



Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

Abschlussbericht Ramu

Projekt Nr.2328

Untersuchungen zur biologischen Kontrolle der Sprenkelkrankheit (Ramularia – Blattfleckenkrankheit) der Gerste

Investigation of Biological Control of Ramularia Leaf Spot in Barley

Projektleitung:
Dr. Herbert Huss, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:
Elisabeth Mayer, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektpartner:
Univ.- Prof. Dr. H. Hänsel †

Projektlaufzeit:
2004 – 2010



www.raumberg-gumpenstein.at

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	3
Summary.....	4
Einleitung.....	5
SYMPTOME	5
MORPHOLOGIE UND SYSTEMATIK VON RAMULARIA COLLO-CYGNI.....	8
AUSBREITUNGSGESCHICHTE VON RAMULARIA COLLO-CYGNI IN ÖSTERREICH.....	10
ZIELE UND AUFGABENSTELLUNG DES PROJEKTS	11
Material und Methoden.....	12
ERMITTLUNG DER RESISTENZDATEN	12
SPORENZÄHLUNG	13
RUBELLIN – UNTERSUCHUNGEN	13
Ergebnisse.....	15
SORTENRESISTENZ.....	15
<i>Zeitstufenanbau 2004/2005</i>	16
<i>Kleinparzellenversuche 2004/2005</i>	17
UNTERSUCHUNGEN ZUR RAMULARIA – HERBST-INFEKTION DER WINTERGERSTE	21
<i>Infektionsquellen</i>	21
<i>Nachweis einer Herbstinfektion</i>	25
<i>Spätanbau</i>	26
WINTERGERSTE ALS INFEKTIONSQUELLE FÜR SOMMERGERSTE	26
RAMULARIA – BEFALL BEIM ÜBRIGEN GETREIDE	28
<i>Weichweizen</i>	29
<i>Durum – Weizen</i>	29
<i>Roggen</i>	30
Literatur.....	32

Zusammenfassung

Obwohl der Erreger der Sprenkelkrankheit, der Pilz *Ramularia collo-cygni*, bereits im Jahr 1893 beschrieben wurde, sind Schadensmeldungen bei der Gerste erst ab Mitte der 1980 - er Jahre bekannt geworden. Seit dieser Zeit erleben wir eine bemerkenswerte Ausbreitung und Zunahme seiner Bedeutung in Europa. In Österreich hat sich die Sprenkelkrankheit im nördlichen Alpenvorland sowie im südburgenländisch-oststeirischen Hügelland zur dominierenden Gerstenkrankheit entwickelt und auch im trockenen und bisher befallsfreien Osten Österreichs ist sie seit 2008 anzutreffen.

Eine Erklärung für die rasche Ausbreitung der Krankheit bietet die Windverbreitung der in großer Menge produzierten Sporen. In einem stark befallenen Wintergerstenfeld können es 30 Billionen *Ramularia* - Sporen/ha sein. Sporenzählungen in einem an Wintergerste angrenzenden Sommergerstenfeld ergaben eine Sporenmenge von 33 177 *Ramularia* - Sporen, die in der Zeit von 14. bis 27. Juni 2005 pro cm² auf dieses Feld niedergingen, während in einem Sommergerstenfeld, das 2 km von der Wintergerste entfernt lag, im selben Zeitraum nur mehr 2511 Sporen ermittelt wurden. Als Folge davon waren die Krankheitssymptome auf diesem Feld deutlich geringer entwickelt, als bei dem an die Wintergerste angrenzenden Feld der Fall war. Die auf Wintergerste produzierten Sporen üben aber nicht nur auf die Sommergerste, sondern auch auf das übrige Getreide einen Krankheitsdruck aus. Am empfindlichsten reagiert der Hafer, der mitunter sehr stark befallen sein kann. Bei diesem, wie auch bei Roggen, Weizen und Mais wurden erstmals die *Ramularia* - Befallssymptome beschrieben. Erstmals wurden bei diesen Kulturarten auch *Ramularia* - Rubelline nachgewiesen. Das sind sekundäre Naturstoffe aus der Stoffklasse der Anthrachinone, deren Wirkung auf einer lichtabhängigen Aktivierung aggressiver Sauerstoffformen beruht, die zu einer direkten Schädigung des Gewebes in Form von Chlorosen und Nekrosen führt. Diese Rubelline gelten deshalb als Verursacher der Symptome der Sprenkelkrankheit.

Als Inokulumquellen für eine Infektion der Herbstsaat der Wintergerste konnten *Ramularia* - befallenes Ausfallgetreide, die Hühnerhirse, Quecke und Mais ermittelt werden. Ausfallgetreide und Hühnerhirse spielten dabei nur eine sehr untergeordnete Rolle. Die größte Bedeutung kommt eindeutig dem Mais zu, der in der Region um die Versuchsstation Lambach/Stadl-Paura mit einem Anteil von 30% auch einen ähnlich hohen Anteil an der Fruchtfolge hat wie die Wintergerste.

Während des besonders milden Herbstes und Frühwinters 2005 waren auf älteren Wintergerstenblättern bereits Ende November *Ramularia* - Blattflecken zu beobachten. In den übrigen Jahren traten diese meist erst unmittelbar nach der Schneeschmelze im zeitigen Frühjahr, dann allerdings reichlich sporulierend, in Erscheinung. Der Befall erfolgte zu Ende der Bestockungsphase und immer nur auf den ältesten Blättern. Die Vermutung, dass durch einen späten Wintergerstenanbau das Infektionspotenzial im Frühjahr reduziert werden kann, wurde durch einen Zeitstufenversuch bestätigt. Nach der Schneeschmelze wurde die Anzahl der Blätter mit *Ramularia* - Rasen pro halbem Meter Drillreihe ausgezählt: Beim Anbautermin 30. August waren es 76 Blätter, beim Termin 21. September 49 Blätter, beim Termin 8. Oktober 30 Blätter und schließlich beim Termin 29. Oktober nur mehr 13 befallene Blätter.

Die *Ramularia* - Sprenkelsymptome treten meist erst nach dem Ährenschieben der Gerste in Erscheinung. In Zeitstufenversuchen konnte gezeigt werden, dass eine starke Abhängigkeit der Symptomausprägung vom physiologischen Entwicklungszustand der Gersten besteht. Um die genotypischen Resistenzunterschiede der Wintergerstensorten erfassen zu können, wurden die Bonitur - Daten mit Hilfe einer Regressions - Residuen - Methode vom Einfluss der Zeitigkeit des Ährenschiebens bereinigt. Dabei erwiesen sich mehrzeilige Sorten (*Goldina*, *Carola*, *Holli*,

Georgia, Majestic, Lorena und Lupida) als am stärksten resistent, während zweizeilige Sorten (*Astrid, Reni, Virgo, Jasmin, Opal und Gudrun*) die schlechtesten Resistenzwerte aufwiesen.

Summary

Although the cause of Ramularia leaf spot (the fungus *Ramularia collo-cygni*) was first described in 1893, damage of barley was only reported towards the middle of the 1980s. Since then we have experienced a remarkable spread and increase throughout Europe. In Austria Ramularia leaf spot has developed into the dominating disease in barley in the northern foothills of the Alps as well as in South Eastern Styria and Southern Burgenland. Even in the drier and so far unaffected eastern areas it has been observed since 2008.

One explanation for the fast spread of the disease is the distribution of large amounts of spores by wind. In a heavily affected winter barley field, the count of spores can reach 30 trillion per hectare. Spore counts in a field of spring barley bordering a field of winter barley, reached 33177 Ramularia spores per square cm during a time period from June 14 through 27 in 2005. In another spring barley field 2 km removed, the spore count during the same time period was only 2511 per square cm. Thus the symptoms of the disease were a lot less than in the adjacent field. The spores produced on winter barley do not only affect spring barley but also other grains. Oats, which can once in a while be very strongly affected, reacts very sensitively. For oats, but also for rye, wheat and corn the symptoms of Ramularia leaf spot were also described for the first time. In addition, Ramularia rubellines were also discovered. These are secondary substances from the class of anthrachinones, whose effect is based on light-independent activation of oxygen leading to direct damage of tissues in the form of chloroses and necroses. These rubellines are therefore considered the cause of Ramularia leaf spot.

Affected grains, chick millet, couch grass and corn have been identified as sources of Ramularia leaf spot infections of autumn-sown winter barley. Chick Millet and grains dropped by harvesters only played a minor role whereas corn, which has a similar distribution area in the foothills of the Alps in Upper Austria as winter barley, had the most effect.

During the very mild autumn and early winter of 2005, Ramularia leaf spot was already observed on winter barley plants at the end of November. In the other years, these symptoms were only observed after the snow melted in early spring. Then, however, with plenty of spore formation. Infection occurred at the end of tillering and only affected the oldest leaves. Assumption was that a later sowing date of winter barley would decrease the risk of infection in the spring. This was proven in timed experiments. After the snow melted, the number of leaves affected with Ramularia leaf spot per half metre of drill row were counted: Winter barley sown on August 30, 2005 had 76 affected leaves, winter barley sown on September 21, 49 affected leaves, winter barley sown on October 8, 30 affected leaves and Winter barley sown on October 29, 2005 had only 13 affected leaves.

Ramularia leaf spot symptoms mostly appear after heading in barley. Time experiments showed that the spread of symptoms greatly depends on the physiological development of the barley plants. In order to take the different genotypical differences of different cultivars into consideration, scorings of heading were corrected with a regression-residual method. According to the study, multiline cultivars of barley (*Goldina, Carola, Holli, Georgia, Majestic, Lorena and Lupida*) proved to be most resistant, while distichous cultivars (*Astrid, Reni, Virgo, Jasmin, Opal and Gudrun*) showed the worst resistance values.

Einleitung

Ihren Namen verdankt die Sprenkelkrankheit den braunen Sprenkeln, die der Erreger der Krankheit, der Pilz *Ramularia collo-cygni* auf den Blättern, Blattscheiden, Grannen und Halmen der Gerste verursacht. Die Krankheit wird auch Ramularia – Blattfleckenkrankheit und im Englischen „Ramularia leaf spot“ genannt.

Symptome

Die ersten Ramularia – Flecken sind auf älteren Blättern Ende der Bestockung der Wintergerste zu beobachten. Sie sind meist rund und mit einem Durchmesser von 0,5 – 2,5 mm auffallend groß (Abb. 1 und 2). Bei sehr mildem Herbst und Frühwinter waren sie bereits Ende November zu beobachten. Meist traten sie aber erst nach der Schneeschmelze im zeitigen Frühjahr in Erscheinung.



Abb. 1: Ramularia – Symptome auf einem Wintergerstenblatt zu Ende der Bestockungsphase. 29. Nov. 2006.



