

Blattrandkäferbefall an Lupinen - Ertragsbeeinflussung und Wirtspräferenzen der Lupinenblattrandkäfer *Sitona gressorius* und *S. griseus*

Lupin weevils - Influence on yield and host preference of *Sitona gressorius* and *S. griseus*

Kathleen Kaufmann^{1*}, Kathrin Ströcker², Shirley Wendt³, Dennis Bellmann³,
Christine Struck², Wolfgang Kirchner² and Bernd Schachler¹

Abstract

The leaf weevils *Sitona gressorius* and *S. griseus* are specific herbivores on lupins (*Lupinus L.*). The adult weevils feed on the leaves, the larvae on the roots of the plant. Loss of biomass and subsequent pathogen infections of injured tissues cause severe damage in lupin cultures. More exact knowledge on the relevance of weevil infestation and the host selection process of the weevils can help to develop cultivars with lesser attractiveness for weevils. In the present study field experiments showed that grain yield is strongly reduced by weevil infestation compared to insecticide treated plots. A total of 126 lupin genotypes were examined on the feeding damage by *Sitona gressorius* and *S. griseus*. Differences in infestation between *Lupinus* species and between genotypes within species could be observed. Generally, varieties of *Lupinus angustifolius* were more affected than *L. luteus* and *L. albus*, bitter genotypes were equally or more affected than non-bitter ones.

Keywords

Host preference, leaf weevils, *Lupinus*, yield

Einleitung

Die Blattrandkäfer *Sitona gressorius* F. und *S. griseus* F. (Coleoptera: Curculionidae) sind spezifische Schädlinge der Lupine (Gattung *Lupinus*). Die adulten Käfer fressen an den Blättern, die Larven an den Wurzeln der Pflanzen (ANDERSEN 1936). Negative Auswirkungen auf die Pflanze sind nicht nur durch den Verlust an Blatt- und Wurzelmasse zu erwarten, sondern auch durch den sekundär auftretenden Befall mit bodenbürtigen Schadpilzen (*Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis*, *Sclerotinia*) (KAUFMANN et al. 2009), für die die Fraßstellen der Käferlarven an der Wurzel Eintrittspforten darstellen. Im konventionellen Lupinenanbau ist der Einsatz von Insektiziden stark eingeschränkt, im Ökolandbau besteht diese Möglichkeit nicht. Bei der Entwicklung neuer Lupinensorten für die landwirtschaftliche Nutzung sollte daher auch eine verringerte Attraktivität

gegenüber Lupinenblattrandkäfern im Focus stehen. In einem Forschungsprojekt sollen mit freilandökologischen, verhaltensbiologischen und biochemischen Methoden nun erstmals Erkenntnisse über das Ausmaß des Käferbefalls an zahlreichen Lupinengenotypen sowie den Einfluss auf den Ertrag gewonnen werden. Zusätzlich finden Laboruntersuchungen zum Wirtswahlverhalten der Tiere und zu den möglicherweise für die Attraktivität der Wirtspflanze relevanten Inhaltsstoffen (z.B. Lupinenalkaloide) statt. Im Zentrum der Untersuchungen steht die Blaue Lupine (*Lupinus angustifolius L.*), jedoch werden auch weitere Lupinenarten berücksichtigt. Hier sollen Ergebnisse zu Feldversuchen zur Ertragsrelevanz sowie zum Käferbefall an verschiedenen Genotypen vorgestellt werden.

Material und Methoden

Ertragsversuch

Um den Einfluss des Insektenbefalls auf den Ertrag von *L. angustifolius* zu untersuchen wurden in den Jahren 2009 und 2010 Freilandversuche mit 30 bzw. 29 Sorten und Wildtypakzessionen der Blauen Lupine angelegt. Der Versuch wurde in 2 Varianten zu je 4 Wiederholungen (WH) durchgeführt, wobei jeweils eine Variante durch Insektizid-beizung und -spritzung (Beizung: Smaragd® forte (Bayer) 150 ml.dt⁻¹; wöchentliche Insektizidapplikationen bis BBCH 50: Karate® Zeon (Syngenta) 0,75 l.ha⁻¹) befallsfrei gehalten wurde, während die andere Variante unbehandelt blieb. Nach der Ernte wurden die Erträge der einzelnen Genotypen erfasst.

