratagallia ribauti*, *Errastunus ocellaris*.

La propagation épidémique du bois noir (phytoplasme du stolbur) dans les vignobles de l'Autriche du sud-est. En 2003, on a observé une propagation épidémique de phytoplasmes du groupe stolbur dans les vignobles de l'Autriche du sud-est. Le seul vecteur connu du phytoplasme du stolbur, *Hyalesthes obsoletus*, est cependant trop rare dans cette région pour jouer un rôle important. La faune des cigales a été relevée dans sa totalité à l'aide de pièges jaunes à deux endroits, soit à Bad Lutzmannsburg et Deutsch Schützen, pendant deux années, de mai jusqu'en octobre. 89 espèces ont pu être déterminées, dont 38 dans les deux habitats, mais beaucoup d'entre eux étaient peu fréquentes. Étant donné qu'un vecteur du stolbur doit être un insecte phloémophage, il a été possible de limiter le nombre des vecteurs potentiels à quatre espèces. En ce qui concerne *Laodelphax striatella*, on a trouvé une cohérence entre l'abondance de l'espèce et la fréquence locale du bois noir dans le vignoble.

Mots clés : *bois noir, stolbur, Hyalesthes obsoletus, Laodelphax striatella, Psammotettix alienus, Anaceratagallia ribauti, Errastunus ocellaris.*

Im Spätsommer 2003 wurden aus den Weinbaugebieten Süd- und Mittelburgenland verheerende Schäden durch die Schwarzholzkrankheit gemeldet. Dabei handelt es sich um eine durch Phytoplasmen aus der Stolbur-Gruppe verursachte Erkrankung der Rebe. Häufig waren bis zu 30% der Reben betroffen, stellenweise sogar weit mehr, wobei insbesondere die Rotweinsorten 'Zweigelt' und 'Blaufränkisch' sehr augenfällige Symptome aufwiesen. Molekularbiologische Analysen ergaben, dass es sich an allen untersuchten Standorten um Stolbur-Phytoplasmen des Ackerwindentyps handelt (RIEDLE-BAUER et al., 2008).

Das plötzliche und so massive Auftreten dieser Krankheit kam in diesem Ausmaß unerwartet, da einerseits der einzige bekannte Vektor, *Hyalesthes obsoletus*, in Österreich bereits durch NAST (1987) nachgewiesen wurde, also nicht etwa erst kürzlich eingewandert ist. Die Art wurde immerhin so intensiv beobachtet, dass 2003 bereits eine Karte über die Verbreitung in Österreich vorlag (HOLZINGER et al., 2003). Hinweise auf eine Massenvermehrung in letzter Zeit liegen nicht vor (HOLZINGER, pers. Mitt.).

Auch Schwarzholzkrankheit wurde in Österreich bereits früher registriert, insbesondere in der Steiermark. Allerdings erkrankten im Allgemeinen nur isolierte Stöcke - noch um das Jahr 2000 wurden nur selten Reben mit Symptomen der Schwarzholzkrankheit gefunden. Ein gradueller Anstieg der Krankheitshäufigkeit konnte in den Jahren vor 2003 nicht beobachtet werden.

Die Weinrieden nördlich von Deutsch Schützen und die Hochebene bei Bad Lutzmannsburg waren besonders stark betroffen und standen daher ab 2004 im Fokus unseres Interesses. Der Verlauf der Epidemie, die weitere Ausbreitung der Schwarzholzkrankheit, Anfälligkeit der in dieser Region dominierenden Rebsorte 'Blaufränkisch' und der Sorte 'Zweigelt', die Verbreitung und lokale Abundanz des Vektors sollten untersucht werden.

Bald schon fanden verschiedene Forschungsteams (Bundesamt für Weinbau, Eisenstadt, HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, AGES Wien und Burgenländische Landwirtschaftskammer) heraus, dass *Hyalesthes obsoletus* an einigen Standorten viel zu selten ist, um an der lokalen Verbreitung von Stolbur-Phytoplasma wesentlich beteiligt zu sein (Abb. 2). Damit erweiterte sich der Umfang unserer Forschung da-

hingehend, dass wir nun alle an den Standorten vorkommenden Zikadenarten zu berücksichtigen hatten - vorerst kommen ja alle Arten als potenzielle Vektoren in Frage. Unsere Analysen sollten dazu dienen, die Anzahl der möglichen Vektorspezies möglichst stark zu reduzieren, um auf diese Weise die Forschung auf wenige Arten fokussieren zu können.

Material und Methoden

Verfahren zum Fangen der Zikaden

Häufig verwendete Geräte zum Aufsammeln von Zikaden sind Kescher, Sauger und im Weinbau auch gelbe Klebfallen (BIEDERMANN und NIEDRINGHAUS, 2004; HOLZINGER et al., 2003; NICKEL, 2003; STEWART, 2002). Die ersten beiden Verfahren sind sehr witterungsabhängig, d.h., zum Zeitpunkt des Fangens sollte es nicht zu windig, nicht zu feucht, warm und sonnig sein. Insbesondere der Kescher funktioniert am besten, wenn die Tiere sehr aktiv sind. Zuviel Feuchtigkeit kann das Sieb des Saugers blockieren und die Funktionstüchtigkeit erheblich beeinträchtigen. Bei sehr hoher Aktivität entkommen die Zikaden dem Saugrohr eher als dem Kescher, der dann besser funktioniert. Sonst hat aber das Saugrohr die höheren Fangzahlen.

Gelbe Klebfallen werden in Bodennähe eher springende, solche im Blattbereich eher fliegende Zikaden fangen. Sie müssen in regelmäßigen Abständen gewechselt werden, sind aber nicht so sehr von der kurzfristigen Witterung abhängig wie die beiden anderen Sammelgeräte. Wenig aktive Zikaden sind auf den Fallen unterrepräsentiert, auch solche, die Gelb nicht attraktiv finden. Bei einer Freilanduntersuchung zur Attraktivität verschiedener Farben und Muster auf die lokal vorhandenen Zikadenarten konnten TIEFENBRUNNER und TIEFENBRUNNER (2007) aber keine Arten finden, die andere Farben bevorzugen, obwohl einige Spezies auch durch rot bzw. grün stark angelockt werden.

Da wir die Standorte regelmäßig beproben wollten und der Anreiseweg zu den Analysestandorten groß war, entschieden wir uns für die Verwendung von Gelbfallen (24,5 x 17 cm, Fa. Kwizda), die für die Zielsetzung, möglichst regelmäßig Proben zu erhalten, die robusteste Fangmethode darstellt. Die Fallen wurden im Weingarten und in Obstanlagen in Bodennähe und im Blattbereich, auf Brachen in Bodennähe und an Hecken in

der Laubwand appliziert. Ein Wechsel der Proben erfolgte alle 14 Tage von Mai bis Oktober.

Im Labor wurden die Insekten unter dem Abzug in Wundbenzin heruntergelöst, auf ein Einmal-Sammelfilter gebracht, um anschließend unter dem Binokular sortiert und determiniert zu werden. Dazu wurde, falls erforderlich, der Aedeagus präpariert. Folgende Bestimmungsliteratur wurde verwendet: RIBAUT (1952), BELBIENKO et al. (1964), OSSIANNILSSON (1978), OSSIANNILSSON (1981), OSSIANNILSSON (1983), REMANE und WACHMANN (1993), DELLA GIUSTINA et al. (1989), HÖLZINGER et al. (2003) sowie BIEDERMANN und NIEDRINGHAUS (2004).

Um die Qualität der Determination zu kontrollieren, wurde eine Datenbank mit Habitusbildern der Alkoholpräparate und Fotos der Aedeaguspräparate angefertigt. Diese Datenbank wurde dem international anerkannten Spezialisten WERNER HÖLZINGER (Fa. Oekoteam, Graz) zur Kontrolle vorgelegt, falls erforderlich wurden auch die Alkoholpräparate überprüft. Danach wurden entsprechende Korrekturen vorgenommen.

Analyse der Verbreitung und Abundanz von *Hyalesthes obsoletus* in Weingärten Ostösterreichs

Die bisher von uns veröffentlichten Arbeiten zum Auftreten von *Hyalesthes obsoletus* (RIEDLE-BAUER et al., 2006b) basieren auf Gelbtafelfängen. Um auszuschließen, dass die Art deshalb unterrepräsentiert bleibt, haben wir Daten zur Verbreitung von *H. obsoletus* zusätzlich auch mit Hilfe des Saugers erhoben. Dazu wurden während der Hauptflugzeit der Zikade (von Ende Juni bis Mitte Juli) Aufsammlungen in 17 deutlich schwarzholzkranken Weingärten Ostösterreichs durchgeführt, darunter auch bei Bad Lutzmannsburg und Deutsch Schützen. Besaugt wurden insbesondere Stellen, an denen bekannte Wirtspflanzen von *H. obsoletus* (vor allem Ackerwinden und Brennesseln) vorkamen. Pro Saugvorgang wurde eine Fläche von ca. 1,5 m² abgesaugt.