Abb. 2: Ramularia – Pilzrasen auf einem abgestorbenen Wintergerstenblatt. Ende Bestockung, 31.12.2006.

Die während der Schossphase gebildeten Blätter zeigen in dieser Wachstumsphase in der Regel keine Ramularia – Symptome. Diese treten meist erst nach dem Ährenschieben, dann aber meist

sehr massiv in Erscheinung. Charakteristisch sind kleine, runde bis ovale braun- bis braunschwarze meist nur 0,2 bis 0,4 mm große Flecken. Bei starkem Befall liegen diese dicht beieinander und können vereinzelt auch zu großen dunklen Arealen zusammenfließen (Abb. 4) Meist sind neben den kleinen auch größere 1-2 mm lange und 0,5 mm breite, durch die Blattadern scharf begrenzte Flecken zu beobachten. Auf planen Blättern sind die Flecken in der Regel regelmäßig verteilt, während sie bei überhängenden Blättern (bei der Wintergerste sind dies die Blattetagen unterhalb des Fahnenblatts), zuerst im Bereich der Blattkrümmung auftreten (Abb. 3).



Abb. 3: Ramularia – Blattflecken auf Wintergerste. Typisch ist die intensive Sprenkelung im Bereich der Blattkrümmung



Abb. 4: Durch starken *Ramularia* – Befall braun verfärbte Fahnenblätter.

Um eine Verwechslung mit anderen Krankheiten, wie der mitunter ähnlichen Netzfleckenkrankheit (*Drechslera teres*) oder der Braunfleckigkeit (*Bipolaris sorokiniana*) auszuschließen, sollte auf die, in der Regel nach Absterben des befallenen Blattgewebes im Bereich der Blatflecken gebildeten weißen Konidienträgerrasen von *R. collo-cygni* geachtet werden. Ausgehend von diesen Flecken können sich die Pilzrasen auf das ganze Blatt ausdehnen (Abb. 5).



Abb. 5: *Ramularia* – Pilzrasen auf der Unterseite eines Wintergerstenblatts. Die Konidienträgerbüschel von *Ramularia collo-cygni* sind als kleine weiße Punkte zu erkennen.

Morphologie und Systematik von Ramularia collo-cygni

R. collo-cygni ist ein imperfekter Pilz, der wegen der charakteristisch geformten Konidienträger (Abb. 6) von CAVARA (1893) als *Ophiocladium hordei* (*Ophiocladium* = Schlangenast) beschrieben wurde. Als SUTTON & WALLER (1988) diesen Pilz in die Gattung *Ramularia* stellten, war wiederum die Form der Konidienträger Namen gebend: *Ramularia collo-cygni* heißt übersetzt „Schwanenhals-Ramularia“. Auch die am Konidienträgerende gebildeten Sporen weisen eine charakteristische Form auf: Sie sind oval bis ellipsoidisch, fein bestachelt und haben eine Größe von 6,2 -10,6 µm x 3,2 – 6,0 µm. Ein wichtiges Merkmal bietet die Lage der Narbe. Im Gegensatz zu vielen anderen *Ramularia* – Arten liegt diese bei *R. collo-cygni* nicht in der Längsachse, sondern exzentrisch. In deren Umfeld sind die Stacheln auffallend vergrößert und lappig verbreitert (Abb. 7).

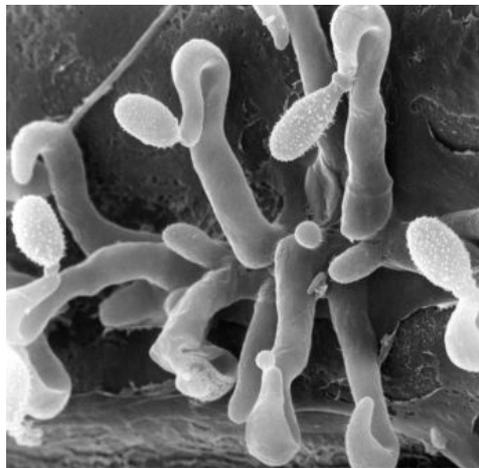


Abb. 6: Konidienträgerbüschel von *Ramularia collo-cygni*. Man beachte die schwanenhalsartig gewundene Form der Konidienträger.

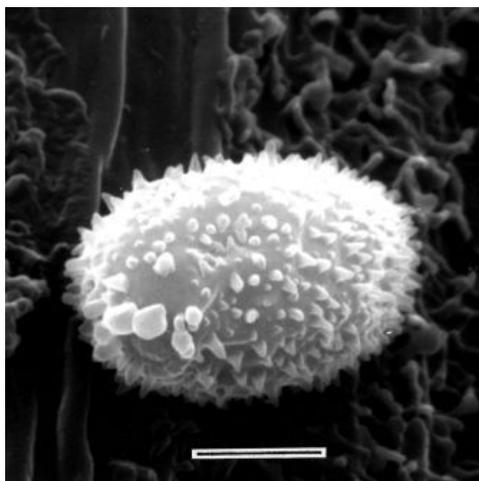


Abb. 7: Spore von *R. collo-cygni* mit charakteristischem stacheligem Ornament und exzentrischer Lage der Narbe. Balken = 2,5 µm (HUSS et al. 1987)

Die büschelig aus den Spaltöffnungen austretenden Konidienträger sind wegen ihrer Kleinheit nur als weiße, in Längsreihen angeordnete und oft ineinander übergehende Tupfen zu erkennen (Abb. 5 und 8).

Die kurze Zeit einer nächtliche Taubenetzung reicht aus, um die die Ramularia – Sporen auf den Blättern zum Keimen zu bringen. Die Infektion erfolgt über einen in die Spaltöffnung eindringenden Keimschlauch (Abb. 9). DNA – Studien haben ergeben, dass das Teleomorph von *R. collo-cygni*, auch wenn dieses bisher noch nicht gefunden wurde, höchst wahrscheinlich eine *Mycosphaerella* ist (CROUS, P.W. et al. 2000).

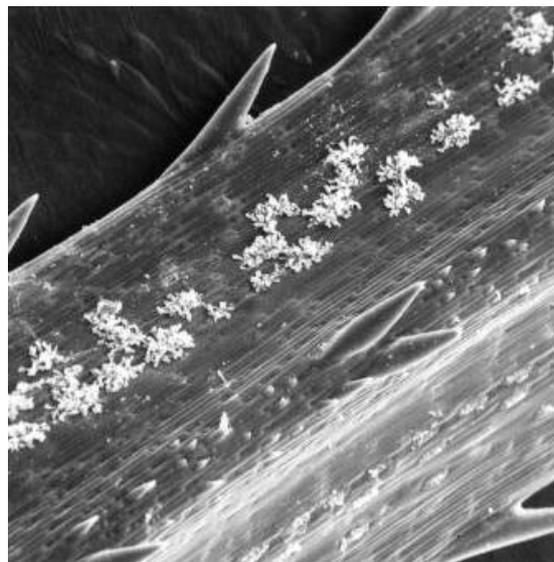


Abb. 8: Konidienträgerbüschel von *R. collo-cygni* auf einer Gerstengranne.

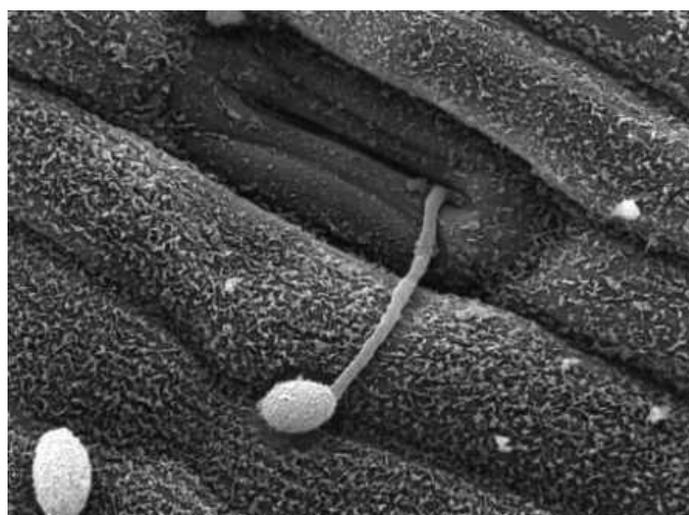


Abb. 9: Keimschlauch von *R. collo-cygni*, der über eine Spaltöffnung in ein Gerstenblatt eindringt.

Ausbreitungsgeschichte von Ramularia collo-cygni in Österreich

Ramularia collo-cygni wurde Ende des 19. Jahrhunderts auf Gerste in Norditalien entdeckt CAVARA (1893). 1930 beschrieb JØRSTAD (1930) *R. collo-cygni* als schwachen Gersten-Parasiten aus Norwegen. Berichte über *R. collo-cygni* finden sich in der Literatur erst wieder in den 1980 – er Jahren. In dieser Zeit scheint dieser Pilz eine höchst bemerkenswerte Entwicklung zu einem bedeutenden Gerstenpathogen genommen zu haben. 1986 wurden in Österreich erstmals Ertragseinbußen von 10% nachgewiesen (HUSS et al. 1987). Eine 1987 und 1988 durchgeführte österreichweite Kartierung bei Winter- und Sommergerste ergab eine überraschend weite Verbreitung von *R. collo-cygni*. Ein besonders starker Befall war dabei im oststeirischen und südburgenländischen Hügelland sowie in Kärnten um den Magdalensberg und um Hörzendorf zu beobachten. Ein zweites Befallsgebiet lag im oberösterreichischen Alpenvorland. Auffallend war, dass die Befallsstärke gegen den trockeneren Osten allmählich abnahm. In der Wels Heide war *R. collo-cygni* nur ganz vereinzelt, im Marchland sowie im nördlichen Burgenland nicht mehr nachweisbar. Eine bemerkenswerte klimatische Grenze des Vorkommens bildete dabei der Weinbau. In Gebieten, wo Wein angebaut wurde, konnte man sicher sein, dass *R. collo-cygni* nicht mehr vorkam.