Screening auf Blattrandkäferbefall

In den Jahren 2008 bis 2010 wurden insgesamt 113 verschiedene Genotypen von *L. angustifolius*, 10 Genotypen von *L. luteus L.* sowie je ein Genotyp von *L. albus L.*, *L. mutabilis Sweet* und *L. paniculatus Desr.* auf den Befall von *S. gressorius* und *S. griseus* untersucht. Hierzu wurden Feldversuche in zweifacher (2008, 2009) bzw. vierfacher (2010) Wiederholung angelegt. Die Gesamtzahl an ge-

¹ Saatzzucht Steinach GmbH & Co KG, Klockower Straße 11, D-17219 BOCKSEE

² Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Phytomedizin, D-18051 ROSTOCK

³ Universität Bochum, Fakultät für Biologie und Biotechnologie, D-44780 BOCHUM

* Ansprechpartner: Kathleen KAUFMANN, kaufmann.kathleen@saatzzucht.de

Tabelle 1: Boniturschema und Fraßindex
Table 1: Scoring scheme and feeding index

An allen Blättern (<i>on all leaves</i>)	An der gesamten Wurzel (<i>on whole plant roots</i>)
0 kein Blattfraß (<i>no leaf damage</i>)	0 kein Wurzelfraß (<i>no root damage</i>)
1 leichter Blattfraß (1-3 Fraßstellen) (<i>low damage, 1-3 feeding marks</i>)	1 rund 25% der Knöllchen beschädigt (<i>approx. 25% damaged nodules</i>)
2 mittlerer Blattfraß (4-7 Fraßstellen) (<i>intermediate damage, 4-7 feeding marks</i>)	2 rund 50% der Knöllchen beschädigt (<i>approx. 50% damaged nodules</i>)
3 mittelstarker Blattfraß (8-12 Fraßstellen) (<i>medium strong damage, 8-12 feeding marks</i>)	3 rund 75% der Knöllchen beschädigt (<i>approx. 75% damaged nodules</i>)
4 starker Blattfraß (>12 Fraßstellen) (<i>heavy damage, >12 feeding marks</i>)	4 rund 100% der Knöllchen beschädigt (<i>approx. 100% damaged nodules</i>)

BFI bzw. WFI = $(n_0 + n_1 \times 1 + n_2 \times 2 + n_3 \times 3 + n_4 \times 4) \times 100 / (N \times 4)$

n_0, n_1, n_2, n_3, n_4 = Anzahl der Pflanzen in den jeweiligen Befallsklassen 0 bis 4 (*number of plants in the respective damage class*); N = Gesamtzahl der untersuchten Pflanzen (*total number of investigated plants*)

prüften Genotypen betrug 2008 110 und 2009 120. Im Jahr 2010 wurde die Zahl auf 29 in den Vorjahren im Käferbefall auffällige Genotypen reduziert. In allen Versuchsjahren wurden im Zeitraum von Ende April bis Anfang Juni an vier (2008 drei) Zeitpunkten Bonituren auf Fraßschäden durch Blattrandkäfer und ihre Larven durchgeführt. Pro Termin und Wiederholung wurden 5 Pflanzen aus dem Feldversuch entnommen und der Fraßschaden an Blättern und Wurzel erfasst. Hierzu wurde ein fünfstufiger Boniturschlüssel verwendet, anschließend wurde aus den Boniturnoten ein Blattfraßindex (BFI) bzw. Wurzelfraßindex (WFI) für die einzelnen Genotypen berechnet (abgewandelt nach FEILER 1998; Boniturschlüssel und Indexberechnung siehe *Tabelle 1*). Bei einem Index von 0 liegt keine Schädigung vor, ein Index von 100 indiziert eine sehr starke Schädigung.

