



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Studienarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science

Thema: „Sortenspezifisches Pflanzenschutzmanagement bei
Kichererbsen unter den Anbaubedingungen Ostaustraliens“

vorgelegt von: Guido Weißflog

Studiengang: Agrarwirtschaft

Eingereicht am: 16.06.2011

URN: [urn:nbn:gbv:519-thesis2011-0023-9](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:gbv:519-thesis2011-0023-9)

- 1. Prüfer:** Professor Dr. Heinz Große Hokamp
- 2. Prüfer:** Dipl.-Ing. Bernd Schulze

Inhaltsverzeichnis

Abstract	3
1 Einleitung	4
2 Literaturübersicht	5
2.1 Pflanzenbiologie und -physiologie der Kichererbse	5
2.2 Kichererbsenanbau in Australien.....	5
2.3 Pflanzenkrankheiten und Schaderreger bei Kichererbsen.....	8
2.3.1 Phytophthora-Wurzelfäule	8
2.3.2 Brennfleckenkrankheit.....	9
2.3.3 Grauschimmelfäule	11
2.3.4 Viren.....	11
2.3.5 Schadinsekten.....	12
3 Pflanzenschutzmanagement bei Kichererbsen in Ostaustralien	14
3.1 Bestehende Pflanzenschutzstrategien	14
3.2 Sortenspezifische Merkmale ausgewählter Kichererbsensorten.....	17
3.2.1 Anbau und Merkmale der Sorte „PBA HatTrick“	17
3.2.2 Anbau und Merkmale der Sorte „Flipper“.....	19
3.2.3 Anbau und Merkmale der Sorte „Jimbour“	20
3.2.4 Anbau und Merkmale der Sorte „Genesis 425“	21
3.2.5 Bonitur unterschiedlicher Kichererbsensorten	21
3.3 Sortenspezifischer Pflanzenschutzmitteleinsatz	23
3.3.1 Feldversuch 1 (2004)	23
3.3.2 Feldversuch 2 (2005)	25
3.3.3 Feldversuch 3 (2008)	27
4 Diskussion der Ergebnisse	30
5 Zusammenfassung	38
6 Literaturverzeichnis	40
Abbildungsverzeichnis	42
Tabellenverzeichnis	43
Abkürzungsverzeichnis	44
Anhang	45
Eidesstattliche Erklärung	51

Abstract

Over the past several years Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) as grain legumes have become a more significant part of crop rotation strategies, an important role in Eastern Australia. Chickpea integration in these traditional wheat growing areas faced many farmers with new challenges. The plant protection management during the season is essential for a successful economical cultivation of this sensitive field crop. Diseases like *Ascochyta* blight, *Phytophthora* root rot and *Botrytis* grey mould are big issues and can result in substantial crop losses. Besides that, insects such as *Helicoverpa armigera* and weeds like black oats (*Avena fatua*) are further problems. Since 1998 *Ascochyta* blight is the major threat for chickpeas in Australia and causes continually crop failures, or significant reductions in crop yields and quality, in unprotected susceptible varieties. Therefore during the past decade the Australian Plant breeding industry developed a wide range of chickpea varieties with better resistance against this fungal disease. They require less application rates of fungicides in different frequencies. For that reason the development of specific management packages will be a challenging task in the future. The aim of this Thesis is to compare and evaluate conducted fungicide strategies against *Ascochyta rabiei* in different chickpea varieties in terms of their yielding and economical situation.

1 Einleitung

Dem Anbau von Kichererbsen (*Cicer arietinum L.*) in der australischen Landwirtschaft kommt seit dem Ende der 1970er Jahre eine immer bedeutendere Rolle zu. Demnach wurden laut „Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics“ in der Saison 2008/09 in Australien Kichererbsen auf insgesamt 312.600 ha Ackerfläche angebaut. Die Kichererbse ist somit nach Lupinen die zweitwichtigste Körnerleguminose im Produktionsgeschehen der australischen Landwirtschaft. Laut „FAO“ war Australien im Jahr 2008 nach Indien, Türkei und Pakistan der weltweit viertgrößte Produzent von Kichererbsen, wobei etwa 60 % vor allem nach Indien exportiert werden. Nach ICARDA (1978) spielt die Kichererbse mit einem durchschnittlichen Eiweißgehalt von 21 % eine wichtige Rolle in der Proteinversorgung der Bevölkerung des indischen Subkontinentes.

Aufgrund der zunehmend hohen wirtschaftlichen Bedeutung lässt sich feststellen, dass die Kichererbse mittlerweile eine wichtige Rolle in der Fruchtfolge der traditionellen Weizenanbaugebiete besonders im Osten Australiens eingenommen hat. Als genügsame Pflanze mit guter Trockenresistenz und hohen Wärmeansprüchen ist sie für den Anbau unter den subtropischen Klimabedingungen im Nordosten von New South Wales und Süden Queensland besonders gut geeignet. Die Lehm- und Gleyböden mit neutralen bis alkalischen pH-Werten sind eine weitere Voraussetzung für den Anbau von Kichererbsen in dieser Region.

Nach HAWTIN werden Kichererbsen in die zwei Untergruppen „Desi“ und „Kabuli“ eingeteilt. Desi-Sorten sind besonders für den Trockenfeldbau in den Anbauregionen Ostaustraliens geeignet. Sie haben einen kleinkörnigen, leicht braunen Samen, während der Samen des Kabuli-Typs großkörnig ist und eine cremig weiße Färbung besitzt.

Als Hauptproblem in Kichererbsenbeständen ist im Osten Australiens die Brennfleckenkrankheit anzusehen, welche durch den Schadpilz *Ascochyta rabiei* ausgelöst wird. Weitere wichtige Krankheiten der Kichererbse speziell in dieser Region sind die Grauschimmelfäule, verursacht durch den Pilz *Botrytis cinerea* und die Phytophthora-Wurzelfäule durch den Erreger *Phytophthora medicaginis*. Als Hauptschadinsekten sind der Altweltliche Baumwollkapselwurm (*Helicoverpa armigera*) und der Australische Kapselwurm (*Helicoverpa punctigera*) zu nennen, welche die Kornqualität der Kichererbsen negativ beeinflussen und so zu Ertragseinbußen führen.

Das Pflanzenschutzmanagement vor und während der Vegetationszeit von Kichererbsen ist von entscheidender Bedeutung, um Ertragsausfällen und Qualitätseinbußen durch phytopathologische Probleme wie Pilzen, Viren und Schädlingen vorzubeugen. Die nachfolgenden Ausführungen sollen das Pflanzenschutzmanagement bei unterschiedlichen Kichererbsensorten unter den spezifischen Anbaubedingungen Ostaustraliens miteinander vergleichen. Durchgeführte Behandlungen mit Pflanzenschutzmitteln werden analysiert und beurteilt.

2 Literaturübersicht

2.1 Pflanzenbiologie und -physiologie der Kichererbse

Die Kichererbse (*Cicer arietinum L.*) aus der Familie der Leguminosen ist eine einjährige krautige Pflanze, welche Wuchshöhen bis zu einem Meter erreichen kann und eine kräftige Pfahlwurzel besitzt. Der vierkantige Stängel ist aufrecht bis liegend und kann je nach Standort verzweigt sein. Die 5-10 mm langen Laubblätter sind mit Drüsenhaaren ausgestattet, welche Apfel- und Oxalsäure abscheiden; die 10-12 mm großen Blüten können purpurrot, violett, lila oder weiß gefärbt sein. Die an einem gebogenem Stiel stehenden Hülsen enthalten meist zwei unregelmäßig geformte Samen, dessen Nährstoffgehalte STÄHLIN wie folgt angibt: 17,4 bis 23,2 % Rohprotein; 3,7 bis 5,5 % Rohfett; 49,8 bis 63,6 % stickstofffreie Extraktstoffe; 3,0 bis 8,3 % Rohfaser; 2,9 bis 4,3 % Rohasche (mit einem hohen Phosphoranteil) und 9,3 bis 14,8 % Wasser.

Als entscheidende Einflussfaktoren auf das Wachstum und somit auf den Ertrag von Kichererbsepflanzen können Lufttemperatur, Tageslänge und pflanzenverfügbares Bodenwasser angegeben werden. Laut „NSW Department of Primary Industries“ besitzt die durchschnittliche Tagestemperatur große Auswirkungen auf die Blütenbildung und Hülsenfüllung bei Kichererbsepflanzen. Demnach werden bei mittleren Tagestemperaturen von unter 15°C die Blüten abgestoßen. Im September 2009 führten beispielsweise Frostperioden in Ostaustralien während der Blütezeit bei Kichererbsebeständen vereinzelt zu Ertragsausfällen bis zu 100 %.

2.2 Kichererbseanbau in Australien

Die ersten Kichererbsebestände in Australien wurden im Jahr 1978 im Südosten des Bundesstaates Queensland und im Norden von New South Wales angebaut, was das heutige Zentrum der australischen Kichererbseproduktion darstellt. Aufgrund dessen beziehen sich die Ausführungen dieser Arbeit im Wesentlichen auf diesen regionalen Raum.

Bis zum Jahr 1998 erreichte die gesamte Anbaufläche in Australien eine Größe von 309.000 ha mit durchschnittlichen Erträgen von 1.0 t/ha. Ab dem Beginn der 1990er Jahre wurden Kichererbsebestände auch in Teilen der Bundesstaaten Victoria, South Australia und Western Australia etabliert. In Abbildung 1 ist die räumliche Verteilung dieser Regionen farblich dargestellt.

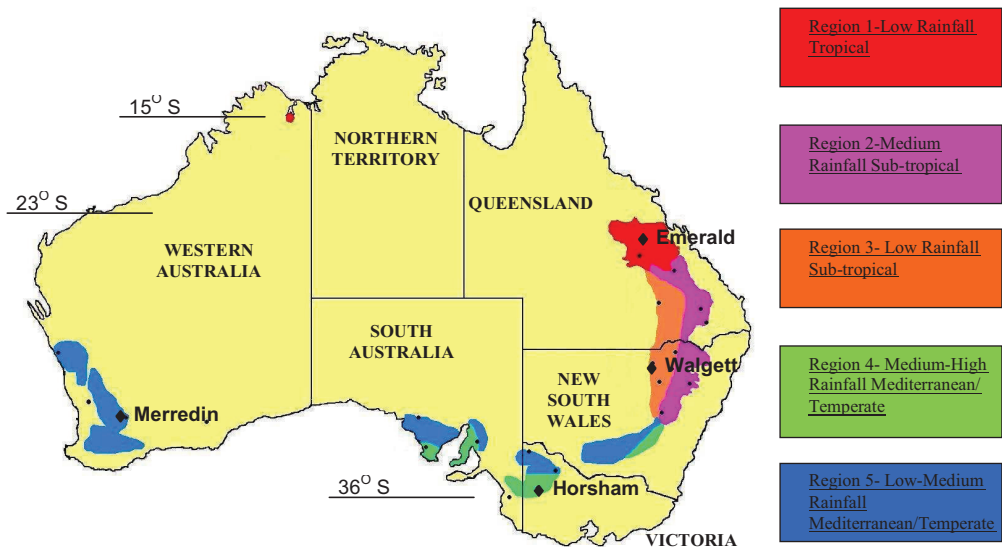


Abbildung 1: Regionen des Kichererbsenanbaus in Australien; Quelle: NSW Department of Primary Industries (2008)

Infolge des erstmaligen Auftretens der Brennfleckenkrankheit in australischen Kichererbsenbeständen im Jahr 1998 und Dürreperioden ging die Anbaufläche in den beiden darauf folgenden Jahren um 100.000 ha zurück. Im Jahr 2008 wurden nach Angaben der „FAO“ 442.543 t an Kichererbsen auf 313.000 ha Ackerfläche in Australien produziert. Für die Saison 2010/2011 prognostizierte das „Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics (ABARE)“ eine Anbaufläche für Kichererbsen in Australien von 501.000 ha, wovon 301.000 ha auf den Bundesstaat New South Wales fallen. Laut „GRDC“ wird mit einer Ausweitung der Gesamtanbaufläche von Kichererbsen in Australien auf 560.000 ha bis zum Jahr 2015 gerechnet. Abbildung 2 zeigt den Kichererbsenanbau in NSW im Direktsaatverfahren.



Abbildung 2: Kichererbsenanbau im Direktsaatverfahren in Ostaustralien kurz vor Blühbeginn (17.08.2010), eigene Aufnahme

Die australischen Anbauggebiete sind nach ihren klimatischen Gegebenheiten in fünf verschiedene Regionen eingeteilt, wie Abbildung 1 anhand der unterschiedlichen Färbungen aufzeigt. Dabei werden tropische bzw. subtropische Regionen (Regionen 1-3) in Queensland und im Norden von NSW sowie Gebiete des mediterranen Klimas (Regionen 4 und 5) im Süden und Westen Australiens unterschieden.

Die Klimadiagramme der Wetterstationen Emerald und Walgett in Abbildung 3 repräsentieren dabei Regionen mit sommerbetonten Niederschlägen¹, während die Wetterstationen Horsham und Merredin Gebiete mit höheren Niederschlägen im Winter² darstellen. Es sind ebenso die unterschiedlichen Saat- und Erntezeitpunkte für die jeweiligen Regionen in den Klimadiagrammen angegeben.

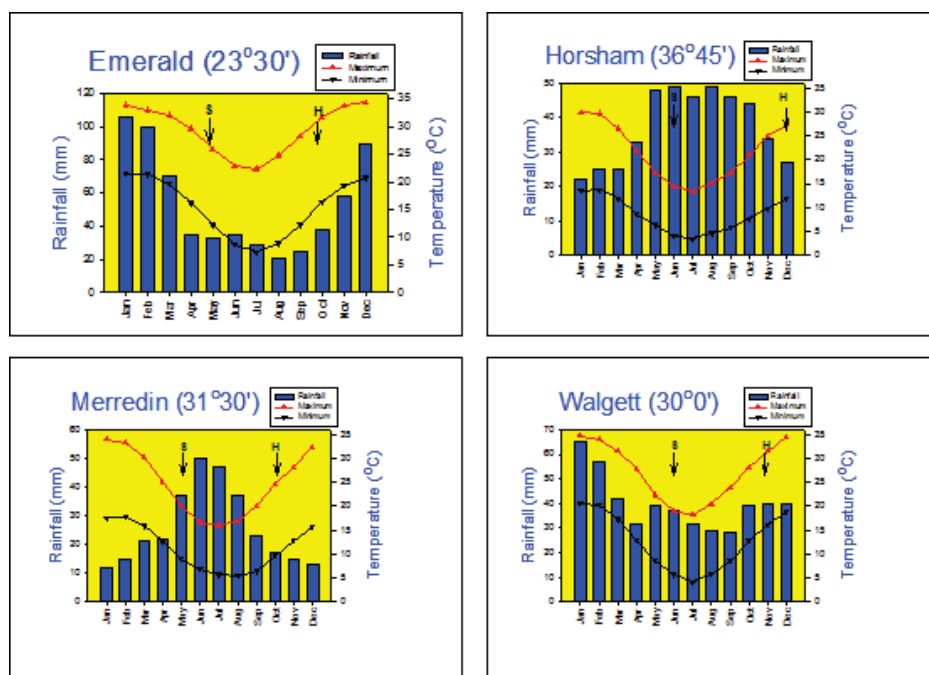


Abbildung 3: Klimadiagramme australischer Anbauregionen für Kichererbsen; Quelle: NSW Department of Primary Industries (2008)

Eine frühe Aussaat von Kichererbsen in Regionen mit winterbetonten Niederschlägen ermöglicht beispielsweise die Ausschöpfung des optimalen Ertragspotenzials. Dies sollte aber nur mit Sorten geschehen, welche eine hohe Resistenz gegenüber der Brennfleckenkrankheit besitzen. Ein früherer Saatzeitpunkt begünstigt hier aufgrund der häufigeren Winterniederschläge das Auftreten dieser Pflanzenkrankheit.