Ab 1997 war an der Versuchstation Lambach/Stadl-Paura in Oberösterreich eine Zunahme der Befallsintensität feststellbar. Die in Fungizidversuchen aus dieser Zeit festgestellten Ertragsminderungen lagen bei der Wintergerste bei 16-18%. In einer 1999 erneut durchgeführten Kartierung zeigte sich, dass sich das Befallsgebiet gegen Osten ausgeweitet hatte. Erstmals waren auch Teile des Wald- und Weinviertels, wenn auch relativ schwach, befallen. Die „Weinregel“ galt nicht mehr. Auch in inneralpinen Lagen, wie im Murtal bei Knittelfeld war *R. collo-cygni* erstmals nachweisbar. Das erstaunliche ist, dass 1997 in Schottland und Irland ein epidemieartiges Auftreten des bis dato in diesen Ländern unbekanntes Erregers registriert wurde. Auch in Norwegen machte *R. collo-cygni* den Gerstenbauern zu schaffen. Eine Zunahme des Befalls war auch in Deutschland zu registrieren. In den österreichischen Befallsgebieten, dem westlichen Alpenvorland, dem südburgenländischen und steirischen Hügelland sowie in Teilen von Kärnten war die Sprengelkrankheit mittlerweile zur dominierenden Gerstenkrankheit geworden (HUSS 2006).

Eine ungewöhnlich starke Befallsstärke brachte das Jahr 2005. Die relativ lang andauernde Schneedecke des Winters 2004/2005 bot ideale Überwinterungsbedingungen für *R. collo-cygni*, der nach Abschmelzen des Schnees reichlich sporulierend auf den absterbenden oder toten Blättern der Wintergerste anzutreffen war. Dies führte zu einer starken Frühjahrsinfektion der untersten Blätter zu Beginn des Schossens und in der Folge zu einem besonders starken Krankheitsverlauf nach dem Ährenschieben. Der von der Wintergerste ausgehende Infektionsdruck war so stark, dass die Sommergerste bereits vor dem Ährenschieben relativ stark befallen wurde.

Für den Osten Österreichs ungewöhnlich hohe Mai und Juni - Niederschläge (215 mm in Großenzersdorf) führten 2008 schließlich zu einer Ausweitung des *Ramularia* – Befallsgebiets auch auf das Marchfeld und das Weinviertel, sodass *R. collo-cygni* seit dieser Zeit im gesamten Gerstenanbauggebiet Österreichs anzutreffen ist (HUSS et al. 2009) (Abb. 10).

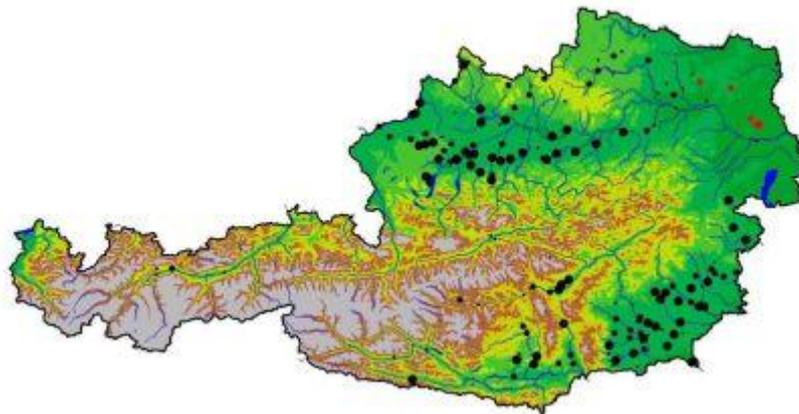


Abb. 10: Verbreitung der Sprenkelkrankheit der Gerste in Österreich im Jahr 2008. Große Punkte: Starker Befall, Kleine Punkte: Schwacher Befall. Rot: Neues Ramularia – Auftreten im Jahr 2008.

Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Die Sprenkelkrankheit (Ramularia – Blattfleckenkrankheit) wurde in Europa erst ab den 1980-er Jahren als ernstzunehmende Krankheit wahrgenommen. Obwohl sich mittlerweile drei Symposien (Second International Workshop on Barley Leaf Blights, 7.-11. April in Aleppo, Syria, First European Ramularia Workshop, 12.-14. März in Göttingen und Second Ramularia workshop, 7.-8. April 2009 in Edinburgh, Great Britain) mit dieser Krankheit beschäftigten, blieben wichtige Fragen, wie die der Infektion der jungen Wintergerstenbestände im Herbst, die Form der Überwinterung des Erregers, Fragen des Wirkkreises und der Sortenresistenz bisher gar nicht oder nur unzureichend beantwortet. Die Folge ist, dass sich in der konventionellen Landwirtschaft die Bekämpfung der Sprenkelkrankheit auf den Einsatz von Fungiziden beschränkt und integrierte Pflanzenschutzmaßnahmen wegen des Fehlens entsprechender Forschungsergebnisse bisher nicht zu Anwendung kamen. Die biologische Landwirtschaft sah bisher keine Möglichkeit, dieser Krankheit entgegenzuwirken.

Da für einen BIO – Bauern der unmittelbarste Nutzen durch den Anbau Ramularia – resistenter bzw. Ramularia- toleranter Sorten zu erwarten war, standen die Untersuchungen zur Sortenresistenz im Mittelpunkt. Untersuchungen der Infektionsquellen und einer möglichen Herbstinfektion sollten zu einem verbesserten Verständnis der Startbedingungen der Krankheit beitragen. Durch Zeitstufenversuche sollte geklärt werden, ob der Anbauzeitpunkt eine Möglichkeit für die Regulierung der Krankheit bietet. Schließlich sollte untersucht werden, welcher Krankheitsdruck von der Wintergerste auf die Sommergerste und andere Getreidearten ausgeht.

Material und Methoden

Ermittlung der Resistenzdaten

Um die intravarietale Abhängigkeit der Ausprägung der Symptome der Sprenkelkrankheit vom Entwicklungszustand der Gerste nachweisen zu können, wurde an der Versuchsstation Lambach-Stadl-Paura im Herbst 2004 ein Zeitstufenversuch mit 4 Sorten, 5 Zeitstufen und 3 Wiederholungen je Sorte und Zeitstufe angelegt und das Krankheitsgeschehen mehrmals bonitiert. Die Parzellengröße betrug 1 m². Um den Zeitstufen und Sorten im Frühjahr einheitliche Infektionsbedingungen zu ermöglichen, wurden zwischen den Parzellen 4 Drillreihen einer Mischung der 4 Versuchssorten angebaut (Abb.11).

WG - Zeitstufenversuch 2004/05

	Goldina					Tundra					
C	2	1	4	3	5	3	4	1	5	2	C
B	2	1	4	3	5	3	4	1	5	2	B
A	2	1	4	3	5	3	4	1	5	2	A
C	5	3	1	4	2	2	3	1	5	4	C
B	5	3	1	4	2	2	3	1	5	4	B
A	5	3	1	4	2	2	3	1	5	4	A
	Traminer					Opal					

Parzellengröße 1m²

Ausbau zwischen den Parzellen: 4 Drillreihen

(Mischung aus Goldina, Tundra, Traminer, Opal) Anbau: 31.8.2004

1: 1. Zeitstufe (30.8.2004)

2: 2. Zeitstufe (20.9.2004)

3: 3. Zeitstufe (8.10.2004)

4: 4. Zeitstufe (29.10.2004)

5: 5. Zeitstufe (12.11.2004)

Abb. 11: Anbauplan des Zeitstufenversuchs an der Versuchsstation Lambach/Stadl-Paura

Neben dem Zeitstufenanbau wurde 2004/2005 in Lambach ein konventionell bewirtschafteter Kleinparzellenversuch mit 30 Sorten, sowie ein mit 27 Sorten biologisch bewirtschafteter Kleinparzellenversuch durchgeführt. Die Kleinparzellenversuche bestanden in beiden Fällen aus 3

Wiederholungen. Das Datum des Ährenschiebens (DTAE) und die Symptome der Sprenkelkrankheit (RAM) wurden zu drei verschiedenen Terminen erfasst. Die statistischen Auswertungen erfolgten mit den Statistikprogrammen PLABSTAT und STATGRAPHICS-PLUS.

Sporenzählung

Zur Ermittlung des Sporenflugs wurden auf den Feldern Sporenfallen aufgestellt. Diese bestanden aus einer an einem Pflock befestigten Halterung für Objektträger, die durch ein „Dach“ aus Plexiglas vor Regen geschützt wurde. In die in einem Winkel von 45° zur Achse befestigten Halterung wurden mit Vaseline bestrichene Objektträger gesteckt (Abb. 12) Pro Standort wurden stets zwei Fallen aufgestellt, sodass der Sporenflug aller vier Himmelsrichtungen erfasst werden konnte. Die Objektträger wurden in einem zeitlichen Intervall von 2 - 3 Tagen gewechselt. Pro Objektträger wurden 200 Gesichtsfelder ($0,196 \text{ mm}^2$) mit einem ZEISS Axioskop -Mikroskop bei 400-facher Vergrößerung ausgezählt.



Abb. 12: Sporenfalle (nach Strebl). Die Sporen bleiben auf den mit Vaseline bestrichenen Objektträgern haften und können so im Mikroskop ausgezählt werden.

Rubellin – Untersuchungen

Ein besonderes Kennzeichen von *R. collo-cygni* ist die Bildung von Rubellinen, das sind sekundäre Naturstoffe aus der Stoffklasse der Anthrachinone, die bei Ansäuerung der befallenen Blätter als rote Farbflecken sichtbar werden (Abb. 31). Bisher konnten vier verschiedene Rubelline in Extrakten aus befallenen Blattproben nachgewiesen werden.

Untersuchungen von MIETHBAUER et al. (2003) haben gezeigt, dass Rubellin B und D phytotoxische Wirkung haben und bei der Gerste Symptome der Sprenkelkrankheit auslösen können. Die Wirkung beruht auf einer lichtabhängigen Aktivierung aggressiver Sauerstoffformen, die zu einer direkten Schädigung des Gewebes in Form von Chlorosen und Nekrosen führt (HEISER et al., 2003).

Rubellin - Untersuchungen wurden bisher nur bei der Gerste durchgeführt. Da diesbezügliche Analysen bei Roggen, Weizen und Hafer fehlten, wurden erstmals auch bei diesen Kulturarten Rubellin- Untersuchungen durchgeführt. Alle Blattproben stammten von der

Versuchsstation Lambach/Stadl-Paura. Die Analysen erfolgten mittels dem HPLC-Verfahren am Institut für Pharmazie der Universität Jena und wurden von S. Miethbauer und B. Liebermann, Universität Jena, durchgeführt. Da diese Rubelline ansonsten bisher nur bei *Mycosphaerella rubella*, einem parasitischen Pilz der Arzneipflanze Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris*) nachgewiesen wurden, können diese Ergebnisse auch als indirekter Nachweis eines Ramularia-Befalls angesehen werden.

Ergebnisse

Sortenresistenz (Kooperation mit Univ. Prof. Dr. Hermann Hänsel, Probstdorfer Saatzucht)

Die Untersuchungen über die *Ramularia* – Sortenresistenz wurden gemeinsam mit Herrn Univ. Prof. Dr. Hermann Hänsel durchgeführt, der jedoch vor dem Abschluss der Arbeit am 28. Dez. 2005 überraschend verstarb.