Verfahren zur Erhebung der Verbreitung von Stolbur-Phytoplasmen

Von jenen Pflanzen, die an Stolbur erkranken können, gehört die Rebe zu den sehr guten Indikatoren, d.h., sie bildet deutliche und nahezu unverwechselbare Symptome aus. Dies gilt allerdings nur für einige Rotweinsorten, insbesondere 'Zweigelt' und 'Blafränkisch', die auch sehr „leicht“ erkranken. Im Rahmen unserer Tätigkeit wurden natürlich auch molekularbiologische

Analysen an Reben und verschiedenen anderen Dikotylen (besonders häufig an *Convolvulus arvensis*, *Urtica dioica* und *Taraxacum officinale*) durchgeführt. Um den lokalen Befallsgrad zu ermitteln, ist aber die optische Bonitierung von Reben, z.B. der Sorte 'Zweigelt', das geeignetste Verfahren. Da die Ergebnisse unserer molekularbiologischen Untersuchungen hier nicht besprochen werden, wird auch die Nachweismethodik nicht behandelt.

Beschreibung der Probenorte

Bad Lutzmannsburg liegt im Mittelburgenland unweit der Staatsgrenze zu Ungarn. Weinbau wird hauptsächlich auf dem Hochplateau südöstlich des Ortes betrieben. Dominierend ist die Weinsorte 'Blafränkisch', dennoch wurden Zweigelt-Weingärten für unsere Untersuchungen gewählt. Auf dem Hochplateau wurden vier Probenorte eingerichtet (Abb. 1, rechts oben), die aus verschiedenen ökologischen Komponenten zusammengesetzt waren und daher Lebensraum für unterschiedliche Zikadenarten zur Verfügung stellten.

BL I besteht aus einer Gelbfalle in der Blattzone eines Weingartens und einer Falle im Bodenbereich daneben. Unweit dieser Fallen wurden vier Reben über drei Jahre während der Vegetationsperiode mit Gartenvlies umhüllt, um Neuinfektionen zu verhindern und damit den Erkrankungsverlauf der zwei von Beginn an Schwarzholz-Symptome tragenden Reben beobachten zu können. Die beiden anderen dienten nicht nur zur Kontrolle, sondern auch zur Untersuchung der Frage, ob sich Symptome auch erst ein oder mehrere Jahre nach der Infektion zeigen können. BL I liegt inmitten weiterer Weingärten. Nördlich von BL I erfolgten im Spätsommer seit 2004 Begehungen in einem Zweigelt-Weingarten, wobei 265 Reben über drei Jahre individuell kontrolliert wurden, um Aussagen über die Neuinfektionsrate machen zu können (Abb. 1, leerer Kreis nördlich von BL I). Die Bonitierung erfolgte visuell. Südlich von BL I wurde während des Versuchsverlaufs ein Weingarten angelegt, der jeden Spätsommer auf Schwarzholzsymptome untersucht wurde (Abb. 1, leerer Kreis südlich von BL I).

In jenem Weingarten, in dem die Fallen appliziert waren, wurde im Spätsommer bzw. Frühherbst der Befallsgrad ermittelt, d.h., es wurde der relative Anteil jener Reben bestimmt, die deutliche Schwarzholzsymptome aufwiesen. Untersucht wurden 100 Reben. Um vergleichbare Resultate zu erhalten, wurde diese Prozedur an jedem Probenort stets in einem Zweigelt-Weingarten durchgeführt.

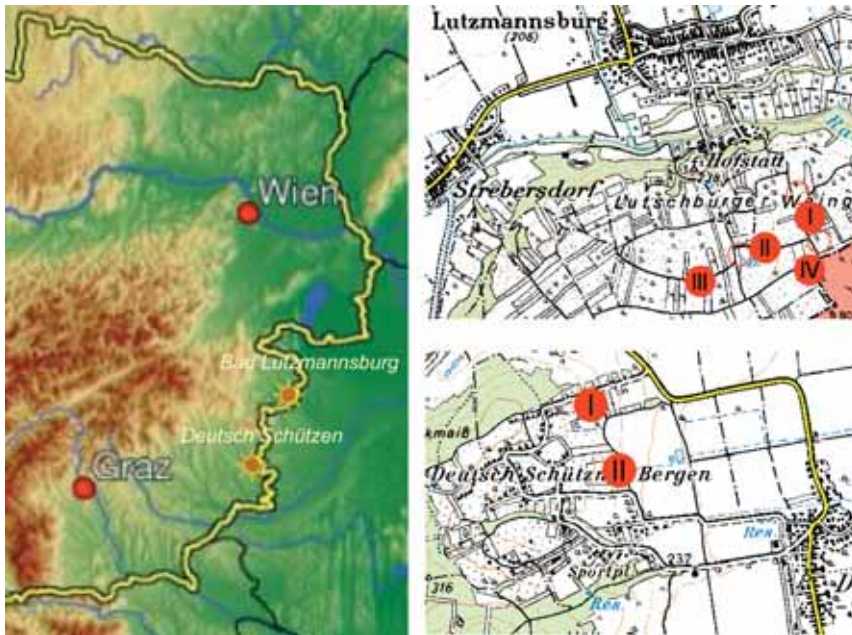


Abb. 1: Probenorte bei Bad Lutzmannsburg (rechts oben) und Deutsch Schützen (rechts unten). Die roten Kreise mit römischen Ziffern markieren die Probenorte. Nähere Beschreibung siehe Text.

Bei BL II wurden in einem Weingarten ebenfalls zwei Gelbfallen in Bodennähe bzw. im Blattbereich angebracht. Hier befanden sich auch zwei weitere vliesumhüllte Reben, wovon eine zu Versuchsbeginn deutliche Symptome aufwies. In naheliegenden Obstanlagen (Pfirsich und Pflaume) wurden pro Anlage ebenfalls in Bodennähe und im Laubbereich der Bäume je eine Falle appliziert. Zwischen BL II und BL III wurde während des Versuchszeitraumes ein Weingarten neu angelegt, dessen Reben ebenfalls auf Symptome untersucht wurden.

BL III besteht aus einer Brache und einem an diese angrenzenden Weingarten sowie aus einem weiteren Weingarten. In Letzterem befanden sich zwei vliesumhüllte Reben, eine davon zeigte im Jahr 2004 deutliche Schwarzholzsymptome. Weiters wurden dort zwei Gelbfallen appliziert, je eine im Boden- und im Blattbereich. Zwei weitere Fallen befand sich jeweils in Bodennähe in Brachenmitte bzw. im Blattbereich der ersten Rebzeile des angrenzenden Weingartens.

BL IV bestand lediglich aus einer einzigen Falle, angebracht in der Laubwand einer gemischten Hecke.

Deutsch Schützen liegt im Weinbaugebiet Südburgenland nahe der Staatsgrenze zu Ungarn. Die Weingärten befinden sich nordwestlich des Ortes in sanfter, ostexponierter Hanglage. Zwei komplexe Probenstandorte

wurden ausgewählt (Abb. 1, rechts unten).

DS I besteht aus einer Wildrosenhecke (*Rosa canina*) bei einem Kirschbaum, einer Brache und einem an Cabernet-Sauvignon-Reben angrenzenden Weingarten mit 'Zweigelt'. Gelbfallen wurden in der Hecke, auf der Brache in Heckennähe, in Brachenmitte und im Bereich der nahen Weingärten appliziert, des Weiteren im Zweigelt-Weingarten in Bodennähe und in der Laubwand.

Zentrales Element von DS II ist ein Weingarten mit 'Zweigelt', in dem Gelbfallen in den Reihen 1, 3 und 5, gezählt vom angrenzenden Luzernefeld, im Laubbereich angebracht wurden. In den Reihen 1 und 3 befand sich auch in Bodennähe je eine Falle. Südlich des Weingartens befand sich eine sehr schmale Brache, ebenfalls mit Gelbfalle;

westlich des Weingartens lag eine Hecke mit diverser Flora, an der eine weitere Gelbfalle platziert wurde. Im Weingarten von DS II wurden 2004 bis 2006 neun Reben in Vlies gehüllt, von denen im ersten Jahr drei keine Schwarzholzsymptome, drei schwache und drei starke Symptome ausprägten. 2005 bis 2007 wurde die Symptomausprägung an 318 Reben dieses Weingartens festgehalten, um auf die Rate der Neuinfektionen schließen zu können.

