

Effekte der Reblaus (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) auf
die Photosyntheseaktivität, das Wachstum und die
„sink“-Aktivität von Weinreben (*Vitis* spp.)

Masterarbeit von
Maximilian Ruhdorfer



Universität für Bodenkultur, Wien
Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Abteilung Wein- und Obstbau

Univ. Prof. Dr. Astrid Forneck
Dr. Michaela Griesser

April 2018

Danksagung

Ich bedanke mich bei meiner Betreuerin Prof. Dr. Astrid Forneck, die es mir ermöglichte in Ihrem Team diese Masterarbeit zu bearbeiten und mir damit wertvolle Einblicke in den praktischen Forschungsbetrieb gab. Des Weiteren danke ich Dr. Michaela Griesser für Ihren Einsatz und Hilfestellungen zum Gelingen dieser Arbeit. Markus W. Eitle danke ich ebenfalls für die Zusammenarbeit und seinen Ratschlägen während der Durchführung der Versuche. Nicht zuletzt gilt auch ein großes Dankeschön meinem Kommilitonen DI Stefan Siegl für die kollegiale Zusammenarbeit während unserer Masterarbeiten und der gesamten Studienzeit.

Großer Dank gilt auch meiner Familie für die Ermöglichung der Studienzeit und meinem Ehemann Thomas für die aufgebrauchte Geduld und Ermutigungen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis	4
1. Einleitung.....	5
2. Literaturüberblick	7
2.1 Weinreben (<i>Vitis</i> spp.)	7
2.2 Biologie der Reblaus	8
2.3 Sink – Source Translokation bei Pflanzen	11
2.4 Änderungen der Sink-Source-Translokationen unter Reblaus Einfluss.....	18
3. Material und Methoden	21
3.1 Pflanzmaterial.....	21
3.2 Versuchsstandort-, und Aufbau	21
3.3 Reblaus-Inokulation.....	23
3.4 Messungen	24
3.5 Destruktive Probennahme	26
3.6 Statistische Analysen	28
4. Ergebnisse.....	29
4.1 Chlorophyll-Fluoreszenz	29
4.2 Gasaustausch.....	33
4.3 Sink-Source Translokation	36
5. Diskussion.....	40
6. Zusammenfassung	45
Abstract (Deutsch – English).....	47
Referenzen	48
Abkürzungsverzeichnis	56
Anhang	57
Eidesstaatliche Erklärung	83

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Aufstellung der Töpfe auf einem der Wägen.....	23
Abbildung 2 Wurzelgallen bei Kober 5 BB.....	27
Abbildung 3 Verlauf der F Werte bei Müller-Thurgau/5BB Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).	30
Abbildung 4 Verlauf der F_m Werte bei Müller-Thurgau/5BB Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).	31
Abbildung 5 Verlauf der F_o Werte bei Müller-Thurgau/5BB Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).	32
Abbildung 6 Verlauf der ETR Werte bei 5BB Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).	33
Abbildung 7 Transpirationsraten von veredelten Müller-Thurgau Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).	34
Abbildung 8 Transpirationsraten von Müller-Thurgau Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der befallenen und unbefallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).	35
Abbildung 9 Transpirationsraten von Kober 5 BB Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).	36
Abbildung 10 Trockengewicht pro Blatt von Kober 5BB, Müller-Thurgau, und der veredelten Variante. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test (bei Müller-Thurgau) und der Tukey-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).....	37
Abbildung 11 Blattfläche pro Blatt von Kober 5BB, Müller-Thurgau, und der veredelten Variante. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test (bei Müller-Thurgau) und der Tukey-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).....	38
Abbildung 12 Wurzeltrockengewicht von Kober 5BB, Müller-Thurgau, und der veredelten Variante. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).	38
Abbildung 13 Wurzelvolumen von Kober 5BB, Müller-Thurgau, und der veredelten Variante. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur	

Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test (bei Müller-Thurgau) und der Tukey-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)..... 39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Darstellung des randomisierten Versuchsaufbaus	22
Tabelle 2 Messtermine von PAM-2500 und LCPro.....	24
Tabelle 3 Erläuterung der Messparameter von PAM-2500 (Heinz Walz GmbH, 2008)	24
Tabelle 4 Messparameter des LCpro (ADC BioScientific, 2015)	26
Tabelle 5 quantitative Einteilung des Phylloxerierungsgrades	26
Tabelle 6 qualitative Einteilung des Phylloxerierungsgrades, Angaben in mm	27
Tabelle 7 Anzahl der befallenen und unbefallenen Kontrollpflanzen.....	29
Tabelle 8 Zusammensetzung von FERTY 3 MEGA	57
Tabelle 9 Rohdaten PAM-2500, 2.8.2016.....	58
Tabelle 10 Rohdaten PAM-2500, 16.8.2016	59
Tabelle 11 Rohdaten PAM-2500, 29.8.16.....	61
Tabelle 12 Rohdaten PAM-2500, 13.9.2016	63
Tabelle 13 Rohdaten PAM-2500, 27.9.2016	64
Tabelle 14 Rohdaten PAM-2500, 3.10.2016	66
Tabelle 15 Rohdaten LCpro, 3.8.2016	68
Tabelle 16 Rohdaten LCpro, 17.8.16	69
Tabelle 17 Rohdaten LCpro, 29.8.16	71
Tabelle 18 Rohdaten LCpro, 12.9.16	73
Tabelle 19 Rohdaten LCpro, 27.9.2016	75
Tabelle 20 Rohdaten LCpro, 3.10.2016	76
Tabelle 21 Rohdaten der destruktiven Probennahme	78
Tabelle 22 Bonitur des Befallsgrades	81

1. Einleitung

Die Reblaus (*Daktulosphaira vitifoliae*, Homoptera: Phylloxeridae) wurde erstmals 1855 beschrieben und ist heimisch an amerikanischen *Vitis* Arten. Der Befall führt zur Bildung von Wurzel- und Blattgallen. Die Europäische Weinrebe (*Vitis vinifera*) hatte nach der Verbreitung in Europa ab Mitte des 19ten Jahrhunderts keine Resistenzen an den Wurzeln. Die Rebläuse saugen an den Wurzelspitzen und induzieren die Bildung von Gallen, sogenannten Nodositäten bzw. Tuberositäten an älteren lignifizierten Wurzelteilen, wo sie sich weiter vermehren. Die Saugstellen können Eintrittspforten für sekundäre Infektionen durch Mikroorganismen bilden, wodurch es zu einem Verfall des Wurzelsystems kommt (Omer *et al.*, 1995). Ertrag und Qualität der Trauben werden beeinflusst und die Rebe stirbt ab. Die weltweite Verbreitung der Reblaus macht sie zu einem bedeutsamen wirtschaftlichen Schaderreger (Powell, 2012). Durch die Notwendigkeit der Verwendung von Unterlagsreben, welches als primäres Managementtool im Weinbau dient, entstehen erhebliche Mehrkosten im Anbau (Granett *et al.*, 2001; Powell *et al.*, 2013; Keller, 2015).

Aktuelle reblaustolerante Unterlagsreben, Züchtungen aus amerikanischen *Vitis* Arten, erlauben die Bildung von Nodositäten, wodurch zusätzliche heterotrophe Sink-Organen an den Wurzeln der Pflanze entstehen. Unter Toleranz gegenüber Reblausbefall versteht man in diesem Kontext, dass die Pflanze Mechanismen besitzt, mit denen sie den Schädling tolerieren kann ohne dabei abzusterben (Smith, 1991).

Die Reaktionen der Wirtspflanze auf Reblausbefall sind komplex und können zur Selektion von adaptierten Biotypen (Forneck *et al.*, 2001a; Forneck *et al.*, 2001b) führen. Das Verständnis der spezifischen Interaktionen ist noch nicht eindeutig geklärt. Ein genaueres Wissen zur Resistenz von Unterlagsreben, der Evolution von Reblaus-Biotypen, der Allokation von Kohlenhydraten innerhalb der infizierten Wirtspflanze, und Strategien zum Pflanzenschutz ist nur in Teilbereichen vorhanden. Die Einflüsse der Reblaus auf die Sink-Source-Translokationen wie dem Transport von Zuckern, und Enzymen (Steffan und Rilling, 1981; Griesser *et al.*, 2015; Forneck *et al.*, 2016) und Änderungen im Metabolismus von reblausbefallenen Wurzeln (Lawo *et al.*, 2011) konnten in verschiedenen Studien nachgewiesen werden.

Die Auswirkungen von Reblausbefall von unterschiedlich anfälligen *Vitis* Arten auf die photosynthetische Leistung der Pflanzen war ein wichtiger Forschungsaspekt in dieser Arbeit.

Die Verlagerung der gebildeten Assimilate innerhalb der Organe der Rebe war ein weiterer Teil der Untersuchungen dieser Arbeit.

Folgende Forschungsfragen sollten in dieser Arbeit beantwortet werden:

- Gibt es Unterschiede bei der Photosyntheseleistung und der Chlorophyll-Fluoreszenz von unterschiedlich phylloxerierten und nicht phylloxerierten Reben?
- Wie ändert sich das Wachstum von unterschiedlich phylloxerierten und nicht phylloxerierten Reben?
- Gibt es Unterschiede in der Verlagerung von Kohlehydraten bei unterschiedlich phylloxerierten und nicht phylloxerierten Reben?

Anhand ausgewählter Methoden sollen die Interaktionen von Rebe und Reblaus erforscht werden. Den nachstehenden Punkten wurde nähere Betrachtung gewidmet:

- Effekte der Verlagerung von Kohlehydraten zwischen Organen wie Blättern, Wurzeln und Trieben unter Reblausbefall an den Wurzeln
- Einflüsse auf die Photosyntheseleistung der Blätter unter Reblausbefall an den Wurzeln
- Änderungen im vegetativen und generativen Wachstum, wie der Blattmasse, Blattfläche, Wurzelmasse und dem Wurzelvolumen unter Reblausbefall an den Wurzeln

Diese Hypothesen stellten die Grundlage für die getätigten Versuche dar, anhand derer der Aufbau und die Methoden gewählt wurden.

- Reblausbefallene Reben kompensieren den von der Reblaus induzierten Stress (durch Wasser-, und Nährstoffmangel) durch eine gesteigerte photosynthetische Aktivität.
- Reblausbefallene Reben kompensieren den von der Reblaus induzierten Stress (durch Wasser-, und Nährstoffmangel) durch erhöhte Chlorophyll-Fluoreszenz.
- Reblausbefallene Reben kompensieren den von der Reblaus induzierten Stress (durch Wasser-, und Nährstoffmangel) durch vermehrte Sink-Aktivität.

2. Literaturüberblick

2.1 Weinreben (*Vitis* spp.)

Das Vorkommen der Gattung *Vitis* erstreckt sich vordergründig über gemäßigte und subtropische Bereiche der nördlichen Hemisphäre. Alle Mitglieder dieser Gattung sind sympodial aufgebaute Lianen mit berankten Trieben. Die Verbreitung der 60-70 Arten erstreckt sich über Asien und Amerika. Für den Weinbau von großer Bedeutung zeigt sich die Art *Vitis vinifera* mit ihren verschiedenen Sorten. Die agronomischen Merkmale, wie Fruchtansatz-, und -qualität, Veredelungsaffinität, und der Toleranz von Reblausbefall weisen große Unterschiede auf und sind deshalb beliebte Züchtungspartner. Heutzutage verwendete Unterlagsreben sind meist Hybriden von resistenten amerikanischen *Vitis* Arten und dienen zur Erstellung von Pfropfreben mit europäischen Edelrebsorten, die keine Resistenz gegenüber Reblausbefall aufweisen (Keller, 2015).

Wurzelsystem der Rebe

Die Unterlagsrebe bietet dem als Edelreiser bezeichneten Trieb das Wurzelsystem. Dies verschafft Einfluss auf Krankheitsresistenzen (u.a. Phylloxera, Nematoden), Wüchsigkeit der Rebe und Adaptation an gegebene Bodenverhältnisse (Keller, 2015).

Die Morphologie und Physiologie von Unterlagsreben weist hinsichtlich der Resistenz und Anfälligkeit gegenüber der Reblaus einige spezielle Merkmale auf, wie Du *et al.* (2011) erforschten. Die Anzahl der Zellschichten des Periderm reicht von 7-8 bei der reblausresistenten Unterlagsrebe 3309C (*Vitis riparia* x *Vitis rupestris*) zu nur 3-5 Zellschichten bei *V. vinifera*. Die Morphologie erweist sich als oval mit dem Vorhandensein von Protuberanzen bei 3309C, als flach und länglich ohne Vorhandensein von Protuberanzen erwiesen sich Zellen des Periderm bei *Vitis vinifera*. Die Parenchymzellen waren eng unterhalb des Periderm in kleiner dichter Anordnung bei 3309C zu beobachten, bei *V. vinifera* hingegen groß und unregelmäßig angeordnet. Diese artabhängige Morphologie scheint es erschwerend für die Reblaus zu machen die Zellen erfolgreich zu penetrieren und an ihnen zu saugen Du *et al.* (2011). Diese Beobachtungen konnten bereits Kellow *et al.* (2004) machen. Bei anfälligen *V. vinifera* war es der Reblaus nach einmaliger Sondierung möglich eine Gallenbildung zu induzieren, während bei resistenten Unterlagsreben mehrere Versuche in die Zellen einzudringen beobachtet wurden.

Höhere Gehalte an Lignin, Cellulose und Pektin in den Zellwänden der Wurzeln bewirken ebenfalls eine höhere Reblaus Resistenz von Unterlagsreben und konnten in dieser Studie nachgewiesen werden. Dreyer and Campbell (1984) konnten bei Aphiden die Funktion des interzellulären Bindemittel Pektin als eine Substanz bestätigen, welche die Penetrationsrate in Richtung Phloem beeinflusst. In den Parenchymzellen unter dem Periderm sind bei resistenten Arten Polyphenole eingelagert. Der Gehalt an Polyphenolen im Periderm erhöhte sich nach einem Befall der Reblaus, die Zellwände wurden dicker und die Form der Zellen änderte sich. Diese Änderungen der Zellen unterbindet ein erfolgreiches Saugen an der Unterlagsrebe 140 Ruggeri (Du *et al.*, 2009; Du *et al.*, 2011).

Du *et al.* (2014) erforschten die Genexpression von resistenten und anfälligen Vitis Arten nach Reblausbefall. Bei 140 Ruggeri wurden mehrheitlich Gene aktiviert, welche den sekundären Metabolismus regeln und in der Pflanzenabwehr eine Rolle spielen. An *Vitis vinifera* hingegen konnten stärker Gene identifiziert werden, welche für den Energiemetabolismus, den Kohlenhydratmetabolismus und Nukleotidmetabolismus induziert werden. Gene zur Pflanzenabwehr scheinen von der Reblaus bei anfälligen Arten unterdrückt zu werden.

2.2 Biologie der Reblaus

Einleitung

Die Reblaus (*Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch), (Homoptera: Phylloxeridae)) ist endemisch an amerikanischen *Vitis* Arten und führt dort zur Bildung von Blatt-, und Wurzelgallen. Mit der Einschleppung nach Europa in den 1860er Jahren verbreitete sich die Reblaus ausgehend von Frankreich, über den ganzen Kontinent und schließlich die ganze Welt, und führte zur Zerstörung von Weingärten (Duflo *et al.*, 2007), da *Vitis vinifera* L. keine Abwehrmechanismen aufweist. Die Veredelung stellt auch heute noch die primäre Kontrollmöglichkeit gegen die Reblaus dar (Carton *et al.*, 2007). Die Entstehung von neuen Reblaus Biotypen bringt das Risiko von Resistenzzusammenbrüchen mit sich. Wie der Übergang zum Verlust von Resistenzmechanismen vonstatten geht ist nicht ganz klar. Die weitflächig in den USA gepflanzte Unterlagsrebe AXR#1 (*V. vinifera* 'Aramon' x *V. rupestris*) ist ein Beispiel hierfür, und brachte der Weinwirtschaft Kosten in der Höhe von 1-6 Milliarden US\$ (Gale, 2011). Um künftige Risiken und Managementmöglichkeiten in Erfahrung zu bringen, erfordert es die Biologie, Ökologie, den Lebenszyklus, die Genetik und Wirt-Pflanze-Interaktionen zu erforschen (Granett *et al.*, 2001; Powell *et al.*, 2013).

Lebenszyklus der Reblaus

Der Lebenszyklus der Reblaus gestaltet sich im allgemeinen recht komplex. Es gibt wurzelgallenbildende und blattgallenbildende Individuen. Nach dem Winter schlüpft aus einem an der Borke überwinterten Ei die Fundatrix, welche Eier legt, aus denen im ersten Nymphenstadium die sogenannten „Crawler“ schlüpfen. Diese sind mobil und können zwischen den Wurzeln und Blättern wandern, und so neue Saugstellen etablieren (Granett *et al.*, 2001). Über vier Nymphenstadien erfolgt die Entwicklung zum unbeflügelten Erwachsenenstadium. Geflügelte Tiere (Alatae, Sexuparae) entwickeln sich unter optimalen Temperaturbedingungen und Verhältnissen an der Wirtspflanze an den Wurzeln (Omer *et al.*, 2002). Die geflügelten Alatae besitzen keine Saugwerkzeuge, und legen unter passenden Umweltbedingungen männliche und weibliche Eier an die Weinrebe ab (Forneck *et al.*, 2001b). Die sexuellen Nachkommen häuten sich vier Mal in unbeflügelte, nicht saugende Adulte (Sexuales), paaren sich, woraufhin die Weibchen ein einziges Ei legen, aus dem im Folgejahr die Fundatrix schlüpft, welche an Wurzeln oder Blättern eine neue Galle induzieren kann und damit neue Populationen schafft (Forneck *et al.*, 2001a).

Dieser klassische holozyklische Lebenszyklus hat einige Variationen. So wurde in einigen Ländern und Regionen ein anholozyklischer Lebenszyklus beobachtet, mit überwiegend asexueller Fortpflanzung und selten vorkommender Blattgallenbildung und sexueller Fortpflanzung, deren Überwinterung im ersten Nymphenstadium erfolgt. Eine sexuelle Fortpflanzung nur an Blättern an *Vitis* Arten in ihrem nativen Habitat ist genauso möglich. Die sexualen Tiere werden von unbeflügelten Weibchen in der Galle produziert. Über die Wachstumsperiode der Rebe entwickeln sich zuerst asexuelle Tiere und später sexuelle Generationen (Forneck and Huber, 2009; Downie and Granett, 1998).

Gallenbildung (Cecidogenese)

Damit sich die Reblaus erfolgreich von der Pflanze ernähren und weitere Populationen bilden kann, braucht sie eine Blatt- bzw. Wurzelgalle, deren Bildung durch die Injektion von Speichelflüssigkeit induziert wird, welche zur Hydrolyse des Zellgewebes führt (Zotov *et al.*, 1966). Die Reblaus beginnt am Meristem der Wurzelspitzen zu saugen und führt in Folge zu Änderungen der Zellstruktur und chemischen Zusammensetzung und gesteigerter Zellteilung. Die spezifische Beteiligung von Expansin Genen bei der Bildung einer Nodosität konnte nachgewiesen werden (Lawo *et al.*, 2013). Die Reaktionen der Wirtspflanze sind jeweils

abhängig von *Vitis* und Reblaus Genotyp. Bei der anfälligen Art *V. vinifera* kommt es zu Hypertrophie und Hyperplasie der Meristemzellen und einem Anstieg von Stärke, Zucker, Prolin und Aminosäuren Konzentrationen (Forneck *et al.*, 2002; Kellow *et al.*, 2004). Die Nodosität wird zu einem bedeutsamen Sink in der Pflanze und entzieht dem Rest der Pflanze Assimilate (Griesser *et al.*, 2015)

Eine genaue Zusammensetzung der Speichelflüssigkeit konnte noch nicht nachgewiesen werden. Möglich ist die Beteiligung von verschiedenen Phytohormonen wie Auxinen und Cytokininen in der Gallenbildung Erb *et al.* (2012). Eitle *et al.* (2017) konnten feststellen, dass Konzentrationen von Indol-3-Essigsäure (IAA), einem Auxin, signifikant geringer waren an den sich entwickelnden Nodositäten, und signifikant erhöht bei den unbefallenen Wurzelspitzen. Dies könnte zu einem unterdrückten Wachstum der befallenen Wurzelspitzen, und einem geförderten Wachstum der Wurzelspitzen bei befallenen Pflanzen führen. Aktive Formen von Cytokininen wurden bei der Bildung der Nodositäten akkumuliert, womit die Zellteilungsrate erhöht wird. Unklar in diesem Zusammenhang bleibt, ob es sich dabei um eine direkte oder sekundäre Wirkung der Reblaus handelt. Granett (1990) konnte bei der Applikation von IAA bei anfälligen und resistenten *Vitis* Arten Schwellungen des Wurzelgewebes, vergleichbar mit Reblaus induzierten Wurzelgallen, beobachten. Bei Aphiden konnte nachgewiesen werden, dass die Speichelflüssigkeit auch Proteine (Enzyme) enthält, welche die Zellwände abbauen können (Carolan *et al.*, 2011). Die Methode der Stylectomy zur Analyse des aufgenommenen Zellsaftes konnte bei der Reblaus bis heute noch nicht angewendet werden.

Schadwirkungen durch Reblausbefall

An den Wurzeln saugende Individuen verursachen im Gegensatz zu blattgallenbildende Rebläuse höhere Schäden, da sie zu einem zunehmenden Verfall bzw. gänzlichen Absterben der Weinrebe führen. Als Gründe für die Schadwirkung der Reblaus schlagen Granett *et al.* (2001) drei Mechanismen vor: der Entzug von Assimilaten aus der Photosynthese reduziert die Vitalität der Rebe, das Absterben der Wurzeln durch das Eindringen von sekundären pilzlichen Pathogenen an Saugstellen und Wunden, und andere physiologische Störungen neben dem direkten Entzug von Assimilaten oder Wasserstress. Granett and Walker (2009) konnten in Glashaus Versuchen feststellen, dass pilzliche Infektionen nicht durch Reblauspopulationen verbreitet werden, indem diese mit dem Saugrüssel an anderen Wurzeln saugen. Wie Omer *et al.* (1995) feststellen konnten, führte die Infektion von Pilzen und

Rebläusen zu einem signifikant höheren Rückgang der gesamten Biomasse. Der Gehalt an Chlorophyll, die Internodienlänge, Trieb-, und Wurzel Biomasse bei den unbefallenen und nicht infizierten Pflanzen waren signifikant höher. Edwards *et al.* (2007) konnten insbesondere *Fusarium oxysporum* in Verbindung bringen mit dem Auftreten von Nekrosen des Wurzelsystems bei Reblausbefall. Ein Anstieg der Schäden des Wurzelsystems im Zusammenhang mit einer reduzierten Einbringung von organischen Substanzen führte zu einer geänderten Struktur und Aktivität der Bodenmikroorganismen. Dies bedingt einen Anstieg von pilzlichen Pathogenen, die zu Wurzelfäulnis führen, *Roesleria subterranea*, *Cylindrocarpon destructans*, *Fusarium oxysporum*, und Pilze die im Zusammenhang mit der Petri-Krankheit und Esca stehen Huber *et al.* (2009). Insbesondere der bodenbürtige Pilz *Roesleria subterranea* kann zu großen Schäden des Wurzelsystems und damit reduzierten Erträgen, der Wüchsigkeit und Absterben der Pflanze führen Neuhauser *et al.* (2011).

Die ersten Schäden machen sich oberflächlich bemerkbar durch reduziertes Triebwachstum, blassen Blättern, und Kalium Mangelercheinungen bei Hitzestress im Sommer. Über mehrere Jahre des Befalls, kommt es bei *Vitis vinifera* schließlich zum gänzlichen Absterben des Wurzelsystems (Granett *et al.*, 2001).

2.3 Sink – Source Translokation bei Pflanzen

Definition und Unterscheidung zwischen „Sink“ und „Source“ – Organen bei Pflanzen

Unter einem Sink in einer Pflanze kann man ein heterotrophes Gewebe oder Organ verstehen, das Kohlenstoff und/oder Stickstoff-Komponenten importiert, von Veratmung geprägt ist (CO_2 Ausstoß ist höher als die CO_2 Assimilation), eine hohe Aktivität an Auxinen aufweist, und dessen Phosphoenolpyruvatcarboxylase (PEPC) Aktivität die der Rubisco Enzymaktivität übersteigt. Typische Beispiele für Sinks sind Blüten, Früchte, Triebe und Wurzeln. Die Rolle dieser Organe kann sich über die Ontogenese einmalig und irreversibel von Sink zu Source ändern, wie zum Beispiel junge Blätter, die später zur Quelle von Kohlenstoff werden.

Als Source versteht man somit photosynthetisch aktives Gewebe mit wesentlicher Rubisco Aktivität, das einen Export an Kohlenstoffskeletten aufweist, wie es z.B. bei jeglichen Arten grüner Blätter der Fall ist, sobald diese autonom und autotroph sind (Blanke, 2009).

Unter der Sink-Stärke versteht man das Vermögen eines Gewebes, Assimilate zu sich zu mobilisieren. Dies könnte man definieren als Menge von importierten Kohlenstoff-, oder

Stickstoffskeletten, Zuwachs an Trockenmasse bzw. Äquivalent an Energie, Speicher von Stärke in Xylem Parenchymzellen, Umfang an Auxin-Synthese oder basipetal exportiertem Auxin, und einer höheren PEPC als Rubisco Enzym-Aktivität.

Die Sink-Kapazität könnte als Kapazität eines Gewebe oder Organs definiert werden, Komponenten von „Sources“ zu importieren und zu speichern. Die Sink-Aktivität hingegen gilt als Respirationsrate des jeweiligen Organs (Blanke, 2009).

Pflanzenwachstum und Entwicklung sind von den photosynthetischen Ressourcen limitiert. Die Photosynthese des Blattes wird normalerweise von den Sinks, z.B. den Früchten, herabreguliert und wirkt verzögernd auf die Seneszenz. Nach Entfernung des Fruchtbehangs (Ernte) werden die Wurzeln zum dominanten Sink der Pflanze. Sind mehrere Sinks vorhanden, so besteht immer eine Konkurrenz um die Assimilate. Geregelt wird die Photosynthese des Blattes und die Exportrate durch endogene Phytohormone wie Cytokinine, Gibberelline, Benzyladenin (BA), und Abszisionsäure (ABA) (Tartachnyk and Blanke, 2004; Blanke, 2009).

Verteilung von Photosyntheseprodukten bei der Weinrebe: Phloem Beladung und Entladung

Die Verteilung der Photosyntheseprodukte bzw. der gelösten Stoffe erfolgt über das Phloem. Da die Konzentration im „Source“ Phloem üblicherweise höher als im Sink Phloem ist, erfolgt der Transport entlang einem Konzentrationsgradienten. Neben Wasser, stellt die Hauptkomponente im Phloem Saccharose dar (Swanson and El-Shishiny, 1958; Koblet, 1969). Diese erzeugt zusammen mit Kalium, Aminosäuren, Glucose, Fructose und Malat einen hohen osmotischen Gradienten (Patrick, 1997; Peuke *et al.*, 2001). Phytohormone und elektrische Signale werden ebenso im Phloem, aber auch durch das Xylem verteilt und dienen der Regulierung physiologischer Prozesse in Geweben und Organen (Fromm and Lautner, 2007). Die Zusammensetzung des Phloemsaftes ist abhängig von Spezies, Art und Unterlagsrebe, sich ändernden physiologischen Umständen, dem Ort innerhalb der Pflanze und dem Zeitpunkt im Jahresverlauf. Gelöste Substanzen können auch zwischen Xylem und Phloem transportiert werden: Xylem zu Phloem Transfer lässt sich beispielsweise bei den Hauptblattadern oder Nodien eines Triebes beobachten. Dies beschleunigt die Versorgung mit Nährstoffen von rasch wachsenden, aber langsam transpirierenden Sinks (z.B. meristematisches Gewebe, Früchte, Samen). Phloem-zu-Xylem Transfer ist bedeutsam bei den Wurzeln um gelöste

Substanzen (wie Aminosäuren oder K^+) zu den Trieben zurückzuleiten (Lalonde *et al.*, 2004). Im Gegensatz zum Xylem unterliegen Rate und Richtung der Transporte im Phloem einer metabolischen Kontrolle und ändern sich in Abhängigkeit der Entwicklung von Source und Sink Bedürfnissen.

Laut der von Münch (1930) aufgestellten Druckstromtheorie erfolgt der Fluss von Phloemsaft von Zellen mit höherem Turgordruck zu jenen mit geringerem Turgordruck. Der hydrostatische Druckunterschied innerhalb der Siebröhrenzellen des Sink und Source Phloems ist maßgeblich für die Translokation der gelösten Substanzen. Damit konkurrieren Sinks um Assimilate, indem sie den Druck in den Siebröhrenzellen erniedrigen. Die Transportrate im Phloem ist somit abhängig von der Assimilatkonzentration und dem Druckunterschied (Wardlaw, 1990). Der Radius der Siebelemente bestimmt zudem die hydraulische Leitfähigkeit (Patrick *et al.*, 2001). Sucrose ist in diesem Zusammenhang die Hauptform an transportiertem Kohlenstoff, und die osmotische Triebkraft für den Stofffluss (Münch, 1930; Hellmann *et al.*, 2000; Van Bel, 2003).

Source Zellen beladen die Siebzellen mit Sucrose wodurch ein osmotischer Gradient und in Folge ein Wasserpotentialgradient entsteht. Dadurch wird Wasser vom Xylem in die Siebzellen gezogen und der hydrostatische Turgordruck erhöht. Der Phloemsaft bewegt sich zum Sink, da hier Sucrose zusammen mit Wasser (das passiv osmotisch der Sucrose folgt) entladen wird, und der Druck in den Siebzellen sich durch den Verlust des Wassers verringert, welches wieder ans Xylem abgegeben wird (Keller, 2015).