Mit Hilfe einer 2001 beschriebenen Regressions-Residuen-Methode (HÄNSEL 2001) hatte HÄNSEL versucht, die *Ramularia* – Boniturwerte vom Einfluss der Zeitigkeit des Ährenschiebens zu bereinigen, um so die genotypischen Resistenzunterschiede der Sorten besser abschätzen zu können. Die statistischen Berechnungen wurden von ihm zwar abgeschlossen, ein von ihm erarbeitetes Manuskript bedurfte jedoch noch einer Überarbeitung, um publiziert werden zu können. Da Herr Univ. Prof. Dr. Hermann Hänsel kund getan hatte, dass ihm an einer Veröffentlichung sehr gelegen war, war es für Herrn Univ.-Prof. Dr. P. Ruckenbauer eine „ehrende Pflicht“ gemeinsam mit Herrn Univ.-Prof. Dr. Heinrich Grausgruber (Univ. für Bodenkultur, Wien) durch Überarbeitung dieses Manuskripts dazu beizutragen, dass diese Arbeit, deren Inhalt im folgenden wiedergegeben wird, nach dem Tod von Univ. Prof. Dr. Hermann Hänsel publiziert werden konnte (HÄNSEL & HUSS 2006).

Die Symptome der Sprenkelkrankheit treten bei frühen wie auch späten Gerstensorten meist erst nach dem Ährenschieben in Erscheinung. Es war deshalb zu vermuten, dass neben der Resistenz auch der physiologische Entwicklungszustand der Sorten für die Ausprägung der Symptome mitverantwortlich ist und die gleichzeitig ermittelten Boniturwerte somit nicht mit der tatsächlichen Sortenresistenz übereinstimmen.

In einer vorhergehenden Studie wurde in mehreren Serien von Wintergersten-Wertprüfungen konstante und signifikant negative, intervarietale Korrelationen zwischen den Boniturwerten für die Sprenkelkrankheit (RAM) und dem Datum des Ährenschiebens (DTAE) festgestellt. Die Korrelation zwischen der *Ramularia*- Bonitur und dem Ertrag war hingegen in den meisten Fällen nicht signifikant. Da die Symptome der Sprenkelkrankheit meistens erst zum Zeitpunkt des Ährenschiebens deutlich sichtbar werden, wurde angenommen, dass Boniturunterschiede zwischen Sorten mit unterschiedlicher Zeitigkeit im Ährenschieben nicht den genetischen Resistenzunterschieden entsprechen. So können etwa gleich anfällige Sorten auch bei wiederholten Bonituren verschiedene Sprenkelsymptome aufweisen. Dasselbe würde auch bei einem früheren oder späteren Ährenschieben desselben Genotyps nach Zeitstufenanbau zutreffen. HÄNSEL (2001) beschrieb eine Regressions-Residuen-Methode (RRM) zur Schätzung des Ertragspotentials bereinigt vom Einfluss des Krankheitsbefalles. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, mit Hilfe derselben Methode die *Ramularia*- Boniturwerte vom Einfluss der Zeitigkeit des Ährenschiebens zu bereinigen, um die genotypischen Resistenzunterschiede der Sorten besser einzuschätzen. Voraussetzungen für die Anwendung der RRM sind (1) eine signifikante intervarietale Regression zwischen zwei quantitative Merkmalen (in diesem Falle DTAE und RAM), (2) ein kausaler Einfluss der *x*-Variable DTAE auf die *y*-Variable RAM und (3), dass der nachgewiesene intervarietale Trend RAM vs DTAE auch intravarietal nachgewiesen ist. Ist dies der Fall, so darf man annehmen, dass die intervarietale Assoziation eine physiologische Komponente hat. Der intravarietal negative Trend lässt sich nach einem Zeitstufenanbau einzelner Sorte im Herbst im darauf folgenden Jahr nachweisen oder widerlegen. Diese Analyse soll die mittlere Befallsbonitur der verschiedenen Genotypen vom Einfluss ihrer unterschiedlichen Zeitigkeit befreien, da der Entwicklungszustand der Pflanze nachweislich mit dem Auftreten des Schadbildes zusammenhängt.

Zeitstufenanbau 2004/2005

In *Tabelle 1* sind Mittelwerte für RAM (1, Blätter grün, keine Symptome; 8, Blätter durch *Ramularia* abgestorben) je Sorte und Zeitstufe angeführt. RAM wurde einheitlich am 31. Mai 2005 erfasst, somit zeitstufenbedingt in verschiedenen Entwicklungsstadien innerhalb jeder Sorte. Aus den Werten in *Tabelle 1* sowie aus *Abbildung 1* wird deutlich, dass innerhalb der einzelnen Sorten RAM mit dem zeitstufenbedingten späteren DTAE abnimmt. Bei der Sorte *GOLDINA* ist die geringere Abnahme durch die Frühzeitigkeit der Sorte und den dadurch bedingten Mangel an Boniturwerten etwa zur Zeit des Ährenschiebens bedingt. In *Tabelle 2* sind die Trendwerte *b* (Steigung der Regressionsgerade) der inter- und intravarietalen Untersuchungen, sowie das jeweilige lineare Bestimmtheitsmaß r^2 angeführt. Die Bedingungen für die Anwendung der Regressions-Residuen-Methode zur Schätzung der sortenbedingten Anfälligkeit gegenüber der Sprenkelkrankheit unter Berücksichtigung sortenbedingter Unterschiede im Ährenschieben, sind somit nachgewiesen.

Anbau 2004	OPAL		TRAMINER		GOLDINA		TUNDRA	
	DTAE 2005	RAM 31/05						
30/80	16/05	4,50	20/05	2,83	13/05	3,00	17/05	3,00
20/09	18/05	4,00	22/05	2,83	15/05	2,50	19/05	2,50
08/10	23/05	3,83	26/05	2,17	19/05	2,33	21/05	2,00
29/10	27/05	2,00	30/05	1,50	23/05	2,17	25/05	1,50
12/11	31/05	1,33	02/06	1,17	27/05	2,00	29/05	1,17

Tabelle 1: Boniturwerte für Symptome der Sprenkelkrankheit (RAM) in Abhängigkeit von Anbauzeitpunkt, Datum des Ährenschiebens (DTAE) und Sorte

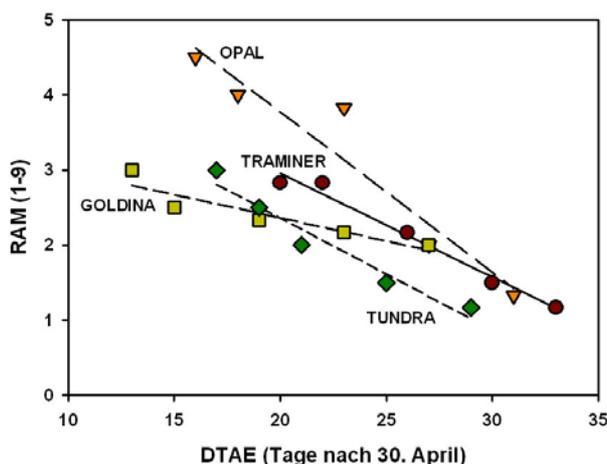


Abb. 13: Intravarietale Regression der Symptome der Sprenkelkrankheit (RAM) vs Datum des Ährenschiebens (DTAE) der Wintergerstensorten Goldina, Opal, Traminer und Tundra des Zeitstufenanbaues.

Intravarietal	RAM vs DTAE	
	b1	r ²
OPAL	-0,213	0,918
TRAMINER	-0,139	0,98
TUNDRA	-0,149	0,946
GOLDINA	-0,059	0,831
Mittel	-0,167	0,948
Intervarietal	b	r ²
30 Sorten, KON	-0,157	0,345
27 Sorten, BIO	-0,235	0,74

b = Steigung der Regressionsgerade
r² = lineares Bestimmtheitsmaß

Tabelle 2: Intra- und intervarietales Regression von Spreitelkrankheitssymptomen (RAM) vs. Datum des Ährenschiebens (DTAE) bei Wintergerste.

Kleinparzellenversuche 2004/2005

Im konventionellen Versuch (KON) war der Trend der Regression RAM vsDTAE bei der spätesten Bonitur (14. Juni) - als die RAM Werte bereits zwischen 7 und 8 lagen - am geringsten (*Tabelle3*).

Bonitur	Lam 2005 KON (n=30)			Bonitur	Lam.2005 BIO (n=27)		
	RAM	b	r ²		RAM	b	r ²
30/05	1,3-4,2	-0,195	0,22	06/06	2,7-4,7	-0,206	0,62
04/06	3,7-6,8	-0,181	0,3	14/06	3,8-6,0	-0,262	0,68
14/06	7,0-8,0	-0,102	0,44	18/06	5,3-8,0	-0,237	0,67
Mittel	4,3-6,0	-0,157	0,35	Mittel	3,9-6,2	-0,235	0,64

Tabelle 3: Boniturnwerte der Spreitelkrankheit (RAM) und intervarietales Regression in den Kleinparzellenversuchen zu drei verschiedenen Boniturnterminen.