Ergebnisse und Diskussion

Abundanz von *Hyalesthes obsoletus*

Die relative Häufigkeit, mit der *H. obsoletus* in den 17 untersuchten Weingärten Österreichs gefangen wurde, geht aus Abbildung 2 hervor. Ein Rückschluss auf die Häufigkeit der Art ist schwierig, weil das Auftreten der Hauptwirtspflanzen von Standort zu Standort unterschiedlich ist. Dennoch zeigte sich, dass besonders im Burgenland *H. obsoletus* selten bis gar nicht vorkommt. Gleichzeitig ist hier ein deutliches Schwarzholzaufreten zu beobachten. Es muss in diesem Gebiet daher noch weitere Überträgerarten geben. In der Steiermark dagegen gibt es Weingärten, in denen *H. obsoletus* häufig und leicht gefangen werden kann. An einem

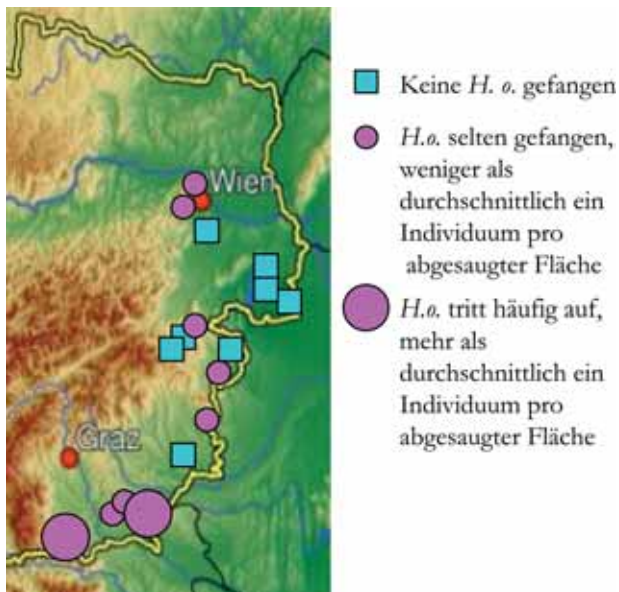


Abb. 2: Häufigkeit von *Hyalesthes obsoletus* in 17 Weingärten Ostösterreichs

Standort konnten pro Saugvorgang sogar durchschnittlich mehr als fünf Tiere eingesammelt werden. In solchen Weingärten ist davon auszugehen, dass *Hyalesthes obsoletus* eine wichtige Rolle bei der Ausbreitung der Schwarzholzkrankheit zukommt.

Erkrankungsverlauf

Von den 17 Zweigelt-Reben, die durch Vlies vor Neuinfektion geschützt waren, zeigten 2004 sieben keinerlei Schwarzholzsymptomatik. Drei davon erkrankten im Folgejahr, keine zu einem späteren Zeitpunkt. Wir gehen daher davon aus, dass die Symptomausprägung oft erst im Folgejahr der Infektion erfolgt. Von den zehn 2004 als krank eingestuften Reben waren 2006 sieben wieder symptomfrei. Latenz, vielleicht sogar Genesung sind also möglich. Eine detailliertere Besprechung dieses Versuchs erfolgte in einer gesonderten Publikation (TIEFENBRUNNER et al., 2007).

Neuinfektionen nach 2003

Anhand jener Zweigelt-Reben, deren Erkrankungs- bzw. Symptomstatus seit 2004 in Bad Lutzmannsburg (265) bzw. seit 2005 in Deutsch Schützen (318) jährlich erhoben wurde, ließ sich auf die Neuinfektionsrate pro Jahr rückschließen. Ermittelt wurde die Anzahl der seit dem Vorjahr erkrankten Reben bezogen auf die Anzahl der im Vorjahr noch gesunden Rebepflanzen. Abbildung 3 zeigt das Ergebnis in Prozent. Im untersuchten Weingarten von Deutsch Schützen

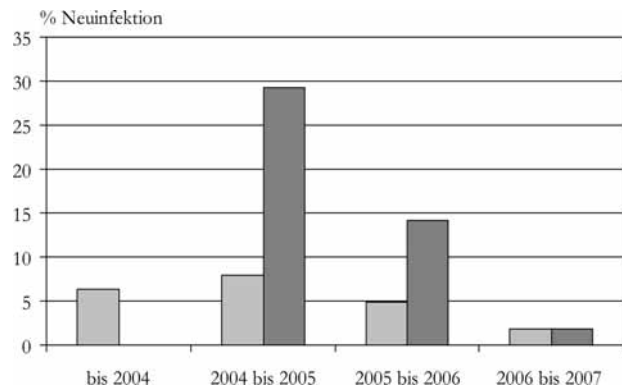


Abb. 3: Prozentsatz neu infizierter Zweigelt-Reben, dargestellt für die Jahre 2004 bis 2007 in Bad Lutzmannsburg und 2005 bis 2007 in Deutsch Schützen. Da in Deutsch Schützen 2004 keine Untersuchung erfolgte, entsprechen die Angaben von 2005 dem Prozentsatz der in diesem Jahr symptomtragenden Reben.

(DS II) war der Anteil infizierter Reben mit über 29% weit höher als in Bad Lutzmannsburg (nördlich von BL I), wo er 6,4% betrug. Wenn man davon ausgeht, dass die Infektion im Jahr vor der Symptomausprägung erfolgte, hat sie in Bad Lutzmannsburg erst 2004 ein Maximum erreicht. Für Deutsch Schützen lässt sich hierzu keine Aussage machen, da zu spät mit dem Protokollieren der Symptomausprägung im Weingarten begonnen wurde. An beiden Standorten lässt sich aber der Infektionsrückgang von 2004 bis 2006 beobachten, der besonders in Deutsch Schützen sehr ausgeprägt ist.

Zikaden - Artenspektrum

In den Jahren 2005 und 2006 wurden an den Standorten Deutsch Schützen und Bad Lutzmannsburg insgesamt 6012 Zikaden gefangen, die 89 Arten zugeordnet werden konnten. Die Arten sind in Tabelle 2 aufgelistet. Deutsch Schützen erwies sich mit 70 Arten (und 3411 Individuen) als diverser; in Bad Lutzmannsburg wurden nur 56 Arten (und 1965 Individuen) nachgewiesen. Die verschiedene Anzahl an Gelbfällen bedingt diesen Unterschied jedenfalls nicht, da in Bad Lutzmannsburg mehr - insgesamt 242 - Fallen analysiert wurden, gegenüber 229 in Deutsch Schützen. Für die Suche nach dem oder den Vektoren, die die Schwarzholzepidemie von 2003 ausgelöst haben könnten, sind natürlich jene Arten besonders interessant, die an beiden Standorten festgestellt werden konnten. Immerhin sind es noch 38. Um die Liste der potenziellen Vektoren weiter zu verkürzen, sind also weitergehende Analysen notwendig: eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Probenorte, Einbeziehen des Infektionsgrades der Probenorte,

Analyse der Faunen nach ökologischen Gesichtspunkten sowie physiologische Parameter, die bei der Übertragung eine Rolle spielen könnten.

Zoologisch interessant sind die Nachweise von *Balcanocerus pruni* an beiden Standorten, eine Art, die hier erstmals in Österreich festgestellt wurde und *Anacera-tagallia laevis* in Deutsch Schützen. Letztere wurde von den Autoren auch in Eisenstadt nachgewiesen und befindet sich nicht in der Artenliste der österreichischen Zikaden von 1996 (HOLZINGER, 1996), wurde aber unabhängig von uns auch noch von Holzinger (pers. Mitt.) in Österreich entdeckt. Ebenfalls nicht in der Artenliste ist *Phlogotettix cyclops*, über deren Vorkommen an einer Vielzahl von Fundorten aber bereits RIEDLE-BAUER et al. (2006b) und RIEDLE-BAUER et al. (2007) berichteten.

Bei *Acericerus*, *Idiocerus* und *Zygina* ist eine Bestimmung auf Artniveau nicht gelungen. Innerhalb der Gattung *Empoasca* war es aufgrund der großen Ähnlichkeit der Arten und der enormen Individuenanzahl nicht möglich, alle Individuen einwandfrei auf Artniveau zu bestimmen. Generell überwiegt bis Juli *Empoasca vitis* deutlich, danach etabliert sich ein Artenensemble aus drei bis vier Spezies der Gattung.