Das Phloem besteht aus drei wesentlichen Abschnitten: dem Sammelphloem, dem Transportphloem und dem Abgabephloem (Patrick *et al.*, 2001; Lalonde *et al.*, 2003; Van Bel, 2003). Sie haben jeweils spezifische Aufgaben. In den Mesophyllzellen von Source Blättern wird Sucrose produziert, die symplastisch über Plasmodesmata zu den Bündelscheidenzellen der Hauptblattadern diffundiert. Von dort wird sie von den Geleitzellen in die Siebelemente des Sammelphloems geladen (Lalonde *et al.*, 2003; Lalonde *et al.*, 2004). Die Auffassung darüber, wie Weinreben das Phloem beladen ist kontrovers: Es besteht die Meinung, die Beladung des Phloems verlaufe apoplastisch durch die Zellwände, da die Transportform von Zucker bei Weinreben Sucrose ist (im Gegensatz zur größeren Raffinose und/oder Stachyose). Wenn somit die Konzentration im Phloem weitaus höher ist, als in umgebenden Zellen, wäre eine Diffusion entgegen einem Konzentrationsgradienten nicht möglich. In diesem Falle muss

Sucrose durch die für kleine organische Moleküle durchlässige Zellwand hinausgepumpt werden. Dieser Transport erfolgt weiter über die Geleitzellen und Siebelementen mittels Protonen Cotransport (oder Symport) und erfordert somit einen Energieverbrauch von ATP (Patrick *et al.*, 2001; Lalonde *et al.*, 2003). Der Verbrauch an Atmungsenergie hierfür wurde geschätzt auf etwa ein Drittel bei ausgewachsenen Blättern (Amthor, 2000; Turgeon, 2000).

Die andere Meinung zum Transport von Sucrose bei Weinreben, geht von einem gänzlich symplastischen Transportweg aus. Der Transport von Sucrose erfolgt durch Diffusion bzw. Massenfluss über einen Gradienten zwischen Mesophyll- und Phloemzellen entlang einem kontinuierlichen Weg über Plasmodesmen, auch bezeichnet als „offenes Phloem“ (Turgeon, 2000; Turgeon and Wolf, 2009). Im Gegensatz zu vielen anderen Pflanzenarten ist bei der Weinrebe die Konzentration von Sucrose im Phloem geringer als in den angrenzenden Mesophyllzellen, womit kein Bedarf an aktivem energieabhängigem Transport besteht. Dadurch ist die Richtung des Stromes im Phloem reversibel und abhängig von der Richtung des Druckgradienten. Trotz dem symplastischen Kontinuum ist es den Weinreben möglich Hexosen aus dem Phloem auszuschließen und sie in den Mesophyllzellen zu bewahren. Nur Spuren von Glucose und Fructose konnten im Phloem festgestellt werden (Koblet, 1969). Es ist auch möglich, dass beide Mechanismen der Phloembeladung in den Blättern ablaufen (Turgeon, 2000; Lalonde *et al.*, 2003; Turgeon and Wolf, 2009).

Sobald die gelösten Substanzen in das Phloem geladen wurden, werden diese in das Transportphloem zu den Blattadern, Blattstielen, Trieben, dem Stamm und den Wurzeln exportiert. Die Exportrate von Sucrose ist abhängig von der Produktion des Source Blattes (und der Netto Kohlenstoffassimilation) und der Kapazität von Sink Geweben die Sucrose zu entladen. Im Gegensatz zum Xylem besitzt das Phloem Plasmodesmen, weshalb auf den Transportwegen gelöste Substanzen auf passivem Weg in Phloem Parenchymzellen eintreten und Sinks versorgen, z.B. für radiales Wachstum oder zur Einlagerung von Reservestoffen. Die eingelagerte Stärke kann dabei rasch in aktiver Weise, durch Hydrolyse und ATP getriebenem Protonen/Sucrose Symport, wieder ans Phloem abgegeben werden (Patrick, 1997; Lalonde *et al.*, 2003; Van Bel, 2003; Martens *et al.*, 2006). Damit können Schwankungen der Assimilatproduktion der Blätter im Tagesgang und Einflüsse der Umweltbedingungen ausgeglichen werden. Die Zuckerkonzentration in Blattadern und weit entfernten Sinks schwankt somit nur wenig. Eine symplastische Abgabe an Substanzen im Transportphloem ist

bevorzugt im Falle von hohen source:sink Verhältnissen, sind diese niedrig, so schließen sich die Plasmodesmen und der Transport verläuft auf apoplastischem Weg und damit langsamer. Wenn eine gesteigerte Flussrate an gelösten Substanzen eine Verminderung der Konzentration bei Sinks nicht kompensieren kann, so werden weiter entfernte Sinks weniger Zucker erhalten und in Konkurrenz stehen zu dem Source näheren Sinks (Patrick, 1997; Patrick *et al.*, 2001).

Im Sink Gewebe erfolgt über das Abgabephloem das Entladen der gelösten Substanzen in umgekehrter Folge wie beim Beladen, und die Aufnahme in den Metabolismus der Zelle bzw. Speicherung (Patrick, 1997; Patrick *et al.*, 2001; Lalonde *et al.*, 2004). Die Sucrose Konzentration im Phloem ist immer höher als in den umgebenden Sink Parenchymzellen, weshalb das wiederholte Entladen passiv entlang einem Druckgradienten erfolgt, üblicherweise symplastisch über Plasmodesmen zu einem anderen Verbrauchsort, zusätzliches apoplastisches Entladen ist genauso möglich (Patrick, 1997; Lalonde *et al.*, 2003; Van Bel, 2003).

Das besondere bei den Weinbeeren ist, dass diese anfangs den symplastischen Weg des Sucrosetransportes aufweisen, ab der Veraison (oder kurz davor) zum apoplastischen Weg des Entladens wechseln (Zhang *et al.*, 2006). Dabei scheint es bei den Zellen des Perikarp zu einer Blockierung (wahrscheinlich durch Callose) der Plasmodesmen zu kommen, die den Siebelement/Geleitzellen-Komplex mit den umgebenden Parenchymzellen in den Leitbündelzellen und dem Fruchtfleisch der Beeren verbinden. Hierbei ist festzuhalten, dass bereits vor der Veraison keine Plasmodesmen zu Embryo und Endosperm und der später gebildeten Samenschale vorhanden sind. Das Entladen in die Samenschale könnte symplastisch verlaufen, ist beim Embryo und Endosperm jedoch immer ein apoplastischer Prozess (Bradford, 1994; Patrick, 1997; Walker *et al.*, 1999). Der Import von Sucrose in die Zellen der Beere kann unverändert mithilfe von Sucrose Transporterproteinen in der Zellmembran erfolgen, oder Sucrose wird in Hexosen (Glucose und Fructose) durch das Enzym Invertase gespalten, das in den Zellwänden sitzt. Der weitere Transport erfolgt über das Cytoplasma in die Vakuole, wo diese gespeichert werden kann (Famiani *et al.*, 2000; Robinson and Davies, 2000). Mit zunehmender Reife kommt es zu einem Überschuss an Hexosen, da diese nicht mehr im Metabolismus Verwendung finden, und deshalb in den Vakuolen akkumuliert werden. In anderen Sink Organen bleibt die Konzentration an Sucrose

vergleichsweise gering, da sie dort für Wachstum oder Speicherung als Stärke in den Metabolismus aufgenommen wird. Die Weinbeeren akkumulieren hohe Konzentrationen an Hexosen, die jene Konzentrationen im Pedicel um ein vielfaches übersteigen. Sink Symplast (die Pericarp Zellen) werden vom vaskulären Symplast (dem Phloem) durch den apoplastischen Transportmechanismus isoliert, womit hohe Konzentrationen osmotisch aktiver Substanzen akkumuliert werden können, ohne den Fluss des Phloems zu unterbinden. Die temporäre Lagerung von gelösten Substanzen im Apoplast und die Aktivität der Invertase erniedrigen das osmotische Potential des Apoplast, was zu einem Einströmen von Wasser vom Phloem führt. Dies erniedrigt den Druck des Phloems (das Turgorpotential), wodurch die Sink Stärke der Beere und damit der Fluss an Phloemsaft zur Beere ansteigt (Patrick, 1997; Patrick *et al.*, 2001; Lalonde *et al.*, 2003).

Verteilungsmuster von Assimilaten bei *Vitis* spp.

Die Menge an verfügbaren Photosyntheseprodukten, die von einem Source Blatt exportiert werden können, hängt von der Photosyntheserate und der metabolischen Aktivität ab. Fixierter Kohlenstoff kann dabei im Blatt verbraucht, gespeichert oder zu Sink Organen transportiert werden. Ein hoher Bedarf von Sucrose bei Sink Organen entzieht den Source Organen Sucrose, wodurch die Produktion von Sucrose der von Stärke überwiegt. Der Assimilattransport stellt einen dynamischen Prozess dar, abhängig von Entwicklungsstatus der Rebe und sich ändernden Ansprüchen der Rebe durch Umweltfaktoren. Sobald sich die verschiedenen Organe der Rebe entwickeln, stellt sich eine Konkurrenz um Raum, Licht und Nährstoffe ein, und damit einhergehend eine relative Hierarchie der Wichtigkeit von Sinks. Die Importrate von Assimilaten in Sink Organe wird von der Sink-Stärke bestimmt. Diese ist beispielsweise aufgrund der Größe gering bei den Samen, jedoch sind sie Sinks von hoher Priorität, indem sie einen konstant hohen Druckgradienten des Phloems und damit Import an Sucrose aufrecht erhalten (Wardlaw, 1990; Keller, 2015). Aus diesen Umständen heraus ergeben sich einige wichtige Verteilungsmuster der Assimilate:

Nähe: Je näher ein Source an einem spezifischen Sink liegt, desto eher wird das Source Organ diesen versorgen (Wardlaw, 1990). Ausgewachsene Blätter, die sich nahe an der Triebspitze befinden, versorgen generell diese, wohingegen basal gelegene Blätter die Trauben und ab der Blüte die dauerhaften Organe der Rebe versorgen. Dazwischenliegende Blätter exportieren in beide Richtungen (Hale and Weaver, 1962; Koblet, 1969).

Verbindung: Source Blätter bevorzugen Sinks, mit denen sie über Leitbündeln direkt verbunden sind. Ein Blatt an einem Trieb ist üblicherweise mit den Blättern und Trauben darüber und darunter verbunden. Somit wird eine Blüte oder Traubenansatz mehrheitlich vom Blatt gegenüber versorgt (Koblet, 1969; Yang and Hori, 1980; Motomura, 1990).

Interferenz: Durch Rebschnitt, Entspitzen oder Verwundungen kommt es zur Unterbrechung des direkten Weges von Source zu Sink. Zwischenverbindungen der Leitbündel (Anastomosen) können alternative Verbindungen schaffen. Das Entspitzen führt beispielsweise dazu, dass junge Blätter ihren akropetalen Export zu basipetalem Export ändern, und benachbarte nicht entspitze Triebe versorgen (Quinlan and Weaver, 1970; Koblet and Perret, 1972).

Kommunikation: Weinreben streben eine Balance zwischen Wachstum und Reproduktionsfähigkeit an. Das vegetative Wachstum muss zudem zwischen Triebwachstum (zur Photosynthese) und Wurzelwachstum (zur Wasser-, und Nährstoffaufnahme) ausgeglichen sein. Dafür müssen die Gewebe zur Versorgung und des Gebrauches miteinander in Verbindung stehen, was über Druckgradienten im Phloem, Nährstoffe und Phytohormone geschieht (Keller, 2015). Über das Phloem werden Auxine übertragen, die in den Triebspitzen und Samen produziert werden. Eine Traube kann dadurch Assimilate von benachbarten Trieben anziehen (Quinlan and Weaver, 1970; Koblet and Perret, 1972; Currle *et al.*, 1983; Intrigliolo *et al.*, 2009).

Kompetition: Die Priorität eines Sinks bestimmt die Verteilung der Assimilate, d.h. je größer die Sink-Kapazität, desto besser kann der Sink um exportierte Assimilate konkurrieren. Das gleiche gilt für schnell wachsende Sinks, da diese eine hohe Sink-Stärke aufweisen. Umso mehr Sinks vorhanden sind, desto weniger Assimilate bleiben in Folge jedem individuellem Sink (Keller, 2015).

Entwicklung: Die relative Wichtigkeit verschiedener Sink Organe ändert sich über die Entwicklung der Pflanze. Während zu Beginn der Vegetationsperiode nach dem Austrieb die Priorität auf die Triebentwicklung fällt, ist die Entwicklung der Trauben noch nachrangig bis zur Blüte. Sobald Traubenansätze gegeben sind, werden diese zu den dominierenden Sinks in der Sink Hierarchie, insbesondere von den angrenzenden Blättern (Hale and Weaver, 1962; Williams, 1996). Nach der Veraison bleiben die Trauben zunächst weiterhin sehr starke Sinks, die Rebe ändert fortschreitend ihre Sink Prioritäten zu den verholzten Teilen und den Wurzeln,

um Reservestoffe zu speichern und Kältetoleranz zu erlangen (Candolfi-Vasconcelos *et al.*, 1994).

Viele weitere Faktoren wie Umweltbedingungen, Bodenwasser und Nährstoffmängel reduzieren das gesamte Wachstum der Rebe, erhöhen aber den Anteil an Assimilaten, die zu den Wurzeln verlagert werden (Keller, 2015).

2.4 Änderungen der Sink-Source-Translokationen unter Reblaus Einfluss

Die Sink-Source Translokation unter dem Einfluss der Reblaus wurde bereits in einigen Studien untersucht.

Enzyme sind von großer Bedeutung für den Transport von Assimilaten, z.B. sind Phosphatasen involviert beim Transport von Kohlehydraten. Martin (1977) konnte histochemisch nachweisen, dass im Bereich der Einstichstelle der Reblaus bei Blattgallen eine hohe Aktivität saurer Phosphatasen herrscht. Dies deutet auf einen aktiven Transport von Zuckern und anderen Assimilaten zur Reblaus hin. In den Nodositäten konnten ähnliche Beobachtungen gemacht werden. Die nutritive Zone, die Leitbündel, und die Endodermis wiesen hohe Enzymaktivität auf. Eine genaue Quantifizierung wurde in diesem Versuch nicht durchgeführt. Martin (1977) konnte des Weiteren bestätigen, dass Stärke in der nutritiven Zone von Blattgallen akkumuliert wird, der Chlorophyllgehalt im Gallengewebe und die Photosyntheseaktivität der Gallen abnimmt, und dabei die hohe Konzentration der sauren Phosphatasen im Nährgewebe einen Assimilatimport in die Galle bewirkt. Außerdem konnte er erhöhte Respirationsintensitäten nach dem Anstich der Reblaus an Blättern beobachten. Er konnte in Übereinstimmung mit Schaefer (1972) nachweisen, dass in der ersten Phase der Gallenentwicklung der Gehalt an Stärke und unlöslichen Stickstoffverbindungen ansteigt. Die zweite Phase kennzeichnet sich durch zunehmenden Protein- und Stärkeabbau, damit mehr löslichen Stickstoffverbindungen, Zucker, und bestimmten Enzymen in den Gallen.

Mittels Isotopentechnik unter Verwendung von $^{14}\text{CO}_2$ konnten Steffan und Rilling (1981) höhere Aktivitätswerte in den vergallten Blättern nachweisen, als ohne Reblausbefall. In den Nodositäten wurde erheblich mehr radioaktive Substanz gespeichert, sowohl im Vergleich zu den nicht befallenen Wurzelteilen, als auch bei der Gruppe mit gänzlich reblausfreien Wurzeln. Bei Blattvergallung wurden erheblich weniger der radioaktiven Verbindungen in den

Wurzeln eingelagert. Die auf Basis der aufgenommenen Radioaktivität errechnete Photosynthatproduktion, ergab eine bis zu doppelt so hohe Photosyntheseleistung der verbliebenen nicht vergallten Blätter als bei den Varianten mit Blattvergallung.

Gesteigerte Stärke und Sucrose Werte von herausgeschnittenen Wurzeln von Merlot und AXR#1 aus dem Gewächshaus, welche in Petri Schalen separat mit zwei Reblaus Biotypen inokuliert wurden, konnten Ryan *et al.* (2000) nachweisen. In einem parallel ausgetragenen Experiment wurde eine Abnahme der gelösten Sucrose Konzentrationen bei Reblaus Nodositäten, deren angrenzenden unbefallenen Wurzeln, und gänzlich unbefallenen Wurzeln zur Kontrolle festgestellt. Der Gehalt an freien Aminosäuren war bei beiden *Vitis* Arten nach 5 Wochen signifikant bei allen Gruppen höher. Die Ergebnisse der Stärke Konzentrationen blieben uneindeutig (Ryan *et al.*, 2000).

Kellow *et al.* (2004) stellten histochemische Untersuchungen zu den Reaktionen der Wurzeln unter Reblausbefall an. Sie wiesen nach, dass Nodositäten kein Suberin in der Endodermis besitzen, das bei gesunden Rebwurzeln in den Zellwänden jedoch vorhanden ist. Suberinisierung würde auf die Aktivierung einer Abwehrreaktion hindeuten. In den an Nodositäten angrenzenden Cortex-Zellen kam es zu einer Akkumulation von Stärke in Form von Amyloplasten. Die Konzentration dieser war beim zweiten Nodositäten Stadium um etwa ein zehnfaches erhöht, verglichen mit unbefallenen Wurzelspitzen. Die Gesamtkonzentration freier Aminosäuren und Amiden war ebenso höher als in den unbefallenen Wurzeln.

Eine Studie von Nabity *et al.* (2013) behandelte den Einfluss blattgallenbildender Rebläuse auf den Metabolismus und die Morphologie der Rebe. Die Bildung von Stomata an der Blattoberseite, wo diese üblicherweise nicht auftreten, in der Nähe von Blattgallen, lässt auf einen bedeutsamen Einfluss auf den primären und sekundären Metabolismus schließen. Die Veratmung des vergallten Blattbereich der Oberseite stieg im Vergleich zum unvergallten Blattbereich an. Zeitgleich stieg die CO₂ Aufnahme des unvergallten Blattbereiches an, wodurch der Unterschied zwischen vergalltem und unvergalltem Gewebe sich als wenig signifikant erwies. Die nächtliche CO₂ Abgabe der Stomata an der Blattoberseite korrelierte positiv mit der Zahl vorhandener Rebläuse in den Gallen. Analysen auf genetischer Ebene zeigten eine Abnahme der Genexpression in Verbindung mit Photosynthese, Fermentation und sekundärem Metabolismus. Gene zur Mobilisierung von Sucrose, Glykolyse und der Fermentation erfuhren einen Anstieg in ihrer Expression im Gallengewebe, im Vergleich mit

nicht vergalltem Blattgewebe. Die Genexpression von Phytohormonen, die in Verbindung mit biotischen Stress stehen, wie Jasmonsäure, Ethylen und Salicylsäure, war im Gallengewebe gesteigert. Im Pflanzenmetabolismus allgemein, konnte so ein Wechsel von autotrophem zu heterotrophem Metabolismus innerhalb einer Zelle einer Galle nachgewiesen werden (Nabity *et al.*, 2013).

In einer Studie von Griesser *et al.* (2015) zum Einfluss der Reblaus auf den Kohlenhydrat Metabolismus konnte ein signifikant höherer Gehalt an Stärke in den Nodositäten aller Größenstadien, verglichen mit nicht befallenen Wurzelspitzen von befallenen bzw. unbefallenen Pflanzen, nachgewiesen werden. Sobald sich die Nodositäten entwickelten nahmen die Sucrose und Glucose Gehalte signifikant ab. Bei nicht phylloxerierten Pflanzen waren die Glucose Werte höher in den Wurzelspitzen als in den Nodositäten, der Level an Sucrose hingegen weit geringer bei den Nodositäten im Vergleich zu Wurzelspitzen befallener Pflanzen. Glycerol konnte nur in den Wurzelspitzen festgestellt werden und in keinen der Nodositäten. Mittels einem fluoreszierenden Farbstoff (CFDA) konnte der Sucrose Transport über das Phloem und anschließendem symplastischen Entladen in den Nodositäten nachgewiesen werden. Die stärkste Fluoreszenz konnte an der Einstichstelle festgestellt werden bzw. den Siebelementen und dem Cortex, beinahe keine Fluoreszenz war jedoch in speichernden Teilen der Nodosität sichtbar. Auf genetischer Ebene konnte nachgewiesen werden, dass Gene hochreguliert werden, die im Zucker und Stärke Metabolismus, in Verwundungs-, und Stressreaktionen involviert sind. Gene zur Pflanzenabwehr wurden hingegen hinunterreguliert.

Die hohe Akkumulation von Stärke in den Nodositäten bestätigte Forneck *et al.* (2016). In der Nodosität erfolgt eine spezifische Genexpression im Stärkemetabolismus. Ein massiver symplastischer Transport von Sucrose von den Blättern zu den Wurzeln, wo die Reblaus Sucrose direkt über den Symplast aufnimmt konnte festgestellt werden.

Eitle *et al.* (2017) konnten an unbefallenen und befallenen Wurzelspitzen von Reben signifikant erhöhte Kohlenhydrat und Stickstoff Werte in den Wurzelgallen feststellen. Dies ging einher mit gesteigerten Trockengewichten der Wurzeln und Transpirationsraten der Blätter, was auf eine gesteigerte Photosyntheseleistung schließen lässt.

3. Material und Methoden

3.1 Pflanzmaterial

Die folgenden Versuchspflanzen wurden verwendet: *Vitis vinifera* cv. Müller-Thurgau (wurzelecht), Müller-Thurgau veredelt auf Kober 5 BB (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*), und Kober 5BB (wurzelecht). Die veredelten Reben wurden von der Rebschule Backknecht aus Rohrendorf bezogen. Die beiden anderen Varianten wurden aus dem Schnittholz des Demonstrations-Weingartens des UFT gezogen. Die hohe Anfälligkeit von *Vitis vinifera* für verschiedene Reblaus Biotypen konnte von Powell and Korosi (2014) und Korosi *et al.* (2007) bestätigt werden. In der Studie von Powell and Korosi (2014) konnte an Kober 5 BB abhängig von den Reblaus Biotypen Resistenzen bzw. Toleranzen gegenüber Reblausbefall festgestellt werden. Die dabei zugrunde liegenden Versuche wurden sowohl *in vitro* als auch *in planta* ausgeführt und brachten für die in diesem Versuch verwendeten Pflanzen gleiche Resultate.

Nähere ergänzende Sortenbeschreibungen finden sich im Anhang.

3.2 Versuchsstandort-, und Aufbau

Der Versuch wurde unter natürlichen Temperaturbedingungen in einem Versuchsglashaus (Kalthaus) am Universitäts- und Forschungszentrum Tulln (48°19'10.8"N 16°04'03.7"E) der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt. Tulln befindet sich klimatisch im Übergangsbereich von mitteleuropäisch-ozeanisch und pannonisch-kontinental geprägtem Klima. Im Kalthaus wurde mittels einer Wetterstation der Firma GEOS u.a. Temperatur-, und Luftfeuchtigkeitsverlauf in Intervallen von 10 min aufgezeichnet.

Der Versuch wurde einerseits mit Pfropfreben (Müller-Thurgau (Klon AF-1) auf Kober 5BB) und den jeweiligen Pfropfpartnern durchgeführt. Dormante Ruten von Müller-Thurgau und Kober 5BB wurden als Einaugenstecklinge vorgezogen: die Anzucht erfolgte ab 23.3.2016 in einer Glashauskabine unter 16 h Licht, 10 min pro Tag Tischbewässerung bei mindestens 25 ° Celsius und 50 % rel. Luftfeuchtigkeit. Die Stecklinge wurden ca. 1 cm über dem Auge schräg abgeschnitten und für die Bewurzelung in eine Auxin Lösung getaucht und in Jiffy-7® Torfquelltopfe gesteckt, die vorher gewässert wurden. Die Auxin-Lösung zur Förderung der Bewurzelung bestand aus 1,03 % IBA (4-(Indol-3-yl)buttersäure) und 0,66 % NAA (Naphthyllessigsäure), gelöst in 1 M NaOH.

Die insgesamt 80 Pflanzen wurden in 3 Liter Plastiktöpfe (17 x 19,5 cm) gepflanzt. Das Substrat bestand zu 95 % Einheitserde® Special Profi Substrat SP ED63 T und 5 % feuergetrocknetem Quarzsand mit einer Körnung von 0,5-2 mm der Quarzwerke Österreich GmbH. Das Topfsubstrat hatte folgende Bestandteile: 85 % organisches Bodenmaterial (Hochmoortorf, mäßig zersetzt (H3-H5)), kohlensaurer Kalk, mineralischer NPK-Dünger, Netzmittel. Weitere Eigenschaften waren: pH (CaCl₂) 5,3-6,3, Salzgehalt (KCl) <1,5 g/l, Stickstoff (CaCl₂) 50-300 mg/l, Phosphat (P₂O₅) 80-300 mg/l, Kalium (K₂O) 80-400 mg/l.

Alle Pflanzen wurden auf einen Trieb vereinzelt und an Bambusstangen und Querdrähten fixiert. Weiters wurde über die Vegetationsperiode darauf geachtet, dass gebildete Geiztriebe ausgebrochen wurden, und nur der Haupttrieb nach oben gezogen wurde. Die Reben wurden bis zuletzt nicht entspißt. Die Applikation von Pflanzenschutzmitteln (Cymoxanil, Myclobutanil, Quinoxifen, Kupfer) erfolgte alle 2-3 Wochen.

Tabelle 1 Darstellung des randomisierten Versuchsaufbaus

10	MTh SBB	11	MTh SBB	30	MTh	31	MTh	50	SBB	51	SBB	70	MTh SBB	71	MTh SBB
9	SBB	12	SBB	29	MTh SBB	32	MTh SBB	49	MTh	52	MTh	69	MTh SBB	72	MTh SBB
8	MTh	13	MTh	28	SBB	33	SBB	48	SBB	53	SBB	68	MTh	73	MTh
7	MTh SBB	14	MTh SBB	27	MTh	34	MTh	47	MTh SBB	54	MTh SBB	67	SBB	74	SBB
6	SBB	15	SBB	26	MTh SBB	35	MTh SBB	46	MTh	55	MTh	66	MTh SBB	75	MTh SBB
5	MTh	16	MTh	25	SBB	36	SBB	45	SBB	56	SBB	65	MTh	76	MTh
4	MTh SBB	17	MTh SBB	24	MTh	37	MTh	44	MTh SBB	57	MTh SBB	64	SBB	77	SBB
3	SBB	18	SBB	23	MTh SBB	38	MTh SBB	43	MTh	58	MTh	63	MTh SBB	78	MTh SBB
2	MTh	19	MTh	22	SBB	39	SBB	42	SBB	59	SBB	62	MTh	79	MTh
1	MTh SBB	20	MTh SBB	21	MTh	40	MTh	41	MTh	60	MTh	61	MTh SBB	80	MTh SBB

Am 29.7.2016 wurden die Töpfe randomisiert und nummeriert auf 2 Wägen im Kalthaus gestellt (siehe Tabelle 1 und Abbildung 1) und an das automatische Bewässerungssystem (Tropfbewässerung) angeschlossen. Die Fertigrationslösung enthielt in einer vom Hersteller empfohlenen 0,5 % (50 g/100 l Wasser) Dosierung FERTY® 3 MEGA der Planta Düngemittel GmbH, ein ausgeglichenes Nährsalz mit hohem Nitratstickstoffanteil, der einer Absenkung des pH-Wertes in Substraten entgegenwirkt. Ein Teil des Eisens liegt als Chelat von EDDHA vor, womit eine gute Eisen-Verfügbarkeit auch bei höheren pH-Werten sichergestellt ist. Die genaue Zusammensetzung ist im Anhang (Tabelle 8) ersichtlich. Die Pflanzen wurden insgesamt 4 Monate vorgezogen und hatten am Tag der Inokulation eine durchschnittliche Höhe von ca. 1,5-2 Metern mit durchschnittlich 15 Blättern. Die Bewässerung wurde dem Wachstum der Pflanzen angepasst.



Abbildung 1 Aufstellung der Töpfe auf einem der Wagen

3.3 Reblaus-Inokulation

Die Inokulation mit Reblauseiern wurde an drei Terminen (1.8., 8.8., 16.8.2016) durchgeführt. Es wurden Blattreblauspopulationen aus Göttlesbrunn (48° 3' N, 16° 43') und Großhöflein (47° 50' N, 16° 29' O) von Kober 5 BB Wirtspflanzen verwendet. Die Blattgallen wurden unter einem Mikroskop mittels Skalpell und Pinzette aufgeschnitten, und jeweils 30 Eier mit einem befeuchteten Pinsel auf Streifen von Filterpapier aufgetragen. Diese Streifen wurden in 2 ml Eppendorf Gefäße gegeben und verschlossen.

In das Substrat der Reben wurde mit einer Bambusstange ein Loch gebohrt, in welches das mit Alufolie umwickelte Gefäß hineingesteckt wurde. Die Alufolie verdunkelt das Gefäß, sodass sich die Rebläuse nicht zum Licht nach oben bewegen, sondern ins Substrat nach unten.

Nach der ersten Inokulation wurden alle Töpfe in 35 l (530 x 600 mm) ALUFIX® Plastik-Müllsäcke gepackt. Um ein gutes Abdichten zu gewährleisten, wurde um den Trieb der Rebe, die Bambusstange und den Schlauch der Bewässerung ein Streifen Schaumstoff gewickelt und mit einem Kabelbinder festgezurr. Der Müllsack wurde mit einem zweiten Kabelbinder dicht verschlossen. Damit wurde eine Verbreitung der Rebläuse im Glashaus verhindert.

3.4 Messungen

Das Zeitfenster zur Durchführung der Messungen lag zwischen 9 und 15 Uhr, um eine gute Vergleichbarkeit der Messwerte zu gewährleisten. Vor der ersten Messung wurde ein Blatt im Bereich des 5.-7. Blattes des Triebes mittels eines Kabelbinders markiert, das für sämtliche nachfolgende Messungen diente.

Tabelle 2 Messtermine von PAM-2500 und LCPro

Datum	Messgerät
02.08.16	PAM
03.08.16	LCpro
16.08.16	PAM
17.08.16	LCpro
28.08.16	PAM
29.08.16	LCpro
12.08.16	LCpro
13.08.16	PAM
27.08.16	PAM, LCpro
03.10.16	PAM, LCpro

Das PAM-2500 Chlorophyll Fluorometer ist ein tragbares Gerät der Heinz Walz GmbH, Deutschland, zur Messung der Photosyntheseleistung. Die Bedienung erfolgt über einen Tablet-PC und der mitgelieferten Software Pam-Win-3. An die PAM-2500 Kontrolleinheit wird das Special Fiberoptics 2010-F angeschlossen, verbunden durch ein 100 cm Glasfaserkabel. Die Kontrolleinheit erzeugt verschiedene aktinische Lichtwellen und beinhaltet einen Photodioden-Detektor. Der Distance Clip 60° 2010-A gewährt eine exakte Positionierung der Fiberoptics Einheit in einem 60 ° Winkel zum Blatt. Für Feldmessungen unabdingbar aufgrund von Licht- und Temperaturschwankungen ist der Leaf-Clip Holder 2030-B. Damit werden zusätzlich die photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) mittels mikro-Quantensensor, und die Temperatur gemessen. Der Abstand zwischen Blatt und Fiberoptics war bei allen Messungen derselbe. PAM-2500 ermöglicht es fünf verschiedene Werte der Chlorophyll-Fluoreszenz zu messen, zwei davon beziehen sich auf dunkeladaptierte Blätter. Die Werte F_o , F_m , F beziehen sich auf Blätter, die aktinischem Licht ausgesetzt sind. Mit ihnen lassen sich der photochemische Nutzen und nicht-photochemische Verluste der absorbierten Strahlung quantifizieren und Verhältniszahlen berechnen. In Tabelle 3 sind die in diesem Versuch herangezogenen Werte erklärt (Heinz Walz GmbH, 2008). In diesem Versuch waren die Blätter bei den Messungen dem Tageslicht ausgesetzt und nicht dunkeladaptiert.