Bei den Boniturn am 4. Juni (RAM 3-8) und am 30. Mai (RAM 1-4) war die Steigung der Regressionsgerade etwas höher, $b = -0,181$ bzw. $b = -0,195$. Verwendete man für die Regressions- und Residuenberechnung die RAM Mittelwerte aus den drei Boniturnterminen, so wurde in diesem Falle b nicht verbessert. Soll aus Mangel an Kapazität nur eine einmalige Bonitur durchgeführt werden ist ein mittlerer bis früherer Termin zu empfehlen. In *Tabelle 4* ist der Vorgang der Korrektur für den BIO-Kleinparzellenversuch beschrieben. Die einfachste Methode der Korrektur ist die Änderung des RAM Wertes je zunehmenden Tag Ährenschieben. Diese ist gleich dem Trend b der Regression RAM vs DTAE. Aus *Tabelle4* ist ersichtlich, dass die Korrekturfaktoren bei Sorten mit gleichem DTAE gleich groß und unabhängig von den beobachteten RAM Werten sind. Mit jedem Tag früheren Ährenschiebens nimmt der Korrekturfaktor um den Wert b der genannten intervarietales Regression linear ab ($b = -0,235$; siehe *Tabelle3*). Die Variationsbreite der Korrekturfaktoren ergibt sich aus der Variationsbreite

des Ährenschiebens in Tagen multipliziert mit b . Von zwei Versuchen mit den gleichen Sorten könnte man jenen Versuch effizienter nennen, welcher eine stärkere

Sorte	DTAE	RAM	DTAE _{df}	KF	RAM _k
GOLDINA	18	6,17	-5	-1,175	5,00
IBIZA	18	5,72	-5	-1,175	4,55
MAJESTIC	20	6,06	-3	-0,705	5,36
PETRA	20	6,00	-3	-0,705	5,30
GUDRUN	21	5,67	-2	-0,470	5,20
PALINKA	21	5,56	-2	-0,470	5,09
SERAFINA	21	6,17	-2	-0,470	5,70
TUNDRA	21	5,50	-2	-0,470	5,03
HELGA	22	5,39	-1	-0,235	5,16
LORENA	22	4,94	-1	-0,235	4,71
LUPIDA	22	4,89	-1	-0,235	4,66
TOSKANA	22	5,44	-1	-0,235	5,21
CORNELIA	23	5,33	0	0,000	5,33
LEONORE	23	4,83	0	0,000	4,83
HOLLI	24	4,22	1	0,235	4,46
LUDMILLA	24	5,00	1	0,235	5,24
OPAL	24	5,28	1	0,235	5,52
MONTANA	25	4,89	2	0,470	5,36
TAFENO	25	4,83	2	0,470	5,30
RENI	25	4,94	2	0,470	5,41
GEORGIA	25	4,44	2	0,470	4,91
ZAFIRA	25	4,11	2	0,470	4,58
CAROLA	26	4,00	3	0,705	4,71
JASMIN	26	4,33	3	0,705	5,04
CAMERA	26	3,89	3	0,705	4,60
TRAMINER	26	4,11	3	0,705	4,82
VERTICALE	26	4,72	3	0,705	5,43
Mittelwert	23	5,05	0	0,000	5,05

DTAE = Datum Ährenschieben (Tage nach 30. April 2005); RAM = Sortenmittel der *Ramularia*-Bonitur; DTAE_{df} = Differenz der Sorten zum Sortimentsmittelwert im Datum Ährenschieben; KF = Korrekturfaktor (DTAE_{df}×| b |); RAM_k = korrigierte *Ramularia*-Bonitur (RAM+KF)

Tabelle 4: Korrektur der Sprenkelkrankheitsbonitur (RAM) in Abhängigkeit vom Datum des Ährenschiebens (DTAE) am Beispiel des Kleinparzellenversuches Lambach 2005 BIO

Differenzierung der beobachteten RAM Werte, der korrigierten RAM Werte oder der Korrekturfaktoren aufweist. In *Tabelle 5* sind die korrigierten RAM Werte und die Korrekturfaktoren der beiden Kleinparzellenversuche 2005, sowie die von OBERFORSTER (2004) publizierten Ergebnisse angeführt. Letztere Ergebnisse stammen aus einer Zusammenfassung der nach SCHWARZBACH (1984) adjustierten Mittelwerte von Wertprüfungen der AGES zwischen 1992-2003, berechnet nach der RRM. Die Korrekturen liegen in diesen 3 Versuchen zwischen -0,67 und 0,74 (Lambach 2005 KON), -1,18 und 0,71 (Lambach 2005 BIO), sowie -0,67 und 0,51 (AGES 1992-2003) RAM Werte. In der 3. Versuchskombination

fehlen 4 Sorten mit spätem Ährenschieben und daher fehlen auch die zu erwartenden höheren positiven Korrekturen. Die paarweisen Korrelationskoeffizienten zwischen den korrigierten Boniturwerten für die Sprenkelkrankheit ($r = 0,63-0,87$) bzw. den Korrekturfaktoren ($r = 0,88-0,95$) waren hoch signifikant, was vor allem der hohen Heritabilität des Ährenschiebens zu verdanken ist. Infolge der verschiedenen Saatzeiten des konventionellen und des biologischen Kleinparzellenversuches lässt sich nicht nachweisen, ob

1

Sorte	RAMk1	KF	RAMk	KF	RAMk	KF
GOLDINA	4,41	-0,67	5,00	-1,18	4,32	-0,67
CAROLA	4,56	0,59	4,71	0,71		
HOLLI	4,57	0,27	4,46	0,24	5,19	0,44
GEORGIA	4,57	0,27	4,91	0,47		
LORENA	4,68	-0,04	4,71	-0,24	4,92	0,02
MAJESTIC	4,68	-0,51	5,36	-0,71		
LUPIDA	4,71	-0,20	4,66	-0,24	5,37	-0,09
ZAFIRA	4,79	0,43	4,58	0,47		
CAMERA	4,91	0,27	4,60	0,71	5,16	0,51
PETRA	4,95	-0,67	5,30	-0,71	5,43	-0,48
PALINKA	4,99	-0,20	5,09	-0,47	5,41	-0,04
LUDMILLA	5,03	0,12	5,24	0,24	5,30	0,15
TUNDRA	5,05	-0,20	5,03	-0,47	5,65	-0,13
HELGA	5,10	-0,20	5,16	-0,24	5,53	-0,27
CORNELIA	5,12	0,43	5,33	0,00		
TRAMINER	5,12	0,43	4,82	0,71	4,74	0,34
MONTANA	5,13	0,27	5,36	0,47	5,71	0,32
IBIZA	5,13	-0,67	4,55	-1,18	5,34	-0,56
TAFENO	5,18	0,27	5,30	0,47		
LEONORE	5,37	-0,04	4,83	0,00	5,06	0,02
SERAFINA	5,37	-0,04	5,70	-0,47	6,07	0,21
VERTICALE	5,49	0,74	5,43	0,71		
TOSKANA	5,55	-0,20	5,21	-0,24	5,30	-0,11
VIRGO	5,77	-0,20			6,08	-0,09
GUDRUN	5,77	-0,20	5,20	-0,47	5,91	-0,21
OPAL	5,82	-0,04	5,52	0,24	6,27	-0,09
JASMIN	5,87	-0,04	5,04	0,71		
VIRGO 2	5,99	-0,20				
RENI	6,02	0,27	5,41	0,47	5,68	0,28
ASTRID	6,26	-0,04			6,03	0,13

RAMk = korrigierte *Ramularia*-Bonitur; KF= Korrekturfaktor ² siehe OBERFORSTER (2004)

Tabelle 5: Korrigierte Bonituren für Sprenkelkrankheitssymptome und Korrekturfaktoren für Wintergerstensorten in den Kleinparzellenversuchen 2005 und den Wertprüfungen 1992-2003.

ihre zum Teil verschiedenen Ergebnisse mit den verschiedenen Anzuchtmethoden zusammenhängen. Neben den korrigierten RAM Boniturwerten ist für den Gerstenzüchter auch die Reihung der Sorten nach den Residuen als Maß für den Zuchtwert (*breeding value*) von Interesse. In *Abbildung 2* sind die Sorten des konventionellen Kleinparzellenversuches nach ihren

Residuen gereiht und im Vergleich mit der Differenz der individuellen DTAE Werte zum Sortimentsmittelwert als Maß für die relative Zeitigkeit im Ährenschieben dargestellt.

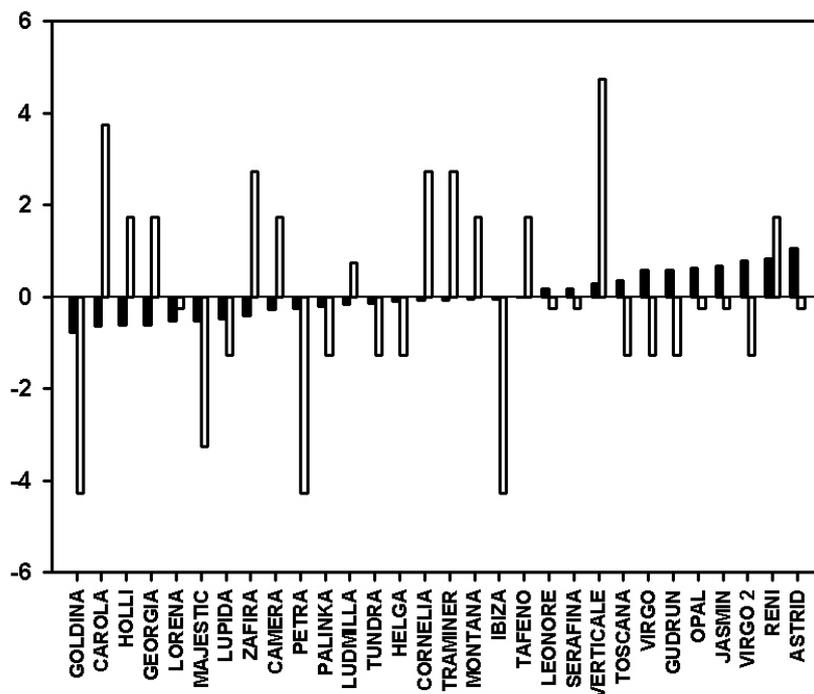


Abb. 14: Einschätzung des Zuchtwertes von Wintergersten auf Grund des Kleinparzellenversuches Lambach 2005 KON (RAM Residuen = schwarze Säulen; DTAE_{ar} = weiße Säulen; die Sorten sind nach aufsteigenden Residuen).

Für den Gerstenzüchter von Interesse sind v.a. Sorten mit negativer Ausprägung in den Residuen. Diese Sorten zeigen eine gegenüber dem allgemeinen Trend relative niedrigere Anfälligkeit gegenüber *Ramularia collo-cygni*. Sorten mit negativer Ausprägung in sowohl den Residuen als auch in ihrer Differenz zum Sortimentsmittel hinsichtlich Ährenschiebens kennzeichnen sich durch Frühzeitigkeit im Ähren schieben und verhältnismäßig niedrigerer Anfälligkeit. Ausgeprägte Beispiele dafür wären *Goldina*, *Majestic* und *Petra*. Im Gegensatz dazu sind Sorten wie *Carola* oder *Zafira* durch unterdurchschnittliche Anfälligkeit bei gleichzeitig spätem Ährenschieben charakterisiert. *Toskana*, *Virgo* und *Gudrun* sind Beispiele für überdurchschnittlich anfällige und frühzeitige Sorten, *Verticale* und *Reni* für überdurchschnittlich anfällige und spät Ähren schiebende Sorten.

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Anfälligkeit gegenüber *Ramularia* sowohl von der Sorte als auch vom Entwicklungszustand der Sorte abhängig ist. Die bisherigen Versuche belegen einen Zusammenhang zwischen der Sprenkelkrankheit und dem Datum des Ährenschiebens. Durch die Regressions-Residuen-Methode kann sowohl eine Korrektur der *Ramularia*-Bonitur in Abhängigkeit von der Zeitigkeit im Ährenschieben erfolgen und somit eine genauere Einschätzung der genotypischen Anfälligkeit/Resistenz. Darüber hinaus liefert diese Methode auch Information hinsichtlich des Zuchtwertes einer Sorte und ihre Verwendbarkeit in einem Resistenzzuchtprogramms. (HÄNSEL & HUSS 2006).