Probenorte von Deutsch Schützen

Der Zweigelt-Weingarten von DS I wies zuletzt (2007) einen Stolbur-Phytoplasma-Befall von 22% auf, zu Beginn der Untersuchungsperiode war der Befall etwas niedriger. Generell sind an allen Probeorten Neubefall und Gesundung bzw. Latenz über den gesamten Zeitraum fast im Gleichgewicht, wobei jene Faktoren, die eine Reduktion der befallenen Stöcke bewirken, erst in letzter Zeit wegen des Rückgangs der Neuinfektionen leicht überwiegen. Bis 2006 ist es also insgesamt noch zu einer Zunahme symptomtragender Reben gekommen. In geringem Ausmaß sind auch Neuauspflanzungen vorgenommen worden, was sich natürlich ebenfalls auswirkt.

Wie bei einer Probennahme im Weingarten zu erwarten, überwiegen die Fänge der Typhlocybinæ *Empoasca vitis*, der Grünen Rebzikade (Abb. 4), die aber auch am Heckenstandort häufig ist. Auffällig ist der große Unterschied zwischen 2005 und 2006, der aber die meisten Arten betrifft. Nicht spezifisch an den Lebensraum „Weingarten“ gebunden ist die nach *Empoasca* zweithäufigste Gattung *Zygina* (Typhlocybinæ), die man häufig in diversen Hecken findet. Die häufigste Deltoccephalinae-Art ist *Errastunus ocellaris*, die man ebenso wie *Macrosteles cristatus* in den auf der Brache

positionierten Fallen fängt. Die fulgoromorphe Zikade mit der höchsten Abundanz ist *Laodelphax striatella*. *Hyalesthes obsoletus* konnte nicht festgestellt werden.

Insgesamt wurden 30 Arten nachgewiesen. In Abbildung 4 sind alle Arten dargestellt, von denen mehr als sieben Individuen gefangen wurden.

DS II wies den höchsten Stolbur-Phytoplasma-Befallsgrad aller Probenorte auf. Er erreichte bereits 2005 über 29%. Zuletzt hatten 34% der Reben deutliche Schwarzholzsymptome.

Aufgrund einer Massenvermehrung im Jahr 2006 ist hier *Macrosteles cristatus* insgesamt die häufigste Art (Abb. 4). Erst danach kommen die beiden Typhlocybinæ-Gattungen *Empoasca* und *Zygina*. Bereits die vierthäufigste Spezies gehört zu den Fulgoromorpha. *Laodelphax striatella* ist allerdings nur im Jahr 2006 sehr häufig. Von *Hyalesthes obsoletus* wurde lediglich ein Individuum gefangen.

An diesem Probeort wurden 36 Arten registriert.

Probenorte von Bad Lutzmannsburg

Beim Vergleich der vier Probenorte in Bad Lutzmannsburg muss man die unterschiedliche Fallenzahl und die verschiedene ökologische Vielfalt in Betracht ziehen. Mit Ausnahme von BL IV wurde an allen Probenorten *Hyalesthes obsoletus* in geringer Anzahl festgestellt.

BL I weist mit 30% den höchsten Stolbur-Phytoplasmen-Befall in Bad Lutzmannsburg auf. Fallen wurden nur im Weingarten aufgestellt, daher ist die Artenanzahl (20) gering (in Abbildung 5 sind alle Arten dargestellt, von denen insgesamt mehr als fünf Individuen gefangen wurden). Typhlocybinæ, besonders *Empoasca vitis*, dominieren. Von den anderen Arten sind lediglich *Laodelphax striatella* (Delphacinae) und *Macrosteles cristatus* (Deltoccephalinae) häufig. Abermals ist der Unterschied zwischen 2005 und 2006 auffällig (Abb. 5).

BL II weist eine Befallsstärke von 11% auf. Der Standort ist durch die Obstanlagen ökologisch vielfältig, die Artenanzahl mit 35 relativ hoch. Die größte Häufigkeit zeigen die Typhlocybinæ *Empoasca vitis* und *Eupteryx atropunctata*. Die nächsthäufigste Art ist *Laodelphax striatella*, gefolgt von einigen weiteren Typhlocybinæ. Die häufigsten Deltoccephalinae sind *Psammatattix alienus* und *Ophiola russeola*.

BL III war relativ stark mit Stolbur-Phytoplasma befallen (22%). Auf der Brache und in den Weingärten wurden insgesamt 28 Arten festgestellt. Insbesondere auf die Brache geht die große Häufigkeit von *Megadelphax sordidula* zurück, eine Delphacinae. Die zweithäufigste

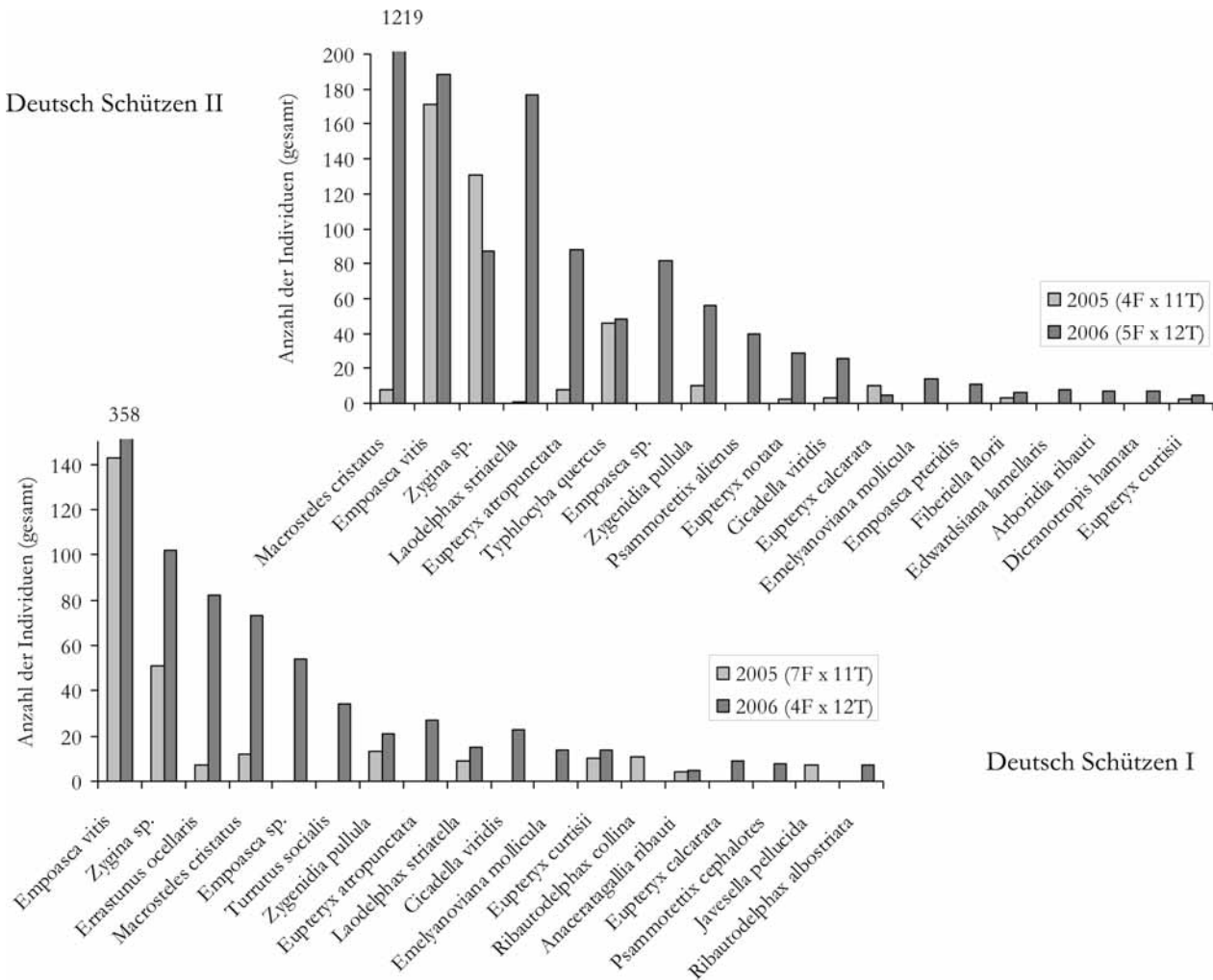


Abb. 4: Die an den Probeorten von Deutsch Schützen festgestellten Arten, nach Häufigkeit und Fangjahr sortiert. In der Legende sind Fallenanzahl (F) und Anzahl der Fallenwechseltermine (T) angegeben.