Für die subtropischen Regionen mit sommerbetonten Niederschlägen, zu denen die ostantarischen Kichererbsenanbauggebiete zählen, wird Mitte Mai bis Mitte Juni als optimaler Saatzeitraum angegeben. Hier sind die Pflanzen vorwiegend auf gespeichertes Bodenwas-

¹ vgl. tropische bzw. subtropische Regionen (Regionen 1-3)
² vgl. Gebiete des mediterranen Klimas (Regionen 4 und 5)

ser angewiesen. Die höhere Biomasseentwicklung durch eine frühere Aussaat würde zu Wasserstress während der Hülsenfüllung führen. Ebenso besteht nach Angaben des „NSW Department of Primary Industries“ die Gefahr eines höheren Befalls durch die Grauschimmelfäule. Außerdem ist ein zu früh gesäter Kichererbsenbestand in dieser Region Frostgefahren während der Blütezeit und Hülsenfüllung ausgesetzt.

Die Ernte der Kichererbsen startet gewöhnlich im September in den tropischen Gebieten Queensland und endet im Dezember oder Januar in den südlichen Anbauregionen von South Australia und Victoria. Der Erntezeitpunkt für die subtropischen Anbauggebiete in NSW liegt gewöhnlich in der ersten Novemberhälfte. Die Längen der Vegetationsperioden variieren demnach je nach Anbauggebiet zwischen 130 bis 210 Tagen.

2.3 Pflanzenkrankheiten und Schaderreger bei Kichererbsen

Im folgenden Abschnitt werden die bedeutendsten Pflanzenkrankheiten und Schaderreger des australischen Kichererbsenanbaus vorgestellt.

2.3.1 Phytophthora-Wurzelfäule

Die Phytophthora-Wurzelfäule (Phytophthora root rot) bei Kichererbsen wird durch den bodenbürtigen Schadpilz *Phytophthora medicaginis* ausgelöst. Dieser stammt aus der Ordnung der Falschen Mehltaupilze (*Peronosporales*). Nach Angaben des „NSW Department of Primary Industries“ stellt diese Pilzkrankung vor allem für Bestände auf den Lehm- und Tonböden im Norden von NSW und Süden Queensland eine Problematik dar. Die Phytophthora-Wurzelfäule ist eine vom Luft- und Wasserhaushalt des Bodens abhängige Pilzkrankheit, welche sich besonders auf staunassen Standorten dauerhaft etablieren kann. Sie tritt außerdem vermehrt in Anbausaisons mit überdurchschnittlich hohen Niederschlagsmengen unter kühlen Witterungsbedingungen auf. Zur Infektion der Pflanzen kann schon ein sättigendes Regenereignis ausreichend sein.

Als äußere sichtbare Symptome sind Welke- und Absterbeerscheinungen an den unteren Blattetagen zu erkennen. Im Boden verfaulen die Seitenwurzeln, in dessen Folge die Pfahlwurzel der Pflanzen zerfällt und sich typischerweise dunkelbraun bis schwarz verfärbt. Bei hohem Befallsdruck sind durch die Phytophthora-Wurzelfäule Ertragsausfälle von 50-75% möglich³. Um dieser Krankheit bei Kichererbsen vorzubeugen, wird durch das „NSW Department of Primary Industries“ neben der Wahl resistenter Sorten und Vermeidung staunasser Anbaustandorte die Saatgutbeizung mit dem systemischen Fungizid „Metalaxyl“ empfohlen.

³ Feldversuch (unbehandelt) des NSW DPI (2004)

2.3.2 Brennfleckenkrankheit

Die Brennfleckenkrankheit (*Ascochyta blight*), welche durch den Schadpilz *Ascochyta rabiei* ausgelöst wird, stellt in Australien seit dem Jahr 1998 die Hauptproblematik im Pflanzenschutz bei Kichererbsen dar. Diese samen- oder bodenbürtig ausgelöste Pilzkrankheit kann bei nicht resistenten Kichererbsensorten ohne entsprechende Maßnahmen zu Ertragsausfällen bis 100% führen⁴.

In Abbildung 4 ist der Entwicklungszyklus (a-g) von *Ascochyta rabiei* bei Kichererbsen dargestellt.

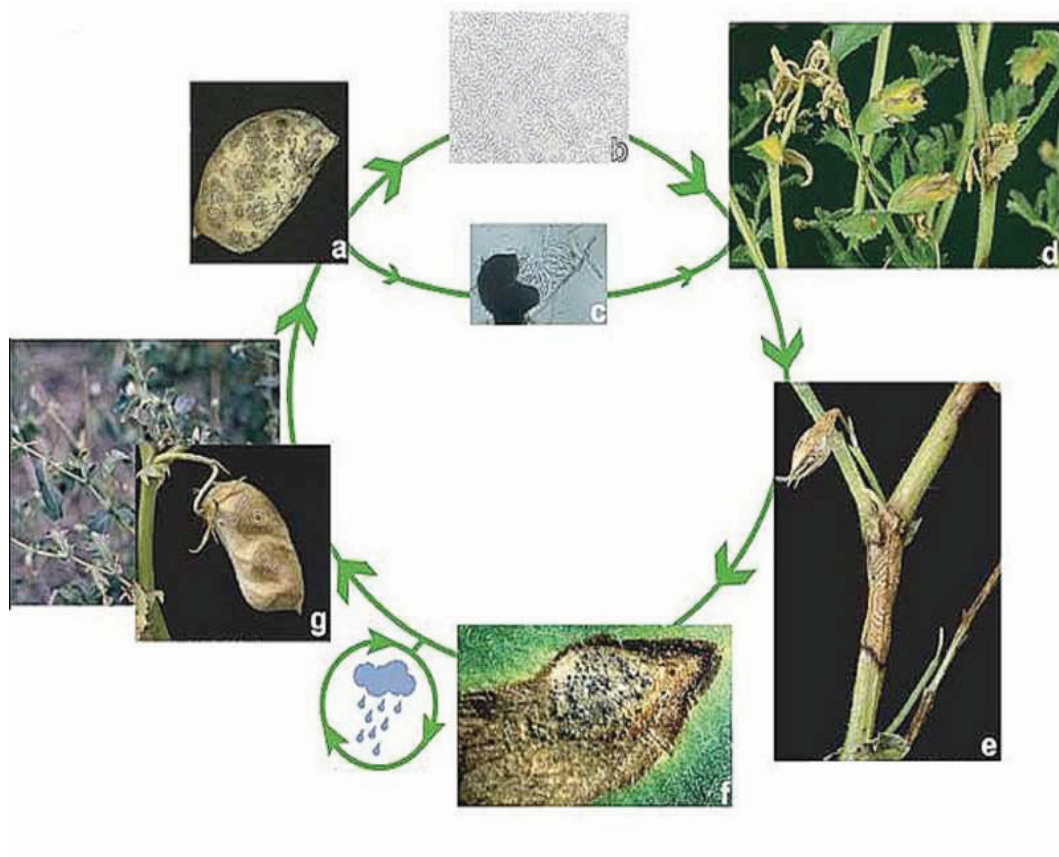


Abbildung 4: Entwicklungszyklus von *Ascochyta rabiei* bei Kichererbsen, Quelle: Government of Saskatchewan, Kanada (2010)

Ascochyta rabiei gehört zur Gattung der Schlauchpilze (*Ascomyceten*) und wurde erstmalig von LABROUSSE (1931) als der Erreger der Brennfleckenkrankheit bei Kichererbsen beschrieben.

Als wichtige Infektionsquelle für den Schaderreger werden nach LUTHRA et al. (1933) befallene Ernterückstände⁵ angegeben. Nach KAISER (1973) kann der Pilz hier als Myzel und/oder Pyknidium im Pflanzengewebe überdauern. Außerdem kann der Erreger über

⁴ Feldversuch (unbehandelt) des NSW DPI (2004)

⁵ vgl. Bild a in Abbildung 4

infiziertes Saatgut übertragen werden. Durch ungeschlechtliche Vermehrung werden Konidien⁶ gebildet, die durch Wind und Wasser auf die gesunden Pflanzen übertragen werden. Im Gegensatz dazu können durch geschlechtliche Vermehrung Ascosporen⁷ entstehen, welche vor allem durch Wind in die gesunden Bestände eingetragen werden. Dadurch bilden sich auf Blättern, Stängeln und Petiolen Läsionen, in denen das Pflanzengewebe sehr schnell verbräunt und zum Abknicken⁸ dieser Pflanzenbestandteile führt. Es entstehen hier die Pyknidien⁹ des Erregers, welche in konzentrischen Ringen angeordnet sind (ATANASOFF & KOVACEVSKI, 1929; LABROUSSE, 1930; LUTHRA & BEDI 1932). Im weiteren Verlauf können die Hülsen¹⁰ befallen werden, was zu Ertrags- und Qualitätseinbußen führt. Die Verbreitung während der Vegetationsperiode erfolgt insbesondere durch auftretende Niederschlagsereignisse.

Das „NSW DPI“ empfiehlt daher den Einsatz resistenter Sorten im Zuge der Fruchtfolge und Schlagwahl. Weitere Voraussetzungen zur Vermeidung des Erregerbefalls sind eine Saatgutbeizung, die Anwendung entsprechender Fungizide sowie die Einhaltung von Hygienemaßnahmen während der entsprechenden Bearbeitungsschritte in der Vegetationsperiode. Nach der Ernte sollte außerdem eine Stoppelbearbeitung erfolgen.

Das Auftreten des Erregers *Ascochyta rabiei* bei Kichererbsen wird auch durch Temperatur, Blattnässedauer und Luftfeuchtigkeit begünstigt.

Die Lufttemperatur hat dabei einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung des Schadereggers *Ascochyta rabiei*. Nach TRAPERO-CASAS und KAISER (1992) liegt die optimale Temperatur für den Pilzbefall in Kichererbsenbeständen bei 20°C. Die untere Temperaturgrenze wird von TRAPERO-CASAS und KAISER (1992) mit 5°C angegeben, während die Maximaltemperatur bei 30°C liegt.

Die Befallsintensität mit *Ascochyta rabiei* bei Kichererbsen hängt neben der Temperatur auch von der Dauer der Blattnässe ab.

Untersuchungen von KAACK (1980) ergaben, dass zwischen 9°C und 27°C mindestens 6 Stunden Blattnässedauer erforderlich sind, um 1 % Pflanzenoberfläche mit *Ascochyta rabiei* bei Kichererbsen zu infizieren.

Nach JHORAR et al. (1998) beträgt die minimale Blattnässedauer für eine Symptomentwicklung durch *Ascochyta rabiei* 4-8 Stunden. Die höchste Infektionsrate wird nach JHORAR et al. (1998) bei einer Blattnässedauer von 18 Stunden erreicht.

⁶ vgl. Bild b in Abbildung 4

⁷ vgl. Bild c in Abbildung 4

⁸ vgl. Bild d & e in Abbildung 4

⁹ vgl. Bild f in Abbildung 4

¹⁰ vgl. Bild g in Abbildung 4

Nach Untersuchungen von CHAUHAN und SINHA (1973) läuft die Befallsentwicklung mit *Ascochyta rabiei* bei Kichererbsen bei relativen Luftfeuchtigkeiten von 85-98% am schnellsten ab.

2.3.3 Grauschimmelfäule

Die Grauschimmelfäule (*Botrytis Grey Mould*) bei Kichererbsen wird durch den samenbürtigen Schadpilz *Botrytis cinerea* ausgelöst und kann besonders in sehr niederschlagsreichen Anbaujahren in Verbindung mit hohen Luftfeuchtigkeiten zu vollständigen Ernteaufällen führen. Die optimale Temperatur für das Wachstum dieses Pilzes liegt bei 20°C. Eine hohe Saatdichte unter diesen klimatischen Bedingungen fördert nach Angaben des „Queensland Department of Primary Industries“ noch zusätzlich den Ausbruch des Schaderregers *Botrytis cinerea*. Im Zusammenhang mit dem Auftreten der Grauschimmelfäule ist auch das Vorhandensein des Becherpilzes *Sclerotinia sclerotiorum* zu beobachten, welcher die Weißstängeligkeit bei Kichererbsen auslöst. Die ersten Symptome der Grauschimmelfäule treten gewöhnlich nach der vollständigen Ausbildung der Blattfläche zu Beginn der Blütezeit auf. Eine Folge des Schaderregerbefalls zur Blütezeit ist eine reduzierte Bildung von Hülsen, was in Ertragseinbußen resultiert. Der grau bis grau-braune Schimmel setzt sich als Pilzgeflecht auf abgestorbene Stängel und Petiole, vor allem unterhalb der geschlossenen Blattoberfläche, ab. Es können auch Kichererbsenhülsen nach der Blüte mit *Botrytis cinerea* infiziert werden. Dadurch wird der Erreger über befallenes Saatgut in die kommende Anbausaison übernommen. Nach Angaben des „Department of Agriculture and Food of Western Australia“ überlebt der Schadpilz mit Hilfe von Sklerotien im Boden oder als Mycel nach der Ernte auf den Stoppeln der vorherigen Kichererbsenbestände und kann durch Wind auf andere Bestände übertragen werden.

2.3.4 Viren

Viruserkrankungen bei Kichererbsen stellen seit Beginn der 1990er Jahre eine Problematik dar, wobei vor allem Blattläuse als Vektoren funktionieren. Dabei ist zwischen persistenten und nicht persistenten Pflanzenviren zu unterscheiden. Die nicht persistenten Pflanzenviren bleiben an den Mundwerkzeugen des Schädling haften und werden von dort auf die gesunden Pflanzen übertragen. Nach wenigen Minuten sterben die Viren ab und die Blattlaus ist nicht mehr infektiös. Persistente Viren werden hingegen von den Vektoren mit dem Pflanzensaft aufgenommen. Diese können dann über mehrere Wochen in der Blattlaus überdauern und so durch deren Speichel auf gesunde Pflanzen übertragen werden.

Das Blattrollvirus (Bean leafroll virus), das westliche Rübenvergilbungsvirus (Beet western yellows virus) und das „Soybean dwarf virus“ aus der Gruppe der Luteoviren besitzen ebenso ein hohes Gefährdungspotential für Kichererbsenpflanzen wie das Luzernemosaikvirus (Alfalfa mosaic virus). Im Jahr 2009 bonitierte das „NSW Department of Primary Industries“ 23 Schläge hinsichtlich des Virusbefalls. Die Befallszahlen reichten dabei von 2-30%. Die Ertragsverluste durch die benannten Viren wurden überwiegend als gering eingestuft. Nur in 2 der 23 untersuchten Schläge war die Viruskonzentration so hoch, dass Ertragsausfälle von 10-15% ermittelt wurden. Als Bekämpfungsstrategien wird die Anwendung der „Guten Fachlichen Praxis“ empfohlen, was die Einhaltung der Saatstärke und des Saatzeitpunktes sowie die Unkrautbekämpfung einschließt. Ein Unterlassen der Stoppelbearbeitung verhindert nach Aussagen des „NSW DPI“ den Blattlausbefall eines Kichererbsenbestandes während der frühen vegetativen Phase. Die Ausbringung von insektizid gebeiztem Saatgut oder Anwendung von Blattfungiziden gegen Viruserkrankungen ist nicht effektiv und wird daher nicht empfohlen.