Tabelle 3 Erläuterung der Messparameter von PAM-2500 (Heinz Walz GmbH, 2008)

Fo`	Minimale Fluoreszenz-Ausbeute einer Messung, diese wird bestimmt während eines dunklen Intervalls, gefolgt von einem Sättigungs-Lichtimpuls. Im dunklen Intervall werden mit dunkelrotem Licht PS I Reaktionen angeregt, Elektronen zwischen den Reaktionszentren hinaustransportiert, und PS II Reaktionszentren geöffnet. Nach Oxborough und Baker (1997) kann Fo` mit folgender Formel geschätzt werden: $Fo' = \frac{1}{\frac{1}{Fo} - \frac{1}{Fm} + \frac{1}{Fm'}}$
Fm`	Maximale Fluoreszenz-Ausbeute, hervorgerufen durch einen Sättigungs-Lichtimpuls, der vorübergehend alle PS II Reaktionszentren schließt. Fm` wird durch nicht-photochemische Fluoreszenzlöschung („quenching“) verringert.
F	Die momentane Fluoreszenz-Ausbeute, unmittelbar vor einem Sättigungs-Lichtimpuls.
Y(II)	Effektive photochemische Quanten-Ausbeute des PS II (Genty et al., 1989) $Y(II) = \frac{Fm' - F}{Fm'}$
PAR	Photosynthetisch aktive Strahlung, welche mittels mikro-Quanten-Sensor gemessen wird.
ETR	Relative Elektronentransfer-Rate ETR = PAR · ETR-Factor · $\frac{P_{PS2}}{P_{PPS}}$ · Y(II). Die Gleichung bringt Y(II) in Verbindung mit einem Schätzwert der Photonen-Stromdichte, die vom PS II absorbiert werden. Der ETR-Faktor korrespondiert mit der Fraktion an absorbierten einfallenden Photonen. Der Standardwert für den sichtbaren Bereich (400-700 nm) beträgt 0,84 für gewöhnliche grüne Blätter. Anthocyane können die Verfügbarkeit an Strahlung im blauen Bereich reduzieren, und damit den ETR-Faktor mindern. Der Standardwert für $\frac{P_{PS2}}{P_{PPS}}$ bei Annahme eines rein linearen Elektronentransports unter stark Licht limitierten Bedingungen beträgt 0,5. Er steht für das Verhältnis der absorbierten Photonen von PS II und Photosynthesepigmenten. Der ETR-Wert kann mit der CO ₂ Assimilation bzw. O ₂ Ausstoß in Verbindung gebracht werden.

Mit dem tragbaren LCpro-SD (ADC Bio Scientific Ltd., Großbritannien) lassen sich Messungen der Photosynthese und des Gasaustausches durchführen. Die Blattkammer (Ausführung mit 6,25 cm²) ist mit der Kontrolleinheit über einen Schlauch verbunden und wird mit kontrollierten Mengen an H₂O und CO₂ versorgt. Der CO₂-Gehalt wird mittels Infrarot-Gasanalyse, der H₂O-Gehalt mittels Feuchtigkeitssensoren gemessen. Die Unterschiede, die das assimilierende Blatt hervorruft erlaubt die Berechnung von Assimilations-, und Transpirationsraten. Weitere Messwerte sind die Blatt-, und Blattkammertemperatur, PAR, und der atmosphärische Luftdruck. Die Messungen finden in einem offenen System statt, d.h. es wird kontinuierlich frische Luft über das Blatt geleitet. Um eine gleichmäßige CO₂ Konzentration zu ermöglichen, wurde im Glashaus eine nach oben ragende mehrere Meter lange Lanze verwendet. Die Belichtungseinheit besteht aus roten (660 nm) und blauen (470 nm) LED und lässt sich manuell steuern. Bei diesen Messungen wurde eine Belichtungsstärke (*climate Q*-Wert) von 1500 µmolm⁻²s⁻¹ gewählt. Bevor eine Messung aufgezeichnet werden

kann, ist es erforderlich das Blatt ca. 2 Minuten in der Blattkammer zu belassen, damit sich ein neues Mikroklima einstellen kann. Einen guten Anhaltspunkt für ein stabiles Mikroklima liefert ein gering schwankender c_i Wert (substomatäres CO_2). In diesem Versuch wurden pro Pflanze zwei Messungen durchgeführt, die zweite ca. 30 Sekunden nach der ersten Messung, von denen arithmetische Mittel berechnet wurden. Gemessen wurde am selben Blatt wie mit dem PAM-2500. Folgende Werte wurden in die statistischen Auswertungen einbezogen:

Tabelle 4 Messparameter des LCpro (ADC BioScientific, 2015)

Symbol	Beschreibung	Einheit
A	Photosyntheserate	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
c_{ref}	CO_2 Referenz	vpm
Δc	Delta CO_2 ($c_{\text{ref}} - c'_{\text{an}}$)	vpm
e_{ref}	H_2O Referenz, als Partialdruck	mBar
Δe	Delta H_2O ($e'_{\text{an}} - e_{\text{ref}}$), Partialdruck	mBar
c_i	Substomatäres CO_2	vpm
E	Transpirationsrate	$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
gs	Stomatäre Leitfähigkeit von H_2O	$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

3.5 Destruktive Probennahme

Nach dem Abschluss der mehrwöchigen physiologischen Messungen wurden verschiedene Teile der Pflanzen geerntet.

Blätter: 3 Blätter im Bereich des 5.-7. Blattes der Rebe wurden gewaschen, um restliche Pflanzenschutzmittel zu entfernen, und anschließend in beschriftete Alufolie gepackt, in flüssigem Stickstoff eingefroren, und bei -80°C weiter gelagert. Die verbliebenen adulten Blätter wurden abgezählt und gewogen. Mit dem LI-3100C (LI-COR Environmental, Lincoln, Nebraska, USA) wurde die Blattfläche samt Stil ermittelt. In Papiersackerl wurden die Blätter mindestens 3 Tage bei 72°C getrocknet und deren Trockengewicht gewogen (Modell der Waage: Denver Instrument, SI-603A, Bohemia, NY, USA).

Wurzeln: Von den reblausbefallenen Pflanzen wurde der Befallsgrad quantitativ und qualitativ bonitiert um möglichst detaillierte Daten zu sammeln. Für die quantitative Bonitur wurde mit freiem Auge der Befallsgrad geschätzt und in folgende Kategorien eingeteilt:

Tabelle 5 quantitative Einteilung des Phylloxerierungsgrades

	Kategorie	Kriterium
Kein Befall	0	Kein Befall
Nodositäten	N25	25 % der Wurzelspitzen umgewandelt zu Nodositäten

	N50	50 % ...
	N75	75 % ...
	N100	100 % ...
Tuberositäten und Nodositäten	TN25	25% der Wurzelspitzen umgewandelt zu Nodositäten und Tuberositäten
	TN50	50 % ...
	TN75	75 % ...
	TN100	100 % ...

Für die qualitative Bonitur der Wurzelgallen wurden die gesammelten Gallen vermessen und deren Anzahl festgehalten.

Tabelle 6 qualitative Einteilung des Phylloxerierungsgrades, Angaben in mm

Nodositäten					Tuberositäten							
<3	3-5	5-8	8-10	>10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	45-50	50-55

Zur Auswertung der Daten wurden von den Gallen Durchschnittswerte berechnet und die Pflanzen in drei Befallsklassen eingeteilt: Größe der Nodositäten von 0-5 mm „N1“, 5-10 mm „N2“ und bei Vorhandensein von Tuberositäten „TN3“



Abbildung 2 Wurzelgallen bei Kober 5 BB

Die Gallen wurden mittels Skalpell und Pinzette von den Wurzeln geschnitten und mit destilliertem Wasser gereinigt. In zwei abgewogene und beschriftete 2 ml Eppendorf Gefäße wurden jeweils maximal 30 Gallen in flüssigem Stickstoff eingefroren und im Anschluss bei -80 °C weiter gelagert. Ein weiteres Gefäß diente zur Sammlung von maximal 30 unbefallenen Wurzelspitzen. Vom verbliebenen Wurzelwerk wurde das Substrat gewaschen, die Wurzeln vom Trieb geschnitten, und mit einem 2 Liter Messzylinder das Wurzelvolumen bestimmt, als Differenz zum verdrängten Wasser im Messzylinder. Das Wurzeltrockengewicht wurde im selben Verfahren wie bei den Blättern ermittelt.

3.6 Statistische Analysen

Die Auswertung der Daten erfolgte in Microsoft Excel 2016 und IBM SPSS Statistics 21. In SPSS wurden die Daten auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test, $\alpha=0,05$) getestet und Ausreißer gelöscht. Eine einfaktorielle ANOVA (mittels Levene-Test zur Überprüfung der Homogenität der Varianzen) und post-hoc Tukey-Test dienten zur Feststellung von Signifikanzen. Bei nicht normalverteilten Daten wurde der Mann-Whitney-U-Test herangezogen ($\alpha=0,05$).

4. Ergebnisse

Zur Auswertung standen in Summe 72 Pflanzen zur Verfügung. Alle 15 inokulierten Kober 5 BB und die auf Kober 5 BB gepfropften Müller-Thurgau wiesen einen Reblausbefall auf. Bei den wurzelechten Müller-Thurgau Reben waren 7 von 15 Pflanzen befallen. Inokulierte Müller-Thurgau, an denen kein Befall festgestellt werden konnte, wurden nicht in die Auswertung einbezogen. Einen genauen Überblick gibt Tabelle 7.

Tabelle 7 Anzahl der befallenen und unbefallenen Kontrollpflanzen

Pflanze	Befallskategorie	Anzahl
Kober 5 BB	0	9
	N2	4
	TN3	11
Müller-Thurgau	0	14
	N1	7
MTh/5BB	0	10
	N1	5
	TN3	12

4.1 Chlorophyll-Fluoreszenz

Der Parameter F der Chlorophyll-Fluoreszenz steht für die momentane Fluoreszenzausbeute. Im Vergleich zeigte sich, dass der Wert kaum durch eine Infektion mit Rebläusen bei MTh/5BB beeinflusst wird. Ein signifikanter Unterschied konnte nur am 29.08.2016 beobachtet werden. Hierbei war der Wert für stark infizierte Pflanzen höher als in den Kontrollen. Am 16.08.16 konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Befallsvarianten festgestellt werden, nicht jedoch zur Kontrolle. Die Ergebnisse für MTh/5BB über den Versuchszeitraum sind in Abbildung 3 dargestellt.

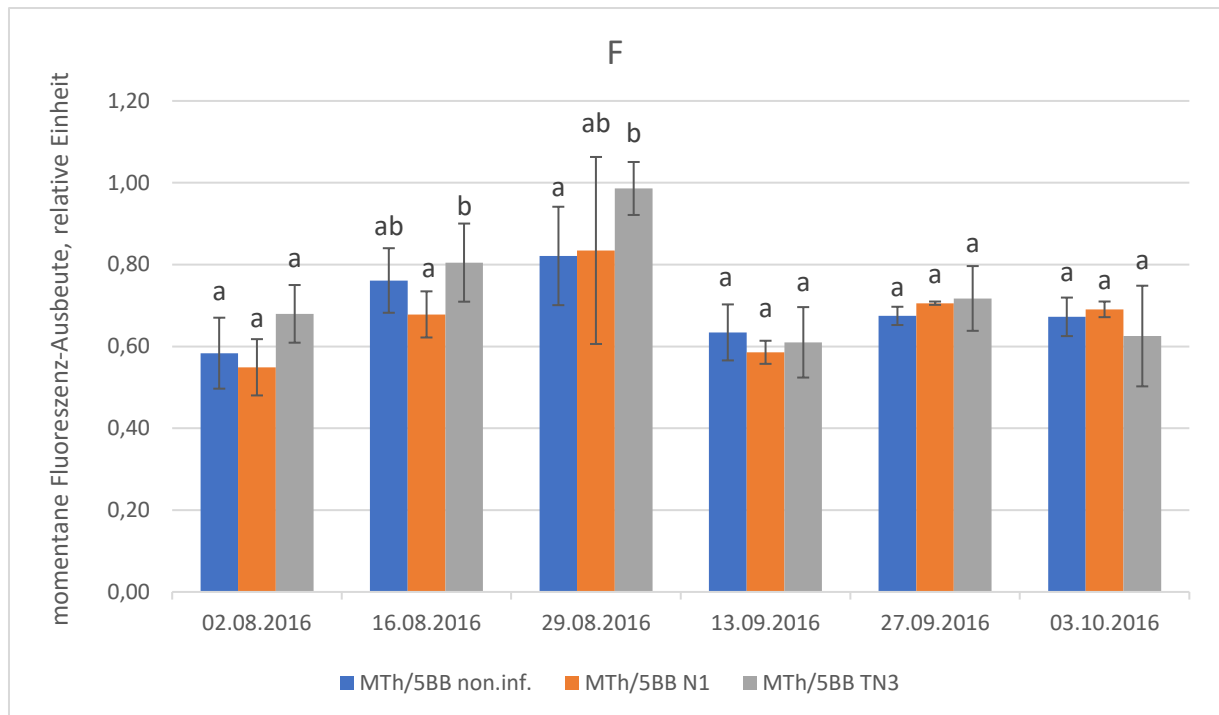


Abbildung 3 Verlauf der F Werte bei Müller-Thurgau/5BB Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).

Der Parameter F_m' steht für die maximale Chlorophyll-Fluoreszenz Ausbeute. Ein Vergleich der stark mit Rebläusen befallenen MTh/5BB und den unbefallenen Kontrollpflanzen ergab einen signifikant höheren Wert nur am 02.08. und 16.08.2016. An den anderen Messterminen konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Die Ergebnisse über den Zeitverlauf hierfür sind in Abbildung 4 dargestellt.

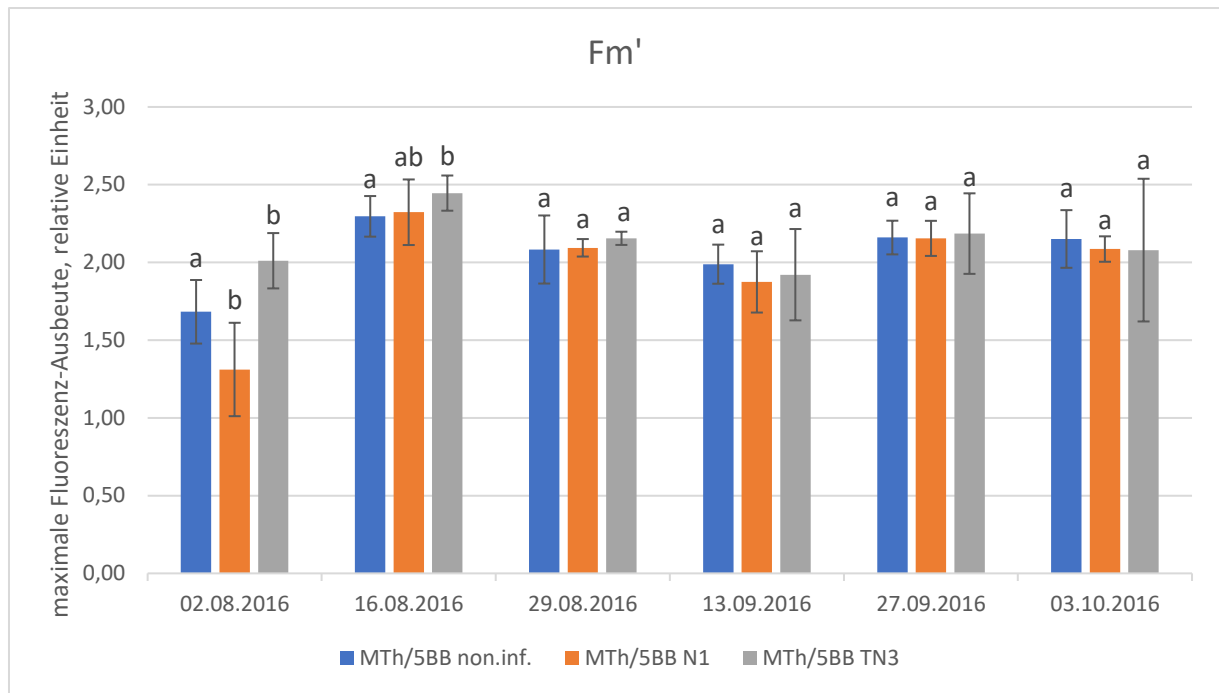


Abbildung 4 Verlauf der F_m' Werte bei Müller-Thurgau/5BB Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).

Der Parameter F_o' steht für die minimale Chlorophyll-Fluoreszenz Ausbeute. Im Vergleich ergab sich ein signifikant unterschiedlicher Wert am 16.08.2016 zwischen gering und stark befallenen Pflanzen. Starker Befall führte zu einem erhöhten Wert. Ein signifikant höherer Wert bei starkem Befall konnte am 29.08.2016 im Vergleich zu den Kontrollpflanzen ermittelt werden. Ein im Vergleich zu den Kontrollpflanzen erhöhter Wert bei leichtem Befall konnte am 27.09.2016 beobachtet werden. Die Ergebnisse über den Zeitverlauf sind in Abbildung 5 zu sehen.

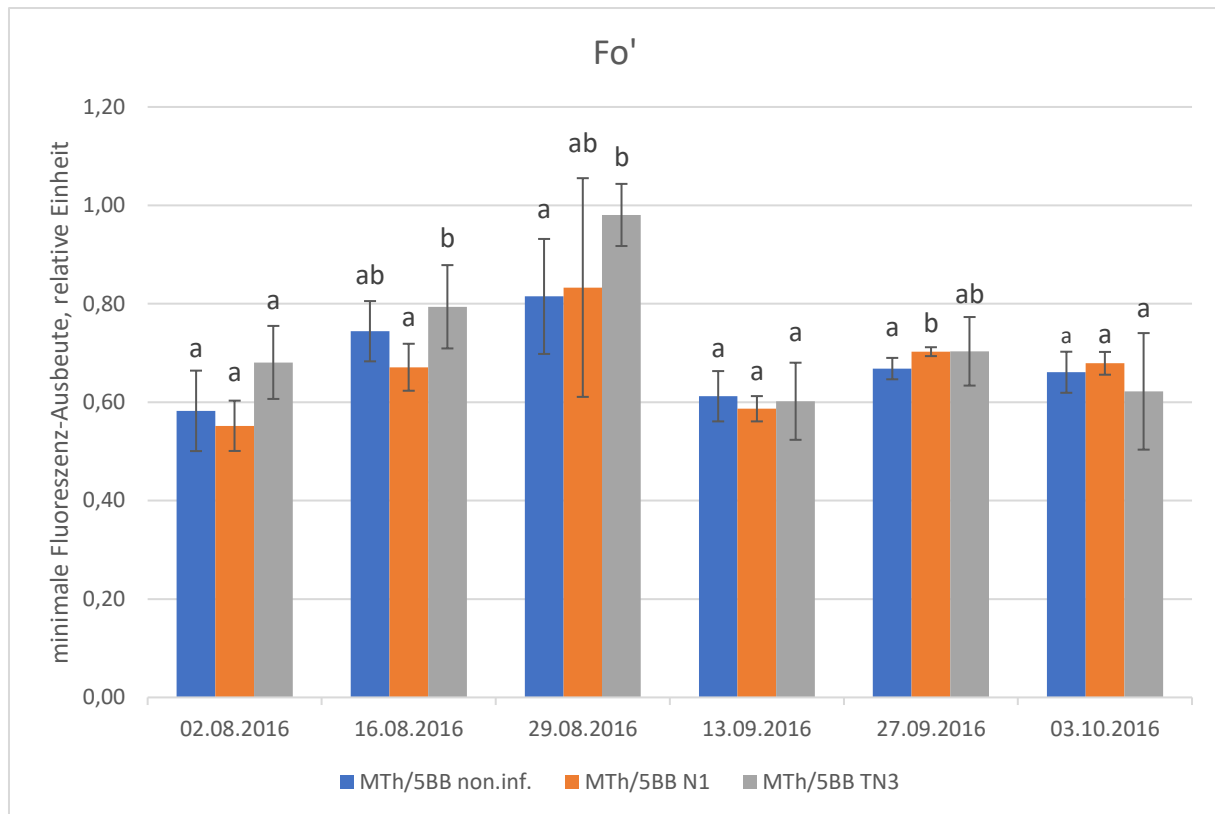


Abbildung 5 Verlauf der F_o' Werte bei Müller-Thurgau/5BB Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschiedenen befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).

Die relative Elektronentransferrate ETR kann mit der CO_2 Assimilation bzw. dem O_2 Ausstoß in Verbindung gebracht werden. Im Vergleich mit den Kontrollpflanzen zeigten sich bei den mit Rebläusen befallenen Kober 5BB am 16.08.2016 signifikant geringere Werte. Ein signifikant höherer Wert bei leicht befallenen Pflanzen der Befallskategorie N2 im Vergleich mit den unbefallenen konnte am 29.08.2016 beobachtet werden. Ein weiterer signifikanter Unterschied war am 27.09.2016 festzustellen. Bei leicht befallenen (N2) Pflanzen war der Wert geringer als bei den unbefallenen Kontrollen. Die Ergebnisse über den Zeitverlauf für die Kober 5 BB sind in Abbildung 6 dargestellt.

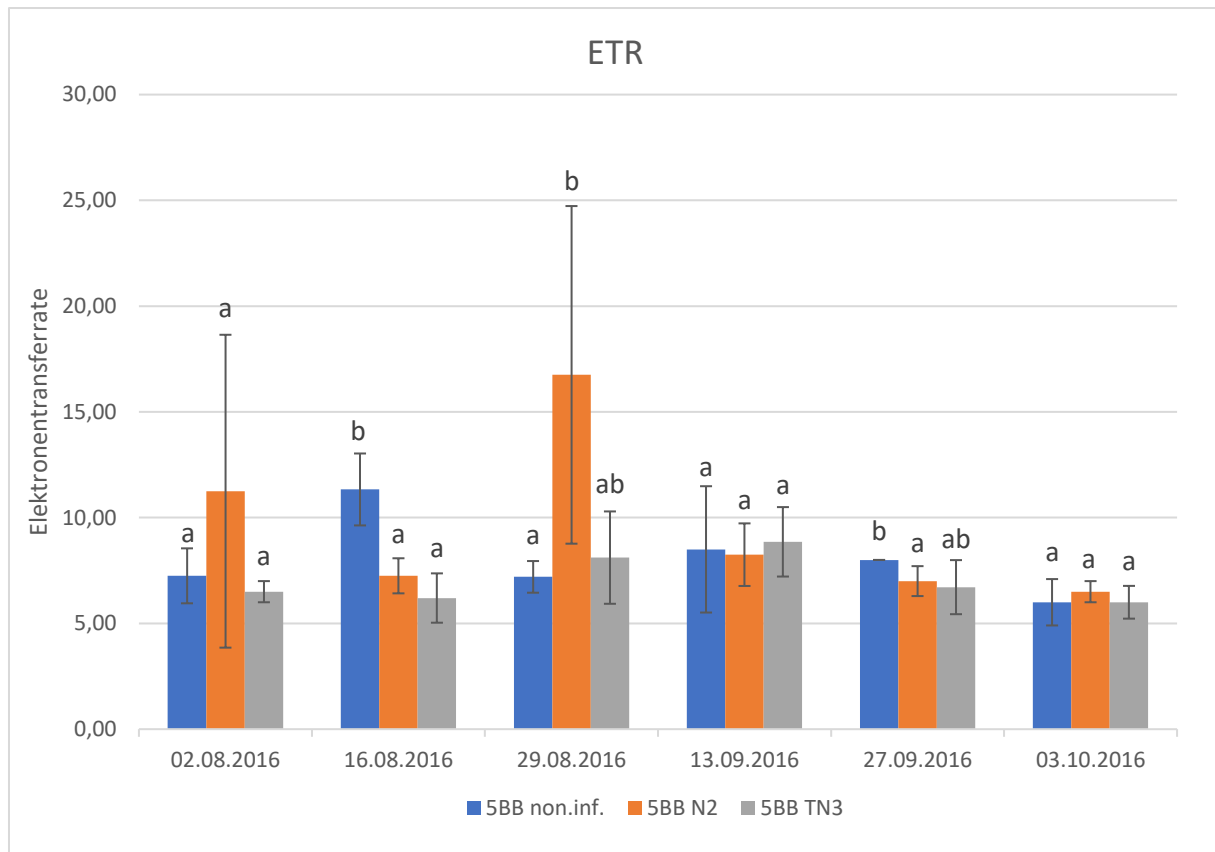


Abbildung 6 Verlauf der ETR Werte bei 5BB Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).

4.2 Gasaustausch

Nachfolgend sind einige bedeutsame Ergebnisse der ausgewerteten Messungen mit dem LCpro des Gasaustausches der Blätter dargestellt. Auf die Darstellung von Parametern, die nur ein bis zwei Mal von den 6 Messterminen signifikante Unterschiede brachten, wurde verzichtet.

Unter der Transpirationsrate versteht man die Menge an Wasser pro Zeiteinheit, die vom Blatt an die Atmosphäre abgegeben wird. Am 17.08.2016 und 27.09.2016 konnten signifikante Unterschiede beobachtet werden. Die N1 befallenen MTh/5BB wiesen jeweils höhere Transpirationsraten auf, als die stark befallenen TN3 Pflanzen. Ein Unterschied zu den Kontrollen war nicht gegeben. Am 3.10.2016 konnte ein signifikant geringerer Wert bei den TN3 Pflanzen ermittelt werden. Hier waren die Kontrolle und die leicht befallene Befallsgruppe jeweils signifikant höher. Die erwähnten signifikanten Unterschiede gelten an denselben

Tagen und Vergleichsgruppen auch für die Parameter Δe (Differenz des Wasserdampfdrucks) und g_s (stomatäre Leitfähigkeit von Wasserdampf). Die Ergebnisse über den Zeitverlauf sind in Abbildung 7 dargestellt.

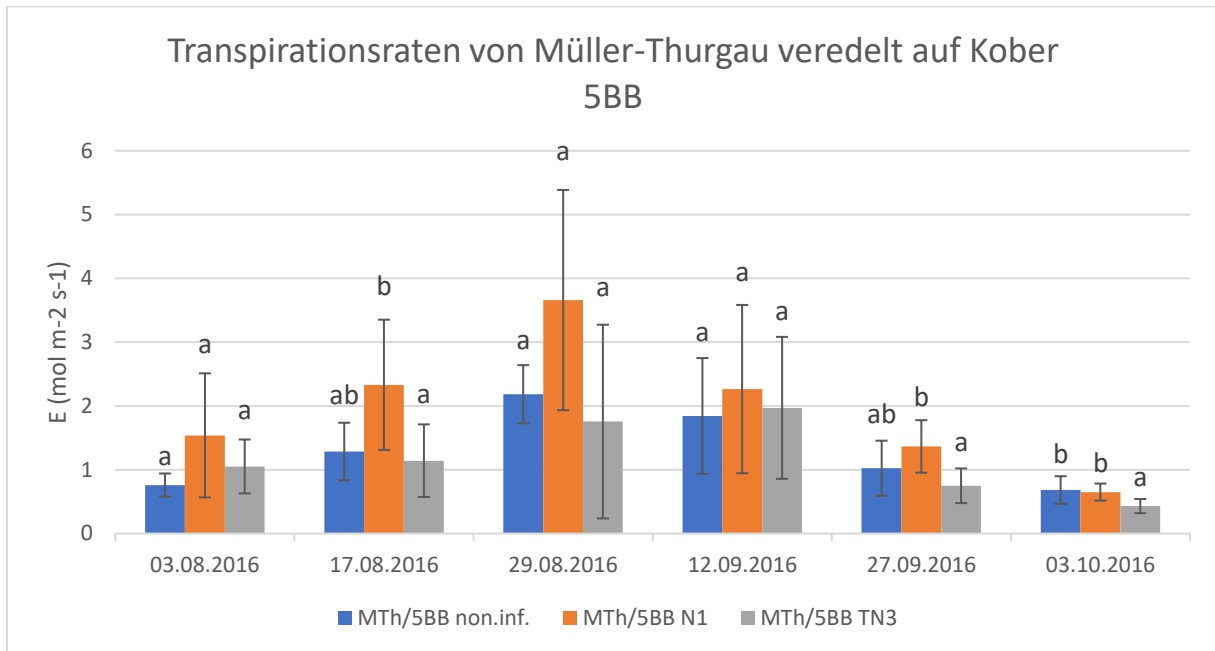


Abbildung 7 Transpirationsraten von veredelten Müller-Thurgau Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschiedenen befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).

Bei den wurzelechten Müller-Thurgau Reben zeigten sich bei Reblausbefall im Vergleich mit den unbefallenen Kontrollen an 4 Messterminen signifikant höhere Transpirationsraten. Der Parameter Δe war am 3.08., 17.08. und 29.08.2016 signifikant höher bei befallenen Pflanzen. Beim Parameter g_s konnte ebenso ein signifikanter Anstieg der Werte am 17.08., 29.08. und 12.09.2016 festgestellt werden. Die Ergebnisse der Transpirationsraten über den Zeitverlauf sind in Abbildung 8 dargestellt.