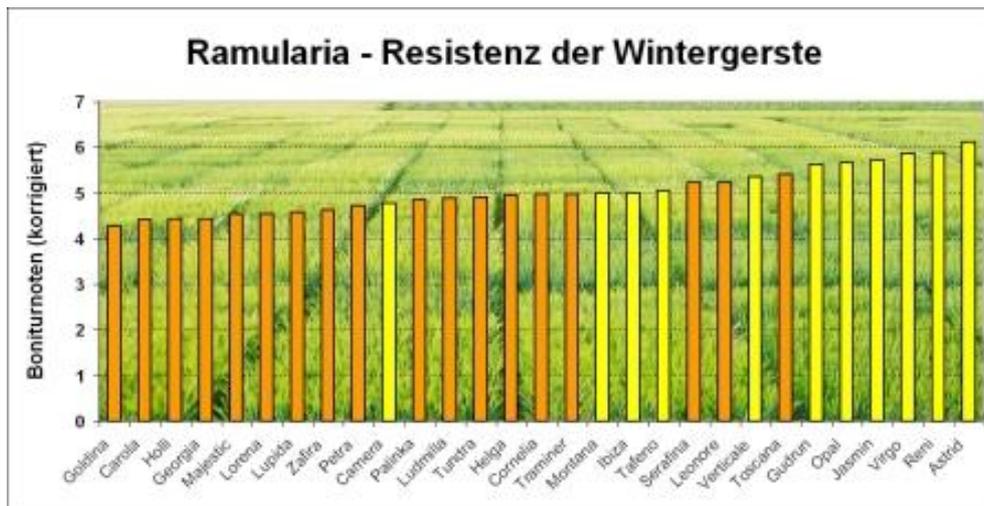


Abb. 15: Resistenz der Wintergerste gegen die Sprenkelkrankheit. Niedrige Boniturnoten: Gute Resistenz; orange Balken = mehrzeilige Sorten, gelbe Balken = zweizeilige Sorten HUSS et al. (2006).

Untersuchungen zur *Ramularia* – Herbst-Infektion der Wintergerste

Infektionsquellen

Saatgut

R. collo-cygni konnte in Form von sporulierenden Pilzrasen nur in seltenen Ausnahmefällen auf den Gerstenkörnern nachgewiesen werden (Abb. 16). Dieser Umstand ist insofern überraschend, als *R. collo-cygni* – Pilzrasen zu Ende der Vegetationsperiode auf allen Blättern und auf von diesen abgeleiteten Organen, so auch den Grannen, überaus häufig gebildet werden und auch die Hüllspelze eine abgeleitete Blattscheide darstellt.



Abb. 16: Als weiße Streifen kenntliche Kondienträgerassen von *R. collo-cygni* an der Spitze eines Gerstenkorns.

Häufig wurde hingegen *Ramularia* - DNA in den Gerstenkörnern nachgewiesen. HAVIS et al. (2007) konnten zeigen, dass von den Körnern ausgehend Pilzmyzel in die Jungpflanzen einwächst, somit eine endophytische Komponente von *R. collo-cygni* existiert. Welche epidemiologische

Bedeutung dieser Komponente zukommt, ist jedoch noch unklar. Für die Ausprägung der Symptome dürfte ihr aber keine Bedeutung zukommen. Dies legen Versuche nahe, bei denen nur dann Sprengelsymptome auftraten, wenn auch *Ramularia* – Sporen Gelegenheit zur Keimung auf den Blättern bekamen (HUSS 2004 und HUSS et al. 2003).

Asteromella – Stadium von *R. collo-cygni*

DNA – Studien haben ergeben, dass eine *Mycosphaerella* als Hauptfruchtform von *R. collo-cygni* möglich ist (CROUS et al. 2000), die bisher allerdings noch nicht gefunden wurde. Eine bemerkenswerte Entdeckung machten hingegen SALAMATI & REITAN (2006), die in *Ramularia* - Kulturen aus Norwegen ein *Asteromella* – Stadium von *R. collo-cygni* nachweisen konnten. Es wäre denkbar, dass diese *Asteromella* in der Natur auf alten Pflanzenresten auftritt und durch die Pykno-sporen die Gerste infiziert. Ein Nachweis in der Natur ist allerdings noch ausständig

Gräser und Mais als Infektionsquelle

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf Wirte, die zur Zeit des Auflaufens der Wintergerste sporulierende *Ramularia* – Rasen aufwiesen.

Gerste als Ausfallgetreide: Wintergerste als Ausfallgetreide spielt keine große Rolle, da die bestockte Wintergerste zwar meist sehr stark von *Pyrenophora teres* befallen war, kaum jedoch von *Ramularia*. Anders verhält es sich mit Sommergerste, die Gelegenheit zum Schossen hatte und sich relativ weit entwickeln konnte. Auf deren Blättern waren stets reichlich *Ramularia* – Rasen zu finden. Solche Gersten waren wiederum relativ selten anzutreffen.

Echinochloa crus – galli: Ein weit verbreitetes Ungras in Mais, bei dem jedoch nur nach langer Suche auch *Ramularia* nachweisbar war.

Quecke (*Elymus repens*): Weit verbreitet in den Ackersäumen. *Ramularia* kann oftmals, allerdings nicht regelmäßig nachgewiesen werden. In manchen Fällen ist auch starker Befall möglich (Abb. 17).



Abb. 17 Von *R. collo-cygni* befallene Quecke

Mais:

In der Region um die Versuchsstation Lambach/Stadl-Paura, im Bezirk Wels – Land im Nördlichen Alpenvorland Oberösterreichs, hat Mais mit ca. 30% Anteil an der Fruchtfolge eine ähnlich große Bedeutung wie die Wintergerste.

Ramularia - Pilzrasen konnten auf den Maisblättern mit großer Regelmäßigkeit nachgewiesen werden, allerdings meist nur auf den bereits abgestorbenen Blättern und ohne Symptome verursacht zu haben (Abb. 19). Eine bemerkenswerte Ausnahme war das Jahr 2008, wo erstmals auch deutliche Ramularia – Symptome auf den Maisblättern beobachtet wurden.

Es handelt sich dabei um meist runde bis elliptische Flecken mit einem Durchmesser von 2–3 mm (Abb. 18 und 20). Daneben sind auch winzige punktförmige und größere unregelmäßig zusammenfließende Flecken zu beobachten. Befinden sich die Flecken in der Nähe von Blattadern, so sind sie durch diese scharf begrenzt. Die als Flecken wahrnehmbaren abgestorbenen Blattpartien grenzen sich in einem frühen Stadium sehr markant und ohne Übergangszone von dem sie umgebenden gesunden, grünen Blattgewebe ab (Abb. 20). Erst mit fortschreitendem Alter kommt es in deren Umgebung auch zu Vergilbungserscheinungen und einer Braunverfärbung des Blattfleckensrandes. In diesem sehr späten Stadium entwickeln sich inmitten der Flecken die weißen Konidienträgerbüschel von *Ramularia collo-cygni* (Abb. 20), die dann eine exakte Zuordnung dieser Flecken möglich machen. Dies bedeutet, dass es zur genauen Bestimmung der Flecken mitunter eines wochenlangen Zuwartens bedarf. Verwechslungsmöglichkeiten bestehen vor allem mit den sehr ähnlichen Symptomen von *Kabatella zae* (= *Aureobasidium zae*). Die Blattflecken konnten ab Mitte September beobachtet werden und waren sehr zahlreich über die ganze Blattfläche verteilt (Abb. 18). Wegen des späten Befalls ist eine Schädigung des Maises jedoch auszuschließen (HUSS 2008).



Abb. 18: Von *Ramularia collo-cygni* verursachte Blattflecken auf der Unterseite eines Maisblattes. Kaufing, 13.10.2008



Abb. 19: Weißer Pilzrasen von *Ramularia collo-cygni* auf einem abgestorbenen Maisblatt ohne erkennbare Reaktion des Blattes auf den Befall



Abb. 20: Von *Ramularia collo-cygni* verursachter Blattfleck auf Mais mit den Konidienträgerbüscheln dieses Pilzes die als weiße Punkte zu erkennen sind. 20.10.2008



Abb. 21: Mais in unmittelbarer Nähe eines Wintergerstenfeldes.

Da die *Ramularia* - Sporen auf den Maisblättern erst nach Auflaufen der Wintergerste gebildet werden und Maisfelder oft in unmittelbarer Nähe von Wintergerste stehen (Abb. 21) stellt Mais

eine geradezu ideale Inokulumquelle für die Wintergersten-Herbstaar dar. Obwohl bisher noch keine Infektionsversuche mit „Mais – Ramularia“ auf Wintergerste durch geführt wurden, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass ein solche Infektion stattfindet, zumal gezeigt werden konnte, dass auf Quecke parasitierende Ramularia auch die Gerste befallen kann (GINDRAT & FREI 1999) und die Bildung von „formae speciales“ (kulturartenspezifischer Befall) bei *Ramularia collo-cygni* bisher nicht nachweisbar war.

Nachweis einer Herbstinfektion

Der Nachweis einer durch Sporenflug hervorgerufenen Herbstinfektion, die auf der Wintergerste zur Bildung von Blattflecken und auch Ramularia – Sporen führt und somit epidemiologisch bedeutsam ist, war im Jahr 2006 möglich. Ungewöhnlich hohe Durchschnittstemperaturen von 11,4°C, 6,2°C und 2,0°C in den Monaten Oktober, November und Dezember (+3,2, +3,1, +2,3°C über dem langjährigen Schnitt von 1952-2006 in Lambach) führten im gesamten nördlichen Alpenvorland zu sehr üppigen und auch stark vergilbenden Wintergerstenbeständen.

Erste Ramularia – Blattflecken mit sporulierenden Konidienträgern waren auf den ältesten Blättern bereits Ende November zu beobachten. Diese Flecken sind rund und mit einem Durchmesser von 0,5 bis 2,5 mm auffallend groß (Abb. 1). Sie unterscheiden sich dadurch sehr deutlich von denen, die während der Hauptvegetationszeit nach dem Ährenschieben auftreten (siehe Abb. 3). Charakteristisch ist ein braunschwarzer nekrotischer Kern, der von einem beigen Ring absterbender Mesophyllzellen umgeben ist, welcher wiederum von einem Ring gesäumt wird, in dem die Mesophyllzellen bereits weitgehend aufgelöst sind und im Gegenlicht deshalb durchsichtig erscheinen.