2.3.5 Schadinsekten

Der Altweltliche Baumwollkapselwurm (*Helicoverpa armigera*) und ein ausschließlich in Australien vorkommender Kapselwurm (*Helicoverpa punctigera*) aus der Familie der Eulenfalter sind die wichtigsten Schadinsekten im australischen Kichererbsenanbau. Sie sind mit Einsatz der Blüte in den Beständen zu finden und richten Schäden ausschließlich im Zeitraum von der Hülsenfüllung bis zur Reife an. Dadurch werden der Ertrag und die Kornqualität der zu erntenden Kichererbsen negativ beeinflusst. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur Larvenbekämpfung wird demnach vom „Queensland Department of Primary Industries“ ab dieser kritischen Periode empfohlen, wobei die jeweiligen Bekämpfungsschwellen berücksichtigt werden müssen.

Tabelle 1: Einfluss der Larvenpopulation von *Helicoverpa armigera* und *Helicoverpa punctigera* auf den monetären Ertragsverlust bei unterschiedlichen Kichererbsenpreisen (in AUD)

Kichererbsenpreis (AUD/t)	monetärer Ertragsverlust (AUD/ha) bei Befall des Bestandes mit				
	1 Larve/m ²	2 Larven/m ²	3 Larven/m ²	4 Larven/m ²	5 Larven/m ²
300	6	12	18	24	30
400	8	16	24	32	40
500	10	20	30	40	50
600	12	24	36	48	60

Quelle: Queensland Department of Primary Industries (2010), eigene Darstellung

Anhand Tabelle 1 ist zu erkennen, dass bei einer Larvenpopulation von einer Larve/m² in einem mit Insektiziden unbehandelten Kichererbsenbestand der Ertragswert um 2 % sinkt und der Ertragsverlust proportional zum Larvenbefall/m² ansteigt. Demnach liegt der Ertragsausfall bei 5 Larven/m² bei 10 %. Untersuchungen des „Queensland Department of Primary Industries“ ergaben, dass eine Larve bis zu ihrer Verpuppung 2 g an Kichererbsensamen konsumieren kann. Dabei wird von großen Larven mit einer Länge von 14-30 mm ausgegangen, wobei nach Angaben des „Queensland Department of Primary Industries“ die durchschnittliche Überlebensrate kleiner Larven (1-7 mm) bei 70 % liegt. In Abbildung 5 ist das Fressverhalten kleiner und großer *Helicoverpa*-Larven an Kichererbsenpflanzen dargestellt. In diesen Beobachtungen wurde deutlich, dass kleine Larven vorwiegend Blattfresser sind, während sich die großen Larven noch zusätzlich von den sich in der Ausbildung befindlichen Hülsen ernähren.

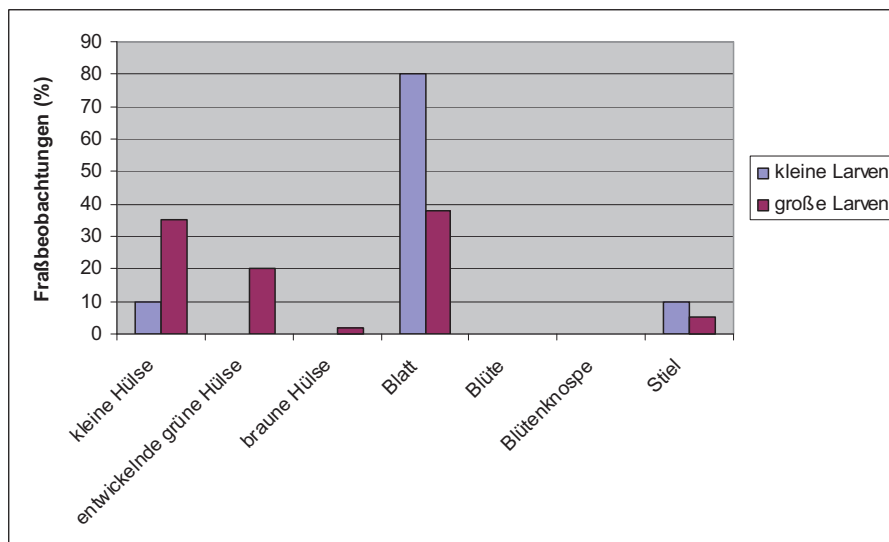


Abbildung 5: Fraßbeobachtungen kleiner und großer Larven von *Helicoverpa armigera* und *Helicoverpa punctigera* an Kichererbsenpflanzen; Quelle: Queensland Department of Primary Industries (2010), eigene Darstellung

Da weder kleine noch große Larven Blüten oder Blütenknospen in ihrem Fressverhalten bevorzugen, sind nach Angaben des „Queensland Department of Primary Industries“ keine Ertragsverluste durch *Helicoverpa armigera* und *Helicoverpa punctigera* zu befürchten, wenn diese während der Blütezeit in den Kichererbsenbeständen toleriert werden. Aufgrund dessen wird im Allgemeinen die Insektizidbehandlung zur Ertragssicherung während der Blütezeit nicht empfohlen. Dennoch kann in Einzelfällen bei sehr hohem Befallsdruck (>20 Larven/m²) der Einsatz von Insektiziden notwendig sein.

3 Pflanzenschutzmanagement bei Kichererbsen in Ostaustralien

3.1 Bestehende Pflanzenschutzstrategien

Der Pflanzenschutzmitteleinsatz bei Kichererbsen basiert gewöhnlich auf Bonituren hinsichtlich der Befallssituation von Unkräutern, Schädlingen und Pflanzenkrankheiten in den jeweiligen Schlägen. Diese Untersuchungen werden beispielsweise in regelmäßigen Abständen durch einen Berater eines landwirtschaftlichen Handelsunternehmens durchgeführt. Der Landwirt wird dabei von der Aussaat bis zur Ernte im Bereich von Pflanzenschutz und Düngung betreut und entrichtet dafür einen Pauschalbetrag je Hektar für diese Leistung.

Eine vorbeugende Maßnahme, um Pflanzenkrankheiten durch Pilze, Viren und Schädlinge und daraus resultierende Ertragsausfälle zu vermeiden, ist die Einhaltung der Fruchtfolge. Dabei ist die Kichererbse als Leguminose eine ideale Vorfrucht für Weizen. Im darauf folgenden Jahr wird entweder Gerste als Wintergetreide oder Sorghum als Sommergetreide angebaut. Es sollte eine Anbaupause von mindestens drei bis vier Jahren auf einem Schlag eingehalten werden. Das Direktsaatverfahren ist in den Bundesstaaten New South Wales und Queensland am weitesten verbreitet. Bei dementsprechend nicht durchgeführter Stoppelbearbeitung nach der Ernte sollte ein neu ausgesäter Bestand mindestens 500 m entfernt davon liegen. Der Grund dafür ist, dass Ascosporen von *Ascochyta rabiei* auf den Stoppeln überdauern und durch Wind über diese weite Strecke auf gesunde Pflanzenbestände übertragen werden können.

Wenn selbst erzeugtes Saatgut für den Anbau verwendet wird, sollte dies nur aus Schlägen ohne Krankheitsbefall stammen. Außerdem sollte hier eine zusätzliche Fungizidbehandlung zum Zeitpunkt der Hülsenfüllung erfolgen. Eine Beizung des Saatgutes ist in jedem Fall durchzuführen, wobei in Tabelle 2 die verschiedenen Möglichkeiten dargestellt sind.

Tabelle 2: Möglichkeiten der Beizung von Kichererbsensaatgut

Wirkstoff	Produkt	Aufwandmenge je 100 kg Saatgut	Pilzkrankheit
Thiabendazol (200 g/l) + Thiram (360 g/l)	P-Pickel T	200 ml	samenbürtige Erreger der Brennfleckenkrankheit und Grauschimmelfäule, Pythium spp.
Thiram (600 g/l)	Thiram 600	200 ml	samenbürtige Erreger der Brennfleckenkrankheit und Grauschimmelfäule, Pythium spp.
Thiram (800 g/kg)	Thiragranz®	125 g	samenbürtige Erreger der Brennfleckenkrankheit und Grauschimmelfäule, Pythium spp.
Metalaxyl (350 g/kg)	Apron® XL 350 ES	75 ml	Phytophthora-Wurzelfäule

Quelle: NSW Department of Primary Industries (2011), *eigene Darstellung*

Dabei wird die Anwendung der Wirkstoffe „Thiabendazol“ und „Thiram“ in den angegebenen Dosierungen empfohlen, um den samenbürtigen Erregern der Brennfleckenkrankheit, Grauschimmelfäule und weiteren Pilzarten wie *Pythium* spp. vorzubeugen. Diese können das Auflaufen der Pflanzen stark beeinträchtigen. Besteht außerdem das Risiko der Phytophthora-Wurzelfäule in dem betroffenen Schlag, wird zusätzlich die Beizung mit dem Wirkstoff „Metalaxyl“ empfohlen. Außerdem wird eine Impfung des Saatgutes mit Knöllchenbakterien durchgeführt. Diese binden den Stickstoff der Luft und überführen ihn in lösliche, für die Pflanzen verwertbare Stickstoffverbindungen. Diese speziell für Kichererbsenpflanzen benötigten Rhizobien müssen der Wurzelzone zugeführt werden, da diese in australischen Böden nicht auf natürlicher Weise vorkommen.

Das Herbizidmanagement bei Kichererbsenpflanzen spielt schon vor der Aussaat eine wichtige Rolle, da diese in großer Konkurrenz um Nährstoffe, Licht und Wasser zu Unkräutern oder Ungräsern stehen. In diesem Zusammenhang steht auch die Virenbekämpfung, da sich hier Blattläuse ansiedeln, welche als Vektoren von Viruserkrankungen fungieren. Als Folge des Unkrautbesatzes können Ertragsverluste und Einschränkungen der Mähdruschfähigkeit auftreten. Außerdem reagieren junge Pflanzen sensibel auf den Herbizideinsatz. Entstehende Herbizidschäden können sogar die Anfälligkeit dieser Pflanzen gegenüber Pilzkrankheiten erhöhen. Diese Schäden werden hauptsächlich durch Rückstände von Herbiziden im Boden der Stoffklassen „Sulfonylharnstoffe“, „Triazine“ und „Clopyralide“ verursacht. Sie stammen meist aus Anwendungen bei vorherigen Getreidearten im Rahmen der Fruchtfolge. Zur Reduktion einjähriger Unkräuter und Ungräser wird durch das „NSW DPI“ die Anwendung der Wirkstoffe „Isoxaflutol“ und „Terbuthylazin“ empfohlen, welche beispielsweise in den Produkten „Balance“ der Firma „Bayer“ oder „Clio Super“ von „BASF“ enthalten sind. Der Flughafer (*Avena fatua*) als Vertreter der Ungräser ist das Hauptproblem im Herbizidmanagement. Weitere Problemunkräuter sind der Runzelige Rapsdotter (*Rapistrum rugosum* L. All.), die Mariendisteln (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) und das Südamerikanische Berufkraut (*Conyza bonariensis* (L.) Cronquist).

Der Einsatz von Fungiziden zum Schutz der Kichererbsenbestände gegenüber der durch Pilze ausgelösten Brennfleckenkrankheit und Grauschimmelfäule basiert vor allem auf regelmäßigen Bonituren. Diese Befallserhebungen sollten innerhalb von 10-14 Tagen nach Niederschlagsereignissen erfolgen, da hier vermehrt Neuinfektionen auftreten können. Eine erste Anwendung mit protektiven Fungiziden ist zum Schutz der Bestände gegenüber den beschriebenen Pilzkrankheiten von entscheidender Bedeutung. Diese Behandlung sollte noch vor Eintritt des ersten Niederschlagsereignisses nach abgeschlossenem Feldaufgang erfolgen. Der späteste Zeitpunkt hierfür ist aber in jedem Fall drei Wochen nach abgeschlossener Keimung.

In Tabelle 3 sind die zugelassenen Wirkstoffe und Aufwandraten des Fungizideinsatzes bei der Bekämpfung gegen die Brennfleckenkrankheit und Grauschimmelfäule angegeben.

Tabelle 3: Fungizideinsatz bei australischen Kichererbsenbeständen

Wirkstoff	Produkt	Brennfleckenkrankheit	Grauschimmelfäule
Chlorthalonil (720 g/l)	Crop Care Barrack 720 Barrack Betterstick Nufarm Unite	1,0 - 2,0 l/ha	nicht zugelassen
Mancozeb (750 g/kg)	Dithane Rainshield	1,0 - 2,2 kg/ha	1,0 - 2,2 kg/ha
Mancozeb (420 g/l)	Penncozeb SC	1,8 - 3,95 l/ha	nicht zugelassen
Carbendazim (500 g/l)	Spin Flo	nicht zugelassen	0,5 l/ha

Quelle: Pulse Breeding Australia (2011), *eigene Darstellung*

Die erste Fungizidanwendung sollte nach Angaben des „NSW DPI“ mit dem Wirkstoff „Mancozeb (750 g/kg)“ erfolgen, wobei insgesamt 80-100 l/ha an Spritzbrühe ausgebracht werden. Wenn nach Niederschlagsereignissen ein erneutes Auftreten der Brennfleckenkrankheit beobachtet wird, sollte entweder die Aufwandmenge des Wirkstoffes „Mancozeb (750 g/kg)“ von 1 auf 2 kg/ha erhöht oder 1 l/ha „Chlorthalonil (720 g/l)“ eingesetzt werden. Dies kann eine weitere Ausbreitung bei Kichererbsenpflanzen verhindern.

Die beiden Wirkstoffe gehören zur Gruppe der Kontaktfungizide und unterscheiden sich vor allem in ihrer Regenfestigkeit. „Mancozeb“, welches aus der Reaktion von „Maneb“ und „Zinkchlorid“ gewonnen wird, besitzt eine höhere Löslichkeit und kann so besser auf den Blättern weiterverteilt werden. Damit hat es einen höheren Wirkungsbereich auf dem Blatt, während „Chlorthalonil“ sich durch seine sehr gute Haftfähigkeit auszeichnet. Dadurch ist „Chlorthalonil“ regenfester und bietet so länger andauernden Schutz vor Neuinfektionen als „Mancozeb“. Es sollte daher vorwiegend bei unbeständiger Witterung eingesetzt werden. „Mancozeb (750 g/kg)“ ist beispielsweise in dem Produkt „Dithane NeoTec“ enthalten, während für die Anwendung von „Chlorthalonil (720 g/l)“ die Produkte „Crop Care BARRACK 720“, „Syngenta BRAVO“ und „Nufarm UNITE 720“ zugelassen sind. Ein Einsatz der im Kampf gegen *Ascochyta rabiei* momentan nicht zugelassenen kurativen Wirkstoffe „Carbendazim“ und „Benomyl“ stellte sich als unwirtschaftlich heraus.

Beim Anbau anfälliger Sorten und in einer durch häufige Niederschläge gekennzeichneten Saison wie im Jahr 2010 ist eine Vielzahl von Fungizidanwendungen notwendig. So wurde beispielsweise im Jahr 2010 in der Stadt Goondiwindi vom 1. Juni bis 30. November an insgesamt 57 Tagen eine Niederschlagsmenge von 416 mm gemessen. Damit wurde das langjährige Mittel von 263 mm an 34 Tagen deutlich übertroffen.