Statistische Auswertung

Die Versuche wurden mit dem Statistikprogramm Plabstat Version 2009.1 (UTZ 2009) verrechnet. Die Ergebnisse der

Tabelle 2: Durchschnittlicher Ertrag (dt.ha⁻¹) und Standardabweichung von Blauen Lupinen in Abhängigkeit von Jahr und Insektizidbehandlung

Table 2: Mean yield (dt.ha⁻¹) and standard deviation of blue lupin according to year and treatment

Variante (<i>Treatment</i>)	2009	2010
Unbehandelt (<i>Control</i>)	27.6 ± 5,5	6,6 ± 1,5
Behandelt (<i>Insecticide</i>)	34.9 ± 6,9	13,6 ± 2,9
LSD _{0.05}	1,6	0,8

Tabelle 3: Mittlerer Blatt- und Wurzelbefallsindex in Abhängigkeit von Spezies und Jahr. Werte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (LSD 5%)

Table 3: Mean weevil infestation according to species, year and organ damage (BFI, leaf damage index; WFI, root damage index; number below index indicates calendar week of evaluation). Values with similar letter are not significantly different (LSD 5%)

Jahr	2008		2009		2010	
	BFI	WFI	BFI	WFI	BFI	WFI
Kalenderwoche	19	21	18	20	20	22
<i>L. angustifolius</i>	28.5±8.4 a	47.3±15.4 a	33.2±9.2 a	38.0±12.7 a	30.7±7.0 a	34.9±9.2 a
<i>L. luteus</i>	13.8±11.8 b	21.3±11.1 b	20.8±4.8 ab	7.8±7.1 b	3.8±5.3 b	0.0 b
<i>L. albus</i>	-	-	12.5 b	25.0 ab	-	-
<i>L. mutabilis</i>	-	-	-	-	71.3 c	23.8 ab
<i>L. paniculatus</i>	-	-	-	-	45 a	0.0 b

Ertrags- und Screeningversuche wurde durch Varianzanalysen (ANOVA) und post-hoc-Test (Fisher's LSD, $\alpha=0.05$) bzw. mit dem Pearson Rangkorrelationstest geprüft.

Ergebnisse

Ertragsversuch

In beiden Versuchsjahren konnte in der insektizidbehandelten Variante bei allen untersuchten Genotypen ein Mehrertrag gegenüber der unbehandelten Variante erzielt werden (*Abbildung 1*). Bei 23 (2009) bzw. 12 (2010) Genotypen bestehen signifikante Unterschiede in den Erträgen der beiden Varianten. Im Jahr 2009 betrug der durchschnittliche Mehrertrag über alle Genotypen 7,3 dt.ha⁻¹ bzw. 26,4%, im Jahr 2010 5,0 dt.ha⁻¹ bzw. 58,1% (*Tabelle 2*). Insgesamt lag das Ertragsniveau im Jahr 2010 unter dem von 2009.

Screening auf Blattrandkäferbefall

Zur Auswertung wurden in allen drei Jahren Untersuchungszeitpunkte ausgewählt an denen die Pflanzen einen vergleichbaren Entwicklungsstand hatten (*Tabelle 3*). In allen drei Versuchsjahren waren die geprüften Genotypen der Blauen Lupine an Blättern und Wurzeln durch Blattrandkäfer deutlich geschädigt. Mit Ausnahme des Blattfraßes im Jahr 2009 waren Genotypen der Gelben Lupine (*L. luteus*) stets signifikant weniger betroffen. Die im Jahr 2009 geprüfte Sorte von *L. albus* zeigte ebenfalls signifikant geringeren Fraßschaden. *L. paniculatus* und *L. mutabilis* (Versuchsjahr 2010) wiesen hohe Fraßschäden am Blatt und keine bis