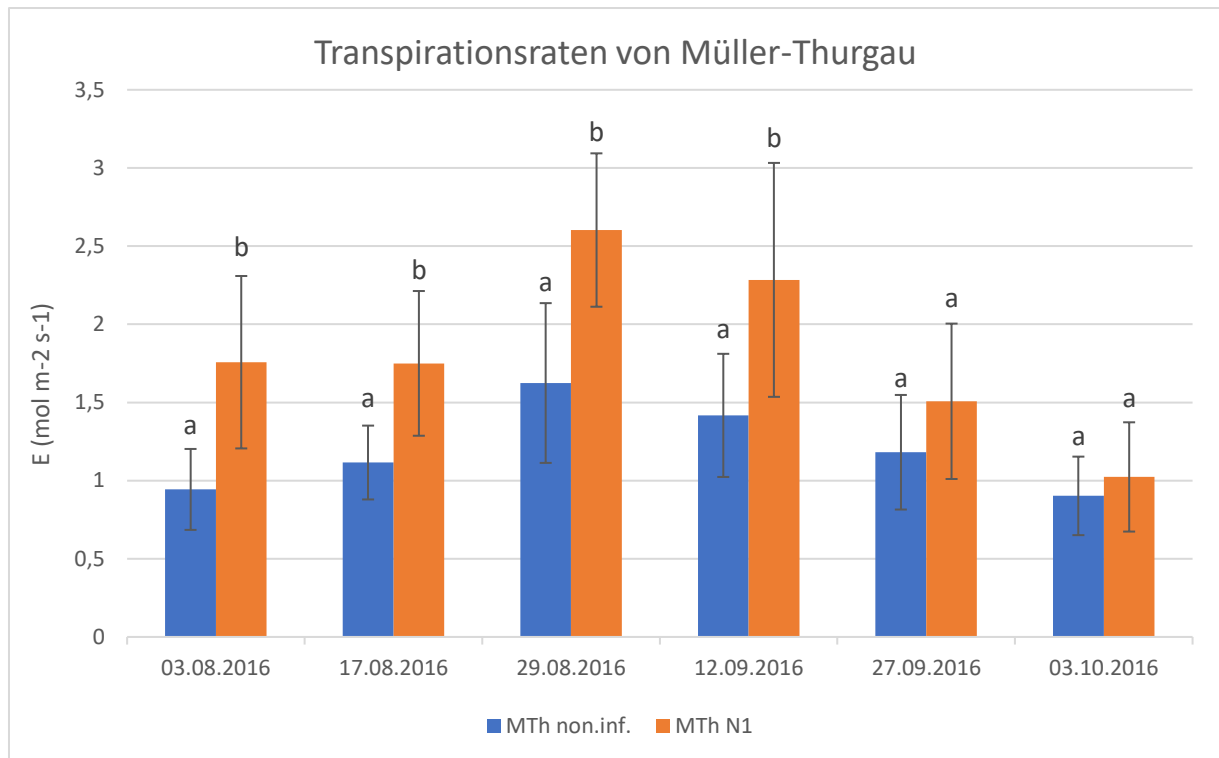


Abbildung 8 Transpirationsraten von Müller-Thurgau Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der befallenen und unbefallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).

Die Transpirationsraten von Kober 5 BB zeigten an 4 Messterminen signifikante Unterschiede bei Reblausbefall. Eindeutig signifikant höher waren diese am 29.08. und 27.09.2016 bei einem Befall der Kategorie N2 im Vergleich mit der Kontrolle. Die beiden Befallsgruppen N2 und TN3 unterscheiden sich signifikant voneinander am 27.09.2016. Am 3.08.2016 konnte ein signifikanter Anstieg des Wertes bei Befall der Kategorie TN3 beobachtet werden im Vergleich zur Kontrolle. Der Wert bei einem Befall der Kategorie TN3 war signifikant höher im Vergleich zu N2. Im Vergleich zur Kontrolle konnte kein signifikanter Unterschied bei Befall ermittelt werden. Die Ergebnisse über den Zeitverlauf sind in Abbildung 9 dargestellt.

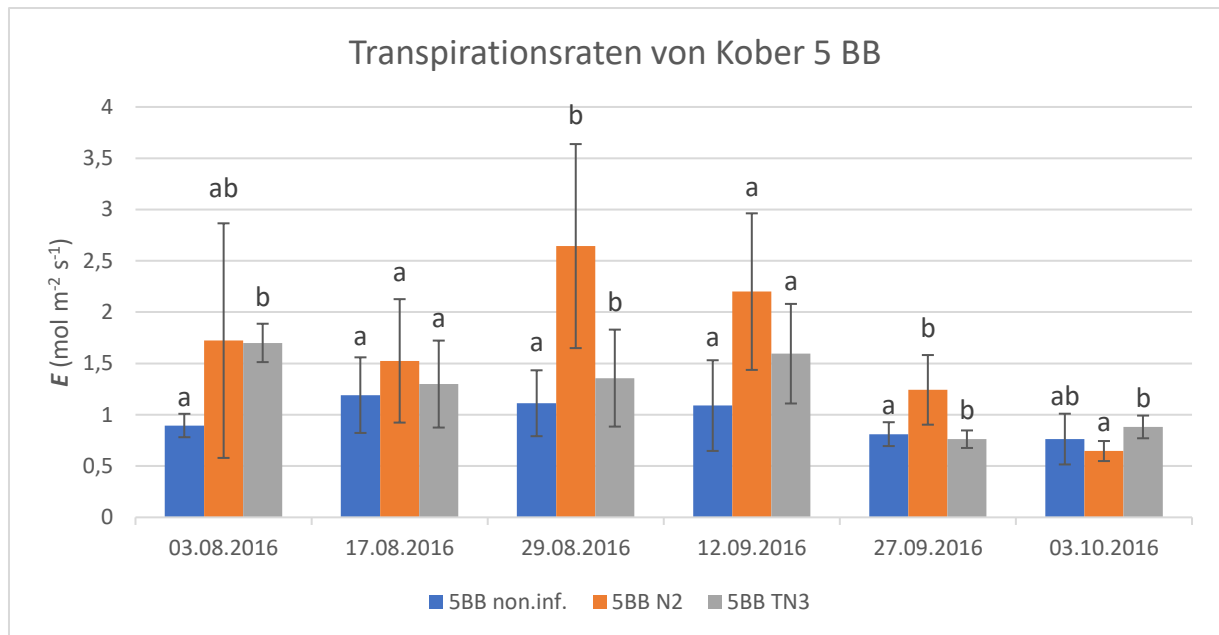


Abbildung 9 Transpirationsraten von Kober 5 BB Reben. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).

4.3 Sink-Source Translokation

Um Sink-Source Translokationen festzustellen, wurden in diesem Versuch das Trockengewicht von Blättern und Wurzeln, die Blattfläche und das Wurzelvolumen ermittelt. Die Bestimmung des Trockengewichts pro Blatt ergab keine Unterschiede bei Kober 5 BB und Müller-Thurgau. Die veredelte und stark befallene Gruppe unterschied sich signifikant von der leicht befallenen Gruppe, jedoch nicht zur unbefallenen Kontrolle. Die ermittelten Werte sind in Abbildung 10 dargestellt.

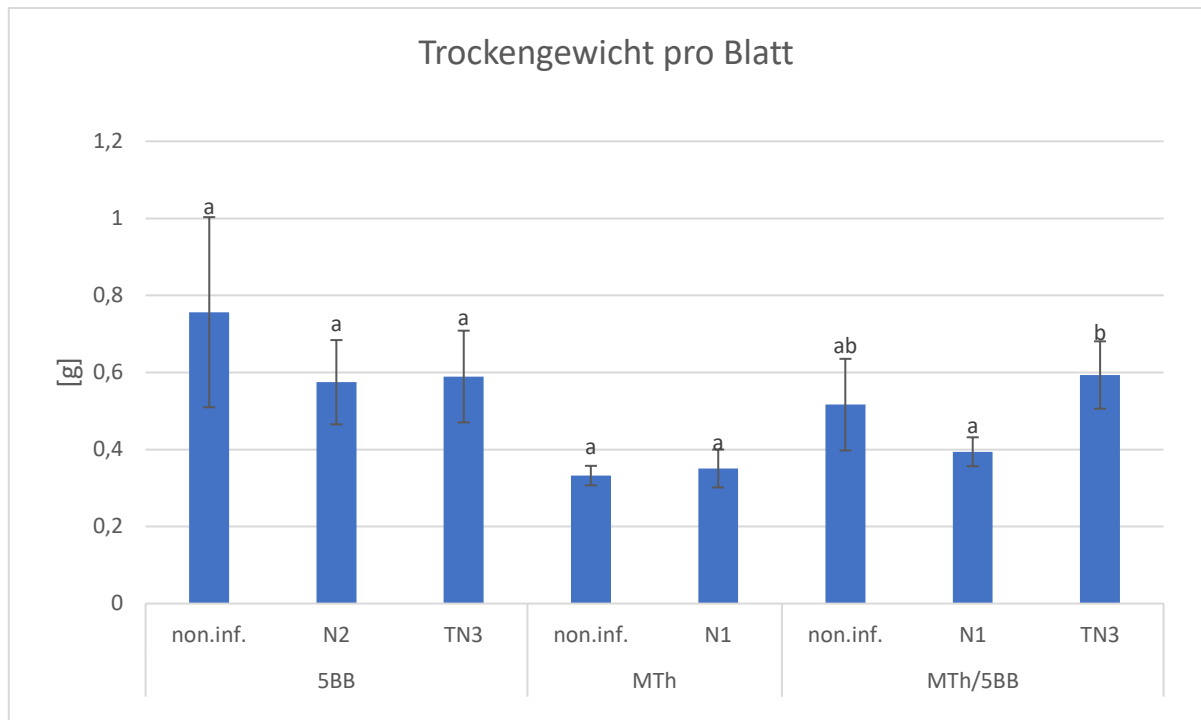


Abbildung 10 Trockengewicht pro Blatt von Kober 5BB, Müller-Thurgau, und der veredelten Variante. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test (bei Müller-Thurgau) und der Tukey-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).

Die Auswertung der Blattfläche pro Blatt ergab einen signifikanten Anstieg bei starkem Reblausbefall bei den veredelten Reben (MTh/5BB). Bei den anderen Pflanzen konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Die ermittelten Werte sind in Abbildung 11 dargestellt.

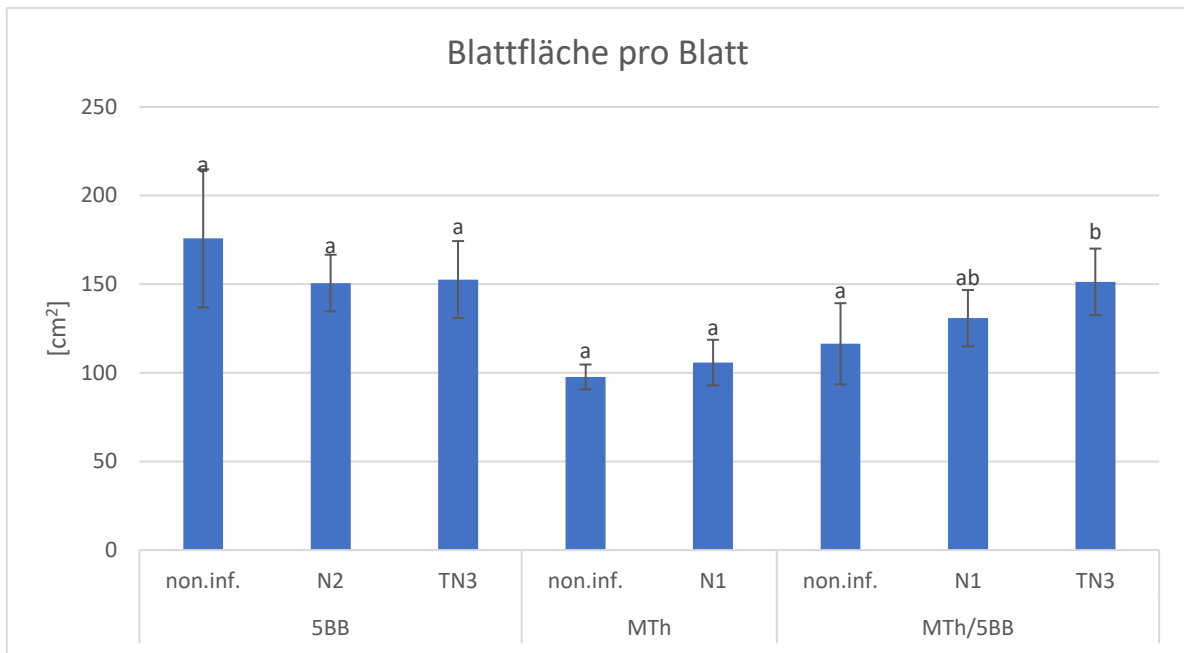


Abbildung 11 Blattfläche pro Blatt von Kober 5BB, Müller-Thurgau, und der veredelten Variante. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test (bei Müller-Thurgau) und der Tukey-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).

Unterschiede im Wurzeltrockengewicht konnten nur bei der veredelten Variante festgestellt werden. Die leicht befallene Gruppe hatte im Durchschnitt ein geringeres Gewicht als die Kontrolle und die stark befallene Gruppe. Dieselben Signifikanzen waren beim Wurzelvolumen gegeben. Die Ergebnisse sind in Abbildung 12 und Abbildung 13 zu sehen.

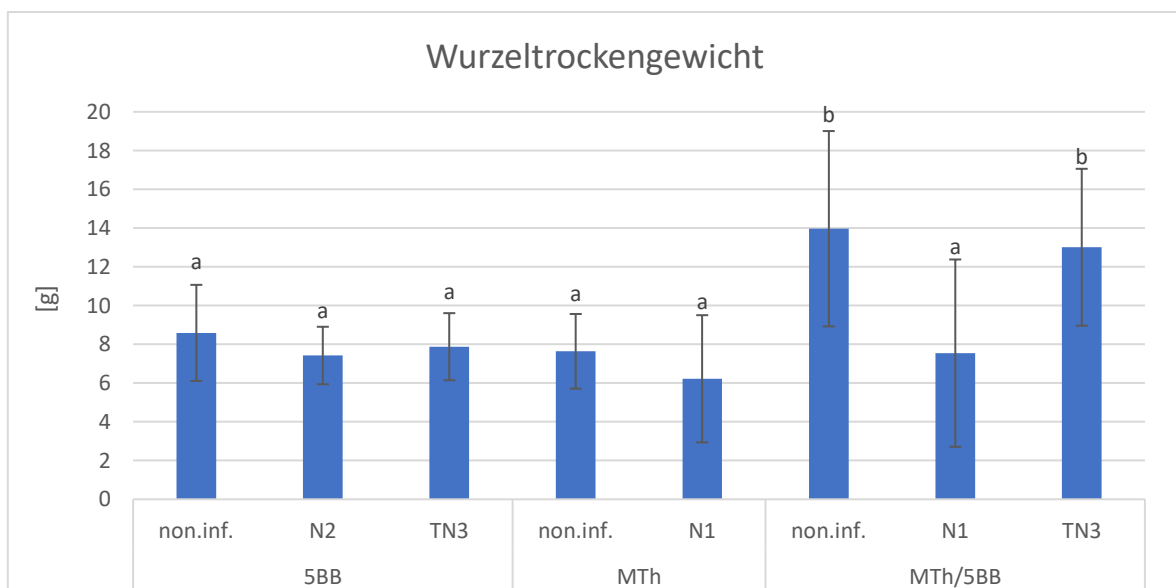


Abbildung 12 Wurzeltrockengewicht von Kober 5BB, Müller-Thurgau, und der veredelten Variante. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschieden befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).

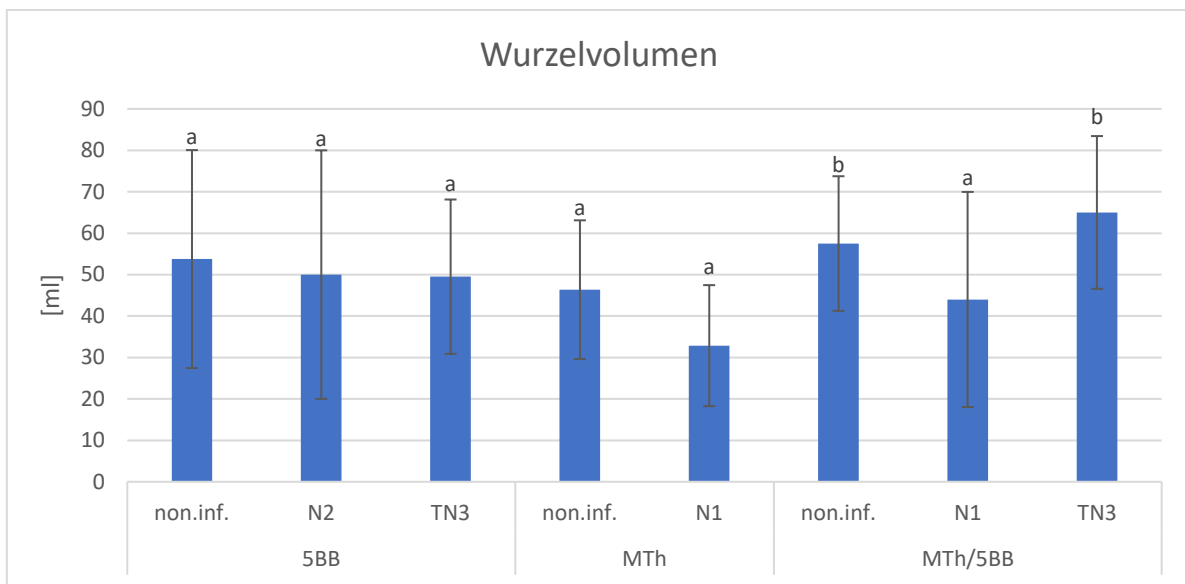


Abbildung 13 Wurzelvolumen von Kober 5BB, Müller-Thurgau, und der veredelten Variante. Abgebildet sind Mittelwerte und Standardabweichungen der verschiedenen befallenen Reben. Zur Ermittlung von Unterschieden wurde der Mann-Whitney-U-Test (bei Müller-Thurgau) und der Tukey-Test verwendet. Verschiedene Buchstaben über den Fehlerindikatoren bedeuten signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Reblaus Genotyp entscheidend ist für eine erfolgreiche Vermehrung an einer spezifischen Wirtspflanze, an der eine entwickelte Adaptation vorhanden ist. Messwerte zur Chlorophyll-Fluoreszenz der Blätter waren bei den reblausbefallenen Versuchsvarianten signifikant erhöht, was mit einer gesteigerten Kohlenstoff Assimilation in Verbindung gebracht werden kann. Messungen des Gasaustausches der Blätter ergaben ebenso signifikant erhöhte Messwerte wie der Transpirationsrate der Blätter. Die Erhebungen der durchschnittlichen Trockengewichte der Blätter und Wurzeln konnten keine eindeutigen Unterschiede zwischen reblausbefallenen und nicht befallenen Pflanzen aufzeigen. Die Standardabweichungen der Messwerte des Wurzelvolumens und des Wurzeltrockengewichtes war bei allen Varianten äußerst hoch. Bei den veredelten Reben führte der Reblausbefall zu einer signifikant größeren Blattfläche im Vergleich mit den jeweiligen unbefallenen Pflanzen.

5. Diskussion

Dieser vorliegende Versuch wurde mittels getopften Weinreben, welche zum Teil mit Rebläusen inokuliert wurden, im Versuchsglashaus unter kontrollierten Temperaturbedingungen durchgeführt. Mit speziellen Messgeräten wurde versucht, den Einfluss wurzelgallenbildender Rebläuse auf die Photosynthese, und die Sink-Source Verteilung von Assimilaten zu ermitteln.

Zur Erforschung von Interaktionen zwischen Rebe und Reblaus bieten sich verschiedene Methoden an, von denen jede ihre Vor- und Nachteile mit sich bringt. Als Beispiele für Bioassays seien angeführt: Bioassays an abgetrennten Wurzeln, *in vitro* Gewebekulturen, verschiedene *in planta* Verfahren, und Feldversuche. Vorteile von Topfversuchen können darin gesehen werden, dass Reaktionen der ganzen Pflanze festgestellt, und die Entwicklung von Nodositäten und Tuberositäten festgehalten werden kann. Dabei bietet sich die Möglichkeit einen Reblaus Genotyp in einer kontrollierten Umwelt (Temperatur, Wasser, Licht, Substrat) zu etablieren. Als eine Schwäche von Topfversuchen ergibt sich, bedingt durch den beschränkten Platz für das Wurzelsystem, ein höherer Anteil faseriger Wurzeln, verglichen mit Pflanzen im freien Feld (Powell *et al.*, 2013). Der Topf an sich im Glashaus beeinflusst die Feuchtigkeit, den Sauerstoffgehalt, die Porosität und Temperatur des Substrates (Passioura, 2006). Diese Umstände verursachen einen direkten bzw. indirekten Einfluss auf die Reblauspopulation in Hinblick auf das beeinträchtigte Wachstum des Wurzelsystems (Powell *et al.*, 2013). Solche Einflüsse müssen auch im Versuchsaufbau dieser Arbeit angenommen werden, da ab dem Zeitpunkt der Inokulation alle Töpfe in Müllsäcke gepackt und abgedichtet wurden, um eine Verbreitung der Rebläuse zu verhindern. Ein unterschiedlicher Bedarf der Pflanzen an Wasser, verschiedener Witterung, und ein teilweise aufgetretener Druckverlust entlang der Tropfbewässerung führten bei einigen Pflanzen zu Wasserstau im Topf bzw. innerhalb des Quarantänesackes. Es ist anzunehmen, dass einige der Pflanzen an Hypoxie litten. Ein Wasserüberschuss führt zu einer verringerten Aufnahme von Wasser, und damit einer verringerten stomatären Leitfähigkeit und Transpirationsrate (Flore and Lakso, 1989; Keller and Koblet, 1994). Das Schließen der Stomata, eine verringerte Photosynthese und mögliche Schädigung des Photosyntheseapparates sind weitere Folgen von Wasserüberschuss (Stevens and Prior, 1994; Else *et al.*, 2009). Temperaturspitzen der Luft und Blätter bis zu knapp 40 °C durch sehr heiße Sommertage legen nahe, dass die Pflanzen im

Glashaus an Hitzestress litten, da das Temperaturoptimum für Wachstum, Photosynthese, die Ertragsbildung und Fruchtreife unter 30 °C liegt (Keller, 2015). Durch Temperaturen über ca. 35 °C können Schäden des Photosyntheseapparates entstehen. Hitzestress beeinflusst die Wasserverhältnisse durch eine Verringerung des relativen Wassergehaltes von Geweben und oxidativen Stress. Die Photosynthese nimmt ab, da das wasserspaltende System des PSII äußerst sensibel auf Hitze reagiert, wodurch der Elektronentransport inhibiert wird (Berry and Bjorkman, 1980). Diese witterungsbedingten Einflüsse auf die Messwerte müssen mit in Betracht gezogen werden bei deren Interpretation. Außerdem stellen die Messungen nur tageweise Momentaufnahmen dar, weshalb Langzeitmessungen von Parametern der Photosynthese sinnvoll wären.

Um Stresseinflüsse und Wechselwirkungen auszuschließen, sollten die Versuche auch unter kontrollierten Temperatur-, und Lichtbedingungen in entsprechenden Glashauskabinen oder in Wuchskammern unter Quarantäne durchgeführt werden. Ergänzende Analysen der Zusammensetzung des Beerensaftes sollten durchgeführt werden, um Unterschiede in der qualitativen Zusammensetzung der Frucht und Fruchtentwicklung zu erheben.

Im Feld erleben Reblaus Populationen einer Dynamik innerhalb einer Saison bzw. zwischen den Jahren, insbesondere abhängig von Temperatur und Niederschlagsmenge. Die Überwinterung erfolgt an den Wurzeln im ersten Nymphenstadium. Die Vermehrung erfolgt im Frühjahr, die Populationen erreichen ihr Maximum in den Sommermonaten und nehmen im Herbst wieder ab. Hierbei treten jeweils Spitzen zu den Phasen des Wurzelwachstums im Frühjahr und Herbst auf (Powell *et al.*, 2000). Der Level des Auftretens von Reblaus Populationen wird bestimmt von abiotischen und biotischen Faktoren wie chemischen und physikalischen Eigenschaften des Substrates (Powell *et al.*, 2003), das Alter und die Genetik der *Vitis* Art (Omer *et al.*, 2002), dem Reblaus Genotyp (Powell *et al.*, 2003), Bodentemperatur und Tiefe (Gorkavenko and Gorkavenko, 1977; Herbert *et al.*, 2006), und Einflüsse von Trockenheit (Helm *et al.*, 1991). Unter diesen Gesichtspunkten stellt sich die Frage, wie sehr der Einfluss des Reblausbefalls über den Messzeitraum gegeben war. Die erste Inokulation der Pflanzen erfolgte erst kurz vor dem ersten Messtermin. Besser wäre es, diesen Zeitraum auszudehnen, bzw. früher in der Vegetationsperiode anzuberaumen. Der Grund der eher späten Inokulation lag auch am relativ späten, witterungsbedingten Auftreten von Blattgallen an Wildreben in Weingärten, welche für die Inokulation genutzt wurden. Dabei handelte es

sich um Populationen an Kober 5 BB aus Göttlesbrunn und Großhöflein. Welche von den beiden Biotypen sich bei den Versuchspflanzen wie entwickelte, konnte im Nachhinein nicht festgestellt werden. Empfehlenswert wäre somit, z.B. mit einer Isolationskammer, Rebläuse zu züchten, welche abgestimmt auf eine *Vitis* Art sein könnte.

Die spezifische Wirt-Pflanze Interaktion konnte an den verschiedenen Arten beobachtet werden. Die Inokulation bei *Vitis vinifera* konnte nur bei ca. 50 % der Pflanzen einen Befall herbeiführen, war hingegen bei allen inokulierten Kober 5BB erfolgreich. Im Zuge der destruktiven Probennahme wurde schließlich versucht, bei jeder einzelnen Pflanze den Befall möglichst genau festzuhalten. Auf Basis einer Methode von Porten and Huber (2003), welche die Reblauspopulationen im Feld quantifizierten, wurde in diesem Versuch auf qualitativer und quantitativer Basis versucht den Befall festzuhalten. Die Herausforderung besteht darin, die Probennahme und die Abschätzung des Befallsgrades möglichst effizient zu gestalten, um alle Pflanzenorgane innerhalb kurzer Zeit zu ernten, um tageszeitliche Schwankungen im Metabolismus zu minimieren. Für die Erhebung in diesem Versuch wurde einerseits optisch die Quantität an befallenen Wurzelspitzen bzw. Wurzelteilen abgeschätzt. Zusätzlich wurde die Qualität des Befalles festgehalten, indem die Größe der genommenen Proben an Nodositäten und Tuberositäten dokumentiert wurde. Die Menge an Daten pro Pflanze war damit um ein vielfaches höher, weshalb letztere Art der Bonitur des Phylloxerierungsgrades für die Auswertung der Daten herangezogen wurde. Eine möglichst genaue Quantifizierung des Reblausbefalles ist wichtig, da dieser in engem Zusammenhang mit dem Ausmaß an biotischem Stresseinfluss steht. Die begrenzte Anzahl an biologischen Wiederholungen pro Art der Versuchspflanzen erforderte es, eine Einteilung der Pflanzen in unbefallene Kontrollen und eine bzw. zwei Phylloxerierungsgrade vorzunehmen. Im Zuge der statistischen Auswertungen konnte eine teilweise hohe Standardabweichung festgestellt werden, was auf eine hohe biologische Variabilität schließen lässt. Gründe hierfür können in unterschiedlichen Wachstumsbedingungen der Pflanzen im Glashaus, oder auch der Entwicklung der Reblauspopulationen gesehen werden.

Die Messung der Chlorophyll-Fluoreszenz (CF) ist eine weit verbreitete Methodik zur Untersuchung der Photosyntheseleistung von Pflanzen. Einfallende Lichtenergie wird von den Chlorophyll Molekülen absorbiert, in weiterer Folge ergeben sich drei Möglichkeiten der Verwertung der Energie: Nutzung zur Ankurbelung der photochemischen Prozesse der

Photosynthese, Abgabe überschüssiger Energie in Form von Wärme, oder es wird wieder emittiert als Licht, der CF. Diese drei Prozesse stehen in Konkurrenz zueinander. Messungen der CF bringen Informationen zu Änderungen in der Effizienz der photochemischen Prozesse und Wärmeabgabe. Die Höhe der CF-Ausbeute wird von verschiedenen Parametern repräsentiert, welche sich auf das PSII beziehen. In den Reaktionen der Photosynthese absorbiert das PSII Licht, und der primäre Quinon-Akzeptor ein Elektron, wodurch es kein weiteres mehr aufnehmen kann, bevor das Elektron an weitere Akzeptoren weitergereicht ist. Das Reaktionszentrum befindet sich in einem sogenannten „geschlossenen“ Zustand. Der Anteil an geschlossenen Reaktionszentren führt zu einer verminderten Effizienz in den photochemischen Prozessen, und somit zu einem Anstieg in der Ausbeute an CF. Die CF gibt Auskunft darüber, wie sehr das PSII die absorbierte Energie nutzt, und kann so über die relative Elektronentransferrate als Messwert der gesamten Photosyntheseleistung angesehen werden bzw. in weiterer Folge als Rate der Kohlenstoffassimilation (Johnson *et al.*, 1993; Maxwell and Johnson, 2000). Unter Laborbedingungen konnte eine Korrelation zwischen PSII Elektronentransport und CO₂ Fixierung nachgewiesen werden (Genty *et al.*, 1989; Edwards and Baker, 1993). In Feldversuchen behauptet sich diese Korrelierung nicht mehr (Fryer *et al.*, 1998). Aufgrund vieler anderer Einflüsse raten Maxwell and Johnson (2000) ergänzende Gasaustausch Messungen.

In den angestellten Versuchen konnte festgestellt werden, dass bei Reblausbefall die CF Ausbeute ansteigt. So war beispielsweise bei starkem Reblausbefall die momentane CF-Ausbeute am 28.08.2016 um 20,7 % höher als bei unbefallenen Pflanzen. Signifikant höhere CF-Messwerte konnten auch bei anderen Parametern festgestellt werden.

Messungen des Gasaustausches der Pflanzen brachten nicht immer eindeutige Tendenzen. Bei MTh/5BB war die Variabilität zwischen den Befallsgruppen hoch, sodass zur Kontrolle kein signifikanter Unterschied in den Transpirationsraten und den beiden Parametern Δe und g_s festgestellt werden konnte. Einzig am letzten Messtermin (3.10.2016) waren die Transpirationsraten bei stark befallenen Pflanzen zur Kontrolle signifikant geringer. Eindeutigere Ergebnisse konnten bei den wurzelechten Müller-Thurgau Reben ermittelt werden. Die Messwerte des Gasaustausches waren an vier von sechs Messtagen bei befallenen Pflanzen signifikant erhöht. Teilweise hohe Standardabweichungen konnten in den Messungen der Transpirationsraten bei Kober 5 BB ermittelt werden. Unter Reblausbefall

konnte bei diesen Pflanzen ebenso erhöhte Transpirationsraten und stomatäre Leitfähigkeiten festgestellt werden. Vergleichbare Ergebnisse zum Einfluss von gallenbildenden Insekten konnten Gramig and Harris (2015) ermitteln. Beim Befall von Weizen durch die Hessenfliege (*Mayetiola destructor*) reagierten die Pflanzen je nach Grad der Resistenz mit erhöhter Photosynthese der Blätter.