Diese für Ostaustralien in ihrer Frequenz außergewöhnlich hohe Niederschlagsintensität begünstigte besonders das Auftreten von Pilzkrankheiten bei Kichererbsenpflanzen. Zur Bekämpfung der Grauschimmelfäule wird neben dem Einsatz von „Mancozeb“ auch die Anwendung des hier zugelassenen Wirkstoffes „Carbendazim (500 g/l)“ mit einer Aufwandmenge von 500 ml/ha empfohlen.

Der Gebrauch von Insektiziden wird nur bei hohem Befall durch Kapselwürmer aus der Gruppe der *Helicoverpa* im Zeitraum von Blühmitte über Hülsenfüllung bis zur Reife der Kichererbsen durchgeführt.

Dazu werden Nucleopolyhedroviren aus der Familie der *Baculoviridae* (Baculoviren) als biologische Bekämpfungsmittel verwendet. Aufgrund der hohen Wirtsspezifität dieser Viren wirken sie gezielt gegen *Helicoverpa armigera* und *Helicoverpa punctigera*. Als Beispiele für diese Bioinsektizide sind die Produkte „Gemstar“ und „Vivus Gold“ zu nennen, welche in Aufwandmengen von 375 ml/ha eingesetzt werden sollten. Insgesamt werden hier Ausbringungsmengen an Spritzbrühe von 100 l/ha empfohlen.

3.2 Sortenspezifische Merkmale ausgewählter Kichererbsensorten

Die Sortenwahl spielt in der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten bei Kichererbsen als vorbeugende Maßnahme eine wichtige Rolle. Daher werden im folgenden Abschnitt die Sorten mit der augenblicklich höchsten Bedeutung für den kommerziellen Kichererbsenanbau in Ostaustralien beschrieben.

3.2.1 Anbau und Merkmale der Sorte „PBA HatTrick“

Die Kichererbsensorte „PBA HatTrick“¹¹ wurde in direkter Folge des erstmaligen Auftretens der Brennfleckenkrankheit in Australien im Jahr 1998 in über 10-jähriger Züchtungsarbeit von „Pulse Breeding Australia“¹² entwickelt und erstmalig im Jahr 2009 für den kommerziellen Anbau zugelassen. Diese Sorte ist besonders für die subtropischen Bedingungen der nach Abbildung 1 unterschiedenen Regionen 2 und 3 in den Bundesstaaten Queensland und New South Wales geeignet.

Als Vertreter der Untergruppe „Desi“ ist sie eine Kreuzung zwischen der seit 2002 in Australien zugelassenen Sorte „Jimbour“ und der iranischen Linie „ICC14903“, welche eine hohe Resistenz gegen den Schadpilz *Ascochyta rabiei* besitzt.

¹¹ ursprüngliche Bezeichnung: CICA512

¹² Pulse Breeding Australia (PBA) ist ein Joint Venture zwischen „GRDC“, „Pulse Australia“, der „University of Adelaide“, des „SA Research and Development Institute“ (SARDI), des „Victorian Department of Primary Industries“ (DPI VIC), des „NSW Department of Primary Industries“ (NSWDPI), des „Queensland Department of Primary Industries and Fisheries“ (QDPI&F) und des „Department of Agriculture and Food Western Australia“ (DAFWA)

In Tabelle 4 sind wichtige pflanzenbauliche Merkmale ausgewählter Kichererbsensorten aufgeführt, die für den Anbau in Nord-Ost Australien geeignet sind. Demnach ist die Sorte „PBA HatTrick“ mit 54 cm ein großer aufrechter Pflanzentyp mit einem mittleren Blüte- und Reifegrad von 4,7 bzw. 5,1 (Flowering-/Maturity score). Bei höheren Erträgen besteht eine leichte Tendenz zu Lagergetreide (Lodging score: 2,5). Die Höhe der untersten Hülse (Lowest pod height) beträgt 33 cm, was eine spätere Ernte erleichtert.

Tabelle 4: Vergleich pflanzenbaulicher Merkmale unterschiedlicher Kichererbsensorten in Nord-Ost Australien

Agronomic traits of desi chickpea in north-eastern Australia					
Variety	Flowering score ^a	Maturity score ^a	Plant height (cm)	Lowest pod height (cm)	Lodging score ^{b*}
PBA HatTrick [Ⓞ]	4.7	5.1	54	33	2.5
Jimbour [Ⓞ]	4.8	5.1	53	33	2.0
Kyabra [Ⓞ]	4.5	5.0	54	35	1.7
Flipper [Ⓞ]	6.4	6.4	54	34	1.7
Yorker [Ⓞ]	5.8	6.3	49	30	2.2

Source: PBA (Pulse Breeding Australia) trials.

^a 1 = very early; 9 = very late.

^{b*} 1 = fully erect, 9 = flat on ground.

Quelle: Pulse Breeding Australia (2009)

Die durchschnittlichen Erträge werden nach Angaben des „NSW DPI“ für das Jahr 2009 im kommerziellen Anbau mit 1,0 bis 2,2 t/ha angegeben. Nach Informationen von „Pulse Breeding Australia“ ist „PBA HatTrick“ die erste Sorte, welche gleichzeitig eine mäßig bis hohe Resistenz gegenüber der Brennfleckenkrankheit und der Phytophthora-Wurzelfäule besitzt, was aus Tabelle 5 ersichtlich ist.

Tabelle 5: Vergleich von Resistenzen unterschiedlicher Kichererbsensorten (unbehandelt) gegenüber der Brennfleckenkrankheit und Phytophthora-Wurzelfäule in Nord-Ost Australien

Disease resistance rating and yield loss of desi chickpea in north-eastern Australia						
Variety	Ascochyta blight (AB) ¹			Phytophthora root rot (PRR) ²		
	Resistance rating	Yield (t/ha)	% Yield loss	Resistance rating	Yield (t/ha)	% Yield loss
PBA HatTrick [Ⓞ]	MR/R	2.31	7 (ns)	MR	0.82	60
Jimbour [Ⓞ]	S	0.02	99	MR/MS	0.86	63
Kyabra [Ⓞ]	S	0.00	100	MR/MS	-	-
Flipper [Ⓞ]	MR	1.98	21	MR/MS	-	-
Yorker [Ⓞ]	MR/MS	1.63	39	MR	0.91	57
PBA HatTrick [Ⓞ] disease free		2.48			2.12	

Source: I&I NSW and QPIF Plant Pathology teams.

¹ Yield loss trial, Tamworth, 2008 - I&I NSW. ns = not significant (P=0.05).

² Mean data from yield loss trials, Warwick, 2007 & 08 - I&I NSW and QPIF.

Quelle: Pulse Breeding Australia (2009)

Die Einstufung MR/R¹³ gegenüber der Brennfleckenkrankheit bedeutet, dass der Entwicklungszyklus des Erregers *Ascochyta rabiei* hier langsamer verläuft. Aufgrund dessen sind bei einem Befall in einem unbehandelten Kichererbsenbestand dieser Sorte keine oder nur geringe Ertragsausfälle durch diesen Schadpilz zu erwarten.

Die mäßige Resistenz von „PBA HatTrick“ gegenüber der Phytophthora-Wurzelfäule bedeutet nach Angaben von „Pulse Breeding Australia“, dass Produktionsverluste nach Auftreten dieser Krankheit bedeutend geringer ausfallen als in mit S¹⁴ eingestuften Sorten.

Gegenüber der Grauschimmelfäule ist diese Sorte bei Feldversuchen als anfällig eingestuft wurden, was sich allerdings im kommerziellen Anbau noch nicht bestätigte.

3.2.2 Anbau und Merkmale der Sorte „Flipper“

Die Kichererbsensorte „Flipper“ wurde durch den Pflanzenzüchter Ted Knights des „NSW Department of Primary Industries“ entwickelt und im Jahr 2005 erstmalig für den kommerziellen Anbau zugelassen. Dieser Desi-Typ ist besonders für die Gebiete der Bundesstaaten New South Wales und Queensland mit höheren Niederschlägen geeignet, was Region 2 nach Abbildung 1 entspricht. Aufgrund dessen wird beispielsweise der Anbau in Central Queensland, wo geringe Niederschläge herrschen, ausdrücklich nicht empfohlen.

Ein späterer Reifegrad¹⁵ und die sehr gute Standfestigkeit¹⁶ gegenüber anderen Kichererbsensorten ermöglichen eine um 10 Tage frühere Aussaat. Dies erhöht nach Angaben des „NSW DPI“ das Ertragspotenzial dieser Sorte. Bei einer Zielpflanzengröße von 25-30 je m² werden Saatstärken von 50-65 kg/ha empfohlen. Die hohe Resistenz¹⁷ der Sorte „Flipper“ gegenüber der Brennfleckenkrankheit bei starkem Befallsdruck, was in Tabelle 6 ersichtlich ist, ermöglicht ebenso einen früheren Saatzeitpunkt. Diese hohe Resistenz bedeutet auch geringere Kosten für Pflanzenschutzmittel bei der Bekämpfung der Brennfleckenkrankheit. Gegenüber der Phytophthora-Wurzelfäule wurde diese Sorte mit der Resistenz MR/MS¹⁸ eingestuft. Bei Befall durch diese Pilzkrankheit in einem unbehandelten Bestand können somit Ertragsverluste von 60-75 % auftreten.

¹³ MR/R (nach PBA): Moderately Resistant/Resistant (mäßig resistent/resistent)

¹⁴ S (nach PBA): Susceptible (anfällig)

¹⁵ 6.4 (nach PBA)

¹⁶ 1.7 (nach PBA)

¹⁷ MR (nach PBA): Moderately Resistant (mäßig resistent)

¹⁸ MR/MS (nach PBA): Moderately Resistant/Moderately Susceptible (mäßig resistent/mäßig anfällig)

Tabelle 6: Erträge (t/ha) unterschiedlicher Kichererbsensorten bei niedrigem bzw. hohem Befallsdruck durch die Brennfleckenkrankheit in NSW

Sorte	niedriger Befallsdruck (2004)	hoher Befallsdruck (2004)	niedriger Befallsdruck (2008)	hoher Befallsdruck (2008)
Flipper	2,9	2,54	2,51	1,98
Yorker	3,38	2,11	2,68	1,63
Jimbour	3,12	0,43	2,83	0,02
Kyabra			2,72	0,00
Howzat	3,15	0,62		

Quelle: Pulse Breeding Australia (2009), eigene Darstellung

Der Grauschimmelfäule steht diese Sorte als anfällig gegenüber. Ein früherer Saatzeitpunkt fördert dazu das Auftreten von *Botrytis cinerea*. Es bildet sich eher eine dichte Pflanzendecke, auf der der Pilz schwieriger zu erkennen ist. Die mittlere Korngröße, ein geringes Tausendkorngewicht von 181 g sowie eine helle Färbung sind positive Eigenschaften für eine erfolgreiche Vermarktung auf dem indischen Subkontinent.

3.2.3 Anbau und Merkmale der Sorte „Jimbour“

Die Kichererbsensorte „Jimbour“ als ein weiterer Vertreter des Desi-Typ wurde im Jahr 2001 durch das Queensland Department of Primary Industries für den Anbau zugelassen. Sie wird vor allem im Norden von New South Wales und Süden Queensland angebaut, da sie nach Angaben des „NSW DPI“ eine im Vergleich zu anderen Sorten bessere Resistenz¹⁹ gegenüber der Phytophthora-Wurzelfäule hat. Diese Pilzkrankheit stellt besonders in niederschlagsreichen Saisons ein spezielles Problem dar. Kichererbsen der Sorte „Jimbour“ haben eine hohe Kornqualität, was vor allem für die Direktvermarktung auf dem indischen Subkontinent vorteilhaft ist.

Die große Pflanze mit einem mittleren Blüh- und Reifegrad besitzt eine sehr gute Lagerresistenz²⁰, was eine schnelle und verlustarme Ernte ermöglicht. Bei niedrigem Befallsdruck durch die Brennfleckenkrankheit wurden bei Feldversuchen durch „Pulse Breeding Australia“ Erträge von mehr als 3 t/ha erreicht. Die hohe Anfälligkeit²¹ gegenüber den Erregern *Ascochyta rabiei* und *Botrytis cinerea* resultiert jedoch bei hohem Befallsdruck durch diese Pilze ohne entsprechende Fungizidmaßnahmen in Ertragsausfällen von bis zu 100 %.

¹⁹ MR/MS (nach PBA): Moderately Resistant/Moderately Susceptible (mäßig resistant/mäßig anfällig)

²⁰ Lodging score (nach PBA): 2.0

²¹ S (nach PBA): Susceptible (anfällig)

3.2.4 Anbau und Merkmale der Sorte „Genesis 425“

Die Sorte „Genesis 425“ als ein Vertreter von Kabuli-Kichererbsen stellt eine Alternative zum Anbau von Desi-Typen in Ostaustralien dar. Aufgrund ihrer Direktkonsumierung sind Farbe und Größe der Samen entscheidende Qualitätsmerkmale. Diese Sorte zeichnet sich durch einen mittleren Blüte- und Reifegrad sowie eine vergleichsweise lange Kornfüllungsphase aus. Das Tausendkorngewicht dieser Sorte beträgt mit 320 g fast doppelt soviel wie bei Kichererbsen des Desi-Typs. Aufgrund dessen besitzt diese Sorte eine höhere Anfälligkeit gegenüber Wasserstress und Schadinsekten wie *Helicoverpa armigera* und *Helicoverpa punctigera*. Die Samen sind außerdem durch eine sehr dünne Schale gekennzeichnet, weshalb sie eine höhere Anfälligkeit²² gegenüber bodenbürtigen Pilzen wie *Phytophthora medicaginis*, dem Erreger der Phytophthora-Wurzelfäule, aufweisen. Da diese Krankheit eine bedeutende Rolle in den ostaustralischen Anbaugebieten spielt, wird diese Sorte hier nur vereinzelt angebaut. Sie zeichnet sich außerdem durch eine sehr hohe Resistenz²³ gegenüber der Brennfleckenkrankheit aus. Bei Feldversuchen mit niedrigem Befallsdruck durch *Ascochyta rabiei* wurden Erträge von 3,06 t/ha ermittelt, während bei einem sehr hohen Befallsdruck Erträge von 2,98 t/ha ermittelt wurden.

Das Herbizidmanagement spielt hier noch eine wichtigere Rolle, da die Sorte „Genesis 425“ stärker als Desi-Typen auf die Unterdrückung durch Unkräuter und etwaige Herbizidschäden reagiert. Daher sollte deren Aussaat nur auf durch Unkrautbefall gering gefährdeten Standorten erfolgen.

3.2.5 Bonitur unterschiedlicher Kichererbsensorten

Der Autor dieser Arbeit führte im Rahmen seines Praktikums Bonituren bei unterschiedlichen Kichererbsensorten durch. Dabei wurden die Bestände hinsichtlich des Pilz- und Unkrautbesatzes sowie des Befalls mit Schadinsekten untersucht. Zu den weiteren Tätigkeiten zählten unter anderem Messungen zum Wasserverbrauch der Feldbestände und das Durchführen von Bodenproben.

In Abbildung 6 sind die Ergebnisse der Bonituren verschiedener Kichererbsensorten bezüglich des Befalls mit *Ascochyta rabiei* dargestellt.