In Jahren mit weniger üppiger Herbstentwicklung wurden die Blattflecken mit Ramularia – Pilzrasen meist nicht mehr im Herbst, sondern erst nach Abschmelzen des Schnees im zeitigen Frühjahr sichtbar, sodass daraus geschlossen werden darf, dass die Bildung der Blattflecken und auch erster Konidienträger unter dem Schnee erfolgte. Besonders deutlich war dies im Jahr 2005, wo bereits wenige Tage nach der Schneeschmelze (nach einer 60 Tage anhaltenden Schneebedeckung) reichlich sporulierende Ramularia – Rasen anzutreffen waren (HUSS et al. 2005) (Abb. 22). Diese Sporen bilden das Inokulum für eine Frühinfektion der Gerste während des Schossens.



Abb. 22: Reichlich sporulierende Ramularia – Rasen auf altem Wintergerstenblatt, 18. 3. 2005.

Spätanbau

Da sporulierende *Ramularia* stets nur auf den ältesten Wintergerstenblättern beobachtet wurde, war anzunehmen, dass durch die vermehrte Bildung älterer Blattmasse, wie sie bei einem sehr frühen Anbau erfolgt, auch die *Ramularia* gefördert wird. Durch eine im zeitigen Frühjahr 2005 erfolgte Auszählung der Blätter mit *Ramularia* – Rasen pro halbem Meter Drillreihe konnte dies bestätigt werden. Bei einem Anbautermin 30. August 2004 waren dies 76 Blätter, beim Anbautermin 21. September 49 Blätter, beim Termin 8. Oktober 30 Blätter und schließlich beim Termin 29. Oktober nur mehr 13 befallene Blätter.

Wintergerste als Infektionsquelle für Sommergerste

Auf Wintergerste kann die Menge der gebildeten *Ramularia* – Sporen sehr beachtlich sein. Auf einer einzelnen Pflanze wurden $4,5 \times 10^6$ Sporen gezählt (STABENTHEINER et al. 2009). Da der Befall eines Wintergerstenfeldes sehr einheitlich erfolgt, bedeutet dies, dass ein ha Wintergerste bei starkem Befall imstande ist 30 Billionen *Ramularia* – Sporen zu produzieren. Welche Bedeutung dies für den Sommergerstenanbau hat, wurde im Jahr 2005 an der Versuchsstation Lambach/Stadl-Paura untersucht.

Zu diesem Zweck wurde eine in Lambach unmittelbar an ein Wintergerstenfeld angrenzende Sommergerste mit einer Sommergerste verglichen, die 2 km entfernt von der Wintergerste in Stadl-Paura in isolierter Lage mit relativ hohem Grünlandanteil angebaut wurde. In beiden Fällen handelte es sich um die Sommergerstensorte *Felizitas*. Durch Sporenfallen wurde in der Zeit von 14. bis 27. Juni, vom Zeitpunkt des Ährenschiebens bis zur Milchreife der Sommergerste, der Sporendruck in beiden Standorten ermittelt. In dem Sommergerstenfeld, das unmittelbar an die Wintergerste angrenzte, ging in dieser Zeit ein Sporenregen von 33.177 *Ramularia*-Sporen/cm² nieder (Abb. 23), was erwartungsgemäß zu einem schweren Befall der Sommergerste führte (Abb. 24). In dem Feld in Stadl-Paura wurden hingegen nur 2.511 Sporen, also nur 7,6 % der vorigen Sporenmenge gezählt, was dazu führte, dass diese Gerste zum Zeitpunkt der Milchreife noch weitgehend gesund war (Abb. 25) (HUSS 2006).

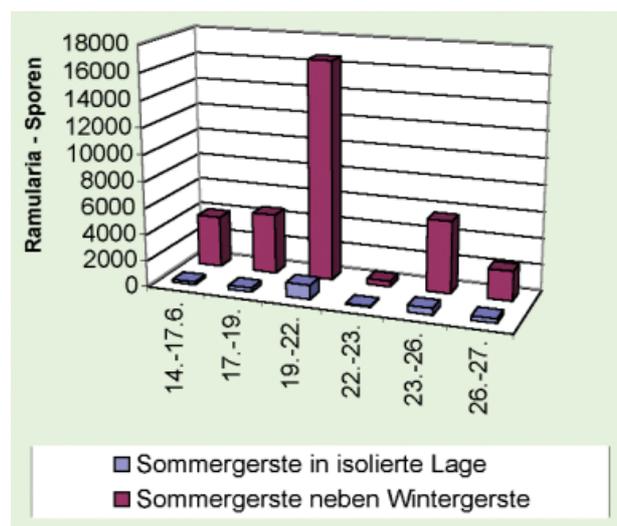


Abb. 23: Vergleich des *Ramularia* – Sporendrucks in einem Sommergerstenfeld in isolierter Lage mit dem Sporendruck, der in einem Sommergerstenfeld herrscht, das unmittelbar an ein Wintergerstenfeld angrenzt.



Abb. 24: Neben Wintergerste angebaute Sommergerste (Sorte *Felizitas*). Starker *Ramularia*-Befall, 26. 6. 2005



Abb. 25: In isolierter Lage angebaute, gesunde Sommergerste (Sorte *Felizitas*), 26. 6. 2005

Dieses Beispiel veranschaulicht nicht nur den enormen Sporendruck, der von einem Wintergerstenfeld ausgehen kann, es zeigt aber auch, dass es sehr wohl möglich ist, diesem Druck zu entgehen, wenn man die Sommergerste in ausreichender Entfernung von der Wintergerste anbaut.

Ramularia – Befall beim übrigen Getreide

Einhergehend mit dem zunehmenden Infektionsdruck, der in den letzten Jahren bei Winter- und Sommergerste zu beobachten war, konnten in Österreich auch bei Hafer, Roggen, Weich- und Durum – Weizen zunehmend Symptome der Sprenkelkrankheit beobachtet werden.

Die größte Empfindlichkeit weist der Hafer auf, bei dem in einzelnen Jahren auch starke Verlaufsformen beobachtet werden konnten. Bei Roggen waren auf den Blättern zwar immer wieder *Ramularia* – Flecken feststellbar, ein starker Befall wie im Jahr 2010 (HUSS & MIETHBAUER 2010) war bisher aber die Ausnahme. Auch bei Weich- und Durum- Weizen konnten immer wieder stärker befallene Blätter nachgewiesen werden. Ertragsrelevant war dieser Befall aber noch nie.

Hafer

Im Jahr 2005 waren die ersten Symptome zu Beginn der Milchreife auf den Blättern der Blatttage F-2 in Form einer feinen Sprenkelung zu erkennen. Bei einigen dieser Blätter waren die Blattpartien im Bereich der Blattkrümmung bereits abgestorben und auf der Blattunterseite die weißen Pilzrasen von *R. collo-cygni* zu erkennen.

Eine Woche später zeigten auch die Blätter der oberen Blatttagen deutliche Symptome. Neben feinen Sprenkeln waren zahlreiche, durch abgestorbenes Blattgewebe braun erscheinende und von einem gelben Hof umgebene Blattflecken zu beobachten. Ihre Form ist rundlich, oval oder gestreckt oval, vereinzelt auch einseitig, selten beidseitig von Blattadern begrenzt. Ihre Größe schwankt von Stecknadelkopfgröße bis zu 1 cm großen Flecken. Durch Zusammenfließen können auch größere Fleckenareale entstehen. Fast immer weisen die in der Mitte dieser Flecken befindlichen *Ramularia* - Pilzrasen auf den Verursacher dieser Flecken hin (Abb. 26).

In wesentlichen Zügen folgt das Krankheitsgeschehen der Sprenkelkrankheit des Hafers den bei der Gerste gemachten Beobachtungen: Wie bei der Gerste werden ältere Blätter zuerst befallen, sodass die Krankheit von den unteren Blatttagen nach oben wandert. Bei überhängenden Blättern sind auch beim Hafer die Blattkuppen die bevorzugten Befallsstellen (HUSS et al 2005).



Abb. 26: Charakteristische *Ramularia* – Befallssymptome bei Hafer

Die von *R. collo-cygni* befallenen Blattproben wurden erstmals auch in Hinblick auf die Rubelline, die Phytotoxine von *R. collo-cygni* untersucht. Folgende Werte konnten ermittelt werden: Rubellin A ($0,100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), Rubellin B ($1,506 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), Rubellin C ($0,252 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), Rubellin D ($1,096 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) (HUSS et al 2005). Die gelb gefärbten Rubelline (A und C) waren nur in geringer Konzentration zu finden und Rubellin B trat wie bei der Gerste als Hauptkomponente auf. Diese Phytotoxine schädigen das Blattgewebe und sind für die Ausbildung der von *R. collo-cygni* verursachten Blattsymptome mitverantwortlich.

Weichweizen

Beim Weizen waren die 2005 beobachteten Symptome eine relativ einheitliche Sprenkelung der Blätter, die wiederum im Bereich der Blattkrümmung bevorzugt in Erscheinung trat (Abb. 27). Die Flecken sind meist nur 1 mm lang, oval und von einem markanten braunen bis braunschwarzen Rand gesäumt.



Abb. 27: Charakteristische Ramularia – Sprenkelsymptome des Weizens

Durum – Weizen

Ein Befall von Durum – Weizen konnte 2008 an der Versuchsstation Fuchsenbigl im Marchfeld beobachtet werden. Wie beim Weichweizen waren die Ramularia - Flecken klein und sprenkelartig (Abb. 28).



Abb. 28: Ramularia – Sprenkelsymptome bei Durum - Weizen

Roggen

Nach einem regenreichen und ungewöhnlich sonnenarmen Mai 2010 waren die die ersten Blattsymptome bereits zu Beginn der Milchreife des Roggens Anfang Juni zu beobachten. Die Ramularia - Flecken sind meist nur 1 mm lang, oval und braun mit einem hellen Innenhof . Mit fortschreitendem Alter verfärbt sich der braune Fleckensaum oftmals braunschwarz. Meist werden die Flecken seitlich durch die Blattadern begrenzt, sie können mitunter aber auch über diese hinausragen. Einzelne Flecken können auch doppelte Adernbreite umfassen oder sehr langgestreckt sein. In der Umgebung dieser Flecken vergilbt das Blattgewebe in sehr auffallender Weise und führt meist sehr rasch zu einem Zusammenfließender geschädigten Gewebepartien (Abb. 29), sodass im Gesamteindruck der Krankheitssymptome nicht der für *R. collo-cygni* so typische Sprekelcharakter der Flecken, sondern der von sehr unregelmäßig geformten Blattnekrosen überwiegt (HUSS & MIETHBAUER 2010). Die Gewissheit, dass diese Nekrosen von *R. collo-cygni* verursacht wurden, gewinnt man meist erst im Stadium einer fortgeschrittenen Schädigung des Blattes, wenn in den Spaltöffnungen die weißen Konidienträgerbüschel des Pilzes sichtbar werden (Abb. 30).