Art dieser Unterfamilie ist *Laodelphax striatella*, sonst dominieren abermals Typhlocybiinae, insbesondere *Empoasca vitis*, die wieder die häufigste Spezies ist. BL IV weist eine geringe Befallsintensität (14%) und mit nur 14 Arten die kleinste Artendiversität auf. Die sechs häufigsten Arten sind Typhlocybiinae - nicht ungewöhnlich für eine Hecke - mit *Zygina* als der häufigsten Gattung. Von der Idiocerinae *Balcanocerus pruni* konnten fünf Individuen gefangen werden.

Zuordnung der Arten zu Biozoosen

Brache, Weingarten, Hecke und Obstgärten stellen für Zikaden zweifellos recht unterschiedliche Lebensräume dar und werden daher getrennt analysiert. Die Lebensräume beeinflussen Zikaden nicht nur auf Artniveau, sondern vermutlich darüber hinaus, da verschiedene

höhere taxonomische Kategorien unterschiedlichen Überlebensstrategien folgen. Daher werden die beiden artenreichsten Zikadenunterfamilien getrennt untersucht.

Typhlocybiinae. *Empoasca vitis* weist mit Ausnahme der Hecken in allen Lebensräumen die höchste Abundanz auf. Besonders häufig fängt man sie in Weingärten, etwa dreimal so häufig wie in Obstanlagen und fünfmal so häufig, wie in Brachen. Ähnliche Affinitäten weist *Eupteryx atropunctata* auf, die aber insgesamt weniger frequent ist. *Zygenidia pullula* ist vorwiegend in Brachen aufzufinden, ist aber auch in Weingärten und Obstanlagen nicht selten. In Obstanlagen dominierten neben diesen beiden Arten auch noch *Zygina*-Spezies und *Eupteryx calcarata*. Hecken wurden besonders von *Empoasca affinis* und *E. pteridis* sowie von *Typhlocyba*

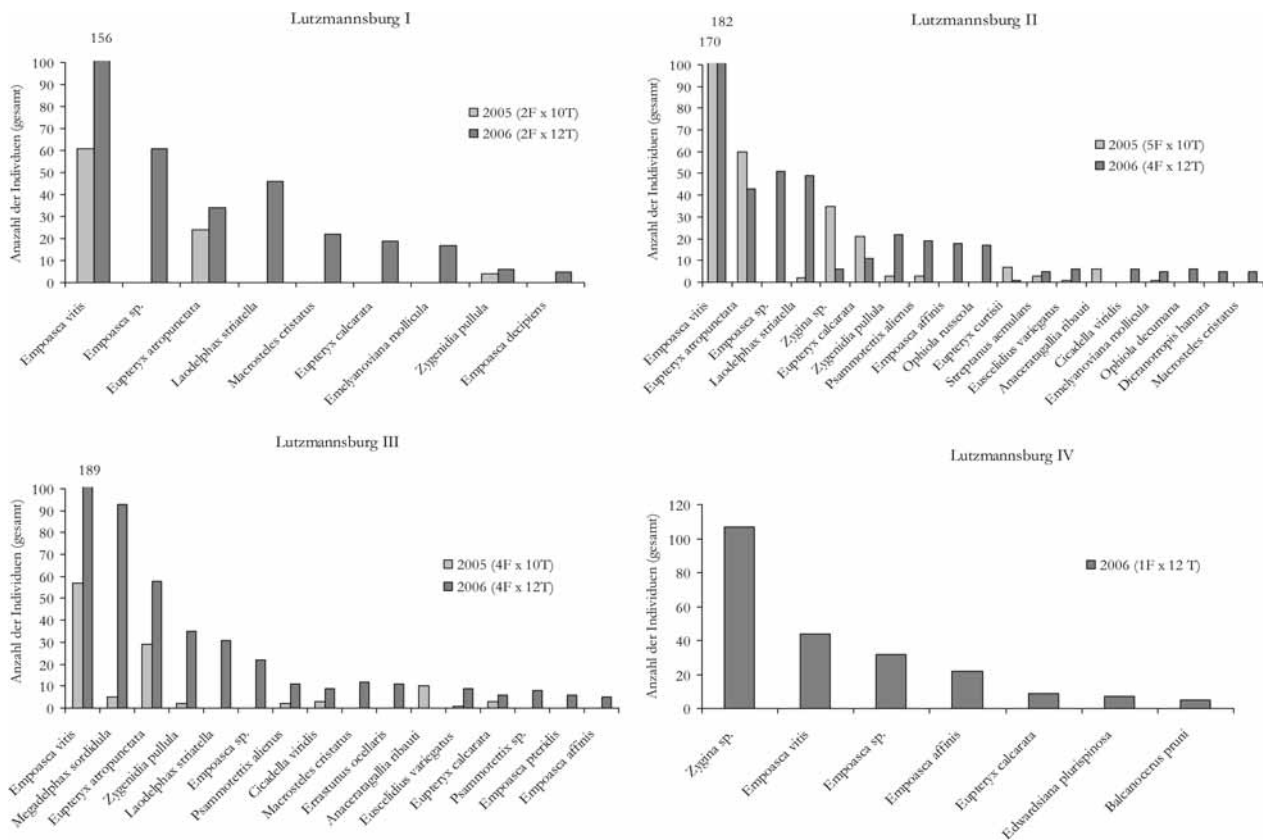


Abb. 5: Die an den Probeorten von Bad Lutzmannsburg festgestellten Arten, nach Häufigkeit und Fangjahr sortiert.

quercus frequentiert.

Deltocephalinae. *Macrosteles cristatus* war die dominante Art dieser Unterfamilie, sie ist allerdings nur auf Brachen und in Weingärten in Bodennähe sehr häufig. Nur in Brachen waren *Errastunus ocellaris* und *Turrutus socialis* häufig. Generell sind alle Deltocephalinae mit Ausnahme von *Psammotettix alienus* verglichen mit den Typhlocybinae sehr stark auf einen oder zwei Lebensräume beschränkt, was eher mit einer geringeren Flugaktivität begründbar ist als durch Stenökologie. Deswegen werden die meisten Arten nur in Bodennähe gefangen. In der Laubwand der Hecke war nur *Psammotettix alienus* häufig.

Andere Zikaden. Von den restlichen Zikaden ist *Laodelphax striatella* entweder am euryöksten oder aber am mobilsten. Wahrscheinlich stimmt Letzteres, wobei die Mobilität auf die makroptere Variante zurückgeführt werden muss. Außer in der Hecke war sie überall frequent. Viel weniger häufig, aber ebenfalls überall vorhanden waren *Cicadella viridis*, *Anaceratagallia ribauti*, *Javesella pellucida*, *Dicranotropis hamata* und *Hyalesthes obsoletus*. Besonders häufig in Brachen wur-

den *Cicadella viridis* und *Megadelphax sordidula* gefangen.

Vergleich der Häufigkeiten an den Standorten

Ein Vektor, der für die epidemische Ausbreitung der Schwarzholzkrankheit verantwortlich ist, muss an beiden untersuchten Standorten vorkommen. Weiters ist anzunehmen, dass er eine gewisse Mindesthäufigkeit aufweisen sollte. Willkürlich gehen wir davon aus, dass nur Arten in Frage kommen, die an beiden Standorten in zwei Jahren mit einer Anzahl von zehn Individuen oder mehr gefangen wurden.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich, wenn man die Physiologie des Nahrungserwerbs mitberücksichtigt: Die Zusammensetzung der Exkremente und der Aufbau des Darms zeigen, dass bei den Zikaden drei Typen zu unterscheiden sind: Phloem saugende Arten, Xylemsauger und Mesophyllsauger (REMANE und WACHMANN, 1993; NICKEL, 2003). Schwarzholz ist eine Erkrankung des Phloems und sollte daher durch eine Art übertragen werden, die am Phloem saugt. Natur-