²² MS (nach PBA): Moderately Susceptible (mäßig anfällig)

²³ R (nach PBA): Resistant (resistent)

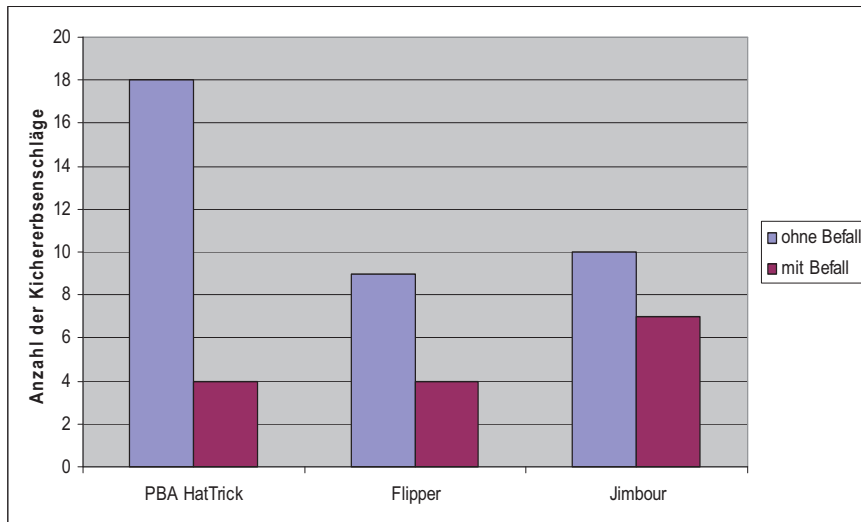


Abbildung 6: Befallssituation mit *Ascochyta rabiei* bei unterschiedlichen Kichererbsensorten in Ostaustralien; eigene Boniturergebnisse (August/September 2010)

Die Witterungsbedingungen der vergangenen Anbausaison mit einer hohen Niederschlagsfrequenz waren für das Auftreten der Brennfleckenkrankheit sehr förderlich.

Die hohe Resistenz der Sorte „PBA HatTrick“ gegenüber dieser Pilzkrankheit konnte bei den durchgeführten Untersuchungen bestätigt werden. In 4 von 22 Beständen wurde der Pilzerreger nachgewiesen, wobei dessen Auftreten nur vereinzelt im Schlag zu beobachten war. Bei Kichererbsen der Sorte „Jimbour“ wurde eine höhere Befallssituation festgestellt. Hier konnte der Erreger in 7 von 17 Schlägen nachgewiesen werden. Dabei war auch eine wesentlich höhere Anzahl an Pflanzen betroffen. In 4 von 13 untersuchten Schlägen der Kichererbsensorte „Flipper“ wurde die Brennfleckenkrankheit festgestellt. Hier waren nur einzelne Pflanzen betroffen, was die gute Resistenzeinstufung der Sorte „Flipper“ gegenüber *Ascochyta rabiei* rechtfertigt.

Das Auftreten der Phytophthora-Wurzelfäule konnte bei allen Sorten vorwiegend auf Schlägen mit Staunässe festgestellt werden. Die Grauschimmelfäule war erstmals Mitte September bei ansteigenden Temperaturen in einem Bestand zu beobachten. Der Flughafer trat in allen bonitierten Schlägen auf und stellte somit in jeder Kichererbsensorte die Hauptproblematik hinsichtlich des Herbizidmanagements dar. Die durchgeführten Bonituren bildeten somit die Grundlage für die Empfehlung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes.

3.3 Sortenspezifischer Pflanzenschutzmitteleinsatz

Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben anhand von Feldversuchen unterschiedliche Einsatzstrategien des Pflanzenschutzmanagements bei der Bekämpfung gegen die Brennfleckenkrankheit in verschiedenen Kichererbsensorten.

Diese Versuche wurden in den Jahren 2004, 2005 und 2008 durch das „NSW DPI“ am Agrarinstitut in Tamworth im Nordosten von New South Wales durchgeführt. Die klimatischen Bedingungen entsprechen der in Abbildung 1 dargestellten Region 2, welche subtropisch geprägt ist und sich durch im Sommer dominierende Niederschläge auszeichnet. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge beträgt 680 mm bei einer durchschnittlichen Tageshöchsttemperatur von 24,2°C und Minimaltemperatur von 11° C.

Als Anhang dieser Arbeit sind die entsprechenden Rohdaten aus den Feldversuchen beigelegt.

3.3.1 Feldversuch 1 (2004)

Bei diesem Feldversuch wurden die Sorten „Flipper“ und „Jimbour“ angebaut. Die Aussaat erfolgte am 24. Mai auf 4x10 m in 10 Reihen aufgeteilten Versuchsflächen, wobei eine Zielpflanzenzahl von 40 Pflanzen/m² erreicht werden sollte. Es wurden vier Parzellen mit jeder Sorte ausgesät. Jede Fläche wurde mit unterschiedlichen Pflanzenschutzstrategien behandelt. Zu jeder Maßnahme wurden drei Wiederholungen in zufällig angeordneter Reihenfolge durchgeführt. Es erfolgte eine Stickstoff- Phosphor- Schwefel- und Zinkdüngung in Höhe von 50 kg/ha mit dem Produkt „Granuloc 12Z“ sowie die Impfung mit Knöllchenbakterien. Am 6. Juli wurden alle Versuchspartellen mit *Ascochyta rabiei* unter Verwendung infizierter Stoppeln (7 g/m²) inokuliert. Der Pilzerreger hatte sich bis zum 15. August in allen Parzellen etabliert. Außerdem wurden am 25. Juli die Flächen mit Konidien des Erregers infiziert²⁴. Die Witterungsbedingungen in der Vegetationsperiode der Pflanzen förderten mit insgesamt 306 mm Niederschlag die Ausbreitung der Brennfleckenkrankheit.

Eine Versuchspartelle beider Sorten wurde vom 11. Juli bis 11. November in insgesamt zehn Fungizidmaßnahmen mit dem Wirkstoff „Chlorthalonil“ in der Aufwandmenge von 1 l/ha behandelt. Auf eine zweite Partelle wurde in insgesamt sieben Anwendungen der Wirkstoff „Mancozeb“ ausgebracht. Dabei kamen aufgrund des hohen Erregerdrucks ab Mitte August dreimal in Folge Aufwandmengen von 2 kg/ha zum Einsatz, während die Rate in den übrigen vier Anwendungen bei 1 kg/ha lag.

Die dritte Versuchspartelle beider Sorten wurde jeweils mit einer spezifischen Pflanzenschutzstrategie behandelt. Bei „Jimbour“ wurde der Wirkstoff „Chlorthalonil“ in fünf

²⁴ 50.000 Konidien/ml bei einer Aufwandmenge von 100 l/ha

Anwendungen zu 0,5 l/ha bzw. 2 Behandlungen mit einer Aufwandmenge von 1 l/ha eingesetzt. In „Flipper“ kamen dagegen nur zwei Behandlungen, welche im September erfolgten, zur Anwendung. Dabei wurden 1 l/ha „Chlorthalonil“ und 1 kg/ha an „Mancozeb“ eingesetzt. Eine Fläche jeder Sorte blieb immer unbehandelt und diente somit als Kontrollparzelle. In Abbildung 7 sind die Erträge nach Abschluss der jeweiligen Strategie dargestellt.

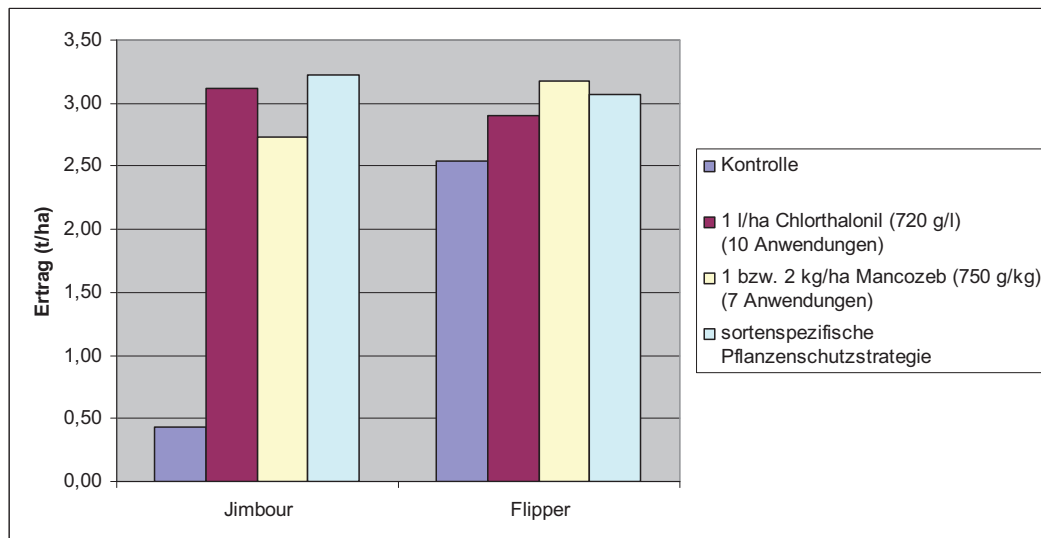


Abbildung 7: Erträge der Kichererbsensorten „Jimbour“ und „Flipper“ bei unterschiedlichen Fungizidstrategien im Feldversuch 2004 (Tamworth); Quelle: NSW DPI, *eigene Darstellung*

Dabei ergaben sich bei „Jimbour“ unter Verwendung der Wirkstoffe „Chlorthalonil“ bzw. „Mancozeb“ Erträge von 3,12 t/ha und 2,73 t/ha. Nach Abschluss der sortenspezifischen Pflanzenschutzmaßnahmen wurde ein Ertrag von 3,22 t/ha erreicht. Die Kontrollparzelle erreichte ein Ergebnis von 0,43 t/ha.

Nach Anwendung von „Chlorthalonil“ bzw. „Mancozeb“ auf den Flächen der Sorte „Flipper“ wurden Erträge von 2,90 t/ha und 3,18 t/ha ermittelt. Die sortenspezifische Behandlung mit zwei Maßnahmen ergab einen Wert von 3,07 t/ha, während der unbehandelte Pflanzenbestand 2,54 t/ha erreichte.

Um die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Fungizidmaßnahmen beurteilen zu können, wurde stets der kostenfreie Mehrerlös gegenüber der Kontrollparzelle ermittelt. Dieser ist in AUD/ha angegeben und resultiert aus dem Verkaufserlös des Mehrertrages abzüglich der Kosten für die eingesetzten Fungizide und deren Ausbringung. Dabei wird im Jahr 2004 von einem Kichererbsenpreis von 300 AUD/t ausgegangen. Abbildung 8 gibt die entstandenen Mehrerlöse dieses Feldversuches wieder.

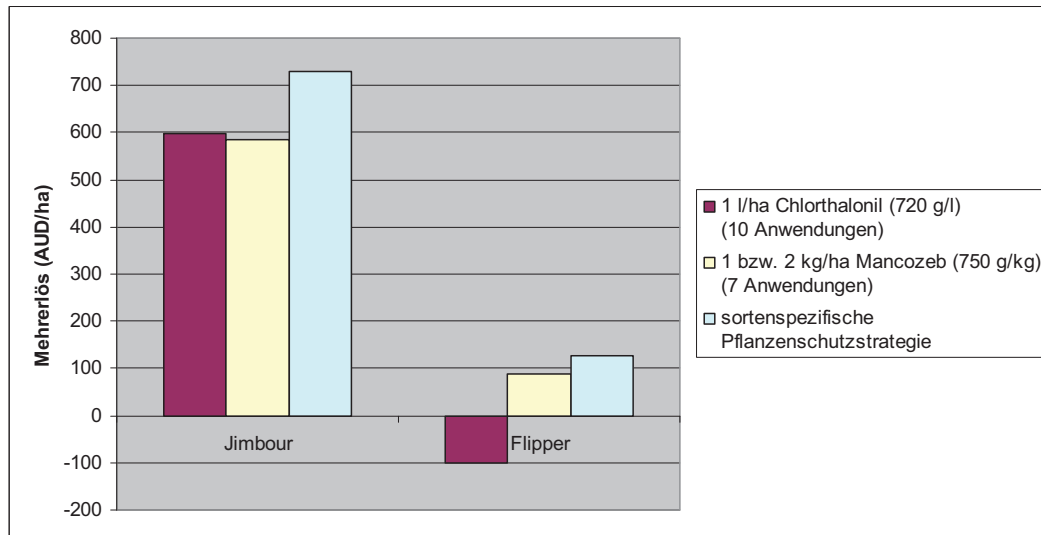


Abbildung 8: Wirtschaftlichkeit (Mehrerlös/ha) verschiedener Fungizidstrategien bei den Kichererbsensorten „Jimbour“ und „Flipper“ im Feldversuch 2004 (Tamworth); Quelle: NSW DPI, *eigene Darstellung*

Bei beiden Sorten erreichte die Durchführung der sortenspezifischen Pflanzenschutzstrategie den jeweils höchsten Mehrerlös. Bei „Jimbour“ lagen alle Werte deutlich über denen von „Flipper“, was auf den wesentlich höheren Mehrertrag gegenüber dem unbehandelten Bestand zurückzuführen ist. Die Anwendung von „Chlorothalonil“ bzw. „Mancozeb“ ergaben bei der Sorte „Jimbour“ gegenüber der Kontrollparzelle Mehrerlöse von 597 und 586 AUD/ha, während sie bei „Flipper“ -100 und 87 AUD/ha betragen.

3.3.2 Feldversuch 2 (2005)

Hier wurden am 23. Juli die Sorten „Jimbour“ und „Flipper“ in gleicher Anordnung wie im vorherigen Feldversuch ausgesät. Trotz einer kürzeren Vegetationsperiode aufgrund der späteren Aussaat konnten Erträge bis 3,6 t/ha erwartet werden. Das lag auch an förderlichen Witterungsbedingungen in dieser Anbauperiode. Insgesamt 15 Niederschlagsereignisse mit 219 mm während der Wachstumsphase begünstigten zusätzlich das Auftreten und die Verbreitung von *Ascochyta rabiei*. Am 7. September erfolgte außerdem die Infizierung der Versuchspartzen mit diesem Erreger²⁵.

Die erste von insgesamt sechs Fungizidanwendungen wurde am 8. September durchgeführt und im 2-Wochenrhythmus bis zum 18. November wiederholt. Jeweils eine Versuchspartzele der Sorten „Jimbour“ und „Flipper“ wurde mit dem Wirkstoff „Chlorothalonil“ bzw. „Mancozeb“ in Aufwandmengen von 1 l/ha und 1-2 kg/ha behandelt.

Bei den zwei sortenspezifischen Fungizidmaßnahmen kam nur der Wirkstoff „Chlorothalonil“ in Dosierung von 0,5 l/ha zur Anwendung. „Jimbour“ wurde dabei sechsmal behandelt,

²⁵ 7 g/m² infizierte Kichererbsenstoppeln

während dies bei „Flipper“ dreimal im Oktober und November geschah. Eine vierte Versuchsparzelle beider Sorten diente als Kontrolle und blieb unbehandelt. Abbildung 9 zeigt die Erträge nach Abschluss der durchgeführten Pflanzenschutzstrategien.