In Bezug auf die Frage, ob es eine unterschiedliche Photosyntheseleistung und Chlorophyll-Fluoreszenz je nach Befall gibt, haben sich im Zuge der Arbeit signifikante Unterschiede gezeigt (siehe Abbildung 5), wie auch bei der oben diskutierten Hessenfliege. Ebenso konnte eine ähnliche Änderung der photosynthetischen Aktivität bei Eitle *et al.* (2017) nachgewiesen werden.

Die Erhebung des Trockengewichtes pro Blatt unterschied sich nur bei den Pflanzen MTh/5BB zwischen den beiden Befallsgruppen signifikant. Jedoch konnte ein signifikanter Anstieg der Blattfläche pro Blatt unter starkem Reblausbefall bei diesen Pflanzen ermittelt werden. Beim Wurzeltrockengewicht waren jeweils die Kontrollpflanzen und die stark befallenen signifikant höher, als das Gewicht der leicht befallenen Gruppe. Dieselben Signifikanzen wurden beim Wurzelvolumen ermittelt. Hierbei sei anzumerken, dass es schwierig war einen genauen Wert zu ermitteln, da das Ablesen beim 2 L Messzylinder größere Ungenauigkeiten zulässt. Eine hohe Standardabweichung war bei der Auswertung des Wurzelvolumens bei sämtlichen Vergleichsgruppen gegeben.

Die vorliegenden Versuche bestätigen die angenommenen Hypothesen, dass die Rebe den Stress durch die Reblaus kompensieren kann. Unklar bleibt nach wie vor, ob die Reblaus aktiv auf den Metabolismus der Wirtspflanze einwirkt, oder die Wirtspflanze selbst dem Entzug von Assimilaten gegensteuert indem sie die photosynthetische Effizienz steigert. Die Tatsache, dass weltweit relativ wenige verschiedene Unterlagsreben in Gebrauch sind, unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels, erfordert weiteren Forschungsbedarf der Wirt-Pflanze Interaktionen unter verschiedenen biotischen und abiotischen Stress Einflüssen.

6. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem weltweit verbreiteten Insekt, der Reblaus (*Daktulosphaira vitifoliae* FITCH), welche große Schäden im Weinbau in der Vergangenheit mit sich brachte und deren Biologie und Interaktionen mit der Rebe (*Vitis* spp.) wenig erforscht sind. Durch die Bildung von Wurzelgallen (Nodositäten) schädigt sie die Rebe durch den Entzug und Unterbrechung in der Aufnahme von Nährstoffen und Wasser, und beeinflusst die Sink-Source Translokation von Assimilaten. Die europäische Weinrebe (*Vitis vinifera* L.) besitzt keine Abwehrmechanismen, weshalb die Veredelung mit toleranten amerikanischen *Vitis* Arten, die primäre Maßnahme zur Bekämpfung des Parasiten darstellt.

Zur Gewinnung neuer Erkenntnisse von Rebe-Reblaus Interaktionen wurden hierfür tolerante Unterlagsreben Kober 5 BB (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*), die anfällige europäische Edelrebe (*Vitis vinifera*) der Sorte Müller-Thurgau, und eine veredelte Variante der beiden, in Töpfen im Glashaus unter natürlichen Temperaturbedingungen gepflanzt. In Summe standen 80 Versuchspflanzen zur Verfügung, welche zum Teil mit Rebläusen inokuliert wurden. Über mehrere Wochen wurden regelmäßig physiologische Messungen der Chlorophyll-Fluoreszenz und des Gasaustausches der Blätter durchgeführt. Gegen Ende der Vegetationsperiode erfolgte eine destruktive Probennahme und Bonitur des Reblausbefalles.

Die Auswertung der Daten ergab, dass zumindest tageweise die Werte der Chlorophyll-Fluoreszenz der Blätter bei den veredelten Müller-Thurgau auf Kober 5BB (MTh/5BB) Pflanzen signifikant höher waren. Dies bedeutet, dass die Ausbeute an einfallendem Licht, die das Photosystem II durch einen kontrollierten Elektronentransport zur Photosynthese nutzt, anstieg. Ähnliche Ergebnisse bei diesen Pflanzen konnte bei Messwerten des Gasaustausches, wie der Transpirationsrate festgestellt werden. Bei den anfälligen wurzelechten Müller-Thurgau Reben konnte ein deutlicher Anstieg der Transpirationsrate an vier von sechs Messtagen beobachtet werden. Dieselben Tendenzen gelten auch für andere Messparameter wie der Differenz des Wasserdampfdrucks oder der stomatären Leitfähigkeit von Wasserdampf. Die Bestimmungen der Trockengewichte von Blätter und Wurzeln konnten keine eindeutigen Aussagen zum Einfluss der Reblaus liefern. Bei den MTh/5BB Reben konnte ein signifikanter Anstieg der Blattfläche bei starkem Reblausbefall im Vergleich zu unbefallenen Kontrollpflanzen ermittelt werden.

Die Versuche dieser Arbeit verdeutlichen den Einfluss auf die Sink-Source Translokation von Assimilaten unter Reblausbefall. Die Interaktionen von Rebe und Reblaus sind äußerst komplex und erfordern weitere Forschung. Das Wissen um die Biologie der Reblaus ist noch nicht vollständig geklärt und konnte erst in den letzten Jahren durch genetische Analysen ergänzt werden. Um zukünftige Möglichkeiten des Managements des Parasiten zu ermitteln, sollten weitere Forschungen auf Basis neuer molekularer, genetischer und metabolomischer Methoden erfolgen.

Abstract (Deutsch – English)

Die Reblaus (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch, Homoptera: Phylloxeridae) ist ein weltweit auftretender Parasit im Weinbau, und führt zur Bildung von Gallen an Weinreben (*Vitis* spp.), welche ein neues heterotrophes Sink-Organ im Pflanzenmetabolismus darstellen. Die Bildung von Wurzelgallen an *Vitis* spp. stellt das wirtschaftlich größte Problem dar. Seit dem Ende des 19. Jhd. verhilft man sich mit der Veredelung von Edelreibern mit toleranten amerikanischen *Vitis* Arten, wodurch die Fortführung des Weinbaus gesichert war. Die physiologischen Folgen auf die Sink-Source-Translokation sind nur wenig geklärt. Der Versuch wurde im Glashaus unter natürlichen Temperaturbedingungen an getopften Pflanzen von Reblaus anfälligen *Vitis vinifera* cv. Müller-Thurgau und toleranten Kober 5 BB (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*) durchgeführt, welche mit Reblauseiern inokuliert wurden. Über mehrere Wochen erfolgten Messungen des Gasaustausches und der Chlorophyll-Fluoreszenz der Blätter. Es zeigte sich, dass Reblausbefall zu erhöhten Transpirationsraten, gesteigerter stomatärer Leitfähigkeit und vermehrter Chlorophyll-Fluoreszenz führt. Die Rebe-Reblaus Interaktionen gestalten sich sehr komplex und erfordern weitere Forschungen für das zukünftige Management im Weinbau.

Phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch, Homoptera: Phylloxeridae) is a worldwide present parasite in viticulture. It induces the formation of galls on *Vitis* spp., which act as new heterotrophic sink organs in the plants' metabolism. The formation of root galls on susceptible roots of *Vitis* spp. causes the most important economic damage. Since the end of the 19th century grafting of *Vitis vinifera* on tolerant American *Vitis* spp. is the main management tool and saved further grape vine cultivation. The physiological influences on the sink-source relationships of the plant are not well understood. In this trial potted grapevines of *Vitis vinifera* cv. Müller-Thurgau and Kober 5 BB (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*) were grown in a glass house under natural environmental conditions, and were partly inoculated with phylloxera eggs. Over several weeks measurements of the gas exchange rates and chlorophyll fluorescence of the leaves were done. The results show, that phylloxera infestation leads to higher transpiration rates, stomatal conductance and higher chlorophyll fluorescence values. The host-parasite interactions are quite complex and need further investigations for future management in viticulture.

Keywords: sink-source translocation, phylloxera, *Vitis*, chlorophyll fluorescence, gas exchange

Referenzen

ANONYM. Geisenheimer Rebsorten und Klone, 126-127. https://www.hs-geisenheim.de/fileadmin/redaktion/FORSCHUNG/Institut_fuer_Rebenzuechtung/Ueberblick_Institut_fuer_Rebenzuechtung/Unterlagen/5BB.pdf (1.2.2018).

ANONYM. Geisenheimer Rebsorten und Klone, 28-31. https://www.hs-geisenheim.de/fileadmin/Dateien_Hochschule_Geisenheim/Forschung/Angewandte_Biologie/Rebenzuechtung/Traditionelle_Rebsorten/Mueller-Thurgau.pdf (20.4.2017)

ADC BioScientific Ltd, 2015. LCpro-SD user guide Issue 4-105, United Kingdom: ADC BioScientific Ltd.

AMTHOR, J. S. **The McCree–de Wit–Penning de Vries–Thornley Respiration Paradigms: 30 Years Later**. LONDON: Elsevier Science Ltd. 86: 1-20 p. 2000.

BERRY, J.; BJORKMAN, O. Photosynthetic Response and Adaptation to Temperature in Higher Plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 31, n. 1, p. 491-543, 1980/06/01 1980. ISSN 0066-4294.

BLANKE, M. M. REGULATORY MECHANISMS IN SOURCE SINK RELATIONSHIPS IN PLANTS – A REVIEW. 2009, 835: International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. p.13-20.

BRADFORD, K. J. Water stress and the water relations of seed development: A critical review. **Crop Science**, MADISON, v. 34, n. 1, p. 1-11, 1994. ISSN 0011-183X.

CANDOLFI-VASCONCELOS, M. C. et al. Retranslocation of carbon reserves from the woody storage tissues into the fruit as a response to defoliation stress during the ripening period in *Vitis vinifera* L. **Planta**, NEW YORK, v. 192, n. 4, p. 567-573, 1994. ISSN 0032-0935.

CAROLAN, J. C. et al. Predicted Effector Molecules in the Salivary Secretome of the Pea Aphid (*Acyrtosiphon pisum*): A Dual Transcriptomic/Proteomic Approach. **Journal of Proteome Research**, v. 10, n. 4, p. 1505-1518, 2011/04/01 2011. ISSN 1535-3893.

CARTON, Y. et al. Une coopération exemplaire entre entomologistes français et américains pendant la crise du Phylloxera en France (1868-1895). **Annales de la Société entomologique de France**, v. 43, n. 1, p. 103-125, 01/01 2007. ISSN 0037-9271.

CURRLE, O.; BAUER, O.; HOFÄÈ, C. W., SCHUMANN, F. und FRISCH, W.(1983): Biologie der Rebe: Aufbau, Entwicklung, Wachstum. **Neustadt/Weinstr.: Meininger**, 1983.

DREYER, D. L.; CAMPBELL, B. C. Association of the degree of methylation of intercellular pectin with plant resistance to aphids and with induction of aphid biotypes. **Experientia**, v. 40, n. 2, p. 224-226, 1984/02/01 1984. ISSN 1420-9071.

Downie DA & Granett J (1998) A life cycle variation in grape phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch). *Southwestern Entomologist* 23: 11–16.

DU, Y.-P. et al. Gene expression profiling of rootstock '140Ru' and *Vitis vinifera* L. cv. 'Crimson Seedless' grape roots infected with grape phylloxera. **Plant Growth Regulation**, v. 73, n. 1, p. 1-8, 2014/05/01 2014. ISSN 1573-5087.

DU, Y. P.; WANG, Z. S.; ZHAI, H. Grape root cell features related to phylloxera resistance and changes of anatomy and endogenous hormones during nodosity and tuberosity formation. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 17, n. 3, p. 291-297, 2011. ISSN 1755-0238.

DU, Y. P. et al. Susceptibility of Chinese grapes to grape phylloxera. **Vitis**, v. 48, n. 1, p. 57-58, 2009. ISSN 0042-7500.

DUFLO, E. et al. **Long Run Health Impacts of Income Shocks: Wine and Phylloxera in 19th Century France**. 2007

EDWARDS, G. E.; BAKER, N. R. Can CO₂ assimilation in maize leaves be predicted accurately from chlorophyll fluorescence analysis? **Photosynthesis Research**, DORDRECHT, v. 37, n. 2, p. 89-102, 1993. ISSN 0166-8595.

EDWARDS, J. et al. RELATIONSHIPS BETWEEN GRAPE PHYLLOXERA ABUNDANCE, FUNGAL INTERACTIONS AND GRAPEVINE DECLINE. 2007, 733: International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. p.151-157.

EITLE, M. W. et al. Phylloxeration effects on the sink activity and assimilation rate in phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) infested grapevines (*Vitis* spp.). 2017, 1188: International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. p.291-298.

EITLE, M. W. et al. First insights on phytohormones during the compatible grapevine-phylloxera interaction. 2017, 1188: International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. p.255-264.

ELSE, M. A. et al. Root signals and stomatal closure in relation to photosynthesis, chlorophyll a fluorescence and adventitious rooting of flooded tomato plants. **Annals of Botany**, OXFORD, v. 103, n. 2, p. 313-323, 2009. ISSN 0305-7364.

ERB, M.; MELDAU, S.; HOWE, G. A. Role of phytohormones in insect-specific plant reactions. **Trends in Plant Science**, LONDON, v. 17, n. 5, p. 250-259, 2012. ISSN 1360-1385.

FAMIANI, F. et al. An immunohistochemical study of the compartmentation of metabolism during the development of grape (*Vitis vinifera* L.) berries. n. 0022-0957 (Print), 2000.

FLORE, J. A.; LAKSO, A. N. Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. **Horticultural Reviews**, Volume 11, p. 111-157, 1989. ISSN 1118060849.

FORNECK, A.; HUBER, L. (A)sexual reproduction – a review of life cycles of grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 131, n. 1, p. 1-10, 2009. ISSN 1570-7458.

FORNECK, A. et al. Histochemistry and anatomy of phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) nodosities on young roots of grapevine (*Vitis* spp). **Vitis**, v. 41, n. 2, p. 93-97, 2002. ISSN 0042-7500.

FORNECK, A. et al. Not just sweet: Phylloxerated roots indicate complex plant response mechanisms. 2016, 1136, 2016. p.239-244.

FORNECK, A.; WALKER, M. A.; BLAICH, R. Ecological and genetic aspects of grape phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Hemiptera: Phylloxeridae) performance on rootstock hosts. **Bulletin of Entomological Research**, WALLINGFORD, v. 91, n. 6, p. 445-451, 2001. ISSN 0007-4853.

FORNECK, A. et al. Interaction of Phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) with Grape (*Vitis* spp.) in Simple Isolation Chambers. **American Journal of Enology and Viticulture**, DAVIS, v. 52, n. 1, p. 28-34, 2001. ISSN 0002-9254.

FROMM, J.; LAUTNER, S. Electrical signals and their physiological significance in plants. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, UK, v. 30, n. 3, p. 249-257, 2007. ISSN 0140-7791.

FRYER, M. J. et al. Relationship between CO₂ assimilation, photosynthetic electron transport, and active O₂ metabolism in leaves of maize in the field during periods of low temperature. **PLANT PHYSIOLOGY**, ROCKVILLE, v. 116, n. 2, p. 571-580, 1998. ISSN 0032-0889.

GALE, G. **Dying on the vine: how phylloxera transformed wine**. Berkeley, Calif. [u.a.]: Univ. of California Press, 2011.

GENTY, B.; BRIANTAIS, J. M.; BAKER, N. R. THE RELATIONSHIP BETWEEN THE QUANTUM YIELD OF PHOTOSYNTHETIC ELECTRON-TRANSPORT AND QUENCHING OF CHLOROPHYLL FLUORESCENCE. **BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA**, AMSTERDAM, v. 990, n. 1, p. 87-92, 1989. ISSN 0006-3002.

GORKAVENKO, A. S.; GORKAVENKO, E. B. Particulars of the development of the root form of phylloxera. **Zashchita Rastenii**, n. 3, p. 55-56, 1977.

GRAMIG, G. G.; HARRIS, M. O. Plant Photosynthetic Responses During Insect Effector-Triggered Plant Susceptibility and Immunity. **Environmental Entomology**, CARY, v. 44, n. 3, p. 601-609, 2015. ISSN 0046-225X.

GRANETT, J. Comparison of Swellings Caused by Indoleacetic Acid and Tuberosities Induced by Grape Phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 83, n. 2, p. 494-499, 1990. ISSN 0022-0493.

GRANETT, J.; WALKER, M. A. NODOSITY POPULATIONS ON ROOTSTOCKS ARE NOT A CURRENT THREAT TO CALIFORNIAN VINEYARDS. 2009, 816: International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. p.23-28.

GRANETT, J. et al. **Biology and management of grape phylloxera**. Annual Review of Entomology. 46: 387-412 p. 2001.

GRIESSER, M. et al. Phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) alters the carbohydrate metabolism in root galls to allowing the compatible interaction with grapevine (*Vitis* ssp.) roots. **Plant Science**, v. 234, p. 38-49, 2015.

HALE, C.; WEAVER, R. The effect of developmental stage on direction of translocation of photosynthate in *Vitis vinifera*. **California Agriculture**, v. 33, n. 3, p. 89-131, 1962. ISSN 0073-2230.

HELLMANN, H. et al. The regulation of assimilate allocation and transport. **Australian Journal of Plant Physiology**, COLLINGWOOD, v. 27, n. 6, p. 583-594, 2000. ISSN 0310-7841.

HERBERT, K. S.; HOFFMANN, A. A.; POWELL, K. S. Changes in grape phylloxera abundance in ungrafted vineyards. **Journal of economic entomology**, v. 99, n. 5, p. 1774-1783, 2006. ISSN 0022-0493.

Huber, L., Hoffmann, M., Rühl, E.H. and Kirchmair, M. (2009). DISEASE SUPPRESSIVENESS OF VINEYARD SOILS INFESTED WITH GRAPE PHYLLOXERA . *Acta Hortic.* 816, 41-52.

INTRIOLILOLO, D. S.; LAKSO, A. N.; CENTINARI, M. Effects of the whole vine versus single shoot-crop level on fruit growth in *Vitis labruscana* 'Concord'. **Vitis - Journal of Grapevine Research**, SIEBELDINGEN, v. 48, n. 1, p. 1-5, 2009. ISSN 0042-7500.

JOHNSON, G. N. et al. THE DISSIPATION OF EXCESS EXCITATION-ENERGY IN BRITISH PLANT-SPECIES. **PLANT CELL AND ENVIRONMENT**, OXFORD, v. 16, n. 6, p. 673-679, 1993. ISSN 0140-7791.

KELLER, M. **The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology: Second Edition**. 2015.

KELLER, M.; KOBLET, W. Is carbon starvation rather than excessive nitrogen supply the cause of inflorescence necrosis in *Vitis vinifera* L.? **Vitis**, v. 33, n. 2, p. 81-86, 1994. ISSN 0042-7500.

KELLOW, A. V.; SEDGLEY, M.; VAN HEESWIJCK, R. Interaction between *Vitis vinifera* and grape phylloxera: Changes in root tissue during nodosity formation. **Annals of Botany**, v. 93, n. 5, p. 581-590, May 2004. ISSN 0305-7364. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000221084800011 >.

KOBLET, H. **Wanderung von Assimilaten in Rebtrieben und Einfluss der Blattfläche auf Ertrag und Qualität der Trauben**. *Die Wein-Wissenschaft*. 24: 277-319 p. 1969.

KOBLET, W.; PERRET, P. **Wanderung von Assimilaten innerhalb der Rebe**: *Die Wein-Wissenschaft*. 27: 146-154 p. 1972.

KOROSI, G. A.; TRETHOWAN, C. J.; POWELL, K. S. SCREENING FOR ROOTSTOCK RESISTANCE TO GRAPEVINE PHYLLOXERA GENOTYPES FROM AUSTRALIAN VINEYARDS UNDER CONTROLLED CONDITIONS. 2007, 733: International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. p.159-166.

LALONDE, S. et al. Phloem loading and unloading of sugars and amino acids. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, UK, v. 26, n. 1, p. 37-56, 2003. ISSN 0140-7791.

LALONDE, S.; WIPF, D.; FROMMER, W. B. Transport mechanisms for organic forms of carbon and nitrogen between source and sink. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 55, n. 1, p. 341-372, 2004. ISSN 1543-5008.

LAWO, N. C.; GRIESSER, M.; FORNECK, A. Expression of putative expansin genes in phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) induced root galls of *Vitis* spp. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 136, n. 2, p. 383-391, Jun 2013 2013. ISSN 09291873.

LAWO, N. C. et al. The volatile metabolome of grapevine roots: First insights into the metabolic response upon phylloxera attack. **Plant Physiology and Biochemistry**, PARIS, v. 49, n. 9, p. 1059-1063, 2011. ISSN 0981-9428.

MARTENS, H. J. et al. Quantification of Plasmodesmatal Endoplasmic Reticulum Coupling between Sieve Elements and Companion Cells Using Fluorescence Redistribution after Photobleaching. **Plant Physiology**, ROCKVILLE, v. 142, n. 2, p. 471-480, 2006. ISSN 0032-0889.

MARTIN, C. **Die Veränderungen der Photosynthese, der Assimilattranslokation und der Respiration von Rebenorganen unter dem Einfluß des Reblausbefalls**. Universität Hohenheim 1977.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence—a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, OXFORD, v. 51, n. 345, p. 659-668, 2000. ISSN 0022-0957;1460-2431.

MOTOMURA, Y. Distribution of ¹⁴C-Assimilates from Individual Leaves on Clusters in Grape Shoots. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 41, n. 4, p. 306, 1990.

MÜNCH, E. **Die Stoffbewegungen in der Pflanze**. Jena. 1930.

NABITY, P. D. et al. Leaf-galling phylloxera on grapes reprograms host metabolism and morphology. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 110, n. 41, p. 16663-16668, Oct 8 2013. ISSN 0027-8424.

Neuhauser, S., Huber, L. & Kirchmair, M. 2011, "Is *Roesleria subterranea* a primary pathogen or a minor parasite of grapevines? Risk assessment and a diagnostic decision scheme", *European Journal of Plant Pathology*, vol. 130, no. 4, pp. 503-510.

OMER, A. D. et al. EFFECTS OF FUNGAL ROOT INFECTIONS ON THE VIGOR OF GRAPEVINES INFESTED BY ROOT-FEEDING GRAPE PHYLLOXERA. **Vitis**, v. 34, n. 3, p. 165-170, Sep 1995. ISSN 0042-7500.

OMER, A. D.; GRANETT, J.; WALKER, M. A. Influence of Plant Growth Stage on Grape Phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae) Populations. **Environmental Entomology**, v. 31, n. 1, p. 120-126, 2002/02/01 2002. ISSN 0046-225X.

PASSIOURA, J. B. The perils of pot experiments. **Functional Plant Biology**, v. 33, n. 12, p. 1075-1079, 2006. Disponível em: < <https://doi.org/10.1071/FP06223> >.

PATRICK, J. W. Phloem unloading: Sieve element unloading and post-sieve element transport. **ANNUAL REVIEW OF PLANT PHYSIOLOGY AND PLANT MOLECULAR BIOLOGY**, PALO ALTO, v. 48, n. 1, p. 191-222, 1997. ISSN 1040-2519.

PATRICK, J. W. et al. Role of membrane transport in phloem translocation of assimilates and water. 2001. ISSN 1445-4408.

PEUKE, A. D. et al. Simultaneous measurement of water flow velocity and solute transport in xylem and phloem of adult plants of *Ricinus communis* over a daily time course by nuclear magnetic resonance spectrometry. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, UK, v. 24, n. 5, p. 491-503, 2001. ISSN 0140-7791.

PORTEN, M.; HUBER, L. An assessment method for the quantification of *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch) (Hem., Phylloxeridae) populations in the field. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, Germany, v. 127, n. 3, p. 157-162, 2003. ISSN 0931-2048.

POWELL, K. S. A Holistic Approach to Future Management of Grapevine Phylloxera. In: BOSTANIAN, N. J.; VINCENT, C., et al (Ed.). **Arthropod Management in Vineyards: Pests, Approaches, and Future Directions**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012. p.219-251. ISBN 978-94-007-4032-7.

POWELL, K. S. et al. Population dynamics of phylloxera in Australian vineyards and implications for management. 2000, 2000. p.7-19.

POWELL, K. S.; COOPER, P. D.; FORNECK, A. **The biology, physiology and host-plant interactions of grape phylloxera daktulosphaira vitifoliae**. Advances in Insect Physiology. 45: 159-218 p. 2013.

POWELL, K. S.; KOROSI, G. A. 'TAKING THE STRAIN' - SELECTING THE RIGHT ROOTSTOCK TO PROTECT AGAINST ENDEMIC PHYLLOXERA STRAINS. 2014, 1045: International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. p.99-107.

POWELL, K. S. et al. Influence of soil type and climate on the population dynamics of grapevine phylloxera in australia. 2003, 617, 2003. p.33-41.

QUINLAN, J. D.; WEAVER, R. J. Modification of Pattern of Photosynthate Movement within and between Shoots of *Vitis vinifera* L. **Plant Physiology**, v. 46, n. 4, p. 527-530, 1970. ISSN 0032-0889
1532-2548.

ROBINSON, S. P.; DAVIES, C. Molecular biology of grape berry ripening. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 6, n. 2, p. 175-188, 2000. ISSN 1755-0238.

RYAN, F. J. et al. Effects of infestation by grape phylloxera on sugars, free amino acids, and starch of grapevine roots. **Vitis**, v. 39, n. 4, p. 175-176, Dec 2000. ISSN 0042-7500.

SCHAEFER, H. Über Unterschiede im Stoffwechsel von reblausvergaillten und gesunden Rebenblättern. **Journal of Phytopathology**, v. 75, n. 4, p. 285-314, 1972. ISSN 0931-1785.

SMITH, C. M. Plant Resistance to Insects: A Fundamental Approach. **The Quarterly Review of Biology**, v. 66, n. 2, p. 208-209, 1991/06/01 1991. ISSN 0033-5770.

STEFFAN, H.; RILLING, G. THE EFFECTS OF PHYLLOXERA LEAF AND ROOT GALLS ON THE PATTERN OF ASSIMILATE DISTRIBUTION IN GRAPEVINE (DACTYLOSPHAERA-VITIFOLII SHIMER ON VITIS RUPESTRIS 187 G). **Vitis**, v. 20, n. 2, p. 146-155, 1981 1981. ISSN 0042-7500.

STEVENS, R. M.; PRIOR, L. D. The Effect of Transient Waterlogging on the Growth, Leaf Gas Exchange, and Mineral Composition of Potted Sultana Grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 45, n. 3, p. 285, 1994.

SWANSON, C. A.; EL-SHISHINY, E. D. H. Translocation of Sugars in the Concord Grape. **Plant Physiology**, v. 33, n. 1, p. 33, 1958.

TARTACHNYK, I. I.; BLANKE, M. M. - Effect of delayed fruit harvest on photosynthesis, transpiration and nutrient remobilization of apple leaves. - **New Phytologist**, n. - 3, p. - 441, 2004. ISSN - 1469-8137.

TURGEON, R. Plasmodesmata and solute exchange in the phloem. **Australian Journal of Plant Physiology**, COLLINGWOOD, v. 27, n. 6, p. 521-529, 2000. ISSN 0310-7841

TURGEON, R.; WOLF, S. Phloem transport: Cellular pathways and molecular trafficking. **Annual Review of Plant Biology**, PALO ALTO, v. 60, n. 1, p. 207-221, 2009. ISSN 1543-5008.

VAN BEL, A. J. E. The phloem, a miracle of ingenuity. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, UK, v. 26, n. 1, p. 125-149, 2003. ISSN 0140-7791.

WALKER, R. P. et al. Phosphoenolpyruvate carboxykinase plays a role in interactions of carbon and nitrogen metabolism during grape seed development. **Planta**, v. 210, n. 1, p. 9-18, 1999/11/01 1999. ISSN 1432-2048.

WARDLAW, I. F. Tansley Review No. 27 The control of carbon partitioning in plants. **New Phytologist**, v. 116, n. 3, p. 341-381, 1990. ISSN 1469-8137.

WILLIAMS, L. E. I. E. Z. A. S. E. **Grape**. New York: Dekker: 851-881 p. 1996.

YANG, Y. S.; HORI, Y. Studies on Retranslocation of Accumulated Assimilates in 'Delaware' Grapevines III. Early Growth of New Shoots as Dependent on Accumulated and Current Year Assimilates. **Tohoku journal of agricultural research**, v. 31, n. 2, p. 120-129, 1980. ISSN 0040-8719.

ZHANG, X.-Y. et al. A Shift of Phloem Unloading from Symplasmic to Apoplastic Pathway Is Involved in Developmental Onset of Ripening in Grape Berry. **Plant Physiology**, ROCKVILLE, v. 142, n. 1, p. 220-232, 2006. ISSN 0032-0889.

Abkürzungsverzeichnis

Rubisco	Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase
PEPC	Phosphoenolpyruvate carboxylase
PAM	PAM-2500 Chlorophyll Fluorometer
LCpro	LCpro-SD
CF	Chlorophyll Fluoreszenz
CFDA	Carboxylfluorescein diacetat
EDDHA	2-[2-[[2-Hydroxy-1-(2-hydroxyphenyl)-2-oxoethyl]amino]ethylamino]-2-(2-hydroxyphenyl)acetic acid

Anhang

Tabelle 8 Zusammensetzung von FERTY 3 MEGA

Hauptnährstoffe:		Spurenelemente:	
18 % N	Gesamtstickstoff	0,020 % B	Bor
- 10 % NO ₃ -N	- Nitratstickstoff	0,040 % Cu	Kupfer*
- 8 % NH ₄ -N	- Ammoniumstickstoff	0,100 % Fe	Eisen**
12 % P ₂ O ₅	wasserlösliches Phosphat	0,050 % Mn	Mangan*
18 % K ₂ O	wasserlösliches Kaliumoxid	0,010 % Mo	Molybdän
2 % MgO	wasserlösliches Magnesiumoxid	0,010 % Zn	Zink*

Sortenbeschreibungen der Versuchspflanzen

Müller-Thurgau

Bei den gepflanzten Müller-Thurgau Reben handelte es sich um den überdurchschnittlich frostharten AF 1 Klon, gezüchtet von Kurt Georg Freund, der in Deutschland 1982 beim Bundessortenamt eingetragen wurde. Müller-Thurgau wurde 1882 von Hermann Müller aus Thurgau (Schweiz) in Geisenheim gezüchtet. Es handelt sich um eine Kreuzung aus Weißem Riesling und Madeleine Royale. Die Weißweinsorte ist weltweit verbreitet und bringt vor allem leichte, frische Weine mit milder Säure hervor. Die frühreife Sorte hat Potential zu hohen Erträgen und bringt auch in weniger anspruchsvollen Lagen ansprechende Qualitäten hervor, ist allerdings krankheitsanfällig und empfindlich gegen Trockenheit (Geisenheimer Rebsorten und Klone, s.a.).