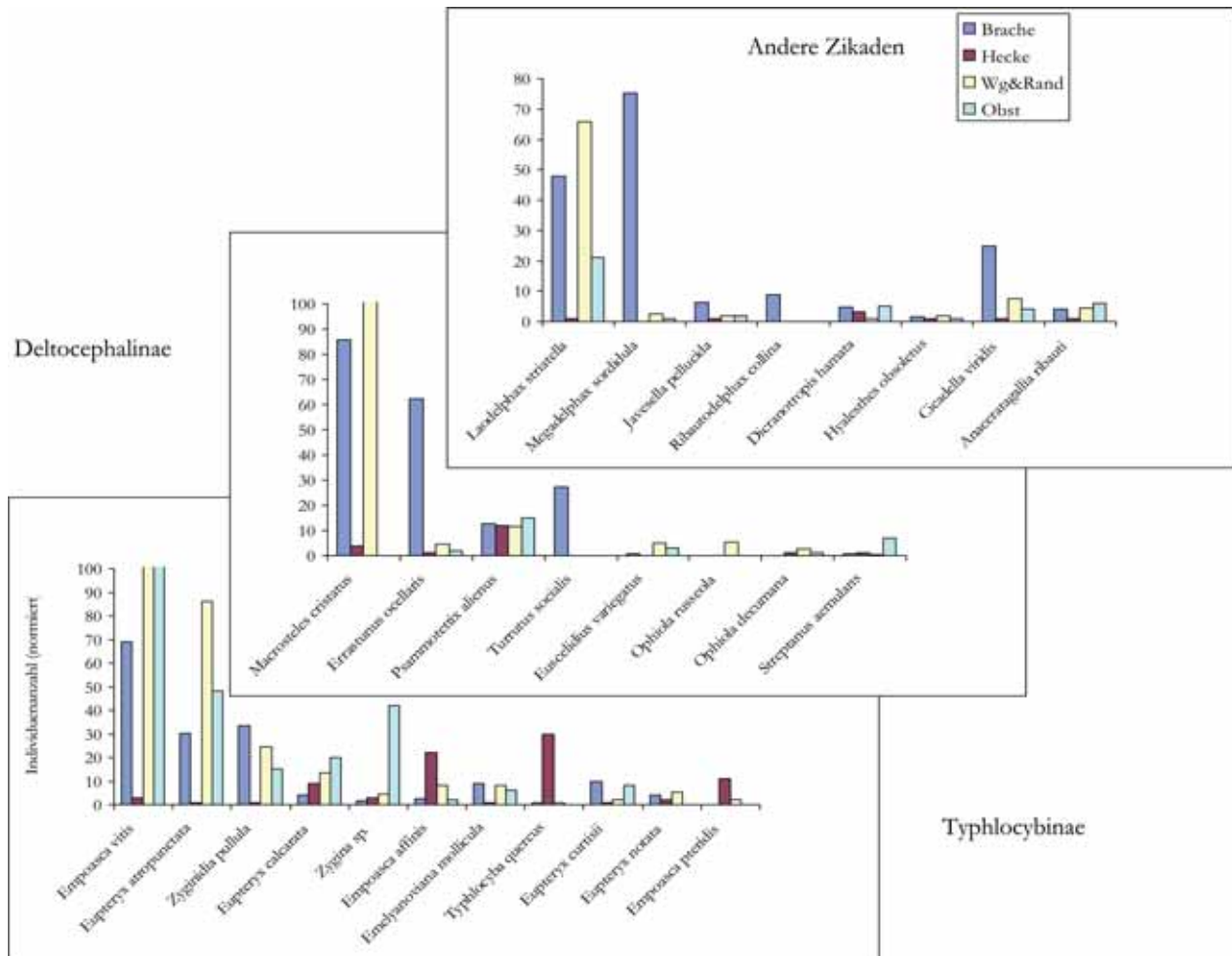


Abb. 6: Häufigkeit der Zikaden in den verschiedenen „Lebensräumen“ (normiert nach Fallenanzahl)

lich ist nicht gänzlich auszuschließen, dass Phytoplasmen auch außerhalb des Phloems vorkommen (siehe aber WEINTRAUB und BEANLAND, 2006). Auch kann es Zikaden geben, die zwar bevorzugt zu einem dieser Typen gehören, sich aber nicht vollständig darauf einschränken lassen. Es muss außerdem bemerkt werden, dass derartige Analysen sich z. Z. nur auf verhältnismäßig wenige Arten beziehen, von denen aus auf größere Verwandtschaftsgruppen geschlossen wird. Leider hat auf diesem Wissensgebiet nur sehr wenig Grundlagenforschung stattgefunden, was eine sichere Einschränkung auf potenzielle Vektoren erschwert. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind die meisten Fulgoromorpha Phloemsauger. Bei den Cicadomorpha sind Cercopidae, Aphrophoridae und Cicadellinae Xylemsauger. Die meisten Typhlocybinæ sind Mesophyllsauger, mit Ausnahme einiger Vertreter der Gat-

tung *Empoasca*, die überwiegend Phloemsauger sind. Abbildung 7 fasst diese Überlegungen zusammen. Da an beiden Standorten die Anzahl der Arten mit der Individuenanzahl pro Spezies annähernd exponentiell abnimmt, wurde eine doppelt logarithmische Darstellung gewählt. Bei ihr liegen alle Punkte entlang einer Gerade, es ergibt sich eine moderate Korrelation von 0,69. Das bedeutet, dass Arten, die an einem Standpunkt häufig sind, dies meist auch auf dem anderen sind. 13 Arten übertreffen die festgelegte Mindesthäufigkeit von zehn Individuen. Von ihnen sind sechs bekanntermaßen Phloemsauger. Erwähnenswert ist aber, dass RIEDLE-BAUER et al. (2006a) Stolbur in *Emelyanoviana mollicula* und *Eupteryx atropunctata* nachgewiesen haben, also in Arten, die als Mesophyllsauger gelten und

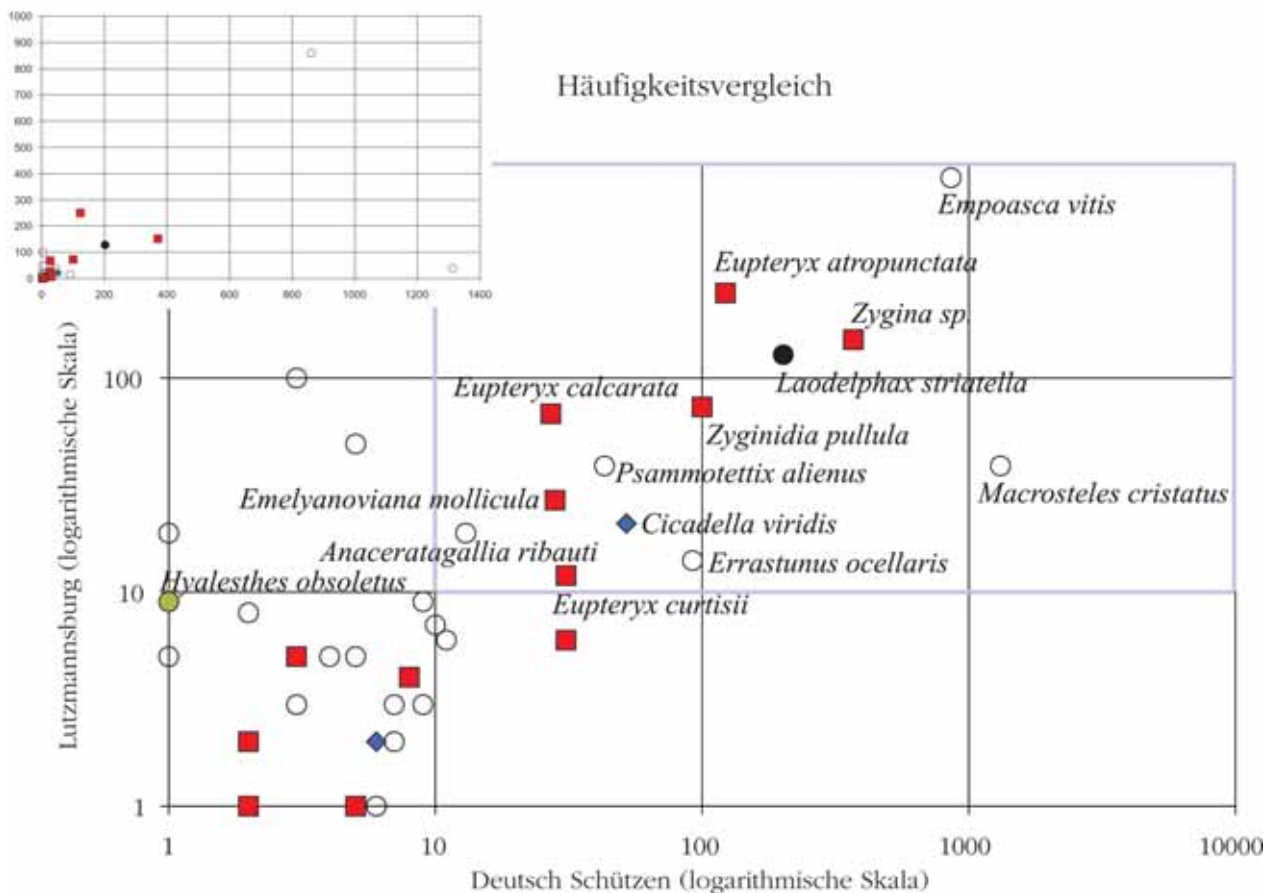


Abb. 7: Individuenanzahl jener Zikadenarten, die sowohl in Deutsch Schützen als auch in Bad Lutzmannsburg vorkommen, bei doppelt logarithmischer Skalierung (Einblendung links oben: die gleiche Darstellung ohne Skalierung). Jene Arten, die an beiden Standorten zu mehr als zehn Individuen gefangen wurden, befinden sich im hellblauen Rechteck. Rote Quadrate: Mesophyllsauger; blaue Rhomben: Xylemsauger, Kreise: Phloemsauger; grüner Kreis: *Hyalesthes obsoletus*; schwarzer Kreis: *Laodelphax striatella*

daher hier von weiteren Analysen ausgeschlossen werden.