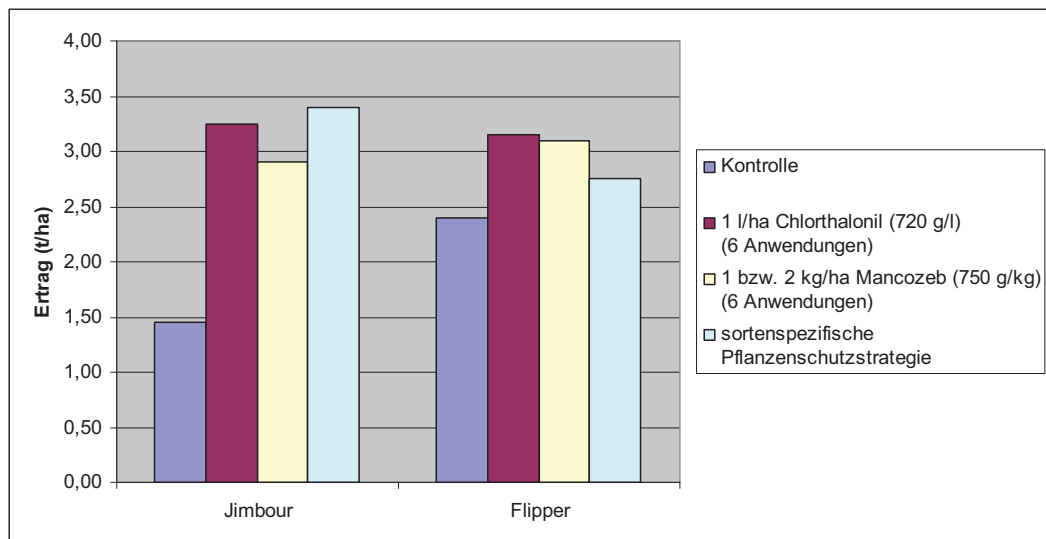


Abbildung 9: Erträge der Kichererbsensorten „Jimbour“ und „Flipper“ bei unterschiedlichen Fungizidstrategien im Feldversuch 2005 (Tamworth); Quelle: NSW DPI, *eigene Darstellung*

Die sechsmalige Anwendung von „Chlorthalonil“ führte bei „Jimbour“ zu einem Ertrag von 3,25 t/ha, während dieser in „Flipper“ 3,15 t/ha betrug. Der Wirkstoff „Mancozeb“ in fünfmaliger Applikation von 1 kg/ha und einmaliger Ausbringung von 2 kg/ha resultierte in Erträgen von 2,9 t/ha bei „Jimbour“ bzw. 3,1 t/ha an Kichererbsen der Sorte „Flipper“. Die sortenspezifische Fungizidanwendung führte zu Ergebnissen von 3,4 t/ha und 2,75 t/ha, während die Erträge der Kontrollparzellen Werte von 1,45 t/ha und 2,4 t/ha erreichten.

Abbildung 10 gibt die erzielten Mehrerlöse (AUD/ha) gegenüber dem unbehandelten Bestand nach Durchführung der einzelnen Fungizidmaßnahmen wieder. Es wurde in diesem Jahr von einem Kichererbsenpreis von 340 AUD/t ausgegangen. Dabei ergaben sich bei „Jimbour“ Mehrerlöse von 454, 314 und 561 AUD/ha. Die jeweiligen Pflanzenschutzbehandlungen bei „Flipper“ resultierten in Werten von 107, 164 bzw. 71 AUD/ha.

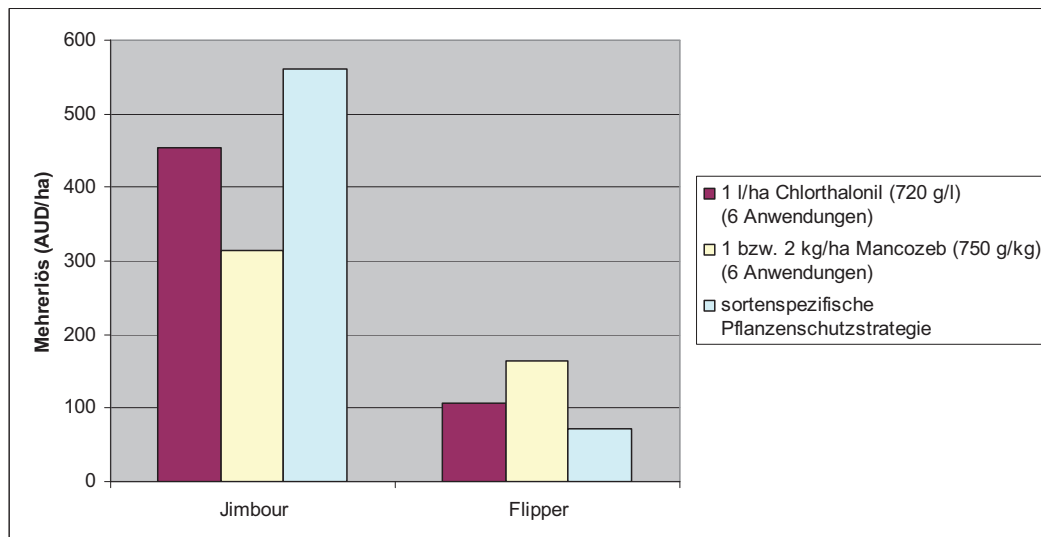


Abbildung 10: Wirtschaftlichkeit (Mehrerlös/ha) verschiedener Fungizidstrategien bei den Kichererbsensorten „Jimbour“ und „Flipper“ im Feldversuch 2005 (Tamworth); Quelle: NSW DPI, *eigene Darstellung*

3.3.3 Feldversuch 3 (2008)

Bei diesem Feldversuch wurden die Desi-Sorten „Jimbour“, „Flipper“ und „PBA HatTrick“ sowie der Kabuli-Typ „Genesis 425“ in Versuchsanordnung der Jahre 2004 und 2005 angebaut. Aufgrund unzureichender Bodenfeuchte zum Zeitpunkt des optimalen Saattermins Ende Mai konnte die Aussaat erst am 27. Juni erfolgen. Die Vegetationsperiode der Pflanzen war durch hohe Niederschlagsmengen²⁶ in häufiger Frequenz geprägt. Diese Witterungsbedingungen förderten besonders das Auftreten und die Verbreitung von *Ascochyta rabiei*. Es wurde der höchste Befallsdruck durch die Brennfleckenkrankheit bei Kichererbsen seit ihrem erstmaligen Auftreten im Jahr 1998 gemessen. Insgesamt 25 Infektionsperioden²⁷ wurden im Zeitraum zwischen der Impfung mit dem Erreger am 30. August und der Ernte im Dezember registriert.

In den vier Sorten wurden jeweils sechs Anwendungen mit den Wirkstoffen „Chlorothalonil“ und „Mancozeb“ in Aufwandmengen von 1 l/ha bzw. 1 kg/ha durchgeführt. Die sortenspezifischen Fungizidmaßnahmen bestanden aus sechs Anwendungen bei „Jimbour“ und vier Maßnahmen bei den übrigen Sorten. Dabei wurde ausschließlich „Chlorothalonil“ in der Dosierung von 0,5 l/ha eingesetzt. Eine Versuchsparzelle jeder Sorte blieb als Kontrollfläche unbehandelt. Diese Anwendungen erfolgten am 29. August, 12. September, 3./13. Oktober sowie am 1./15. November. Abbildung 11 zeigt die Erträge der einzelnen Sorten nach Abschluss der jeweiligen Pflanzenschutzstrategien.

²⁶ 430 mm

²⁷ Blattnässedauer betrug mindestens 3 Stunden

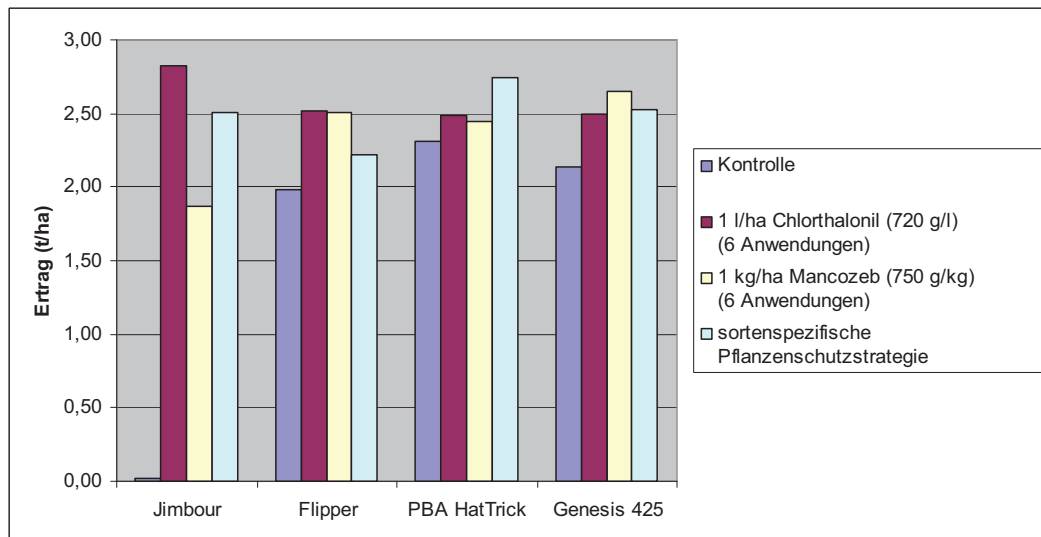


Abbildung 11: Erträge der Kichererbsensorten „Jimbour“, „Flipper“, „PBA HatTrick“, „Genesis 425“ bei unterschiedlichen Fungizidstrategien im Feldversuch 2008 (Tamworth); Quelle: NSW DPI, *eigene Darstellung*

Es wurden Erträge bei Verwendung des Wirkstoffs „Chlorthalonil“ Werte von 2,83; 2,51; 2,48 bzw. 2,50 t/ha erreicht. Bei Anwendung von „Mancozeb“ betragen diese 1,87; 2,51; 2,45 und 2,65 t/ha.

Die sechsmalige Fungizidanwendung bei der Sorte „Jimbour“ führte zu Erträgen von 2,50 t/ha, während die Pflanzenschutzmaßnahmen mit vier Applikationen Erträge von 2,22 t/ha; 2,75 t/ha sowie 2,53 t/ha erbrachte. Das Unterlassen von Maßnahmen bei „Jimbour“ endete mit 0,02 t/ha in einem totalen Ernteausfall. „PBA HatTrick“ erreichte hier mit 2,31 t/ha den Maximalwert, während dieser bei „Flipper“ 1,98 t/ha und bei „Genesis 425“ 2,14 t/ha betrug.

Bei der Berechnung der kostenfreien Mehrerlöse gegenüber der Kontrollparzelle, die in Abbildung 12 dargestellt sind, wurde von einem Kichererbsenpreis von 400 AUD/t ausgegangen. Die Fungizidkosten inklusive Ausbringung beliefen sich bei der einmaligen Anwendung von 1 l/ha „Chlorthalonil“ auf 21 AUD/ha, während 1 kg/ha „Mancozeb“ 13 AUD/ha kostete.

Dies führte bei „Jimbour“ zu Mehrerlösen von 996, 667 und 916 AUD/ha. Nach Ernte der Sorte „Flipper“ wurden Werte von 87, 140 und 44 AUD/ha ermittelt. Die entsprechenden Mehrerlöse lagen bei der Sorte „PBA HatTrick“ nach den sechsmaligen Behandlungen mit „Chlorthalonil“ und „Mancozeb“ im negativen Bereich. Nur die viermalige Fungizidanwendung führte zu einem Mehrerlös von 123 AUD/ha. Bei Kichererbsen des Kabuli-Typs „Genesis 425“ resultierten die einzelnen Strategien in Werten von 18, 133 und 104 AUD/ha.

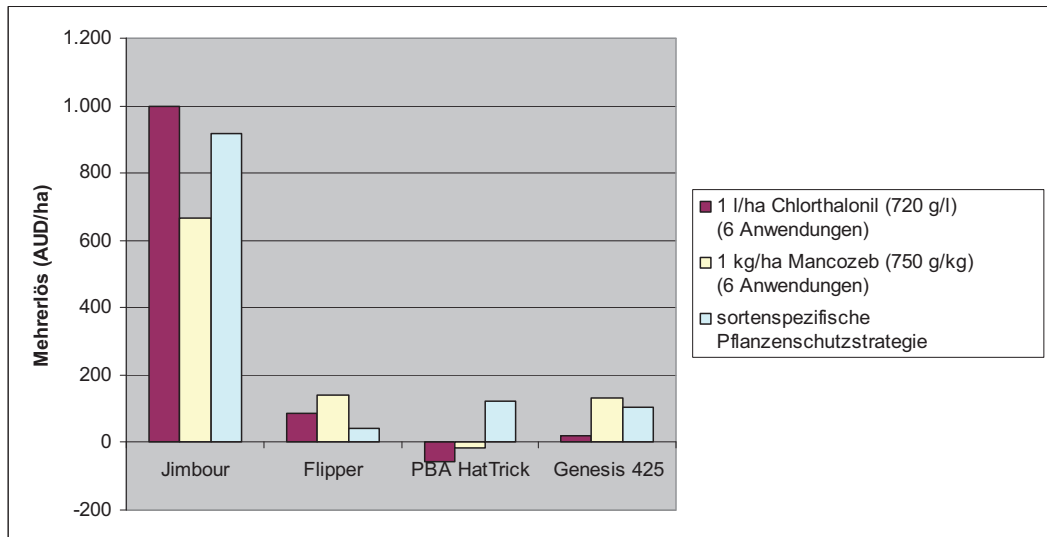


Abbildung 12: Wirtschaftlichkeit (Mehrerlös/ha) verschiedener Fungizidstrategien bei den Kichererbsensorten „Jimbour“, „Flipper“, „PBA HatTrick“ und „Genesis 425“ im Feldversuch 2008 (Tamworth); Quelle: NSW DPI, *eigene Darstellung*

4 Diskussion der Ergebnisse

In den nachfolgenden Ausführungen sollen die durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen bei unterschiedlichen Kichererbsensorten hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Ertragssituation und Wirtschaftlichkeit unter den jeweils herrschenden Anbaubedingungen analysiert und beurteilt werden.

Der Feldversuch des Jahres 2004 bestätigte die hohe Resistenz der Sorte „Flipper“ gegenüber der Brennfleckenkrankheit. Der hohe Erregerdruck führte dagegen im unbehandelten Bestand der anfälligen Sorte „Jimbour“ zu erheblichen Ertragsausfällen. Hier sind Fungizidmaßnahmen zur Ertragssicherung unumgänglich. Dies ist anhand der entstandenen Mehrererlöse bei allen Feldversuchen ersichtlich.

Durch die zehnmahlige Anwendung von „Chlorthalonil“ in „Flipper“ konnte zwar eine leichte Ertragssteigerung gegenüber dem unbehandelten Bestand erzielt werden, dennoch war der entstandene Mehrerlös negativ. Daher ist die Maßnahme bei dieser Sorte als unwirtschaftlich einzustufen. Bei Fungizidbehandlungen mit „Chlorthalonil“ in der gegenüber der Brennfleckenkrankheit anfälligen Sorte „Jimbour“ wurden hingegen um 2,69 t/ha höhere Erträge gegenüber der Kontrollparzelle erzielt. Das spiegelt sich auch in entsprechend hohen Mehrererlösen wider.