Rubellin-Untersuchungen ergaben einen Wert von $10,3 \pm 0,4$ ng/cm² für Rubellin B und $33,5 \pm 2,5$ ng/cm² für Rubellin D.



Abb. 29 Von *R. collo-cygni* verursachte unregelmäßige Blattflecken bei Roggen



Abb. 30 Konidienträgerbüschel von *R. collo-cygni* inmitten eines 1mm langen Blattflecks auf dem Roggen.



Abb. 31: Roter Rubellin-Fleck im Bereich einer von *R. collo-cygni* verursachten Blattverbräunung auf einem Gerstenblatt

Literatur

- AMELUNG, D. SACHS, E. & H. HUSS (1999): *Ramularia*-Blattfleckenkrankheit. Eine neue Gerstenkrankheit in Deutschland. - *Getreide* 5(1): 47.
- BRAUN, U. (1998): A monograph of *Cercospora*, *Ramularia* and allied Genera (Phytopathogenic Hyphomycetes) Vol 2. pp.493. Eching bei München.
- CAVARA, F. (1893): Über einige parasitische Pilze auf Getreide.- *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten* 3: 16-26.
- CROUS, P. W., APTROOT, A., KANG, J.-C., BRAUN, U. & WINGFIELD, M. J. (2002): The genus *Mycosphaerella* and its anamorphs. – *Studies in Mycology* (45): 107-121.
- GINDRAT, D. & FREI, P. (1999): Les „taches physiologiques“ ou „grillures“ des feuilles de cereales. - *Revue suisse Agric.* 31(3): 119-125.
- GINDRAT, D. & FREI, P. (1999): Blattverbräunungen der Getreideblätter. - *AGRARFORSCHUNG* 6(6): 248.
- HÄNSEL, H. (2001): Yield potential of barley corrected for disease infection by regression residuals. *Plant Breeding* 120, 223-226.
- HÄNSEL, H. & H. HUSS (2007): Ergänzende Untersuchung zur Abhängigkeit der Symptome der Spreitelkrankheit (*Ramularia leaf blight*) von der Entwicklung bei Wintergerste (*Hordeum vulgare* L.). Bericht 57. Tagung 2006 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs. pp. 83-86. HBLFA Raumberg-Gumpenstein.
- Harvey, I.C. 1986: Ocularia leaf spot. *In: Cereals - Minor Diseases and Disorders*. MAF Information Aglink FPP 841.
- HAVIS, N. & S. OXLEY (2006): Investigating the life cycle of *Ramularia collo-cygni* using PCR based diagnostic. *Proceedings 1st European Ramularia Workshop March 2006, Göttingen, Germany*. pp. 39-44.
- HEISER, I., E. SACHS, & B. LIEBERMANN (2003): Photodynamic oxygen activation by rubellin D, a phytotoxin produced by *Ramularia collo-cygni* (SUTTON ET WALLER). *Physiological and Molecular Plant Pathology* 62: 29-36.
- HUSS, H., MAYRHOFER, H. & WETSCHNIG, W. (1987): *Ophiocladium hordei* CAV. (Fungi imperfecti), ein für Österreich neuer parasitischer Pilz der Gerste. - *Der Pflanzenarzt* 40:167-169.
- HUSS, H., MAYRHOFER, H. & E. INGOLIC (1992): *Ramularia collo-cygni* SUTTON & WALLER (Fungi imperfecti), ein wirtschaftlich bedeutender Parasit der Gerste in der Steiermark.- *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark* 122: 87-95.
- HUSS, H. & NEUHOLD, G. (1995): *Ramularia collo-cygni* (Fungi imperfecti) - Der Erreger der Spreitelkrankheit der Gerste.- *Berichte der Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft der Saatgutleiter im Rahmen der Vereinigung österr. Pflanzenzüchter in Gumpenstein*: 197-199.

- HUSS, H. & SACHS, E. (1998): *Ramularia*-Blattflecken- oder Sprengelkrankheit der Gerste.- Der Pflanzenarzt 51(11-12): 15-18.
- HUSS, H. (2000): Ist die Sprengelkrankheit der Gerste bekämpfungswürdig? - Der Pflanzenarzt 53 (5): 4-6.
- HUSS, H., H. FORMAYER und E. STABENTHEINER (2003): Die Sprengelkrankheit – weiter auf dem Vormarsch! Der Pflanzenarzt 5, 8-11.
- HUSS, H. (2004): The Biology of *Ramularia collo-cygni*. In: Yahyaoui, Amor H, Brader, Lukas, Tekauz, Andy, Wallwork, Hugh, and Steffenson, Brian (eds). 2004. Meeting the Challenges of Barley Blights: 321-328. - Proceedings of the Second International Workshop on Barley Leaf Blights. 7-11 April 2002, (ICARDA) Aleppo, Syria.
- HUSS, H., LIEBERMANN, B. & S. MIETHBAUER (2005): Eine ernstzunehmende Krankheit auch bei Hafer und Weizen: Weitere Ausbreitung der Sprengelkrankheit. Der Pflanzenarzt 58 (9-10): 8-11
- HUSS, H. (2006): Bekämpfung der Sprengelkrankheit: Auf Vorbeugung setzen! Der Pflanzenarzt 59 (8): 19-21.
- HUSS, H. (2006): *Ramularia collo-cygni*, die Erfolgsgeschichte eines unterschätzten Getreidepathogens. - Bericht ALVA - Jahrestagung 2006, pp. 43-45.
- HUSS, H. (2006): Eine Krankheit macht Karriere: Die Sprengelkrankheit der Gerste. Der Fortschrittliche Landwirt 15: 18-19.
- HUSS, H. (2006): Die Bedeutung der Krankheitsresistenz im biologischen Pflanzenschutz. Österreichische Fachtagung biologische Landwirtschaft 21.-22. März in Gumpenstein. pp. 29-30.
- HUSS, H. (2007): Bereits starker *Ramularia* – Herbstbefall der Wintergerste. Der Pflanzenarzt 60 (1-2): 24.
- HUSS, H. (2008): Die Sprengelkrankheit nun auch auf Mais! Der Pflanzenarzt 61(11-12): 6-7.
- HUSS, H., EITZINGER, J & M. OBERFORSTER (2009): Die Sprengelkrankheit erstmals auch in Ostösterreich. Der Pflanzenarzt 62 (1-2): 22-24.
- HUSS, H. & S. MIETHBAUER (2010): *Ramularia* erobert Roggen. Erstmals starker Befall des Roggens durch *Ramularia collo – cygni*. Der Pflanzenarzt 63 (8): 9-10.
- JØRSTAD, I. (1930): Beretning om plantesykdommer i land - og hagebruket. VI. Sykdommer på korn-og engvekster. 84pp. Oslo.
- MIETHBAUER, S., HEISER, I. and B. LIEBERMANN (2003): The phytopathogenic fungus *Ramularia collo-cygni* produces biologically active rubellins on infected barley leaves. Journal of Phytopathology 151 (11 – 12): 665–668.
- MILLAR, D. (1998): *Ramularia* rampage.- Crops 17 (1): 6.
- NEUHOLD, G. 1995. Ökonomische Bedeutung und Biologie von *Ramularia collo-cygni* (Fungi imperfecti), einem parasitischen Pilz der Gerste. pp. 66 — Diplomarbeit; Institut für Botanik, Karl-Franzens-Universität Graz, Austria. [unpublished]
- OBERFORSTER, M., 2004: Nichtparasitäre Blattverbräunung (NBV) und *Ramularia*-Nekrosen bei Gerste: Verbreitung, Schadwirkung, Sorteneinfluss und Gegenmaßnahmen. Bericht ALVA - Jahrestagung, Klimawandel-Auswirkungen auf Umwelt und Agrarproduktion, 17.- 19. Mai, Wien, pp. 181-185. AGES, Wien.
- OXLEY, S. J. P., HAVIS, N. D., SUTHERLAND, K. G. & M. NUTALL (2002): Development of a rationale to identify the causal agent of necrotic lesions in spring barley and to identify control mechanisms. pp104. HGCA Project Report No. 282. Edinburgh.
- OXLEY, S., HAVIS, N., & A. EVANS (2010): A guide to the recognition and understanding of *Ramularia* and other leaf spots of barley. pp. 60. SAC & BASF.
- PINNSCHMIDT, H. & HOVMØLLER, M. (2003): *Ramularia*, a new disease of barley – a review of present knowledge.(*Ramularia*, en ny sygdom i byg – opsamling af nuvaerende viden) . DJF rapport nr. 89: 313-321.

- SACHS, E., AMELUNG, D. & P. GREIF (1998): *Ramularia* -Blattflecken (*Ramularia collo-cygni* SUTTON et WALLER) an Gerste in Franken (Bayern). - Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 50 (12): 307-309.
- SACHS, E., GREIF, P., AMELUNG, D. & H. HUSS (1998): *Ramularia collo-cygni*, ein wiederentdeckter Gerstenpathogen in Europa.- Mitt. BBA 357: 96-97.
- SACHS, E. (2000): Das Auftreten der *Ramularia* - Blattfleckenkrankheit an Gerste in Bayern 1999, verursacht durch *Ramularia collo-cygni* SUTTON & WALLER. - Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 52(7): 160-163
- SACHS, E. (2002): Monitoring zur Verbreitung der *Ramularia* – Blattfleckenkrankheit an Wintergerste in Deutschland im Jahr 2000. – Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 54(2): 31-35.
- SALAMATI, S. (2001): Spraglefleck på bygg. – Grønn Forskning 17: 1-9.
- SALAMATI, S. & L. REITAN (2006): *Ramularia collo-cygni* on spring barley, an overview of its biology and epidemiology. Proceedings 1st European *Ramularia* Workshop March 2006, Göttingen. Germany. Pp. 19-35.
- STABENTHEINER, E. MINIHOFFER, T. & H. HUSS (2009): Infection of Barley by *Ramularia collo-cygni*: Scanning Electron Microscopic Investigations. Mycopathologia Volume 168, Number 3, 135-143, DOI 10.1007/s11046-009-9206-8.
- SUTTON, B.C. & WALLER, J.M. (1988): Taxonomy of *Ophiocladium hordei*, causing leaf lesions on Triticale and other Gramineae.- Trans. Br. Mycol. Soc. 90: 55-61.
- SUTTON, B. C. (1991): *Ramularia collo-cygni*. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria No. 1039.- Mycopathologia 114: 61-62.