Kober 5 BB

Kober 5 BB ist eine Kreuzung aus Vitis berlandieri x Vitis riparia und wurde von Franz Kober, der von Sigmund Teleki 1904 eine Auswahl der besten Unterlagen erhielt, weiter selektioniert. Es handelt sich um eine vielseitige Unterlagsrebe und ist in Mitteleuropa weit verbreitet. Sie zeigt eine gute Kalkverträglichkeit, gute Chlorosefestigkeit und eine mittlere bis gute Trockentoleranz. Auf tiefgründigen Standorten kann es zu einem übermäßigen vegetativen Wachstum kommen, was zu schlechter Farbausprägung bei roten Sorten, Stiellähme und Botrytis führen kann (Geisenheimer Rebsorten und Klone, s.a.)

Tabelle 9 Rohdaten PAM-2500, 2.8.2016

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	PAR	F	Fo'	Fm'	Y(II)	ETR
1	Mth 5BB	Ja	TN50	27	0.74	0.741	2.264	0.673	8
2	MTh		0	34	0.731	0.728	2.15	0.66	9
3	5BB	Ja	TN50	25	0.808	0.814	2.048	0.605	6
4	Mth 5BB		0	34	0.767	0.75	2.432	0.685	10
5	MTh	Ja	N25	35	0.701	0.708	2.114	0.668	10
6	5BB		0	112	0.929	0.901	1.616	0.425	20
7	Mth 5BB	Ja	TN50	25	0.955	0.961	2.441	0.609	6
8	MTh		0	33	0.662	0.66	2.251	0.706	10
9	5BB	Ja	TN25	30	0.848	0.85	1.978	0.571	7
10	Mth 5BB		0	75	0.863	0.85	2.037	0.576	18
11	Mth 5BB		N25	49	0.806	0.797	2.025	0.602	12
12	5BB	Ja	TN50	24	0.657	0.656	2.101	0.687	7
13	MTh		0	34	0.656	0.659	2.115	0.69	10
14	Mth 5BB	Ja	TN50	40	0.918	0.943	2.26	0.594	10
15	5BB		0	118	0.962	0.925	1.261	0.237	12
16	MTh	Ja	0	21	0.877	0.006	1.787	0.509	4
17	Mth 5BB		0	23	0.726	0.013	2.193	0.669	6
18	5BB	Ja	TN25	41	0.977	0.976	1.986	0.508	9
19	MTh		0	19	0.744	0.75	2.269	0.672	5
20	Mth 5BB	Ja	TN50	24	0.945	0.933	2.025	0.533	5
21	MTh	Ja	N25	43	0.702	0.696	1.927	0.636	11
22	5BB		0	33	0.718	0.711	1.883	0.619	9
23	Mth 5BB	Ja	TN25	25	0.765	0.775	2.169	0.647	7
24	MTh		0	40	0.627	0.623	1.716	0.635	11
25	5BB	Ja	TN25	26	0.86	0.849	1.465	0.413	5
26	Mth 5BB		0	14	0.579	0.583	2.053	0.718	4
27	MTh	Ja	N25	22	0.593	0.596	1.841	0.678	6
28	5BB		0	28	0.743	0.772	1.61	0.539	6
29	Mth 5BB	Ja	N25	17	0.569	0.569	1.867	0.695	5
30	MTh		0	19	0.535	0.547	1.715	0.688	5
31	MTh		0	16	0.555	0.564	1.625	0.658	4
32	Mth 5BB	Ja	N25	35	0.685	0.688	1.957	0.65	10
33	5BB		0	37	0.663	0.659	1.488	0.554	9
34	MTh	Ja	0	31	0.46	0.456	1.408	0.673	9
35	Mth 5BB		0	29	0.698	0.674	1.813	0.615	7
36	5BB	Ja	N25	41	0.695	0.691	0.948	0.267	5
37	MTh		0	22	0.671	0.661	1.058	0.366	3
38	Mth 5BB	Ja	TN50	154	0.916	0.865	1.351	0.322	21
39	5BB	Ja	TN25	143	0.805	0.775	1.328	0.394	24
40	MTh	Ja	0	34	0.468	0.47	1.298	0.639	9
41	MTh	Ja	0	168	0.596	0.601	1.095	0.456	32
42	5BB	Ja	TN50	41	0.509	0.51	1.168	0.564	10
43	MTh	Ja	0	27	0.433	0.45	1.365	0.683	8

44	Mth 5BB		0	29	0.441	0.44	1.329	0.668	8
45	5BB	Ja	N25	143	0.707	0.654	1.184	0.403	24
46	MTh		0	66	0.524	0.515	1.349	0.612	17
47	Mth 5BB	Ja	TN25	24	0.647	0.655	1.558	0.585	6
48	5BB		0	31	0.549	0.544	1.529	0.641	8
49	MTh		0	28	0.467	0.47	1.47	0.682	8
50	5BB	Ja	TN25	22	0.558	0.555	1.437	0.612	6
51	5BB	Ja	N50	146	0.661	0.631	0.919	0.281	17
52	MTh	Ja	N25	23	0.438	0.441	1.463	0.701	7
53	5BB		0	24	0.527	0.524	1.447	0.636	6
54	Mth 5BB	Ja	N25	30	0.536	0.542	0.926	0.421	5
55	MTh		0	24	0.475	0.475	1.624	0.708	7
56	5BB	Ja	TN25	28	0.611	0.614	1.472	0.585	7
57	Mth 5BB		0	48	0.578	0.584	1.648	0.649	13
58	MTh		0	22	0.518	0.507	1.487	0.652	6
59	5BB	Ja	N25	35	0.561	0.57	1.304	0.57	8
60	MTh	Ja	N25	30	0.454	0.443	1.429	0.682	9
61	Mth 5BB	Ja	N50	42	0.639	0.619	1.349	0.526	9
62	MTh		0	43	0.593	0.575	1.233	0.519	9
63	Mth 5BB	Ja	N25	36	0.518	0.519	1.058	0.51	8
64	5BB		0	20	0.592	0.586	2.168	0.727	6
65	MTh	Ja	0	42	1.054	1.045	1.215	0.133	2
66	Mth 5BB		0	18	0.465	0.474	1.609	0.711	5
67	5BB	Ja	TN25	21	0.719	0.716	1.944	0.63	6
68	MTh	Ja	0	20	0.574	0.569	1.625	0.647	5
69	Mth 5BB		0	36	0.69	0.691	1.847	0.626	9
70	Mth 5BB		0	39	0.614	0.6	1.564	0.607	10
71	Mth 5BB		0	24	0.603	0.613	1.597	0.622	6
72	Mth 5BB	Ja	TN50	35	0.639	0.631	1.797	0.644	9
73	MTh	Ja	N25	19	0.678	0.674	1.432	0.527	4
74	5BB	Ja	N25	29	0.536	0.019	1.254	0.573	7
75	Mth 5BB		0	46	0.514	0.024	1.608	0.68	13
76	MTh	Ja	N25	38	0.534	0.536	1.386	0.615	10
77	5BB		0	60	0.534	0.535	1.291	0.586	15
78	Mth 5BB	Ja	N25	120	0.613	0.616	1.713	0.642	32
79	MTh		0	173	0.642	0.233	1.104	0.418	30
80	Mth 5BB	Ja	N25	49	0.472	0.495	1.659	0.715	15

Tabelle 10 Rohdaten PAM-2500, 16.8.2016

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	PAR	F	Fo'	Fm'	Y(II)	ETR
1	Mth 5BB	Ja	TN50	15	0.73	0.74	2.41	0.70	4
2	MTh		0	21	0.72	0.72	2.24	0.68	6
3	5BB	Ja	TN50	22	0.89	0.89	1.94	0.54	5
4	Mth 5BB		0	35	0.88	0.79	2.21	0.60	9

5	MTh	Ja	N25	37	0.63	0.62	1.95	0.68	11
6	5BB		0	49	0.77	0.75	1.94	0.61	12
7	Mth 5BB	Ja	TN50	37	0.99	0.96	2.52	0.61	9
8	MTh		0	54	0.74	0.73	2.24	0.67	15
9	5BB	Ja	TN25	65	0.79	0.80	1.64	0.52	14
10	Mth 5BB		0	39	0.71	0.69	2.13	0.67	11
12	5BB	Ja	TN50	37	0.61	0.62	2.04	0.70	11
13	MTh		0	30	0.73	0.73	2.20	0.67	8
14	Mth 5BB	Ja	TN50	40	0.66	0.65	1.65	0.60	10
15	5BB		0	33	0.95	0.96	2.03	0.53	7
17	Mth 5BB		0	38	0.78	0.78	2.30	0.66	11
18	5BB	Ja	TN25	23	0.81	0.81	2.07	0.61	6
19	MTh		0	34	0.81	0.81	2.34	0.65	9
20	Mth 5BB	Ja	TN50	27	0.88	0.85	2.28	0.62	7
21	MTh	Ja	N25	29	0.71	0.70	2.17	0.68	8
22	5BB		0	26	0.66	0.66	2.20	0.70	8
23	Mth 5BB	Ja	TN25	12	0.82	0.83	2.45	0.67	3
24	MTh		0	106	0.98	0.89	1.77	0.45	20
25	5BB	Ja	TN25	34	0.76	0.76	1.83	0.59	8
26	Mth 5BB		0	26	0.72	0.73	2.58	0.72	8
27	MTh	Ja	N25	30	0.77	0.79	2.31	0.67	8
28	5BB		0	31	0.74	0.74	2.16	0.66	9
29	Mth 5BB	Ja	N25	30	0.69	0.68	2.23	0.69	9
30	MTh		0	112	0.69	0.69	1.58	0.56	27
31	MTh		0	79	0.77	0.74	1.95	0.61	20
32	Mth 5BB	Ja	N25	25	0.89	0.85	2.50	0.64	7
33	5BB		0	48	0.73	0.71	2.02	0.64	13
35	Mth 5BB		0	21	0.80	0.79	2.35	0.66	6
36	5BB	Ja	N25	34	1.05	1.05	2.15	0.51	7
37	MTh		0	25	0.94	0.92	1.80	0.48	5
38	Mth 5BB	Ja	TN50	24	0.75	0.74	2.56	0.71	7
39	5BB	Ja	TN25	19	0.73	0.73	2.29	0.68	5
42	5BB	Ja	TN50	27	0.72	0.71	2.09	0.66	7
44	Mth 5BB		0	29	0.59	0.61	2.12	0.72	9
45	5BB	Ja	N25	23	0.76	0.76	2.25	0.66	6
46	MTh		0	32	0.64	0.64	1.98	0.68	9
47	Mth 5BB	Ja	TN25	32	0.87	0.84	2.40	0.64	9
48	5BB		0	33	0.76	0.77	1.97	0.62	9
49	MTh		0	36	0.70	0.70	2.15	0.68	10
50	5BB	Ja	TN25	23	0.74	0.74	1.90	0.61	6
51	5BB	Ja	N50	21	0.01	0.00	0.01	0.13	1
52	MTh	Ja	N25	13	0.01	0.00	0.01	0.55	3
53	5BB		0	35	0.76	0.77	1.71	0.55	8
54	Mth 5BB	Ja	N25	24	0.65	0.65	2.07	0.69	7
55	MTh		0	21	0.59	0.60	2.22	0.73	6

56	5BB	Ja	TN25	17	0.74	0.75	2.24	0.67	5
57	Mth 5BB		0	18	0.73	0.72	2.24	0.67	5
58	MTh		0	21	0.67	0.67	2.19	0.70	6
59	5BB	Ja	N25	32	0.57	0.57	1.49	0.62	8
60	MTh	Ja	N25	24	0.57	0.58	2.06	0.72	7
61	Mth 5BB	Ja	N50	33	0.75	0.73	2.38	0.69	10
62	MTh		0	36	0.66	0.64	2.16	0.70	11
63	Mth 5BB	Ja	N25	17	0.68	0.69	2.59	0.74	5
64	5BB		0	35	0.97	0.97	1.77	0.45	7
66	Mth 5BB		0	26	0.81	0.79	2.29	0.65	7
67	5BB	Ja	TN25	27	0.67	0.67	1.97	0.66	7
69	Mth 5BB		0	35	0.78	0.77	2.44	0.68	10
70	Mth 5BB		0	22	0.75	0.75	2.16	0.65	6
71	Mth 5BB		0	55	0.90	0.85	2.40	0.63	14
72	Mth 5BB	Ja	TN50	24	0.75	0.74	2.52	0.70	7
73	MTh	Ja	N25	15	0.82	0.82	2.26	0.64	4
74	5BB	Ja	N25	30	0.71	0.70	1.92	0.63	8
75	Mth 5BB		0	25	0.69	0.68	2.37	0.71	7
76	MTh	Ja	N25	17	0.69	0.70	2.39	0.71	5
77	5BB		0	40	0.61	0.62	2.14	0.71	12
78	Mth 5BB	Ja	N25	17	0.72	0.70	2.63	0.73	5
79	MTh		0	28	0.66	0.66	2.02	0.67	8
80	Mth 5BB	Ja	N25	25	0.60	0.61	2.20	0.73	8

Tabelle 11 Rohdaten PAM-2500, 29.8.16

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	PAR	F	Fo'	Fm'	Y(II)	ETR
1	Mth 5BB	Ja	TN50	43.00	0.67	0.66	1.84	0.64	12.00
2	MTh		0	53.00	0.64	0.64	1.82	0.65	14.00
3	5BB	Ja	TN50	41.00	1.01	0.94	2.15	0.53	9.00
4	Mth 5BB		0	47.00	0.80	0.80	2.14	0.63	12.00
5	MTh	Ja	N25	132.00	0.74	0.74	1.79	0.58	32.00
6	5BB		0	154.00	0.87	0.81	1.49	0.42	27.00
7	Mth 5BB	Ja	TN50	67.00	0.99	0.91	1.90	0.48	14.00
8	MTh		0	81.00	0.61	0.58	1.78	0.66	22.00
9	5BB	Ja	TN25	71.00	0.69	0.68	1.21	0.43	13.00
10	Mth 5BB		0	117.00	0.96	0.96	2.00	0.52	25.00
12	5BB	Ja	TN50	43.00	0.61	0.61	2.05	0.70	13.00
13	MTh		0	55.00	0.73	0.72	2.04	0.64	15.00
14	Mth 5BB	Ja	TN50	41.00	0.70	0.69	1.39	0.50	9.00
15	5BB		0	27.00	0.77	0.77	1.98	0.61	7.00
17	Mth 5BB		0	35.00	1.05	1.03	2.25	0.53	8.00
18	5BB	Ja	TN25	30.00	0.99	0.98	2.16	0.54	7.00
19	MTh		0	24.00	0.73	0.72	2.23	0.67	7.00
20	Mth 5BB	Ja	TN50	25.00	0.94	0.93	1.65	0.43	5.00

21	MTh	Ja	N25	34.00	0.93	0.92	2.04	0.54	8.00
22	5BB		0	22.00	0.59	0.60	2.00	0.70	6.00
23	Mth 5BB	Ja	TN25	20.00	1.28	1.27	2.48	0.48	4.00
24	MTh		0	30.00	1.22	1.12	2.20	0.45	6.00
25	5BB	Ja	TN25	34.00	1.13	1.13	1.93	0.41	6.00
26	Mth 5BB		0	20.00	0.94	0.94	2.47	0.62	5.00
27	MTh	Ja	N25	45.00	0.78	0.77	2.11	0.63	12.00
28	5BB		0	34.00	0.96	0.96	2.05	0.53	8.00
29	Mth 5BB	Ja	N25	32.00	0.99	0.98	2.15	0.54	7.00
30	MTh		0	112.00	0.86	0.85	1.61	0.46	22.00
31	MTh		0	76.00	1.02	0.98	1.70	0.40	13.00
32	Mth 5BB	Ja	N25	37.00	1.05	1.04	2.22	0.53	8.00
33	5BB		0	50.00	0.59	0.58	1.78	0.67	14.00
35	Mth 5BB		0	35.00	0.96	0.94	2.18	0.56	8.00
36	5BB	Ja	N25	112.00	1.00	0.86	1.73	0.42	20.00
37	MTh		0	39.00	0.97	0.97	2.06	0.53	9.00
38	Mth 5BB	Ja	TN50	25.00	0.96	0.96	2.51	0.62	6.00
39	5BB	Ja	TN25	39.00	1.25	1.23	2.05	0.39	6.00
42	5BB	Ja	TN50	54.00	0.90	0.85	1.56	0.42	10.00
44	Mth 5BB		0	60.00	0.73	0.72	2.03	0.64	16.00
45	5BB	Ja	N25	44.00	0.76	0.74	1.76	0.57	10.00
46	MTh		0	155.00	0.99	0.97	1.59	0.37	24.00
47	Mth 5BB	Ja	TN25	44.00	1.03	1.03	2.14	0.52	10.00
48	5BB		0	42.00	1.05	0.94	1.99	0.47	8.00
49	MTh		0	48.00	0.88	0.87	1.85	0.53	11.00
50	5BB	Ja	TN25	30.00	0.84	0.84	1.61	0.48	6.00
51	5BB	Ja	N50	42.00	1.01	1.00	1.83	0.45	8.00
52	MTh	Ja	N25	23.00	0.74	0.75	2.24	0.67	6.00
53	5BB		0	34.00	1.03	1.02	2.14	0.52	7.00
54	Mth 5BB	Ja	N25	27.00	1.08	1.08	2.13	0.49	6.00
55	MTh		0	32.00	0.80	0.78	2.20	0.64	9.00
56	5BB	Ja	TN25	30.00	0.64	0.65	1.88	0.66	8.00
57	Mth 5BB		0	32.00	0.77	0.77	1.61	0.52	7.00
58	MTh		0	28.00	0.90	0.90	2.06	0.56	7.00
59	5BB	Ja	N25	129.00	0.67	0.60	1.35	0.50	27.00
60	MTh	Ja	N25	33.00	0.75	0.76	2.06	0.64	9.00
61	Mth 5BB	Ja	N50	37.00	1.04	1.03	2.16	0.52	8.00
62	MTh		0	112.00	0.90	0.73	1.88	0.52	24.00
63	Mth 5BB	Ja	N25	98.00	0.88	0.85	2.39	0.63	26.00
64	5BB		0	107.00	0.83	0.80	1.59	0.48	22.00
66	Mth 5BB		0	18.00	0.87	0.88	2.19	0.61	5.00
67	5BB	Ja	TN25	32.00	0.84	0.82	1.93	0.57	8.00
69	Mth 5BB		0	36.00	0.67	0.68	2.24	0.70	11.00
70	Mth 5BB		0	57.00	0.67	0.66	1.93	0.65	16.00
71	Mth 5BB		0	41.00	0.86	0.84	2.01	0.57	10.00

72	Mth 5BB	Ja	TN50	26.00	0.88	0.88	2.11	0.58	6.00
73	MTh	Ja	N25	23.00	0.66	0.66	2.16	0.69	7.00
74	5BB	Ja	N25	116.00	0.69	0.64	1.27	0.46	22.00
75	Mth 5BB		0	33.00	0.71	0.71	1.87	0.62	9.00
76	MTh	Ja	N25	118.00	0.67	0.58	1.43	0.53	26.00
77	5BB		0	39.00	0.58	0.58	1.65	0.65	11.00
78	Mth 5BB	Ja	N25	25.00	0.63	0.64	2.02	0.69	7.00
79	MTh		0	33.00	0.73	0.73	1.94	0.63	9.00
80	Mth 5BB	Ja	N25	37.00	0.58	0.58	2.06	0.72	11.00

Tabelle 12 Rohdaten PAM-2500, 13.9.2016

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	PAR	F	Fo'	Fm'	Y(II)	ETR
1	Mth 5BB	Ja	TN50	28	0.527	0.527	1620.00	0.675	8
2	MTh		0	19	0.557	0.554	1940.00	0.713	6
3	5BB	Ja	TN50	58	0.789	0.704	2.12	0.628	15
4	Mth 5BB		0	43	0.716	0.677	2178.00	0.671	12
5	MTh	Ja	N25	129	0.614	0.605	1682.00	0.635	34
6	5BB		0	115	0.755	0.719	1754.00	0.57	28
7	Mth 5BB	Ja	TN50	67	0.776	0.723	1718.00	0.548	15
8	MTh		0	110	0.586	0.576	1775.00	0.67	31
9	5BB	Ja	TN25	132	0.588	0.613	1423.00	0.587	33
10	Mth 5BB		0	50	0.697	0.626	1907.00	0.635	13
12	5BB	Ja	TN50	81	0.739	0.65	2089.00	0.646	22
13	MTh		0	42	0.684	0.684	1965.00	0.652	11
14	Mth 5BB	Ja	TN50	27	0.437	0.433	1286.00	0.66	7
15	5BB		0	19	0.524	0.534	1375.00	0.619	5
17	Mth 5BB		0	25	0.594	0.585	1961.00	0.697	7
18	5BB	Ja	TN25	25	0.543	0.524	1403.00	0.613	6
19	MTh		0	23	0.585	0.67	2028.00	0.712	7
20	Mth 5BB	Ja	TN50	26	0.447	0.451	1399.00	0.68	7
21	MTh	Ja	N25	32	0.554	0.554	1582.00	0.65	9
22	5BB		0	22	0.543	0.537	1886.00	0.712	7
23	Mth 5BB	Ja	TN25	15	0.666	0.672	2090.00	0.681	4
24	MTh		0	26	0.609	0.611	2030.00	0.7	8
25	5BB	Ja	TN25	26	0.594	0.593	1846.00	0.678	7
26	Mth 5BB		0	25	0.718	0.644	2151.00	0.666	7
27	MTh	Ja	N25	26	0.536	0.539	1814.00	0.705	8
28	5BB		0	33	0.661	0.659	1921.00	0.656	9
29	Mth 5BB	Ja	N25	23	0.555	0.549	1767.00	0.686	7
30	MTh		0	66	0.53	0.52	1488.00	0.644	18
31	MTh		0	72	0.682	0.646	1785.00	0.618	19
32	Mth 5BB	Ja	N25	33	0.689	0.66	1911.00	0.639	9
33	5BB		0	40	0.654	0.646	1665.00	0.607	10
35	Mth 5BB		0	25	0.677	0.671	2036.00	0.667	7

36	5BB	Ja	N25	38	0.597	0.599	1516.00	0.606	10
37	MTh		0	28	0.718	0.719	1918.00	0.626	7
38	Mth 5BB	Ja	TN50	26	0.612	0.616	2134.00	0.713	8
39	5BB	Ja	TN25	31	0.679	0.679	1956.00	0.653	9
42	5BB	Ja	TN50	35	0.597	0.581	1629.00	0.634	9
44	Mth 5BB		0	51	0.515	0.512	1837.00	0.72	15
45	5BB	Ja	N25	30	0.611	0.609	1938.00	0.685	9
46	MTh		0	130	0.625	0.611	1455.00	0.57	31
47	Mth 5BB	Ja	TN25	137	0.702	0.677	2023.00	0.653	38
48	5BB		0	70	0.603	0.547	1154.00	0.477	14
49	MTh		0	32	0.569	0.564	1377.00	0.587	8
50	5BB	Ja	TN25	40	0.582	0.581	1590.00	0.634	11
51	5BB	Ja	N50	131	0.676	0.649	1326.00	0.49	27
52	MTh	Ja	N25	21	0.543	0.54	1897.00	0.714	6
53	5BB		0	116	0.714	0.621	1475.00	0.516	25
54	Mth 5BB	Ja	N25	27	0.625	0.623	2017.00	0.69	8
55	MTh		0	21	0.523	0.524	1859.00	0.719	6
56	5BB	Ja	TN25	39	0.713	0.667	1797.00	0.603	10
57	Mth 5BB		0	36	0.563	0.556	1766.00	0.681	10
58	MTh		0	38	0.64	0.616	2029.00	0.685	11
59	5BB	Ja	N25	36	0.419	0.426	1226.00	0.658	10
60	MTh	Ja	N25	81	0.631	0.609	1699.00	0.629	21
61	Mth 5BB	Ja	N50	29	0.572	0.568	1596.00	0.642	8
62	MTh		0	94	0.644	0.6	1601.00	0.598	24
63	Mth 5BB	Ja	N25	43	0.692	0.68	2376.00	0.709	13
64	5BB		0	24	0.608	0.611	1577.00	0.614	6
66	Mth 5BB		0	23	0.595	0.599	2007.00	0.704	7
67	5BB	Ja	TN25	29	0.604	0.594	1857.00	0.675	8
69	Mth 5BB		0	38	0.619	0.615	2078.00	0.702	11
70	Mth 5BB		0	53	0.618	0.616	1847.00	0.665	15
71	Mth 5BB		0	49	0.731	0.686	2119.00	0.655	13
72	Mth 5BB	Ja	TN50	49	0.692	0.66	2071.00	0.666	14
73	MTh	Ja	N25	31	0.614	0.606	1983.00	0.69	9
74	5BB	Ja	N25	24	0.66	0.661	1846.00	0.642	6
75	Mth 5BB		0	26	0.568	0.558	1977.00	0.713	8
76	MTh	Ja	N25	35	0.563	0.554	1959.00	0.713	10
77	5BB		0	46	0.535	0.525	1847.00	0.71	14
78	Mth 5BB	Ja	N25	23	0.64	0.641	2192.00	0.708	7
79	MTh		0	36	0.579	0.561	1927.00	0.7	11
80	Mth 5BB	Ja	N25	31	0.56	0.569	2011.00	0.722	9

Tabelle 13 Rohdaten PAM-2500, 27.9.2016

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	PAR	F	Fo'	Fm'	Y(II)	ETR
1	Mth 5BB	Ja	TN50	32.00	0.621	0.593	1.752	0.646	9.00

2	MTh		0	36.00	0.69	0.674	1.914	0.639	10.00
3	5BB	Ja	TN50	36.00	0.863	0.814	2.197	0.607	9.00
4	Mth 5BB		0	29.00	0.767	0.755	2.205	0.652	8.00
5	MTh	Ja	N25	29.00	0.632	0.614	2.134	0.704	9.00
6	5BB		0	32.00	0.737	0.72	2.053	0.641	9.00
7	Mth 5BB	Ja	TN50	24.00	0.86	0.806	2.269	0.621	6.00
8	MTh		0	32.00	0.646	0.629	2.045	0.684	9.00
9	5BB	Ja	TN25	35.00	0.653	0.642	1.695	0.615	9.00
10	Mth 5BB		0	34.00	0.714	0.689	2.084	0.657	9.00
12	5BB	Ja	TN50	20.00	0.681	0.672	2.374	0.713	6.00
13	MTh		0	18.00	0.663	0.677	2.302	0.712	5.00
14	Mth 5BB	Ja	TN50	21.00	0.474	0.463	1.365	0.653	6.00
15	5BB		0	17.00	0.762	0.743	2.144	0.645	5.00
17	Mth 5BB		0	48.00	0.85	0.802	2.173	0.609	12.00
18	5BB	Ja	TN25	20.00	0.718	0.709	2.284	0.686	6.00
19	MTh		0	25.00	0.662	0.667	2.124	0.688	7.00
20	Mth 5BB	Ja	TN50	21.00	0.485	0.468	1.323	0.633	6.00
21	MTh	Ja	N25	39.00	0.567	0.561	1.461	0.612	10.00
22	5BB		0	27.00	0.583	0.579	1.854	0.686	8.00
23	Mth 5BB	Ja	TN25	19.00	0.764	0.746	2.397	0.681	5.00
24	MTh		0	22.00	0.641	0.642	2.154	0.702	6.00
25	5BB	Ja	TN25	21.00	0.595	0.596	1.995	0.702	6.00
26	Mth 5BB		0	17.00	0.677	0.685	2.339	0.711	5.00
27	MTh	Ja	N25	35.00	0.664	0.656	2.066	0.679	10.00
28	5BB		0	28.00	0.69	0.679	1.928	0.642	8.00
29	Mth 5BB	Ja	N25	17.00	0.618	0.621	2.025	0.695	5.00
30	MTh		0	57.00	0.607	0.6	1.394	0.565	14.00
31	MTh		0	48.00	0.646	0.644	1.915	0.663	13.00
32	Mth 5BB	Ja	N25	31.00	0.737	0.731	1.898	0.612	8.00
33	5BB		0	29.00	0.611	0.595	1.833	0.667	8.00
35	Mth 5BB		0	30.00	0.732	0.706	2.047	0.642	8.00
36	5BB	Ja	N25	31.00	0.684	0.67	1.765	0.612	8.00
37	MTh		0	25.00	0.729	0.731	2.049	0.644	7.00
38	Mth 5BB	Ja	TN50	24.00	0.683	0.683	2.262	0.698	7.00
39	5BB	Ja	TN25	71.00	0.795	0.774	1.944	0.591	18.00
42	5BB	Ja	TN50	71.00	1.025	0.931	1.947	0.474	14.00
44	Mth 5BB		0	42.00	0.671	0.651	2.22	0.698	12.00
45	5BB	Ja	N25	26.00	0.585	0.575	1.853	0.684	7.00
46	MTh		0	48.00	0.617	0.614	1.763	0.65	13.00
47	Mth 5BB	Ja	TN25	28.00	0.67	0.671	2.277	0.706	8.00
48	5BB		0	78.00	0.791	0.76	1.288	0.386	13.00
49	MTh		0	42.00	0.628	0.615	1.838	0.658	12.00
50	5BB	Ja	TN25	28.00	0.666	0.67	1.64	0.594	7.00
51	5BB	Ja	N50	60.00	0.64	0.626	1.499	0.573	14.00
52	MTh	Ja	N25	20.00	0.634	0.645	2.009	0.684	6.00