Die siebenmalige Anwendung des Wirkstoffs „Mancozeb“ führte bei der Sorte „Flipper“ zu Mehrererträgen von 0,45 t/ha gegenüber „Jimbour“. Außerdem konnte durch diese Maßnahme noch ein Mehrerlös erzielt werden, während dieser bei „Jimbour“ gegenüber der Behandlung mit „Chlorthalonil“ etwas geringer ausfiel.

Anhand dieser unterschiedlichen Werte lässt sich feststellen, dass die Wahl des Wirkstoffes zur Bekämpfung der Brennfleckenkrankheit auf die jeweilige Resistenzeinstufung einer Kichererbsensorte abzustimmen ist. Dabei sollte „Chlorthalonil“ bei hohem Befallsdruck durch *Ascochyta rabiei* in anfälligen Sorten wie „Jimbour“ eingesetzt werden.

Die sortenspezifischen Pflanzenschutzmaßnahmen des ersten Feldversuches führten bei beiden Sorten zum jeweils höchsten Mehrerlös. Insgesamt erreichten dabei Kichererbsen der Sorte „Flipper“ einen etwas geringeren Ertrag als „Jimbour“. Als spezifische Maßnahme wurde hier ein Wechsel von „Chlorthalonil“ zu „Mancozeb“ durchgeführt, die jeweils einmal in der Dosierung von 1 l/ha bzw. 1 kg/ha appliziert wurden. Aufgrund des geringen Fungizidaufwands in Verbindung mit einer Ertragssteigerung von 0,53 t/ha gegenüber der Kontrollparzelle, stellte sich diese Strategie bei „Flipper“ als die am Wirtschaftlichsten heraus. Der spezifische Fungizideinsatz mit reduzierten Aufwandmengen von 0,5 l/ha des Wirkstoffes „Chlorthalonil“ bei der Kichererbsensorte „Jimbour“ führte zum insgesamt höchsten Ertrag dieses Feldversuches.

Dadurch konnte der Mehrerlös gegenüber den beiden anderen Strategien so gesteigert werden, dass diese Fungizidmaßnahme zur höchsten Wirtschaftlichkeit führte. Dies stellt eine Möglichkeit im Kampf gegen die Brennfleckenkrankheit bei anfälligen Sorten dar.

Der Feldversuch im Jahr 2005 bestätigt die Ergebnisse des Vorjahres, wobei wiederum die sechsmalige Anwendung von 0,5 l/ha des Wirkstoffs „Chlorthalonil“ in der Sorte „Jimbour“ zum höchsten Ertrag und Mehrerlös führte. Die doppelte Aufwandmenge bei gleicher Anzahl an Behandlungen hatte geringere Werte zur Folge.

Eine Erhöhung der Aufwandmenge des Wirkstoffes „Chlorthalonil“ bei der Bekämpfung der Brennfleckenkrankheit in anfälligen Sorten führt daher nicht automatisch zu Ertragssteigerungen und ist aufgrund der Mehrkosten für Fungizide abzuwägen. Die drei- bzw. sechsmalige Anwendung von „Chlorthalonil“ in Raten von 0,5 l/ha und 1 l/ha führten bei der Sorte „Flipper“ aufgrund der höheren Fungizidkosten zu geringeren Mehrerlösen als eine alleinige Ausbringung von „Mancozeb“.

Entscheidend für höchste Erträge bei anfälligen Kichererbsensorten, wie „Jimbour“, ist eine protektive Fungizidanwendung gegen die Brennfleckenkrankheit vor dem ersten Erregerbefall. Das ist eine weitere Erkenntnis aus den beiden ersten Feldversuchen.

Die vorbeugende Behandlung in resistenteren Sorten wie „Flipper“ führte hingegen zu keinen Ertragssteigerungen und sollte erst nach einem ersten Auftreten von *Ascochyta rabiei* im Bestand durchgeführt werden. Im Feldversuch des Jahres 2004 wurde am 15. August der Erregerbefall in allen Parzellen festgestellt. Die bis dahin zweimalige Fungizidbehandlung mit „Chlorthalonil“ bei „Flipper“ führte im Endeffekt zu geringeren Erträgen als die Anwendung dieses Wirkstoffs nach einem erstmaligen Auftreten des Pilzerregers.

Der Feldversuch aus dem Jahr 2008 bestätigt die Erkenntnis aus den vorangegangenen Versuchen, dass eine Fungizidbehandlung gegen die Brennfleckenkrankheit in anfälligen Kichererbsensorten wie „Jimbour“ unumgänglich ist. Der seit dem Jahr 1998 höchste Erregerdruck durch *Ascochyta rabiei* führte in unbehandelten anfälligen Sorten zu Ertragsausfällen von nahezu 100 %. Eine frühzeitige Bekämpfung gegen diesen Pilzerreger in Sorten mit hoher Anfälligkeit sichert hohe Erträge, was aus diesem Versuch hervorgeht. Außerdem bestätigte sich die Überlegenheit des Wirkstoffes „Chlorthalonil“ gegenüber „Mancozeb“ in anfälligen Sorten. Die spezifische Pflanzenschutzbehandlung der Sorte „Jimbour“ mit der halben Aufwandmenge an „Chlorthalonil“ führte entgegen der Feldversuche aus dem Jahr 2004 und 2005 nicht zu den höchsten Erträgen und Mehrerlösen. Das ist auch auf den höheren Erregerdruck in 2008 zurückzuführen.

Es zeigte sich aufgrund der günstigeren Fungizidkosten die bessere Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von „Mancozeb“ gegenüber der vollen Aufwandmenge „Chlorthalonil“ in der Bekämpfung von *Ascochyta rabiei* bei Kichererbsensorten mit ansteigender Resistenz.

Bei „Flipper“ und „Genesis 425“ wurden nach gleicher Anzahl an Applikationen beider Wirkstoffe die höchsten Erträge und Mehrerlöse durch den Einsatz von „Mancozeb“ erzielt.

Außerdem bestätigt dieser Versuch die hohe Resistenz von „PBA HatTrick“ gegenüber der Brennfleckenkrankheit aufgrund des im Vergleich höchsten Ertrags der Kontrollparzelle. Bei dieser Sorte stellten sich die sechsfachen Fungizidbehandlungen als unwirtschaftlich heraus. Die erzielten Ertragssteigerungen konnten die Fungizidkosten nicht kompensieren, was sich in negativen Mehrerlösen widerspiegelte. Hier sind Pflanzenschutzmaßnahmen erst nach dem Auftreten des Erregers wirtschaftlich sinnvoll. Die spezifische Behandlung nach dem Erregerbefall, wobei insgesamt viermal 0,5 l/ha „Chlorthalonil“ appliziert wurden, führte zu einer deutlichen Ertragssteigerung und positiven Mehrerlösen.

Im zweiten Jahr nach der Zulassung wird nach Rücksprache mit Landwirten die hohe Resistenz von PBA HatTrick auch im kommerziellen Kichererbsenanbau bestätigt. Zudem wurde eine bessere Wirkung von „Chlorthalonil“ gegenüber „Mancozeb“ bei der Bekämpfung von *Ascochyta rabiei* beobachtet. Ebenfalls konnte durch den Einsatz von „Chlorthalonil“ die Ausbreitung des Erregers der Grauschimmelfäule im Bestand verhindert werden, was bei der Anwendung von „Mancozeb“ nicht der Fall war.

Die Ergebnisse zeigen, dass auf die Sorte abgestimmte Pflanzenschutzstrategien gegen *Ascochyta rabiei* bei Kichererbsen zu Ertragssteigerungen und einer höheren Wirtschaftlichkeit des Anbaus führen können. Dennoch sollten diese Maßnahmen noch weiter entwickelt und unter Praxisbedingungen getestet werden.

Ein weiterer Feldversuch in den Jahren 1999 und 2000 bestätigt zudem, dass bei der Bekämpfung der Brennfleckenkrankheit neben der Wahl des Wirkstoffes, in Abhängigkeit der Resistenz und der Aufwandmenge, auch die Applikationsfrequenz des Fungizides entscheidenden Einfluss auf den Ertrag besitzt.

Abbildung 13 zeigt die Erträge der Kichererbsensorte „Amethyst“ bei unterschiedlicher Aufwandmenge und Applikationsfrequenz der Wirkstoffe „Chlorthalonil“ und „Mancozeb“ im 2-bzw. 4-Wochenrhythmus. „Amethyst“ ist mit S²⁸ gegenüber der Brennfleckenkrankheit eingestuft. Die jeweiligen Ertragsunterschiede in beiden Versuchsjahren sind auf den unterschiedlichen Erregerdruck durch den Schadpilz zurückzuführen. Dieser lag im Jahr 2000 deutlich über dem des Vorjahres und führte so zu höheren Ertragseinbußen.

²⁸ S (nach PBA): Susceptible (anfällig)

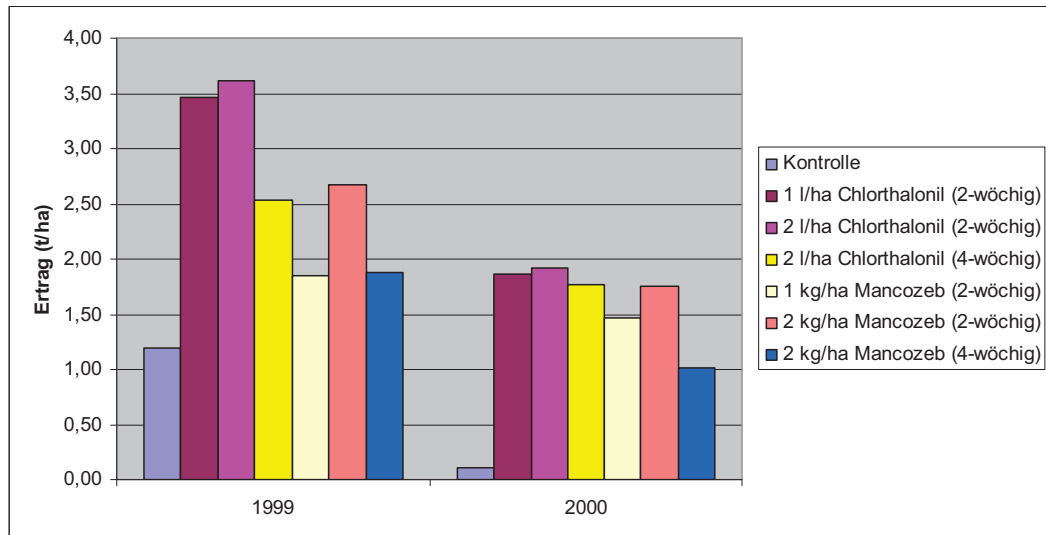


Abbildung 13: Erträge der Kichererbsensorte „Amethyst“ nach unterschiedlichen Pflanzenschutzstrategien (Frequenzeffekt) in Feldversuchen 1999/2000 (Tamworth); Quelle: NSW DPI, *eigene Darstellung*

Neben einer höheren Wirksamkeit von „Chlorthalonil“ gegenüber „Mancozeb“ bei der Bekämpfung von *Ascochyta rabiei* in anfälligen Sorten bestätigt dieser Feldversuch, dass eine Verdopplung der Aufwandmenge an „Chlorthalonil“ nur zu geringfügigen Ertragssteigerungen führt. Die Frequenz der Fungizidanwendung spielt hingegen eine wichtigere Rolle. So lag der Ertrag im Jahr 1999 nach Anwendung von 1 l/ha „Chlorthalonil“ im 2-wöchigen Rhythmus um 1,07 t/ha höher als bei der Applikation von 2 l/ha im 4-wöchigen Rhythmus. Es wurde also während des gesamten Versuches die gleiche Aufwandmenge verwendet. Dennoch zeigten sich diese hohen Ertragsunterschiede.

Bei der Behandlung mit „Mancozeb“ trat dieser Frequenzeffekt besonders im Jahr 2000 auf. Außerdem ist im Kampf gegen die Brennfleckenkrankheit eine Erhöhung der Aufwandmenge an „Mancozeb“ wirksamer als die Anhebung der Wirkstoffmenge von „Chlorthalonil“. Dieser Effekt ist besonders im Jahr 1999 zu erkennen, in dem Ertragssteigerungen von 0,82 t/ha bei Verdopplung der Rate an „Mancozeb“ erreicht wurden.

Zudem wurden die Auswirkungen der Unterlassung einer ersten Fungizidbehandlung bei dieser Sorte untersucht. Somit konnte sich der Erreger frühzeitig im Pflanzenbestand etablieren. In Australien basieren Pflanzenschutzempfehlungen im Wesentlichen auf lokalen Wettervorhersagen. Demnach erfolgte eine Applikation bei Vorhersage von mindestens 50 % Niederschlagswahrscheinlichkeit.

Die Unterlassung der ersten Fungizidbehandlung führte zu deutlichen Ertragsverlusten, wobei die Differenzen gegenüber dem erzielten Maximalertrag²⁹ von 1,7 t/ha bei 0,55 t/ha bzw. 0,94 t/ha lagen.

²⁹ volle Anwendung mit 2 l/ha „Chlorthalonil“

Der Ertragsunterschied von 0,55 t/ha wurde bei einer Weiterbehandlung mit dem Wirkstoff „Chlorthalonil“³⁰ festgestellt. Im zweiten Fall wurde „Mancozeb“³¹ verwendet, was insgesamt zu deutlich höheren Ausfällen führte. Dieser Feldversuch unterstrich die Wichtigkeit einer frühzeitigen und protektiven Fungizidbehandlung gegen die Brennfleckenkrankheit in anfälligen Kichererbsensorten. Eine erstmalige Etablierung des Erregers im Bestand führte zu deutlichen Ertragseinbußen, wobei sich auch eine bessere kurative Wirkung von „Chlorthalonil“ gegenüber „Mancozeb“ zeigte. Daher sollten in diesem Fall Fungizide mit dem Wirkstoff „Chlorthalonil“ eingesetzt werden, um Ertragsverluste auf ein Minimum zu begrenzen.

Eine Alternative zur alleinigen Anwendung der Wirkstoffe „Chlorthalonil“ und „Mancozeb“ im Kampf gegen die Brennfleckenkrankheit bei Kichererbsen kann eine Beimischung von Strobilurinen sein. In einem Feldversuch wurden drei Sorten zusätzlich mit zwei „Strobilurin-/Mancozeb“ Mischungen in unterschiedlichen Aufwandraten behandelt. Diese Mischungen wurden erst nach dem erstmaligen Erregerbefall eingesetzt. Abbildung 14 stellt die Erträge dieses Versuches dar.