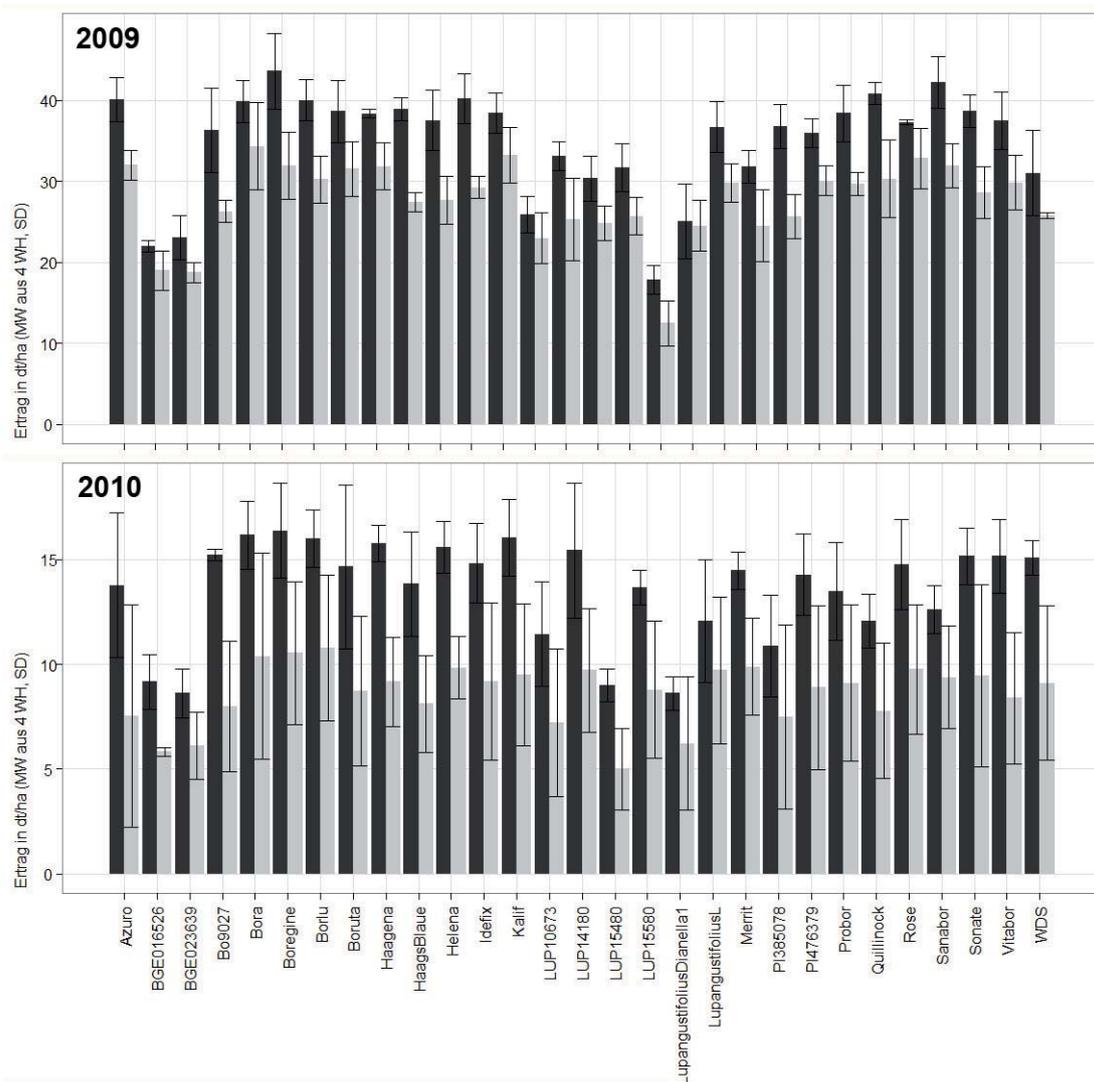


Abbildung 1: Ertrag verschiedener Genotypen von Blauer Lupine in der unbehandelten Kontrolle (grau) und bei Insektizidbehandlung (schwarz)

Figure 1: Yield ($\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$) of different genotypes of blue lupin in the control treatment (grey bars) and in the insecticide treatment (black bars)

mittlere Schäden an der Wurzel auf. Es ist ein schwacher bis mittlerer positiver Zusammenhang zwischen der Höhe von Blatt- und Wurzelfraß erkennbar ($R^2=0.50$ (2008), 0.26 (2009), 0.40 (2010), Pearsons Rangkorrelationstest). Einzelne Genotypen von *L. angustifolius* fallen in allen Jahren durch eher hohe bzw. Schäden auf (Abbildung 2). Dies sind die Sorten Azuro, Bo9027 und Vitabor (hoher Schaden) bzw. Merrit (niedriger Schaden).