Empoasca vitis wurde an beiden Standorten in sehr hoher Individuenanzahl aufgefunden. Das passt schwerlich zu der beobachteten Abnahme der Neuinfektionen während des Beobachtungszeitraumes. *Macrosteles cristatus* hat am Probenort DS II im Jahr 2006 eine Massenvermehrung erlebt, ohne dass es in diesem oder dem Folgejahr am Probenort zu einer Steigerung der Neuinfektionen gekommen wäre; im Gegenteil.

Es bleiben damit vier wahrscheinliche Kandidaten übrig: *Laodelphax striatella*, *Psammotettix alienus*, *Errastunus ocellaris* und *Anaceratagallia ribauti*. Drei davon sind bereits als Überträger von Krankheiten bekannt (Tab. 1).

Zusammenhang zwischen Befallsgrad und Abundanz

Da sich an den verschiedenen Probeorten die Befallsintensität durch Stolbur-Phytoplasma stark unterschied, ist es möglich, nach Zusammenhängen zwischen dem Befallsgrad am Probeort und der lokalen Abundanz der potenziellen Vektoren zu suchen. Im Fall eines Vektors erwarten wir einen positiven Zusammenhang zwischen den beiden Größen. Für eine Reihe von Arten wurde diese Kohärenz untersucht, wobei die unterschiedliche Fallenzahl berücksichtigt werden musste. Für die Darstellung, die für die vier wahrscheinlichsten Kandidaten erfolgte, musste außerdem die maximale Populationsgröße normiert werden, da der Unterschied in den Fangzahlen zwischen den Arten zu groß ist. Das

Tab. 1: Arten, die an beiden Standorten vorkommen und Krankheiten übertragen oder als Überträger in Verdacht stehen; nach NICKEL (2003) und RIEDLE-BAUER et al. (2008)

Art	Überträger von
<i>Anaceratagallia ribauti</i>	Stolbur Phytoplasmen (RIEDLE-BAUER et al., 2008)
<i>Euscelidius variegatus</i>	Clover Phyllody (CP)
<i>Euscelis incisus</i>	Clover Phyllody (CP), Clover Dwarf (CD), Schwarzholzkrankheit?
<i>Macrosteles cristatus</i>	Yellows Diseases (Vergilbungen)
<i>Psammotettix alienus</i>	Band Mosaic of Wheat and Rye (BMWR), Wheat Dwarf Virus (WDV)
<i>Dicranotropis hamata</i>	Cereal virus diseases
<i>Hyalesthes obsoletus</i>	Schwarzholzkrankheit an Weinreben
<i>Javesella pellucida</i>	Oats Sterile Dwarf Virus (OSDV), Maize Rough Dwarf Virus (MRDV), European Wheat Striate Mosaic Virus (EWSMV)

Ergebnis zeigt Abbildung 8.

Der lineare Zusammenhang zwischen Befallsgrad und Individuenanzahl der jeweiligen Art ist in keinem Fall signifikant ($P \leq 0,05$) und erreicht nur für *Laodelphax striatella* mit $P = 0,0599$ annähernd das Signifikanzniveau. Der nächstniedrige P-Wert ergibt sich für *Macrosteles cristatus* ($P = 0,13$) und ist vom Signifikanzniveau bereits weit entfernt. In noch höherem Ausmaß gilt das für die „Kandidaten-Arten“, wie gesagt mit Ausnahme von *L. striatella*.

Die Korrelation zwischen Befallsgrad und Individuenanzahl ist bei *L. striatella* positiv, wie das bei einem potenziellen Vektor zu erwarten ist. Dies ist bei *Errastunus ocellaris* nicht der Fall und bei den restlichen Kandidatenarten nur in geringem Ausmaß.

Die Aussagekraft dieser Analyse ist insofern fraglich, als der Befallsgrad auf die Jahre 2002 und 2003 zurückgeht, die Populationsdichte hingegen auf 2005 und 2006. Die Populationsgröße einiger Zikadenarten schwankt in aufeinanderfolgenden Jahren recht stark. Zudem ist natürlich die Anzahl der Probenorte klein, daher sollte diese Untersuchung nur als Hinweis gewertet werden.

Anaceratagallia ribauti ist zwar nur in geringer Individuenzahl gefangen worden, doch ist dies sicher - wie einige Vergleichsfänge mit dem Saugrohr zeigen - eine Konsequenz der Fangmethode. Die Art ist träge, sie fliegt weder gerne, noch springt sie viel. Daher sind

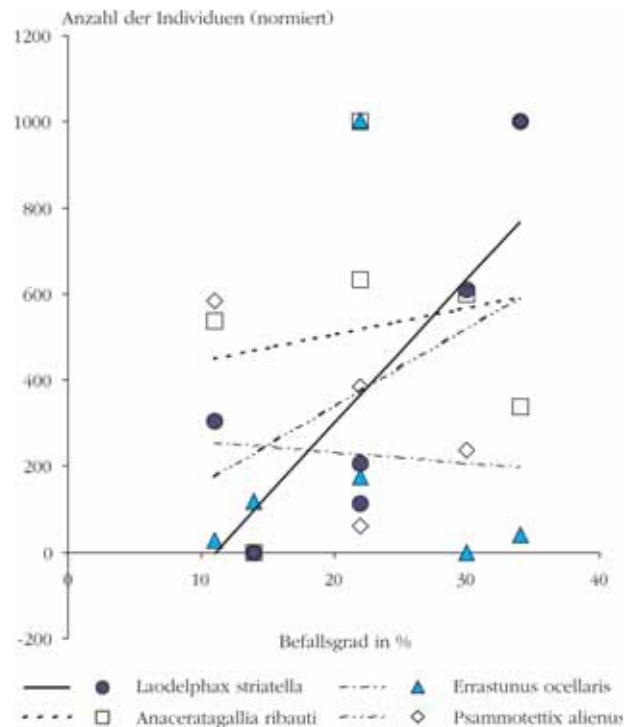


Abb. 8: Zusammenhang zwischen Individuenanzahl und Befallsgrad. Die Daten sind normiert (siehe Text).

Gelbfallen für diese Spezies nicht das geeignete Fangverfahren. Aus den gleichen Gründen kommt sie aber auch nur bedingt für eine epidemische Ausbreitung von Schwarzholzkrankheit in Frage. Die Spezies erreicht das Weinlaub wohl nur, indem sie entweder von der Krautschicht auf niedrig liegende Teile der Rebe (Stockausschläge, herabhängende Triebe) springt, den Stamm hinaufklettert oder durch den Wind übertragen wird. So kann sie vermutlich höchstens zur lokalen Verbreitung von Schwarzholzkrankheit beitragen. In diesem Zusammenhang ist es interessant, dass insbesondere im Jahr 2007 nahezu alle Neuinfektionen in unmittelbarer Nachbarschaft bereits erkrankter Reben erfolgt sind, ein für Stolbur-Phytoplasma ungewöhnlicher Verbreitungsmodus. RIEDLE-BAUER et al. (2008) konnten zeigen, dass die Art ein nicht sehr effizienter, aber unzweifelhafter Überträger von Stolbur-Phytoplasma ist. Der Nachweis der Übertragung auf Wein steht aber noch aus.