53	5BB		0	29.00	0.654	0.629	1.772	0.631	8.00
54	Mth 5BB	Ja	N25	17.00	0.781	0.766	2.089	0.626	4.00
55	MTh		0	22.00	0.612	0.611	2.259	0.729	7.00
56	5BB	Ja	TN25	16.00	0.636	0.629	1.942	0.673	5.00
57	Mth 5BB		0	25.00	0.642	0.624	2.039	0.685	7.00
58	MTh		0	13.00	0.656	0.662	2.188	0.7	4.00
59	5BB	Ja	N25	31.00	0.449	0.439	1.277	0.648	8.00
60	MTh	Ja	N25	19.00	0.604	0.606	2.039	0.704	6.00
61	Mth 5BB	Ja	N50	26.00	0.708	0.713	2.001	0.646	7.00
62	MTh		0	22.00	0.597	0.596	1.925	0.69	6.00
63	Mth 5BB	Ja	N25	19.00	0.785	0.776	2.603	0.698	6.00
64	5BB		0	20.00	0.505	0.511	1.307	0.614	5.00
66	Mth 5BB		0	20.00	0.647	0.659	2.226	0.709	6.00
67	5BB	Ja	TN25	22.00	0.618	0.62	1.942	0.682	6.00
69	Mth 5BB		0	28.00	0.691	0.686	2.211	0.687	8.00
70	Mth 5BB		0	31.00	0.717	0.69	1.76	0.593	8.00
71	Mth 5BB		0	42.00	0.69	0.688	1.985	0.652	12.00
72	Mth 5BB	Ja	TN50	58.00	0.765	0.776	2.15	0.644	16.00
73	MTh	Ja	N25	56.00	0.704	0.73	2.035	0.654	15.00
74	5BB	Ja	N25	26.00	0.657	0.651	1.734	0.621	7.00
75	Mth 5BB		0	31.00	0.665	0.664	2.176	0.694	9.00
76	MTh	Ja	N25	25.00	0.65	0.647	2.074	0.687	7.00
77	5BB		0	41.00	0.646	0.637	2.06	0.686	12.00
78	Mth 5BB	Ja	N25	34.00	0.7	0.691	2.194	0.681	10.00
79	MTh		0	38.00	0.659	0.656	1.996	0.67	11.00
80	Mth 5BB	Ja	N25	33.00	0.709	0.704	2.269	0.688	10.00

Tabelle 14 Rohdaten PAM-2500, 3.10.2016

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	PAR	F	Fo'	Fm'	Y(II)	ETR
1	Mth 5BB	Ja	TN50	22	0.531	0.525	1,661	0.68	6
2	MTh		0	25	0.598	0.59	2,047	0.708	7
3	5BB	Ja	TN50	22	0.646	0.635	1,972	0.672	6
4	Mth 5BB		0	23	0.664	0.662	2,062	0.678	7
5	MTh	Ja	N25	26	0.641	0.627	2,109	0.696	8
6	5BB		0	32	0.726	0.711	2,092	0.653	9
7	Mth 5BB	Ja	TN50	20	0.786	0.762	2,048	0.616	5
8	MTh		0	33	0.598	0.444	2,057	0.709	10
9	5BB	Ja	TN25	40	0.656	0.629	1,611	0.593	10
10	Mth 5BB		0	36	0.762	0.734	1,961	0.611	9
12	5BB	Ja	TN50	23	0.681	0.661	2,368	0.712	7
13	MTh		0	19	0.656	0.666	2,299	0.715	6
14	Mth 5BB	Ja	TN50	19	0.465	0.459	1,355	0.657	5
15	5BB		0	12	0.547	0.552	1,778	0.692	3
17	Mth 5BB		0	16	0.639	0.618	2,279	0.72	5

18	5BB	Ja	TN25	20	0.6	0.571	1,508	0.602	5
19	MTh		0	15	0.626	0.62	2,141	0.708	4
20	Mth 5BB	Ja	TN50	17	0.405	0.407	1,248	0.675	5
21	MTh	Ja	N25	26	0.507	0.502	1,436	0.647	7
22	5BB		0	19	0.592	0.594	2,002	0.704	6
23	Mth 5BB	Ja	TN25	17	0.695	0.68	2,146	0.676	5
24	MTh		0	18	0.633	0.619	2,135	0.704	5
25	5BB	Ja	TN25	18	0.605	0.605	2,023	0.701	5
26	Mth 5BB		0	16	0.635	0.641	2,333	0.728	5
27	MTh	Ja	N25	19	0.605	0.604	2,007	0.699	6
28	5BB		0	27	0.644	0.634	1,712	0.624	7
29	Mth 5BB	Ja	N25	17	0.588	0.595	2,044	0.712	5
30	MTh		0	46	0.608	0.595	1,404	0.567	11
31	MTh		0	44	0.671	0.666	1,918	0.65	12
32	Mth 5BB	Ja	N25	28	0.734	0.724	1,612	0.545	6
33	5BB		0	28	0.639	0.63	1,729	0.63	7
35	Mth 5BB		0	18	0.644	0.006	2,016	0.681	5
36	5BB	Ja	N25	23	0.608	0.595	1,541	0.605	6
37	MTh		0	23	0.772	0.772	2,120	0.636	6
38	Mth 5BB	Ja	TN50	16	0.68	0.676	2,343	0.71	5
39	5BB	Ja	TN25	22	0.664	0.655	2,072	0.68	6
42	5BB	Ja	TN50	25	0.613	0.606	1,682	0.636	7
44	Mth 5BB		0	35	0.652	0.63	2,217	0.706	10
45	5BB	Ja	N25	22	0.567	0.568	1,871	0.697	6
46	MTh		0	33	0.609	0.6	1,914	0.682	9
47	Mth 5BB	Ja	TN25	27	0.678	0.659	2,310	0.706	8
48	5BB		0	27	0.644	0.629	1,387	0.536	6
49	MTh		0	20	0.562	0.564	1,751	0.679	6
50	5BB	Ja	TN25	22	0.603	0.598	1,826	0.67	6
51	5BB	Ja	N50	28	0.589	0.571	1,498	0.607	7
52	MTh	Ja	N25	11	0.581	0.591	2,041	0.715	3
53	5BB		0	22	0.667	0.652	2,002	0.667	6
54	Mth 5BB	Ja	N25	22	0.664	0.647	1,998	0.668	6
55	MTh		0	22	0.634	0.634	2,332	0.728	7
56	5BB	Ja	TN25	19	0.612	0.593	1,781	0.656	5
57	Mth 5BB		0	20	0.621	0.603	1,979	0.686	6
58	MTh		0	16	0.643	0.655	2,250	0.714	5
59	5BB	Ja	N25	23	0.405	0.396	1,182	0.657	6
60	MTh	Ja	N25	18	0.585	0.59	2,045	0.714	5
61	Mth 5BB	Ja	N50	20	0.627	0.634	1,646	0.619	5
62	MTh		0	17	0.578	0.588	2,063	0.72	5
63	Mth 5BB	Ja	N25	17	0.759	0.752	2,615	0.71	5
64	5BB		0	16	0.529	0.529	1,388	0.619	4
66	Mth 5BB		0	22	0.644	0.65	2,280	0.718	7
67	5BB	Ja	TN25	24	0.644	0.642	2,040	0.684	7

69	Mth 5BB		0	31	0.732	0.721	2,474	0.704	9
70	Mth 5BB		0	33	0.643	0.636	1,809	0.645	9
71	Mth 5BB		0	38	0.745	0.715	2,054	0.637	10
72	Mth 5BB	Ja	TN50	43	0.776	0.76	2,271	0.658	12
73	MTh	Ja	N25	30	0.641	0.647	1,924	0.667	8
74	5BB	Ja	N25	26	0.665	0.657	1,936	0.657	7
75	Mth 5BB		0	35	0.658	0.659	2,211	0.702	10
76	MTh	Ja	N25	34	0.64	0.64	2,115	0.697	10
77	5BB		0	59	0.674	0.667	1,947	0.654	16
78	Mth 5BB	Ja	N25	45	0.708	0.701	2,195	0.677	13
79	MTh		0	48	0.662	0.66	1,919	0.655	13
80	Mth 5BB	Ja	N25	40	0.7	0.689	2,065	0.661	11

Tabelle 15 Rohdaten LCpro, 3.8.2016

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	eref	$\wedge e$	cref	$\wedge c$	ci	E	gs	A
1	Mth 5BB	Ja	TN50	16.95	3.4	403	10.5	284.5	1.09	0.06	3.525
2	MTh		0	16.95	2.7	401	9	274	0.865	0.04	2.825
3	5BB	Ja	TN50	17	2.9	399	1	371.5	0.95	0.04	0.365
4	Mth 5BB		0	17.25	1.75	399.5	5	281	0.545	0.02	1.47
5	MTh	Ja	N25	17.3	6.15	398.5	17.5	284	1.98	0.1	5.475
6	5BB		0	17.5	3.05	399	7.5	285	0.975	0.04	2.41
7	Mth 5BB	Ja	TN50	17.4	1.65	400.5	4	296	0.555	0.02	1.175
8	MTh		0	17	3.5	400	10.5	257.5	1.13	0.05	3.445
9	5BB	Ja	TN25	16.85	2.45	399.5	6.5	273	0.795	0.03	2.025
10	Mth 5BB		0	16.95	3.5	399	11.5	245	1.155	0.045	3.69
12	5BB	Ja	TN50	16.9	5.5	399.5	12.5	290.5	1.75	0.075	3.97
13	MTh		0	16.7	3.5	400	10.5	259.5	1.135	0.05	3.305
14	Mth 5BB	Ja	TN50	17.1	2.35	399	5.5	287	0.77	0.03	1.74
15	5BB		0	17.6	2.6	399.5	5	301	0.86	0.03	1.685
17	Mth 5BB		0	17.05	4.05	399.5	10	279.5	1.295	0.05	3.23
18	5BB	Ja	TN25	16.85	4.6	400	9.5	296	1.45	0.06	3.01
19	MTh		0	16.5	2	399	5	266.5	0.615	0.02	1.65
20	Mth 5BB	Ja	TN50	16.4	1.45	399	2.5	311	0.46	0.02	0.755
21	MTh	Ja	N25	16.25	6.15	400	11	314.5	1.975	0.09	3.545
22	5BB		0	16.35	2.45	401.5	6	279	0.78	0.03	1.955
23	Mth 5BB	Ja	TN25	16.3	1.7	400	4	296.5	0.56	0.02	1.145
24	MTh		0	16.3	1.6	398	3.5	278.5	0.525	0.02	1.275
25	5BB	Ja	TN25	16.1	1.7	398	3.5	294.5	0.565	0.02	1.15
26	Mth 5BB		0	15.8	1.55	403.5	4.5	261.5	0.465	0.02	1.34
27	MTh	Ja	N25	15.7	1.4	401.5	1	346	0.455	0.02	0.405
28	5BB		0	15.65	2.3	400.5	5.5	288.5	0.785	0.03	1.755
29	Mth 5BB	Ja	N25	15.65	4.5	404	9.5	299.5	1.425	0.06	3.08
30	MTh		0	15.6	3.85	397.5	11.5	252.5	1.18	0.05	3.67
31	MTh		0	15.8	2.8	398	8	258	0.87	0.035	2.555

32	Mth 5BB	Ja	N25	15.9	2.6	398.5	5.5	294.5	0.835	0.03	1.73
33	5BB		0	16	2.8	397	6	283.5	0.865	0.03	2
35	Mth 5BB		0	16.1	3.4	396.5	7	294	1.065	0.045	2.225
36	5BB	Ja	N25	16.2	4.1	397.5	6.5	319	1.35	0.06	2.075
37	MTh		0	16.6	3.2	396.5	3.5	338	1.055	0.04	1.09
38	Mth 5BB	Ja	TN50	16.8	4.9	395.5	15.5	254.5	1.585	0.07	4.93
39	5BB	Ja	TN25	17.1	5.9	397	13	295	1.9	0.09	4.145
42	5BB	Ja	TN50	17.5	2.25	398	5.5	282	0.74	0.03	1.73
44	Mth 5BB		0	18.05	8.95	394.5	23.5	280	2.88	0.15	7.49
45	5BB	Ja	N25	18.25	2	395	4	298	0.71	0.03	1.29
46	MTh		0	18	3.25	396	8	274	1.055	0.04	2.525
47	Mth 5BB	Ja	TN25	17.9	4.9	395.5	12	266.5	1.51	0.06	3.89
48	5BB		0	18.1	3.4	405	7	298	1.105	0.04	2.185
49	MTh		0	18.45	5.45	395.5	13.5	267.5	1.75	0.07	4.365
50	5BB	Ja	TN25	18.5	1.9	396	3	300.5	0.59	0.02	0.945
51	5BB	Ja	N50	18.5	1.85	396	2.5	313.5	0.585	0.02	0.755
52	MTh	Ja	N25	18.35	8	394.5	17.5	277	2.505	0.105	5.615
53	5BB		0	18.8	4.35	394	8	283.5	1.395	0.05	2.625
54	Mth 5BB	Ja	N25	18.9	1.8	395	2.5	310	0.61	0.02	0.805
55	MTh		0	19.1	4.65	394	12	249	1.475	0.05	3.82
56	5BB	Ja	TN25	19.75	3.95	396.5	4.5	323	1.325	0.045	1.455
57	Mth 5BB		0	18.85	9.95	397	16	305.5	3.23	0.135	5.2
58	MTh		0	18.65	2.5	397	4.5	289.5	0.835	0.025	1.395
59	5BB	Ja	N25	18.95	11.45	396.5	11.5	333.5	3.6	0.16	3.59
60	MTh	Ja	N25	19.15	4.45	395	11	248	1.42	0.05	3.53
61	Mth 5BB	Ja	N50	18.25	9.1	397	19	279.5	2.91	0.11	5.975
62	MTh		0	17.8	1.95	401.5	3.5	284	0.67	0.02	1.2
63	Mth 5BB	Ja	N25	17.45	3	404.5	7.5	244	0.94	0.03	2.495
64	5BB		0	17.4	1.2	396.5	0.50005	354	0.405	0.01	0.1800229
66	Mth 5BB		0	17.3	3.2	397	6.5	277	1.035	0.03	2.005
67	5BB	Ja	TN25	17.4	5.2	397.5	8	298.5	1.68	0.06	2.7
69	Mth 5BB		0	17.45	1.9	399	3.5	297.5	0.66	0.02	1.02
70	Mth 5BB		0	17.45	1.9	405	4.5	262	0.61	0.02	1.43
71	Mth 5BB		0	17.5	2.4	395.5	3.5	301	0.795	0.025	1.15
72	Mth 5BB	Ja	TN50	17.65	4.9	398	12	256.5	1.555	0.05	3.85
73	MTh	Ja	N25	18.05	3.3	401.5	6.5	280.5	1.01	0.03	2.05
74	5BB	Ja	N25	18.65	2.9	396	5.5	283.5	0.9	0.03	1.665
75	Mth 5BB		0	19.15	9.9	395.5	26.5	252	3.14	0.13	8.525
76	MTh	Ja	N25	19.4	4.85	400	9.5	276.5	1.535	0.05	3.17
77	5BB		0	19.2	9.15	397.5	19.5	272.5	2.895	0.115	6.395
78	Mth 5BB	Ja	N25	18.85	2.85	395.5	5	277	0.935	0.03	1.705
79	MTh		0	18.05	3.1	395.5	5.5	282	0.97	0.03	1.66
80	Mth 5BB	Ja	N25	17.45	10.7	400.5	27.5	256.5	3.45	0.14	8.81

Tabelle 16 Rohdaten LCpro, 17.8.16

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	eref	^e	cref	^c	ci	E	gs	A
1	Mth 5BB	Ja	TN50	12.9	2.35	408.5	8.5	282.5	0.75	0.04	2.84
2	MTh		0	12.85	3.3	405.5	12.5	282.5	1.07	0.06	3.905
3	5BB	Ja	TN50	12.75	6.5	405.5	18	314.5	2.09	0.145	5.8
4	Mth 5BB		0	12.55	1.65	404.5	5	289.5	0.545	0.03	1.65
5	MTh	Ja	N25	12.4	7.1	405	21.5	302	2.265	0.15	6.805
6	5BB		0	12.7	4.6	423	15	301.5	1.48	0.08	4.865
7	Mth 5BB	Ja	TN50	12.75	1.4	404.5	4.5	283	0.455	0.02	1.385
8	MTh		0	12.6	2.65	404.5	11	247	0.87	0.04	3.545
9	5BB	Ja	TN25	12.55	2.45	405	8	269	0.785	0.04	2.645
10	Mth 5BB		0	12.65	2.35	403.5	9.5	242	0.75	0.03	3.005
12	5BB	Ja	TN50	13	4.35	403	12	289.5	1.425	0.07	3.82
13	MTh		0	12.85	3.4	403.5	11	264.5	1.095	0.05	3.535
14	Mth 5BB	Ja	TN50	12.8	2	402.5	2.5	337	0.65	0.03	0.82
15	5BB		0	13	2.75	403.5	7	286	0.875	0.04	2.23
17	Mth 5BB		0	12.75	2.7	403	8	268	0.855	0.035	2.52
18	5BB	Ja	TN25	12.7	3.7	404	10	281.5	1.19	0.05	3.205
19	MTh		0	12.8	3.8	406.5	10.5	281	1.22	0.055	3.36
20	Mth 5BB	Ja	TN50	12.85	2.45	421	8.5	261.5	0.765	0.03	2.645
21	MTh	Ja	N25	13.05	6.6	403	11	325.5	2.14	0.11	3.6
22	5BB		0	13.3	4.55	404	12	280.5	1.475	0.065	3.965
23	Mth 5BB	Ja	TN25	13.1	2.05	415.5	6	279	0.68	0.03	1.97
24	MTh		0	13.1	3.5	403.5	11	260.5	1.15	0.05	3.605
25	5BB	Ja	TN25	13	5	406	10	312.5	1.605	0.07	3.16
26	Mth 5BB		0	13	4.1	405	14.5	249	1.32	0.06	4.56
27	MTh	Ja	N25	13.1	2.85	405.5	8	277.5	0.935	0.04	2.515
28	5BB		0	13.2	4.4	404.5	9.5	300.5	1.425	0.06	3.11
29	Mth 5BB	Ja	N25	13.2	5.7	402	13	297	1.85	0.085	4.19
30	MTh		0	13.05	5.75	403	16.5	275.5	1.87	0.085	5.265
31	MTh		0	13.1	2.6	404.5	8.5	246.5	0.815	0.03	2.735
32	Mth 5BB	Ja	N25	13.2	1.95	401	6	267.5	0.67	0.03	1.815
33	5BB		0	13.3	4.85	401.5	11.5	289.5	1.55	0.07	3.655
35	Mth 5BB		0	13	3.65	403.5	10	273	1.155	0.05	3.19
36	5BB	Ja	N25	13.15	4.85	406.5	9.5	314	1.555	0.07	2.99
37	MTh		0	13.25	6.65	404	11.5	322	2.125	0.105	3.705
38	Mth 5BB	Ja	TN50	13.55	4.25	400	14	249	1.33	0.06	4.505
39	5BB	Ja	TN25	13.75	2.45	398	7	271	0.85	0.035	2.305
42	5BB	Ja	TN50	13.6	4.05	399	10	286	1.32	0.06	3.155
44	Mth 5BB		0	13.2	11.35	398.5	31.5	284.5	3.61	0.225	10.05
45	5BB	Ja	N25	13.2	6.35	399	13	301.5	2.025	0.095	4.235
46	MTh		0	13.3	4.9	400	12.5	281	1.59	0.07	4.05
47	Mth 5BB	Ja	TN25	13.4	6.2	399	16	281	1.99	0.09	5.09
48	5BB		0	13.4	1.95	401.5	4.5	289.5	0.63	0.02	1.385
49	MTh		0	13.1	3.6	398	9	274	1.175	0.05	3.005
50	5BB	Ja	TN25	12.85	2.55	403	6.5	272	0.81	0.03	2.14

51	5BB	Ja	N50	12.65	1.8	403	4	289	0.57	0.02	1.265
52	MTh	Ja	N25	12.85	4.4	402	15	256.5	1.495	0.06	4.655
53	5BB		0	13.35	4.7	399	4.5	344	1.5	0.065	1.435
54	Mth 5BB	Ja	N25	13.45	2.7	409.5	7.5	281.5	0.89	0.04	2.36
55	MTh		0	13.7	3.65	407	13.5	238.5	1.17	0.05	4.28
56	5BB	Ja	TN25	13.9	6.65	398.5	9.5	327	2.15	0.105	3.12
57	Mth 5BB		0	14	6.55	402	13.5	303.5	2.085	0.1	4.395
58	MTh		0	14	5.05	399.5	13	282.5	1.645	0.07	4.105
59	5BB	Ja	N25	13.85	6.8	396.5	8.5	334.5	2.205	0.105	2.685
60	MTh	Ja	N25	13.6	7.1	403	21	271.5	2.275	0.11	6.75
61	Mth 5BB	Ja	N50	13.3	8.45	398	23.5	276	2.685	0.14	7.52
62	MTh		0	13	6.55	397.5	17.5	276	2.105	0.1	5.69
63	Mth 5BB	Ja	N25	12.9	6.25	397.5	19	263.5	2	0.09	6.035
64	5BB		0	13.05	1.85	395.5	2.5	322	0.595	0.02	0.79
66	Mth 5BB		0	13	4.5	402	11.5	278	1.415	0.06	3.715
67	5BB	Ja	TN25	13	3.3	397	8.5	272.5	1.075	0.04	2.77
69	Mth 5BB		0	13.1	5.6	405	16.5	269.5	1.795	0.08	5.335
70	Mth 5BB		0	13.3	3.95	403	7	316	1.295	0.05	2.195
71	Mth 5BB		0	13.1	5.3	402	16	264	1.695	0.08	5.105
72	Mth 5BB	Ja	TN50	13.1	2.9	408	11	233	0.93	0.04	3.51
73	MTh	Ja	N25	13.1	4.65	407.5	11.5	287.5	1.49	0.065	3.775
74	5BB	Ja	N25	13.35	2.5	398	6.5	272.5	0.795	0.03	2.065
75	Mth 5BB		0	13.55	6.3	399.5	24.5	231	2.03	0.095	7.87
76	MTh	Ja	N25	13.55	5.2	406.5	14.5	274.5	1.65	0.07	4.765
77	5BB		0	13.6	12.6	400	34	290.5	4.055	0.275	10.945
78	Mth 5BB	Ja	N25	13.8	6.35	396	17	270.5	2.045	0.09	5.535
79	MTh		0	13.6	8.2	395	22	273.5	2.625	0.13	7.04
80	Mth 5BB	Ja	N25	13.55	11.55	400.5	39	260.5	3.705	0.22	12.495

Tabelle 17 Rohdaten LCpro, 29.8.16

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	eref	[^] e	cref	[^] c	ci	E	gs	A
1	Mth 5BB	Ja	TN50	13.75	4.35	460	11.5	381.5	1.405	0.1	3.58
2	MTh		0	16	12.25	456.5	15	420.5	3.955	0.555	4.87
3	5BB	Ja	TN50	16.45	11.85	455.5	12.5	421.5	3.775	0.455	4.02
4	Mth 5BB		0	16.8	4.85	454	1.5	433.5	1.64	0.1	0.475
5	MTh	Ja	N25	16.85	10.15	455	20.5	389.5	3.325	0.305	6.535
6	5BB		0	16.85	4.6	454	1.5	430.5	1.54	0.085	0.52
7	Mth 5BB	Ja	TN50	17.1	2	468.5	1.5	423	0.66	0.03	0.54
8	MTh		0	17.35	2.4	463	5	368.5	0.77	0.04	1.69
9	5BB	Ja	TN25	17.8	2.3	460.5	1	423.5	0.73	0.03	0.415
10	Mth 5BB		0	17.9	1.85	461.5	3.5	376	0.605	0.03	1.12
12	5BB	Ja	TN50	18.85	3.05	457.5	5.5	372	0.96	0.04	1.805
13	MTh		0	18.95	2.9	458	7.5	347	0.915	0.04	2.35
14	Mth 5BB	Ja	TN50	19.2	2.25	458.5	3.5	387.5	0.74	0.03	1.08

15	5BB		0	19.2	2.5	455.5	5	365.5	0.835	0.04	1.695
17	Mth 5BB		0	19.3	2.5	466.5	6.5	358	0.805	0.04	2.005
18	5BB	Ja	TN25	19.35	2.25	470	4	394	0.765	0.035	1.24
19	MTh		0	19.35	2.95	471.5	6.5	381.5	1.01	0.05	2.08
20	Mth 5BB	Ja	TN50	19.4	1.6	470	1	422	0.495	0.02	0.415
21	MTh	Ja	N25	19.65	8.8	471.5	11.5	421.5	2.835	0.205	3.59
22	5BB		0	19.65	8.1	479	6	448.5	2.775	0.205	1.905
23	Mth 5BB	Ja	TN25	19.85	1.75	469.5	0	457	0.525	0.025	0.055
24	MTh		0	23.8	4.2	405.5	12	277.5	1.325	0.06	3.73
25	5BB	Ja	TN25	23.65	5.75	404	10.5	320.5	1.83	0.085	3.255
26	Mth 5BB		0	23.4	3.25	403.5	9.5	267	1.025	0.04	2.985
27	MTh	Ja	N25	23.2	2.9	403	7.5	276	0.955	0.04	2.525
28	5BB		0	23.05	5.3	402	6	342	1.71	0.075	1.865
29	Mth 5BB	Ja	N25	22.8	7.5	401.5	10.5	332	2.41	0.115	3.335
30	MTh		0	22.7	4.85	401	11.5	282	1.53	0.06	3.715
31	MTh		0	22.75	2.85	401.5	6.5	286.5	0.955	0.04	2.12
32	Mth 5BB	Ja	N25	22.8	2.5	402.5	4.5	298	0.8	0.03	1.55
33	5BB		0	22.7	6.95	401.5	11.5	314	2.195	0.095	3.73
35	Mth 5BB		0	22.75	4.6	399	8.5	298.5	1.48	0.055	2.785
36	5BB	Ja	N25	22.5	6.35	402.5	9	321	2.03	0.08	2.995
37	MTh		0	22.45	10.65	402	13.5	334.5	3.445	0.175	4.39
38	Mth 5BB	Ja	TN50	22.3	2.15	407.5	3.5	492.5	0.71	0.025	1.22
39	5BB	Ja	TN25	22.2	3.25	408	4.5	317.5	1.05	0.03	1.415
42	5BB	Ja	TN50	22.35	4.7	414	9	299	1.53	0.05	2.88
44	Mth 5BB		0	22.15	15.5	408.5	33.5	299	5.04	0.27	10.68
45	5BB	Ja	N25	22.4	9.75	408	11	336.5	3.14	0.125	3.6
46	MTh		0	22.55	6.6	409.5	12	298.5	2.125	0.075	3.9
47	Mth 5BB	Ja	TN25	22.6	14.55	411.5	22.5	327	4.66	0.235	7.215
48	5BB		0	22.6	3.1	414	4.5	315	1	0.03	1.49
49	MTh		0	22.7	4.55	414	9.5	287.5	1.45	0.05	2.975
50	5BB	Ja	TN25	22.45	4.7	415	5.5	329.5	1.465	0.05	1.88
51	5BB	Ja	N50	22.25	3.8	414.5	5	323.5	1.16	0.035	1.53
52	MTh	Ja	N25	22	6.3	412.5	12.5	288.5	2.015	0.07	4.05
53	5BB		0	21.55	3.65	411.5	3.5	334.5	1.16	0.04	1.215
54	Mth 5BB	Ja	N25	21.15	2.3	409	1.5	349	0.76	0.02	0.525
55	MTh		0	20.7	5.2	410.5	10.5	276	1.63	0.05	3.47
56	5BB	Ja	TN25	20.85	6.45	413.5	7.5	331.5	2.05	0.065	2.405
57	Mth 5BB		0	20.85	8.1	414	11.5	321.5	2.565	0.095	3.705
58	MTh		0	21.05	4	415	5	321	1.285	0.04	1.75
59	5BB	Ja	N25	21.2	12.25	416.5	11.5	353.5	3.88	0.17	3.745
60	MTh	Ja	N25	21.1	6.35	414.5	12.5	290	2.01	0.07	4.065
61	Mth 5BB	Ja	N50	21.1	15.4	412	15	353.5	5.015	0.255	4.81
62	MTh		0	21	11.35	411	13	338	3.66	0.15	4.265
63	Mth 5BB	Ja	N25	21.3	13	409.5	18	326	4.095	0.185	5.915
64	5BB		0	21.55	2.55	409.5	2.5	338	0.855	0.03	0.81

66	Mth 5BB		0	21.35	8.6	408	8.5	342.5	2.74	0.105	2.68
67	5BB	Ja	TN25	21.3	3.55	408	5.5	310	1.195	0.04	1.76
69	Mth 5BB		0	21.3	7.3	406.5	16	277.5	2.365	0.085	5.17
70	Mth 5BB		0	21.4	4.35	405	6.5	304	1.35	0.04	2.055
71	Mth 5BB		0	21.25	6.75	405	12	293.5	2.15	0.075	3.855
72	Mth 5BB	Ja	TN50	21.2	4.5	403	8.5	281.5	1.44	0.05	2.735
73	MTh	Ja	N25	20.95	9.9	403	12.5	320	3.11	0.12	4.075
74	5BB	Ja	N25	21.15	7.55	402.5	11.5	300	2.36	0.085	3.76
75	Mth 5BB		0	20.7	6.1	403	13.5	264.5	1.93	0.06	4.3
76	MTh	Ja	N25	20.7	9.5	402.5	17	292.5	3.045	0.115	5.455
77	5BB		0	20.7	14.75	403	29.5	291.5	4.74	0.22	9.425
78	Mth 5BB	Ja	N25	20.45	12.8	402	22	297.5	3.945	0.165	7.005
79	MTh		0	20.15	8.65	403.5	15.5	288	2.695	0.095	4.96
80	Mth 5BB	Ja	N25	20.1	15.55	401.5	24.5	310	4.92	0.235	7.815