Diskussion

Die Ertragsversuche der Jahre 2009 und 2010 zeigen einen deutlichen negativen Einfluss des Käferbefalls auf den Kornertrag bei Blauen Lupinen. Durch die Insektizidbehandlung konnte eine Ertragssteigerung von $26,5$ (2009) bzw. $58,1\%$ (2010) erzielt werden. Die hier angewendete Insektenbekämpfung ist in der Praxis nicht durchführbar, da in Lupinen maximal eine Insektizidapplikation und keine Beizung zugelassen ist.

Der Vergleich verschiedener Lupinen zeigt eine deutliche Präferenz der Blattrandkäfer für Genotypen der Blauen Lupine. Dort waren die Fraßschäden an Blatt und Wurzel in allen Versuchsjahren höher als an *L. luteus* und an *L. albus*. Innerhalb der Art *L. angustifolius* sind große Unterschiede im Käferbefall zu sehen. So finden sich dort Genotypen mit Fraßindices von 20 genauso wie mit Indices von 80 und mehr. Innerhalb der genetischen Variabilität der Blauen Lupine besteht demnach durchaus Potenzial für die Züchtung von Sorten mit verringerter Attraktivität für Blattrandkäfer. Zudem müssen die Ursachen für eine geringere bzw. höhere Attraktivität einzelner Sorten untersucht werden. Weitere Arbeiten im Rahmen des Projekts konnten zeigen, dass bei der Orientierung der Blattrandkäfer zur Wirtspflanze olfaktorische Reize von großer Bedeutung sind (WENDT 2010). Im verhaltensbiologischen Laborversuch (Olfaktometer) zeigten Käfer von *S. gressorius* eine deutliche Präferenz für die Sorten Azuro, Bo9027 und Vitabor (*L. angustifolius*) gegenüber Sorten von *L. albus* und *L. luteus*.

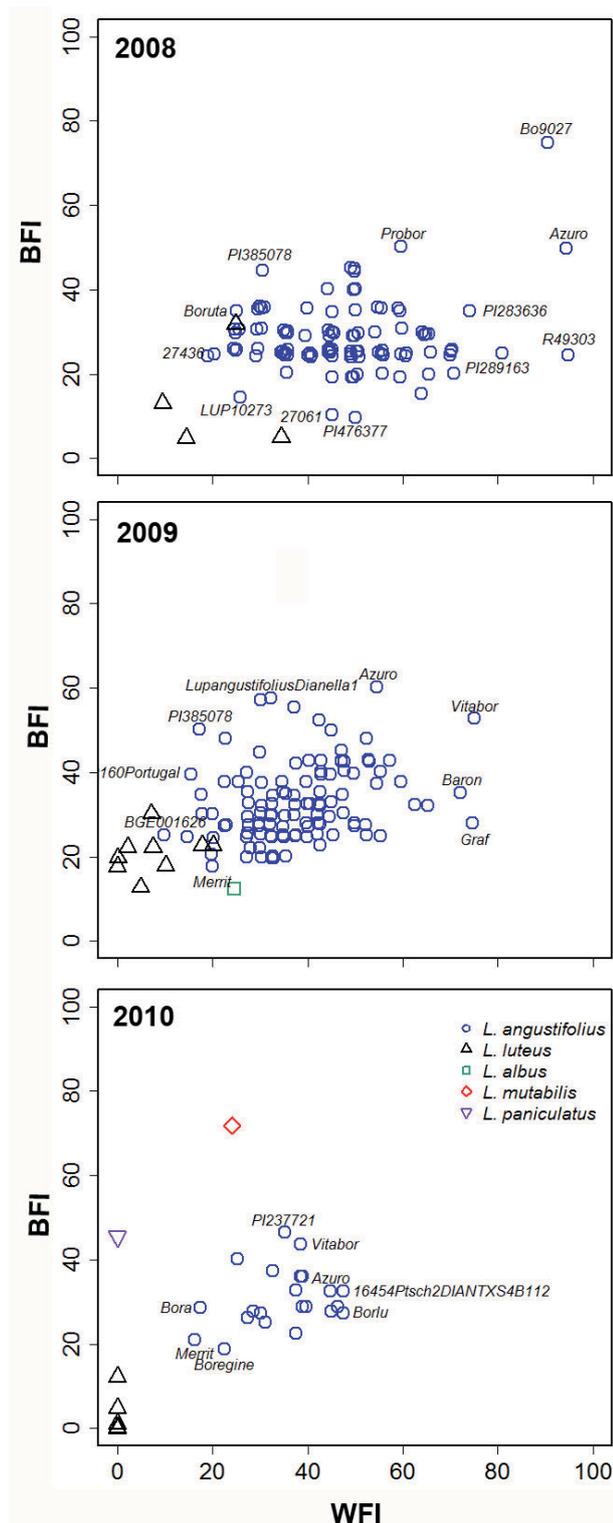


Abbildung 2: Käferbefall (BFI, Blattfraßindex; WFI, Wurzelfraßindex) an verschiedenen Lupinengenotypen und -arten in den Jahren 2008 bis 2010