Errastunus ocellaris überträgt - soweit bekannt - keine Krankheiten. Die Art ist nur auf den Probeorten DS I und BL III häufig gefangen worden und dort an die Brachen gebunden. An den restlichen Probeorten ist sie selten oder gar nicht gefangen worden, weshalb es

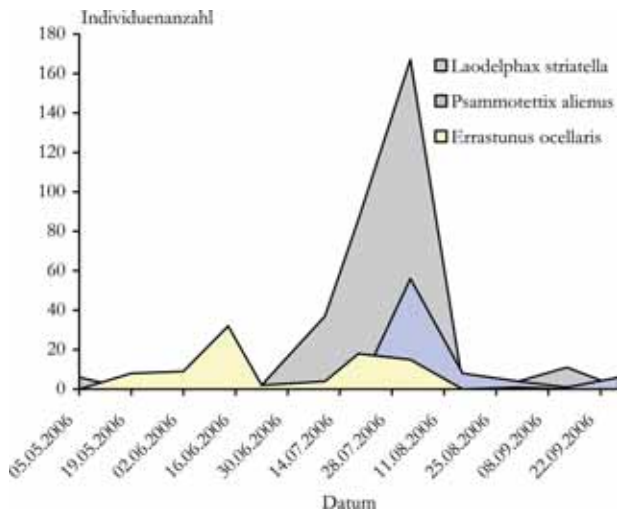


Abb. 9: Anzahl der Fallenfänge von Mai bis Oktober für drei Zikadenarten

auch nicht wahrscheinlich ist, dass sie an der Schwarzholzepidemie beteiligt war.

Psammotettix alienus überträgt Virose, die weizen-, gerste- und roggen-schädigend sind. Diese euröke Art ist ebenfalls auf Brachen häufig, war aber auch in den Obstanlagen auf Bodenniveau nicht selten. Ein besonderer Bezug zu Weingärten ist nicht vorhanden.

Laodelphax striatella bevorzugt als Wirt offenbar Monokotyle und überträgt Virose u. a. auch auf Mais, was deshalb interessant ist, weil Stolbur Phytoplasma erstmals von DUDUK und BERTACCINI (2006) auch an Mais nachgewiesen wurde. Die Art ist Phloemsauger, sie wurde an beiden Standorten und in allen Lebensräumen aufgefunden und war - mit Ausnahme der Hecken - überall häufig. Ihre makroptere Form ist mobil genug, um über weite Strecken verdriftet zu werden und - falls sie ein Stolbur-Vektor ist und infiziert - offenbar auch hinreichend frequent, um eine Epidemie auslösen zu können. Völlig unsicher ist hingegen, ob die Art überhaupt an Wein saugt. Wie Abbildung 9 zeigt, kommt es vor allem im Juli zu hohen Populationszahlen, und es ist im Falle einer Massenverdriftung denkbar, dass die Tiere - insbesondere in Weingärten mit offen gehaltenen Böden - einfach keine andere Futterquelle finden. Die Spezies wurde bislang nur unzureichend auf ihre Fähigkeit, Stolbur-Phytoplasma zu übertragen, untersucht. Wie viele der analysierten Zikadenarten war *Laodelphax striatella* 2005 nicht sehr häufig, 2006 hingegen schon. Dennoch ist es 2005/2006 zu einer stärkeren Neuinfektion gekommen, als 2006/2007. Dem steht gegenüber, dass diese

Spezies die einzige ist, bei der es zu einer wirklich deutlichen Korrelation zwischen Befallsgrad der Weingärten und lokaler Abundanz kommt. Insgesamt muss geschlossen werden, dass *Laodelphax striatella* nach vorliegendem Datenmaterial der wahrscheinlichste Kandidat ist, wenn man nach dem Verursacher der Schwarzholzepidemie im Mittel- und Südburgenland des Jahres 2003 sucht.

Literatur

- BEI-BIENKO, G.Y., BLAGOVESHCHENSKII, D.I., CHERNOVA, O.A., DANTSIG, E.M., EMEL'YANOV, A.F., KERZHNER, I.M., LOGINOVA, M.M., MARTYNOVA, E.F., SHAPOSHNIKOV, G.K., SHAROV, A.G., SPURIS, Z.D., VISHNYAKOVA, T.L., YACZEWSKI, T.L., YAKHONTOV, V.V. and ZHILTSOVA, L.A. (1964): Keys to the insects of the European USSR. Vol. I: Apterygota, Palaeoptera, Hemimetabola. - Moskva-Leningrad: Akad. Nauk SSSR, 1964
- BIEDERMANN, R. und NIEDRINGHAUS, R. (2004): Die Zikaden Deutschlands. - Scheeßel: WABV Fründ, 2004
- DELLA GIUSTINA, W., BONFILS, J. et LE QUESNE, W. (1989): Faune de France, 73: Homoptères Cicadellidae, Vol. 3. Compléments aux ouvrages d'Henri Ribaut. - Paris: Fédération française des sociétés de sciences naturelles, 1989
- DUDUK, B. and BERTACCINI, A. 2006: Corn with symptoms of reddening: new host of stolbur phytoplasma. Plant Disease 90: 1313-1319
- HOLZINGER, W. 1996: Kritisches Verzeichnis der Zikaden Österreichs (Ins.: Homoptera, Auchenorrhyncha). Carinthia II Bd. 186/106: 501-517
- HOLZINGER, W., KAMMERLANDER, I. und NICKEL, H. (2003): Die Zikaden Mitteleuropas. Fulgoromorpha, Cicadomorpha excl. Cicadellidae. - Leiden (NL): Brill, 2003
- NAST, J. 1987: The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Europe. Ann. Zoologici 16(3): 536-661
- NICKEL, H. (2003): The leafhoppers and planthoppers of Germany. - Sofia and Moscow: Pensoft Publ., 2003
- OSSIANNILSSON, F. (1978): The Auchenorrhyncha of Fennoscandia and Denmark. Part 1: Introduction, infraorder Fulgoromorpha. - Klampenborg (DK): Scand. Sci. Press, 1978
- OSSIANNILSSON, F. (1981): The Auchenorrhyncha of Fennoscandia and Denmark. Part 2: The families Cicadidae, Cercopidae, Membracidae and Cicadellidae (excl. Deltocephalinae). - Klampenborg (DK): Scand. Sci. Press, 1981
- OSSIANNILSSON, F. (1983): The Auchenorrhyncha of Fennoscandia and Denmark. Part 3: The family Cicadellidae. - Klampenborg (DK): Scand. Sci. Press, 1983
- REMANE, R. und WACHMANN, E. (1993): Zikaden kennenlernen, beobachten. - Augsburg: Naturbuchverl., 1993
- RIBAUT, H. (1952): Homoptères Auchenorrhynques. II Jassidae (Faune de France; 57) - Paris: Lechevalier, 1952
- RIEDLE-BAUER, M., TIEFENBRUNNER, W. und HANAK, K. 2007: Untersuchungen zum Auftreten von Zikaden (Hemiptera, Auchenorrhyncha) in österreichischen Weingärten und ihre mögliche Bedeutung für die Übertragung von Stolbur-Phytoplasma. DgaaE-Nachrichten 21(2): 93-94
- RIEDLE-BAUER, M., TIEFENBRUNNER, W., OTREBA, J., HANAK, K., SCHILDBERGER, B. and REGNER, F. 2006a: Epidemiological observations on Bois Noir in Austrian vineyards. Mitt. Klosterneuburg 56: 166-170

- RIEDLE-BAUER, M., TIEFENBRUNNER, A. und TIEFENBRUNNER, W. (2006b): Untersuchungen zur Zikadenfauna (Hemiptera, Auchenorrhyncha) einiger Weingärten Ostösterreichs und ihrer nahen Umgebung. Linzer Biologische Beiträge 38/2: 1637-1654
- RIEDLE-BAUER, M., ŠĚRA, A. and REGNER, F. (2008): Transmission of a stolbur group phytoplasma by the Agalliinae leafhopper *Anaceratagallia ribauti* (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae). Submitted (Nov. 11, 2007) to Journal of Phytopathology
- STEWART, A.J.A. (2002): Techniques for sampling Auchenorrhyncha in grassland. In: Holzinger, W. (Ed.): Zikaden : leafhoppers, planthoppers and cicadas (Denisia; 4: 491-512). - Linz: Biologiezentrum/OÖ. Landesmuseum, 2002
- TIEFENBRUNNER, W., GANGL, H., LEITNER, G. und RIEDLE-BAUER, M. 2007: Versuchsergebnisse zum Auftreten an der Rebe: Stolbur Phytoplasmen. Der Winzer (8): 20-23
- TIEFENBRUNNER, A. und TIEFENBRUNNER, W. 2007: Attraktivität verschiedener Farbtafeln auf Zikaden (Hemiptera: Auchenorrhyncha) im Weingarten. Mitt. Klosterneuburg 57(4): ???-???
- WEINTRAUB, P.G. and BEANLAND, L. 2006: Insect vectors of phytoplasmas. Ann. Rev. Entomol. 51: 91-111

Manuskript eingelangt am 12. November 2007