Tabelle 18 Rohdaten LCpro, 12.9.16

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	eref	[^] e	cref	[^] c	ci	E	gs	A
1	Mth 5BB	Ja	TN50	17.1	2.65	479	14	324	0.855	0.055	4.455
2	MTh		0	17.65	3.7	481	14	359	1.18	0.08	4.625
3	5BB	Ja	TN50	18.05	3.2	477	7.5	391.5	1.005	0.06	2.48
4	Mth 5BB		0	18.15	1.55	478	5.5	343	0.46	0.025	1.74
5	MTh	Ja	N25	18.2	6.3	476	20.5	366	2	0.13	6.49
6	5BB		0	18.25	5	474.5	13.5	376.5	1.62	0.1	4.325
7	Mth 5BB	Ja	TN50	18.45	1.85	474	5.5	356.5	0.64	0.03	1.9
8	MTh		0	18.75	4	474.5	19	299	1.285	0.07	6.09
9	5BB	Ja	TN25	19.1	2.2	472.5	7.5	337.5	0.72	0.035	2.435
10	Mth 5BB		0	19.45	3.7	472.5	12.5	339.5	1.175	0.06	3.955
12	5BB	Ja	TN50	19.45	2.6	466	9.5	311	0.8	0.04	3.035
13	MTh		0	19.45	3.25	461.5	11.5	315.5	1.035	0.05	3.625
14	Mth 5BB	Ja	TN50	19.4	2.55	459	5	372.5	0.845	0.04	1.54
15	5BB		0	19.4	1.85	462	6	305	0.59	0.025	2.075
17	Mth 5BB		0	19.65	3.6	458.5	9.5	338	1.135	0.05	3.04
18	5BB	Ja	TN25	19.9	4.75	457.5	13	334	1.525	0.07	4.28
19	MTh		0	19.85	3.85	454	11	319	1.175	0.05	3.57
20	Mth 5BB	Ja	TN50	19.9	2.3	456.5	5.5	345	0.765	0.03	1.77
21	MTh	Ja	N25	20.05	4.4	452	9.5	345.5	1.385	0.065	3.175
22	5BB		0	20.2	6.3	452	16.5	327.5	1.91	0.09	5.365
23	Mth 5BB	Ja	TN25	20.35	2.6	454.5	6.5	334	0.83	0.035	2.085
24	MTh		0	20.3	5	454	13.5	328	1.585	0.07	4.375
25	5BB	Ja	TN25	20.3	5.4	454.5	13.5	333.5	1.64	0.075	4.32
26	Mth 5BB		0	20.35	4.65	455.5	13.5	321.5	1.49	0.065	4.31
27	MTh	Ja	N25	20.5	5.6	457	14	341.5	1.795	0.08	4.485
28	5BB		0	20.6	3.6	456.5	8	347.5	1.165	0.05	2.59
29	Mth 5BB	Ja	N25	20.6	5.85	455.5	16	330.5	1.9	0.09	5.22

30	MTh		0	20.6	5	455	15	315	1.605	0.07	4.84
31	MTh		0	20.65	9.45	456	5	351	0.76	0.03	1.535
32	Mth 5BB	Ja	N25	20.85	11.75	452.5	20.5	385	4.33	0.31	6.49
33	5BB		0	20.75	10.55	453.5	16.5	380.5	3.365	0.195	5.3
35	Mth 5BB		0	21.55	3.25	451	7	333	1.055	0.04	2.34
36	5BB	Ja	N25	21.4	15.05	452	19	361.5	3.245	0.17	6.09
37	MTh		0	21.6	3.65	454.5	11.5	307	1.305	0.055	3.76
38	Mth 5BB	Ja	TN50	21.8	8.35	455.5	17	354	2.67	0.125	5.48
39	5BB	Ja	TN25	21.8	6.75	456	18.5	322	2.16	0.095	5.915
42	5BB	Ja	TN50	21.75	6.6	456.5	15	332.5	2.04	0.09	4.78
44	Mth 5BB		0	21.95	12.25	451	26.5	351.5	3.805	0.225	8.435
45	5BB	Ja	N25	22.15	8.8	449.5	11	381.5	2.81	0.13	3.49
46	MTh		0	21.55	6.8	451.5	18	314.5	2.17	0.09	5.9
47	Mth 5BB	Ja	TN25	21.3	11.5	450	29	330	3.685	0.195	9.315
48	5BB		0	21.35	3.05	449	3.5	376	1.01	0.04	1.135
49	MTh		0	21.5	4.3	450	8.5	340.5	1.365	0.05	2.655
50	5BB	Ja	TN25	21.8	3.6	448.5	9	311	1.135	0.04	2.88
51	5BB	Ja	N50	22.05	3.85	448	7.5	340.5	1.24	0.045	2.35
52	MTh	Ja	N25	22.15	6.45	446	16.5	315	2.11	0.09	5.31
53	5BB		0	22.45	3.9	446	9	322.5	1.235	0.045	2.76
54	Mth 5BB	Ja	N25	22.45	3.7	444.5	8.5	314	1.15	0.04	2.715
55	MTh		0	22.25	9.1	446.5	17	345.5	2.87	0.13	5.515
56	5BB	Ja	TN25	22.5	6.95	444	11	354	2.22	0.09	3.555
57	Mth 5BB		0	22.55	9.8	444.5	15.5	357.5	3.07	0.145	5.065
58	MTh		0	22.5	5.55	443.5	9	350.5	1.755	0.07	2.83
59	5BB	Ja	N25	22.45	9.25	443	8.5	383.5	2.865	0.13	2.86
60	MTh	Ja	N25	22.5	8.45	443	19.5	323.5	2.71	0.12	6.25
61	Mth 5BB	Ja	N50	22.85	9.25	442.5	26.5	294	2.9	0.13	8.46
62	MTh		0	22.85	11.75	441	22	344	3.775	0.19	7.125
63	Mth 5BB	Ja	N25	22.9	5.35	438.5	13.5	308	1.84	0.07	4.31
64	5BB		0	22.75	1.95	436	3	337	0.625	0.02	0.965
66	Mth 5BB		0	22.7	10.9	434	14.5	356.5	3.465	0.155	4.675
67	5BB	Ja	TN25	22.5	6.8	431.5	9.5	346.5	2.155	0.08	2.965
69	Mth 5BB		0	22.7	7.65	430	17.5	300.5	2.46	0.095	5.65
70	Mth 5BB		0	22.85	6.75	428.5	12	310.5	1.945	0.07	3.92
71	Mth 5BB		0	22.85	7.05	427	9	341.5	2.17	0.08	2.855
72	Mth 5BB	Ja	TN50	22.85	4.6	427.5	11	280	1.435	0.045	3.525
73	MTh	Ja	N25	23	14.45	422.5	24	333	4.66	0.24	7.69
74	5BB	Ja	N25	22.9	3	419	3.5	336	0.97	0.03	1.13
75	Mth 5BB		0	22.65	7.35	415	18.5	265	2.315	0.08	5.93
76	MTh	Ja	N25	22.55	11.65	410	18.5	314.5	3.705	0.16	6.015
77	5BB		0	22.1	7.95	408	16	281.5	2.44	0.085	5.055
78	Mth 5BB	Ja	N25	22.45	2.7	408	5	292.5	0.89	0.03	1.5
79	MTh		0	22.1	7.6	409	14.5	285.5	2.36	0.08	4.625
80	Mth 5BB	Ja	N25	22.05	12.9	409.5	22.5	305.5	4.115	0.175	7.19

Tabelle 19 Rohdaten LCpro, 27.9.2016

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	eref	$\wedge$ e	cref	$\wedge$ c	ci	E	gs	A
1	Mth 5BB	Ja	TN50	10	3.5	459.5	12	358.5	1.105	0.08	3.85
2	MTh		0	9.55	5.1	463	15.5	379	1.61	0.135	4.905
3	5BB	Ja	TN50	9.65	4.35	458.5	9.5	395	1.375	0.11	3.01
4	Mth 5BB		0	9.5	1.5	457.5	6.5	337	0.48	0.03	2.065
5	MTh	Ja	N25	9.6	5.7	458	22.5	360.5	1.785	0.17	7.105
6	5BB		0	9.65	3.1	457	6.5	398	0.98	0.075	2.075
7	Mth 5BB	Ja	TN50	9.8	1.35	456	5	359.5	0.445	0.03	1.595
8	MTh		0	10.15	3.9	456.5	18	346.5	1.24	0.11	5.685
9	5BB	Ja	TN25	10.75	2.3	454	8	365	0.74	0.06	2.535
10	Mth 5BB		0	10.95	1.7	453.5	7	346	0.555	0.04	2.33
12	5BB	Ja	TN50	11.1	2.3	453	9	350	0.72	0.05	2.9
13	MTh		0	11	4.45	454	16.5	363	1.4	0.13	5.3
14	Mth 5BB	Ja	TN50	10.9	2.05	454	6.5	372	0.665	0.05	2.08
15	5BB		0	11	1.15	454.5	3.5	370	0.365	0.025	1.115
17	Mth 5BB		0	11.1	2.45	454.5	8.5	356.5	0.77	0.06	2.805
18	5BB	Ja	TN25	11.3	2	454	9	334.5	0.63	0.04	2.785
19	MTh		0	11.4	2.75	453.5	12	339.5	0.88	0.065	3.78
20	Mth 5BB	Ja	TN50	11.55	1.55	458.5	5.5	359.5	0.5	0.03	1.75
21	MTh	Ja	N25	11.45	1.95	458.5	7.5	350	0.63	0.04	2.46
22	5BB		0	11.25	2.9	456	13	325.5	0.885	0.065	4.235
23	Mth 5BB	Ja	TN25	10.9	1.6	454	6.5	333.5	0.5	0.03	2.095
24	MTh		0	10.8	2.9	455	12.5	328	0.9	0.06	4.07
25	5BB	Ja	TN25	10.7	3.25	452	14	327.5	1.04	0.07	4.61
26	Mth 5BB		0	10.65	1.85	451	6.5	343.5	0.575	0.04	2.09
27	MTh	Ja	N25	10.6	2	451	8.5	324	0.63	0.04	2.73
28	5BB		0	10.65	2.3	450	8	338	0.695	0.04	2.61
29	Mth 5BB	Ja	N25	10.55	2.4	450	10.5	317	0.735	0.05	3.355
30	MTh		0	10.5	2.45	449	10	331	0.78	0.05	3.16
31	MTh		0	10.35	2.25	449.5	11	311	0.735	0.05	3.48
32	Mth 5BB	Ja	N25	10.4	1.6	449.5	4.5	345	0.47	0.03	1.575
33	5BB		0	10.45	2.9	449.5	12	325.5	0.905	0.06	3.86
35	Mth 5BB		0	10.8	1.5	446	5	350	0.515	0.03	1.595
36	5BB	Ja	N25	11.05	2.2	446	6.5	349.5	0.69	0.04	2.13
37	MTh		0	11.1	4.4	446.5	15.5	341	1.37	0.1	4.955
38	Mth 5BB	Ja	TN50	11.3	2.7	445	13.5	295	0.85	0.055	4.35
39	5BB	Ja	TN25	11.5	3.3	446.5	15	312.5	1.05	0.07	4.775
42	5BB	Ja	TN50	12.05	2.85	450	9.5	340	0.895	0.06	3.19
44	Mth 5BB		0	11.95	5.55	450	27.5	309.5	1.775	0.135	8.685
45	5BB	Ja	N25	12.1	5.7	453.5	15.5	366.5	1.78	0.13	4.88
46	MTh		0	11.9	3.9	448.5	15.5	322.5	1.245	0.08	5.01
47	Mth 5BB	Ja	TN25	11.9	6	451.5	26	321.5	1.9	0.14	8.36

48	5BB		0	11.9	2.2	450.5	4.5	377	0.705	0.04	1.45
49	MTh		0	11.9	3.15	452.5	11.5	331.5	0.965	0.06	3.635
50	5BB	Ja	TN25	11.9	2.35	451.5	8.5	331	0.745	0.04	2.77
51	5BB	Ja	N50	11.9	2.7	451	10	326.5	0.84	0.05	3.265
52	MTh	Ja	N25	11.9	4.35	451.5	15	342.5	1.36	0.09	4.8
53	5BB		0	11.95	2.15	451.5	8	333	0.695	0.04	2.57
54	Mth 5BB	Ja	N25	12.2	2.1	450	6	357	0.68	0.04	1.88
55	MTh		0	12.1	3.85	452	14	335	1.2	0.08	4.555
56	5BB	Ja	TN25	12.35	3.75	452	10	364	1.175	0.075	3.2
57	Mth 5BB		0	12.4	3.45	450.5	11.5	343.5	1.075	0.07	3.7
58	MTh		0	12.5	2.9	452	8.5	352.5	0.89	0.06	2.8
59	5BB	Ja	N25	12.7	4.05	450	6.5	395	1.285	0.085	2.04
60	MTh	Ja	N25	12.6	3.9	450	14	339.5	1.225	0.08	4.395
61	Mth 5BB	Ja	N50	12.65	5.6	450	13	354.5	1.405	0.1	4.22
62	MTh		0	12.6	5.8	447.5	15.5	365	1.77	0.135	4.915
63	Mth 5BB	Ja	N25	12.6	3	446	11.5	330	0.945	0.06	3.535
64	5BB		0	12.6	9.1	445	4.5	360.5	0.59	0.035	1.48
66	Mth 5BB		0	12.45	4.6	448.5	13.5	355	1.445	0.1	4.37
67	5BB	Ja	TN25	12.9	3.15	445	8.5	350	0.98	0.06	2.875
69	Mth 5BB		0	12.7	4.35	443.5	19	311.5	1.38	0.095	6.025
70	Mth 5BB		0	12.6	2.8	444	9	338	0.885	0.05	2.85
71	Mth 5BB		0	12.6	4.45	444	18.5	314.5	1.425	0.095	5.915
72	Mth 5BB	Ja	TN50	12.6	3.75	443	16	307	1.19	0.08	5.145
73	MTh	Ja	N25	12.65	6.5	442	19	350.5	2.06	0.16	6.21
74	5BB	Ja	N25	12.6	3.05	442	7.5	354.5	0.925	0.06	2.42
75	Mth 5BB		0	12.8	4.4	443	23	287	1.405	0.095	7.305
76	MTh	Ja	N25	12.85	6.3	442	20	347	1.985	0.155	6.285
77	5BB		0	12.95	5.05	442	20.5	317	1.58	0.11	6.465
78	Mth 5BB	Ja	N25	13	5.35	441.5	22	314	1.7	0.12	7.04
79	MTh		0	13.1	6.3	441	20	342.5	1.985	0.15	6.385
80	Mth 5BB	Ja	N25	13.15	5.35	441.5	20	319.5	1.675	0.11	6.515

Tabelle 20 Rohdaten LCpro, 3.10.2016

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsgrad	eref	$\wedge$ e	cref	$\wedge$ c	ci	E	gs	A
1	Mth 5BB	Ja	TN50	12.1	1.5	422	4.5	330	0.47	0.035	1.435
2	MTh		0	12.7	3.8	406.5	12.5	312.5	1.2	0.09	4.04
3	5BB	Ja	TN50	12.75	2.9	407	7	339	0.91	0.06	2.095
4	Mth 5BB		0	12.8	1.5	405.5	3.5	331.5	0.49	0.03	1.19
5	MTh	Ja	N25	12.85	4.5	410.5	20	302.5	1.405	0.125	6.4
6	5BB		0	12.6	3.4	412	10	334	1.075	0.09	3.305
7	Mth 5BB	Ja	TN50	12.4	1.3	413	4	324	0.415	0.03	1.38
8	MTh		0	12.3	3.55	412	19	282	1.13	0.095	6.035
9	5BB	Ja	TN25	12.25	3.05	411.5	10.5	322.5	0.965	0.075	3.345
10	Mth 5BB		0	12.3	2.25	411	8.5	310.5	0.71	0.05	2.7

12	5BB	Ja	TN50	12.4	2.8	412	13	289	0.86	0.065	4.1
13	MTh		0	12.3	3.35	411	14.5	296	1.03	0.085	4.66
14	Mth 5BB	Ja	TN50	12.2	2.05	411	4	352.5	0.66	0.05	1.34
15	5BB		0	12	2	411	5.5	330	0.64	0.045	1.865
17	Mth 5BB		0	11.8	3.2	408.5	12	309	0.995	0.075	3.785
18	5BB	Ja	TN25	11.7	2.9	409	9.5	322.5	0.94	0.07	3.005
19	MTh		0	11.7	2.55	410	10	301.5	0.805	0.06	3.24
20	Mth 5BB	Ja	TN50	11.7	1.6	410.5	3	356.5	0.525	0.035	0.925
21	MTh	Ja	N25	12.7	2.1	408	6	324	0.66	0.05	2.01
22	5BB		0	13.25	2.95	407	14.5	279	0.95	0.075	4.745
23	Mth 5BB	Ja	TN25	13.4	1.1	406	4.5	296.5	0.34	0.02	1.345
24	MTh		0	13.4	3.55	405.5	14.5	297.5	1.13	0.085	4.695
25	5BB	Ja	TN25	13.1	3.75	406	14	306	1.2	0.095	4.51
26	Mth 5BB		0	12.65	2.35	407.5	10.5	275.5	0.72	0.045	3.435
27	MTh	Ja	N25	12.35	3.2	407	12.5	293.5	0.975	0.065	3.95
28	5BB		0	12.15	2.95	406.5	9.5	313	0.955	0.065	3.05
29	Mth 5BB	Ja	N25	11.85	3.8	406.5	13	309.5	1.215	0.085	4.115
30	MTh		0	11.65	2.3	406	8.5	296.5	0.735	0.05	2.735
31	MTh		0	11.65	2.9	406	12.5	290	0.99	0.07	4.035
32	Mth 5BB	Ja	N25	11.65	0.8	406.5	3	312	0.285	0.02	0.865
33	5BB		0	11.6	3.25	405.5	10.5	309	1.01	0.07	3.39
35	Mth 5BB		0	12.2	0.7	406.5	3.5	261.5	0.225	0.01	1.125
36	5BB	Ja	N25	12.25	0.9	409.5	3.5	286.5	0.255	0.02	1.08
37	MTh		0	12.3	3.75	409.5	14	307.5	1.185	0.09	4.54
38	Mth 5BB	Ja	TN50	12.25	0.8	409	2.5	325	0.28	0.02	0.76
39	5BB	Ja	TN25	12.1	2.1	407	10.5	275.5	0.69	0.05	3.355
42	5BB	Ja	TN50	12.4	1.05	406	6.5	271.5	0.35	0.03	2.07
44	Mth 5BB		0	12.3	3.3	406.5	21	270.5	1.055	0.1	6.75
45	5BB	Ja	N25	12.15	2.45	407	10	316	0.79	0.07	3.14
46	MTh		0	12	1.5	407.5	8.5	274	0.485	0.04	2.805
47	Mth 5BB	Ja	TN25	11.9	3.55	408	20.5	279.5	1.14	0.105	6.65
48	5BB		0	11.8	1.6	407.5	5.5	326.5	0.52	0.04	1.695
49	MTh		0	11.7	1.5	406.5	6	309	0.485	0.04	1.925
50	5BB	Ja	TN25	11.7	2.55	407	8	327.5	0.82	0.065	2.65
51	5BB	Ja	N50	11.8	3.35	406.5	9.5	336	1.075	0.095	3.115
52	MTh	Ja	N25	11.7	2.35	407.5	7	329	0.725	0.06	2.31
53	5BB		0	11.9	2.45	406.5	8	324	0.775	0.06	2.63
54	Mth 5BB	Ja	N25	12.1	1.25	406	4	323.5	0.405	0.03	1.305
55	MTh		0	12.25	2.5	406.5	11.5	294.5	0.78	0.065	3.66
56	5BB	Ja	TN25	12.4	2.5	405	7	334.5	0.79	0.065	2.25
57	Mth 5BB		0	12.65	2.45	404.5	10.5	294.5	0.755	0.06	3.505
58	MTh		0	12.95	2	405	7.5	316.5	0.64	0.05	2.32
59	5BB	Ja	N25	13.05	1.85	404	4.5	338	0.59	0.045	1.515
60	MTh	Ja	N25	13.2	2.4	409	10.5	300.5	0.74	0.06	3.365
61	Mth 5BB	Ja	N50	13.2	2.45	411	11.5	292	0.755	0.06	3.735

62	MTh		0	13.2	3.6	411	14	316	1.135	0.1	4.5
63	Mth 5BB	Ja	N25	13.1	1.65	414	6	319	0.54	0.04	1.96
64	5BB		0	13	1.1	409.5	4.5	310	0.365	0.025	1.32
66	Mth 5BB		0	13.05	3.6	410	10.5	301.5	0.795	0.06	3.36
67	5BB	Ja	TN25	13.1	2.1	410.5	5.5	339.5	0.675	0.05	1.775
69	Mth 5BB		0	13.2	2.8	411.5	12.5	294.5	0.885	0.07	4.085
70	Mth 5BB		0	13.2	1.6	412	7.5	289.5	0.49	0.03	2.3
71	Mth 5BB		0	13.25	1.75	415	7.5	301	0.535	0.04	2.36
72	Mth 5BB	Ja	TN50	13.25	1.8	414	10	278.5	0.585	0.04	3.135
73	MTh	Ja	N25	13.2	5.2	416.5	15	344	1.66	0.16	4.8
74	5BB	Ja	N25	13.2	1.6	418	5.5	325	0.53	0.04	1.835
75	Mth 5BB		0	13.15	2.85	416.5	13	298.5	0.905	0.07	4.25
76	MTh	Ja	N25	13.15	3.2	419	13	311	1	0.08	4.315
77	5BB		0	13.2	3.4	419.5	14.5	314	1.085	0.09	4.59
78	Mth 5BB	Ja	N25	13.2	2.05	417	11.5	276.5	0.645	0.05	3.59
79	MTh		0	13.2	3.2	427	15.5	310.5	1.03	0.08	4.855
80	Mth 5BB	Ja	N25	13.2	2.45	427	12	302.5	0.785	0.06	3.895

Tabelle 21 Rohdaten der destruktiven Probennahme

Nummer	Pflanze	Inokulation	Befallsg rad	Trockenge wicht Wurzeln	durchschnittl. Trockengewicht pro Blatt	durchschnittl. Blattfläche pro Blatt	Wurzelvolumen
1	Mth 5BB	Ja	TN50	11.260	0.691866667	162.7333333	100
2	MTh		0	3.790	0.361121212	105.9727273	60
3	5BB	Ja	TN50	6.280	0.673882353	171.7352941	45
4	Mth 5BB		0	19.420	0.619482759	85.62758621	125
5	MTh	Ja	N25	2.673	0.304235294	117.1	15
6	5BB		0	9.550	0.528608696	143.1826087	110
7	Mth 5BB	Ja	TN50	16.502	0.6221875	150.125	70
8	MTh		0	9.735	0.2919375	69.9375	160
9	5BB	Ja	TN25	10.363	0.586315789	141.1105263	140
10	Mth 5BB		0	11.930	0.63773913	105.0434783	60
11	Mth 5BB		N25	13.137	0.542571429	99.28571429	43
12	5BB	Ja	TN50	6.374	0.405764706	117.4705882	20
13	MTh		0	10.221	0.290133333	103.6733333	
14	Mth 5BB	Ja	TN50	13.482	0.373882353	114.7411765	95
15	5BB		0	8.595	0.598764706	148.0882353	80
16	MTh	Ja	0	5.261	0.351333333	105.6428571	60
17	Mth 5BB		0	16.743	0.5698	151.9333333	63
18	5BB	Ja	TN25	11.657	0.481095238	132.2714286	80
19	MTh		0	6.381	0.307642857	96.29285714	45
20	Mth 5BB	Ja	TN50	14.099	0.507363636	146.4545455	80
21	MTh	Ja	N25	1.375	0.271958333	95.125	20

22	5BB		0	9.196	0.605	153.2923077	55
23	Mth 5BB	Ja	TN25	11.154	0.755	181.6923077	75
24	MTh		0	8.924	0.307222222	93.95	70
25	5BB	Ja	TN25	9.287	0.6608125	161.25	75
26	Mth 5BB		0	16.670	0.47437037	110.1925926	22
27	MTh	Ja	N25	11.325	0.55065	121.82	20
28	5BB		0	14.220	0.465772727	123.5136364	
29	Mth 5BB	Ja	N25	11.519	0.602461538	122.6538462	40
30	MTh		0	18.009	0.548214286	104.0357143	90
31	MTh		0	9.637	0.535411765	102.2058824	38
32	Mth 5BB	Ja	N25	18.880	1.022529412	175.3764706	70
33	5BB		0	6.158	0.594888889	160.4944444	40
34	MTh	Ja	0	3.873	0.515964286	129.9285714	18
35	Mth 5BB		0	20.142	0.605	149.3888889	75
36	5BB	Ja	N25	6.364	0.429166667	120.5944444	40
37	MTh		0	7.591	0.425785714	119.6785714	75
38	Mth 5BB	Ja	TN50	18.862	0.500619048	137.2428571	75
39	5BB	Ja	TN25	6.442	0.474692308	147.5384615	25
40	MTh	Ja	0	5.917	0.372354839	107.2258065	35
41	MTh	Ja	0	4.251	0.585	152.36	38
42	5BB	Ja	TN50	8.780	0.794181818	190.5454545	60
43	MTh	Ja	0	6.081	0.265454545	91.72727273	60
44	Mth 5BB		0	6.546	-1.290235294	99.17647059	40
45	5BB	Ja	N25	5.685	0.606545455	163.0545455	20
46	MTh		0	6.979	0.448142857	127.7428571	22
47	Mth 5BB	Ja	TN25	10.645	0.331444444	161.6777778	40
48	5BB		0	10.106	1.21625	254.1	30
49	MTh		0	6.779	0.340095238	83.26190476	30
50	5BB	Ja	TN25	7.006	0.703076923	167.9846154	50
51	5BB	Ja	N50	7.140	0.636	162.2727273	40
52	MTh	Ja	N25	5.544	0.373454545	102.6590909	50
53	5BB		0	7.289	1.0518	211	30
54	Mth 5BB	Ja	N25	13.427	0.779571429	151.4642857	40
55	MTh		0	8.609	0.34	89.15714286	60
56	5BB	Ja	TN25	9.436	0.638714286	165.5	60
57	Mth 5BB		0	8.461	0.292076923	86.92307692	60
58	MTh		0	10.484	0.3674	100.65	45
59	5BB	Ja	N25	9.776	0.401466667	123.3333333	100
60	MTh	Ja	N25	9.703	0.3614	84.36	55
61	Mth 5BB	Ja	N50	3.953	0.3544	116.775	30
62	MTh		0	5.401	0.309	101.7285714	30
63	Mth 5BB	Ja	N25	4.813	0.5079	173.54	50
64	5BB		0	5.995	0.794133333	170.7333333	35

65	MTh	Ja	0	4.065	0.321636364	98.63636364	30
66	Mth 5BB		0	26.575	0.965714286	182.3071429	120
67	5BB	Ja	TN25	6.939	0.586	156.0833333	40
68	MTh	Ja	0	6.794	0.4348	112.37	40
69	Mth 5BB		0	10.305	0.3711	112.86	55
70	Mth 5BB		0	18.506	0.955083333	173.75	80
71	Mth 5BB		0	21.284	0.63145	134.9	70
72	Mth 5BB	Ja	TN50	12.347	0.558818182	136.1818182	50
73	MTh	Ja	N25	5.893	0.372266667	117.6	40
74	5BB	Ja	N25	7.286	0.704285714	160.1428571	40
75	Mth 5BB		0	9.086	0.447	110.6428571	50
76	MTh	Ja	N25	7.030	0.421363636	117.8181818	30
77	5BB		0	6.196	0.795047619	190.2857143	50
78	Mth 5BB	Ja	N25	3.109	0.4546	152.855	30
79	MTh		0	6.852	0.349130435	96.69130435	35
80	Mth 5BB	Ja	N25	3.750	0.393705882	139.0058824	25

Tabelle 22 Bonitur des Befallsgrades

|--|

7	Mth 5BB	TN50	0.00	n/a						0.00	n/a									19.00	0.00	n/a																n/a	n/a
20	Mth 5BB	TN50	28.00	6.29	4.00	10.00	4.00	6.00	4.00	2.00	15.00	1.00	1.00							20.00	15.00	6.63	2.00	3.00	5.00	3.00	2.00	5.00	13.50	4.00	1.00							6.46	14.25
38	Mth 5BB	TN50	19.00	6.53	1.00	7.00	6.00	2.00	3.00	4.00	20.00		2.00	2.00						25.00	21.00	4.24	6.00	7.00	8.00			4.00	21.25		1.00	3.00						5.38	20.63
72	Mth 5BB	TN50	20.00	4.50	8.00	4.00	4.00	4.00		6.00	12.50	6.00								27.00	23.00	4.33	9.00	5.00	6.00	3.00		4.00	15.00	3.00		1.00						4.41	13.75
23	Mth 5BB	TN25	14.00	6.11	2.00	4.00	5.00	1.00	2.00	4.00	20.00	1.00	1.00	1.00	1.00					25.00	24.00	5.65	5.00	7.00	6.00	4.00	2.00	1.00	17.50		1.00							5.88	18.75
47	Mth 5BB	TN25	25.00	7.38	3.00	5.00	7.00	3.00	7.00	1.00	27.50			1.00						17.00	14.00	5.68	4.00	2.00	4.00	3.00	1.00	3.00	20.83		2.00		1.00					6.53	24.17
14	Mth 5BB	N50	30.00	4.28	8.00	14.00	6.00	1.00	1.00	0.00	n/a	0.00	0.00							30.00	30.00	4.33	5.00	16.00	9.00	0.00	0.00	0.00	n/a	0.00	0.00							4.31	n/a
61	Mth 5BB	N50	30.00	6.25	5.00	10.00	5.00	5.00	5.00	0.00	n/a									30.00	30.00	6.92	9.00	5.00	2.00	4.00	10.00	0.00	n/a									6.58	n/a
29	Mth 5BB	N25	21.00	7.00	2.00	6.00	3.00	7.00	3.00	3.00	17.50	1.00	1.00	1.00						30.00	27.00	5.96	5.00	8.00	6.00	5.00	3.00	4.00	20.00		2.00	2.00						6.48	18.75
32	Mth 5BB	N25	14.00	4.54	4.00	4.00	5.00	1.00		6.00	16.67	3.00	2.00		1.00					30.00	28.00	3.91	11.00	10.00	4.00	3.00		2.00	15.00	1.00	1.00							4.22	15.83
54	Mth 5BB	N25	19.00	6.63	5.00	5.00		4.00	5.00	0.00	n/a									13.00	13.00	6.73	2.00	5.00		3.00	3.00	0.00	n/a									6.68	n/a
63	Mth 5BB	N25	24.00	4.15	11.00	6.00	3.00	3.00	1.00	1.00	17.50		1.00							0.00	0.00	n/a						0.00	n/a									4.15	17.50
78	Mth 5BB	N25	9.00	3.17	3.00	6.00				0.00	n/a									0.00	0.00	n/a						0.00	n/a									3.17	n/a
80	Mth 5BB	N25	31.00	3.92	13.00	10.00	4.00	4.00		0.00	n/a									9.00	9.00	2.33	6.00	3.00				0.00	n/a									3.13	n/a

Eidesstaatliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert, durch Fußnoten gekennzeichnet bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Wien, April 2018