Figure 2: Leaf damage index (BFI) and root damage index (WFI) resulting from weevil infestation of different lupin genotypes and species in the years 2008 to 2010

Viele Herbivore meiden Lupinen mit hohem Gehalt an Alkaloiden („Bitterlupinen“, im Gegensatz zu „Süßlupinen“ mit geringem Alkaloidgehalt) aufgrund ihrer toxischen Wirkung (WINK 1992). Bei spezialisierten herbivoren Insekten haben sich jedoch häufig Toleranzen gegenüber den Toxinen der Wirtspflanze entwickelt, so bei der Lupinenblattlaus *Macrosiphum albifrons* Essig, die Lupinenalkaloide nicht nur toleriert, sondern auch in großer Menge in ihrem Körper einlagert und eine Präferenz für alkaloidreiche Pflanzen zeigt (WINK und WITTE 1991). Von den im Freilandversuch besonders stark vom Lupinenblattrandläufer geschädigten *L. angustifolius*-Genotypen werden die Sorten Azuro und Bo9027 aufgrund eines hoher Alkaloidgehalts im Korn als bitter eingestuft. Laboranalysen (GC/MS) haben gezeigt, dass bei der Bitterlupine Azuro auch im Blatt ein hoher Alkaloidgehalt vorliegt, während Süßlupinen im Blatt nur geringe Mengen Alkaloide aufweisen (STRÖCKER, unveröffentlicht). Alkaloidreiche Lupinengenotypen werden demnach von den Lupinenblattrandkäferarten *S. gressorius* und *S. griseus* nicht gemieden, die Bitterlupinen Azuro und Bo9027 scheinen eher bevorzugt zu werden. Weitergehende Untersuchungen müssen sich nun mit der Rolle der volatiler Pflanzenstoffe befassen, die bei der Wirtswahl von entscheidender Bedeutung sind.

Danksagung

Wir danken dem deutschen Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz für die Förderung des Forschungsprojekts.

Literatur

- ANDERSEN KT, 1936: Die Blattrandkäfer *Sitona griseus* F. und *Sitona gressorius* F. als Lupinenschädlinge. Anzeiger für Schädlingkunde 13, 81-84.
- FEILER U, 1998: Auftreten und pathologische Bedeutung wurzel- und stängelbesiedelnder Pilze bei *Lupinus luteus* unter verschiedenen Standortbedingungen. Verlag für Wissenschaft und Forschung, Berlin.
- KAUFMANN K, SCHACHLER B, THALMANN R, STRUCK C, 2009: Pilzkrankheiten und Schädlinge bei Süßlupinenarten. Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP), Berlin.
- WENDT S, 2010: Verhaltensbiologische und rasterelektronenmikroskopische Studien zur olfaktorischen und gustatorischen Wahrnehmung des Lupinenblattrandkäfers *Sitona gressorius*. Diplomarbeit, Fakultät für Biologie und Biotechnologie, Ruhr-Universität Bochum.
- WINK M, 1992: Die chemische Verteidigung der Pflanzen und die Anpassungen der Pflanzenfresser. In: Wink M (Hrsg.), Lupinen 1991- Forschung, Anbau und Verwertung, 130-156. Universität Heidelberg.
- WINK M, WITTE L, 1991: Storage of quinolizidine alkaloids in *Macrosiphum albifrons* and *Aphis genistae* (Homoptera: Aphididae). Entomologia Generalis 15, 237-254.
- UTZ HF, 2009: Plabstat, ein Computerprogramm zur statistischen Analyse von pflanzenzüchterischen Experimenten. Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik, Universität Hohenheim, Stuttgart.