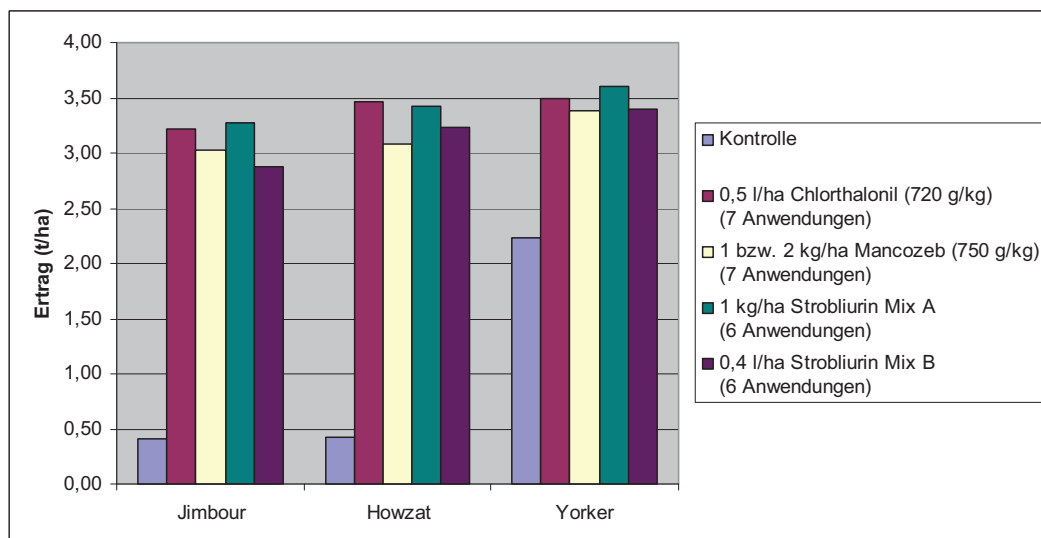


Abbildung 14: Erträge der Kichererbsensorten „Jimbour“, „Howzat“ und „Yorker“ nach unterschiedlichen Fungizidstrategien (Einsatz von Strobilurine) im Feldversuch 2004 (Tamworth); Quelle: NSW DPI, *eigene Darstellung*

Dabei zeigte sich, dass insbesondere die sechsmalige Behandlung mit der Strobilurin-Mischung in der Aufwandmenge von 1 kg/ha zu höheren Erträgen bei den Sorten „Jimbour“ und „Yorker“ führte. Die Anwendungen der geringeren Rate von 400 ml/ha resultierten dagegen in etwas niedrigeren Ertragswerten.

³⁰ 2 l/ha
³¹ 2 kg/ha

Zur Wirtschaftlichkeitsbeurteilung der einzelnen Fungizidmaßnahmen wurden die entstandenen Mehrerlöse (AUD/ha) bei den behandelten Sorten betrachtet, die in Abbildung 15 veranschaulicht sind.

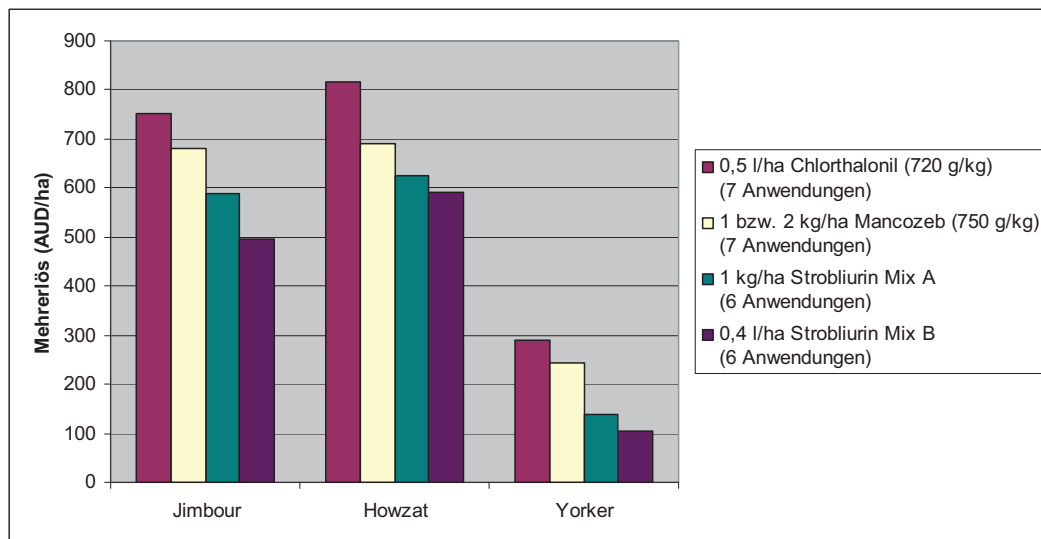


Abbildung 15: Wirtschaftlichkeit (Mehrerlös/ha) verschiedener Fungizidstrategien (Einsatz von Strobilurine) bei den Kichererbsensorten „Jimbour“, „Howzat“ und „Yorker“ im Feldversuch 2004 (Tamworth); Quelle: NSW DPI, *eigene Darstellung*

Die entstandenen Mehrerlöse lagen nach der Anwendung der Strobilurin-Mischung in allen Fällen unter denen der alleinigen Applikation mit „Chlorothalonil“ und „Mancozeb“. Die Ertragszuwächse konnten die höheren Kosten der eingesetzten Strobilurin-Produkte nicht kompensieren. Daher ist deren Einsatz im Kampf gegen die Brennfleckenkrankheit bei Kichererbsen nicht wirtschaftlich. Aus diesem Grund und dem Nichtvorhandensein einer aktuellen Zulassung werden diese Produkte zurzeit im kommerziellen Kichererbsenanbau in Australien nicht eingesetzt.

Die Brennfleckenkrankheit stellt weltweit ein phytopathologisches Problem in einer Vielzahl von Anbaukulturen dar. Deshalb wird in den folgenden Ausführungen auf Aspekte des Pflanzenschutzmanagements bezüglich dieser Pilzkrankheit im deutschen Ackererbsen- und Bohnenanbau eingegangen. Außerdem werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede zur Anwendung von Fungiziden bei australischen Kichererbsen aufgezeigt.

Die Krankheit bei Erbsen wird durch einen Erregerkomplex aus *Ascochyta pisi*, *Mycosphaerella pinodes* und *Phoma medicaginis* ausgelöst. Dabei befällt *Ascochyta pisi* alle oberirdischen Pflanzenteile, während die beiden anderen Pilze als bodenbürtige Erreger die Wurzel- und Stängelbasis direkt infizieren können.

Bei Ackerbohnen wird die Krankheit durch den Erreger *Ascochyta fabae* ausgelöst, der durch die Hülsenwand geht und den Samen befällt. Die Befallssymptome bei beiden Kulturen gleichen denen der Infektion bei Kichererbsen.

Eine erste präventive Maßnahme zur Verhinderung dieser Krankheit ist auch hier die Einhaltung von fünf- bis sechsjährigen Anbaupausen im Rahmen der Fruchtfolge. Da der Erreger vor allem durch infiziertes Saatgut übertragen wird, ist dieses nur aus befallsfreien Beständen (Z-Saatgut) zu verwenden. Ebenso ist beim Anbau ein Abstand von mindestens 400 m zu Feldern mit vorjährigem Befall einzuhalten. Eine zusätzliche Beizung des Erbsensaatgutes wird in jedem Fall empfohlen, wobei in Deutschland augenblicklich nur das Präparat „Aatiram 65“ mit dem Wirkstoff „Thiram (650,4 g/l)“ zugelassen ist. Die maximale Aufwandmenge beträgt hier 200 ml für 100 kg Saatgut. Damit besteht eine Parallele zum australischen Kichererbsenanbau, wo dieser Wirkstoff auch eingesetzt wird, um dem samenbürtigen Erreger der Brennfleckenkrankheit vorzubeugen. Eine Beizung des Saatgutes für Ackerbohnen ist nur im Einzelfall nach § 18 b des Pflanzenschutzgesetzes möglich.

Während im Kampf gegen *Ascochyta rabiei* bei australischen Kichererbsen fast ausschließlich „Chlorthalonil“ und „Mancozeb“ zur Anwendung kommen, wird im deutschen Erbsen- und Bohnenanbau vor allem der Wirkstoff „Azoxystrobin (250 g/l)“ eingesetzt. Dieser ist beispielsweise in dem Produkt „Amistar“ enthalten und schützt vor der Brennfleckenkrankheit und Grauschimmelfäule. In beiden Kulturen sind maximal zwei Behandlungen in der Dosierung von 1 l/ha zugelassen³². Eine Anwendung des Mittels darf erst nach Sichtbarwerden erster Symptome erfolgen. „Azoxystrobin“ gehört zur Gruppe der Strobilurine und wirkt protektiv, wobei es den Elektronentransport in der Mitochondrienatmung der Pilzzellen hemmt. Nach Angaben des Herstellers besitzt das Produkt eine sehr gute Dauerwirkung, die 3-8 Wochen Schutz vor Neuinfektionen leisten kann. „Azoxystrobin“ hat translaminare und systemische Eigenschaften. Es wird über das Blatt oder die Wurzel aufgenommen und in der Pflanze verlagert.

Die Kontaktfungizide „Chlorthalonil“ und „Mancozeb“ besitzen dagegen eine nicht-systemische Wirkung. Sie dringen nicht in die Pflanze ein und schützen sie so von außen vor Neuinfektionen. Werden der aufgebrauchte Belag durch Niederschläge weggespült oder neu gebildete Blätter von dem Erreger befallen, verliert die Pflanze den Schutz und es muss eine erneute Anwendung der Kontaktfungizide erfolgen. „Chlorthalonil“ reagiert mit Glutathion, einer Thiolverbindung, was zur Unterbrechung der Glykolyse und damit zum Absterben der Pilzzelle führt. „Mancozeb“ verhindert durch die Störung des Stoffwechsels der Schadpilze deren Sporenkeimung auf der Blattoberfläche der Pflanze.

³² vgl. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Pflanzenschutzmittelverzeichnis 2011 (59. Auflage) Teil 2 Gemüsebau-Obstbau-Zierpflanzenbau S. 31-32

Durch den Multi-Site-Mechanismus beider Kontaktfungizide ist das Auftreten von Resistenzen gering. Bei Strobilurinen hingegen, wie „Azoxystrobin“, besteht aufgrund des Single-Site-Mechanismus eine hohe Resistenzgefahr. Daher sollte deren Einsatz in eine Rotation mit anderen Wirkstoffgruppen eingebunden werden, was aber aufgrund von Zulassungsbeschränkungen schwierig ist.

5 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, unterschiedliche Pflanzenschutzstrategien im australischen Kichererbsenanbau zu analysieren und zu beurteilen. Hierbei wurde insbesondere auf die Bekämpfung der Brennfleckenkrankheit bei Sorten mit unterschiedlich hoher Resistenz eingegangen. Da diese durch den Erreger *Ascochyta rabiei* ausgelöste Pilzkrankheit zu hohen Verlusten in anfälligen Sorten führen kann, ist das Pflanzenschutzmanagement bei Kichererbsen entscheidend für höchste Erträge. Dieses beinhaltet auch die Schlag- und Sortenwahl sowie die Eingliederung in die Fruchtfolge, wobei Anbaupausen von 3-4 Jahren eingehalten werden sollten. Ein spezielles Problem im ostaustralischen Kichererbsenanbau stellt die Phytophthora-Wurzelfäule auf durch Staunässe gefährdeten Standorten dar. Auch bei der Schlagwahl ist dies zu beachten. Die Pflanzen stehen außerdem in großer Konkurrenz zu Unkräutern und reagieren sensibel auf Herbizidschäden. Daher ist der Anbau auf durch starken Unkrautbefall gefährdeten Schlägen zu vermeiden. Der Einsatz von Herbiziden während der Vegetationsperiode ist auf ein Minimum zu begrenzen.

Die Sortenwahl stellt aufgrund unterschiedlicher Resistenzen eine wichtige vorbeugende Maßnahme gegen die Brennfleckenkrankheit dar. Bei eigenständig durchgeführten Befallsbonituren hinsichtlich dieser Pilzkrankheit bestätigte sich die hohe Resistenz der seit zwei Jahren zugelassenen Sorte „PBA HatTrick“ sowohl in Feldversuchen als auch im kommerziellen Anbau. Das Saatgut ist in jedem Fall mit Beizmitteln zu behandeln, um den samenbürtigen Erregern der Brennfleckenkrankheit und Grauschimmelfäule vorzubeugen.

Zur Pilzbekämpfung bei Kichererbsen werden in Australien vorwiegend die Kontaktfungizide „Chlorthalonil“ und „Mancozeb“ angewendet. In Fungizidversuchen hinsichtlich der Bekämpfung von *Ascochyta rabiei* zeigte sich, dass eine Anwendung dieser Wirkstoffe bei anfälligen Sorten in jedem Fall zu Mehrerlösen führt. Es sollte hier „Chlorthalonil“ auf Grund der besseren Haftfähigkeit dem Wirkstoff „Mancozeb“ vorgezogen werden. Außerdem zeigte sich, dass bei weniger resistenten Sorten wie „Jimbour“ unter kleinerem Erregerdruck eine reduzierte Aufwandrate an „Chlorthalonil“ in einem hohen Ertragsniveau resultiert. Dies führt aufgrund der geringeren Mehrkosten für den eingesetzten Wirkstoff zu einer besseren Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme. Der Versuch im Jahr 2008 zeigte, dass unter hohem Erregerdruck stabile Erträge bei anfälligen Sorten nur durch volle Einsatzmengen von 1 l/ha an „Chlorthalonil“ erzielt werden.

Der Fungizideinsatz bei resistenten Sorten wie „Flipper“ oder „PBA HatTrick“ führte trotz Ertragssteigerungen nicht in jedem Fall zu Mehrerlösen. Insbesondere eine Vielzahl an Ausbringungen des Wirkstoffes „Chlorthalonil“ mit vollen Aufwandmengen von 1 l/ha stellte sich häufig als unwirtschaftliche Pflanzenschutzstrategie heraus und sollte unterlassen werden.

Es empfiehlt sich hier eine Behandlung erst nach dem Auftreten erster Symptome von *Ascochyta rabiei* durchzuführen, um eine weitere Ausbreitung im Bestand zu verhindern. Dazu sollten aufgrund der geringeren Fungizidkosten der Wirkstoff „Mancozeb“ oder reduzierte Mengen von 0,5 l/ha an „Chlorthalonil“ eingesetzt werden.

Eine Alternative zur Anwendung der Kontaktfungizide „Chlorthalonil“ und „Mancozeb“ stellt die Bemischung von Strobilurinen dar. Durch deren Einsatz konnten zum Teil bessere Erträge gegenüber der herkömmlichen Mittelanwendung erzielt werden. Da der Strobilurineinsatz höhere Kosten verursacht und im australischen Kichererbsenanbau nicht zugelassen ist, findet er hier keine Verwendung.

Die regelmäßige Kontrolle im Pflanzenbestand hinsichtlich des Pilzbefalls und der rechtzeitige Fungizideinsatz vor eintretenden Niederschlagsereignissen sind im Endeffekt entscheidende Voraussetzungen für einen erfolgreichen Kampf gegen die Brennfleckenkrankheit. Das Nichtdurchführen einer frühzeitigen Bekämpfung, speziell in anfälligen Sorten, führt zu hohen Ertragsverlusten. Spätere Behandlungen können diese Verluste nicht mehr ausgleichen.

Aufgrund der erfolgreichen Züchtung von Sorten mit verbesserten Resistenzen, insbesondere gegenüber *Ascochyta rabiei*, wird der spezifische Pflanzenschutzmitteleinsatz in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Dabei spielen geringere Aufwandmengen ebenso eine Rolle, wie die Überlegung, ob eine durchzuführende Maßnahme noch zu entsprechenden Mehrerlösen führt und damit die Wirtschaftlichkeit des Kichererbsenanbaus gewährleistet ist.

6 Literaturverzeichnis

- AUFHAMMER, WALTER (1998): Getreide- und andere Körnerfruchtarten, Stuttgart, Eugen Ulmer Verlag
- Australian Plant Pathology (2008): Management of Ascochyta blight in chickpeas grown in Australia
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2006): Ackerbohnen und Erbsen zur Kornnutzung
http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_34328.pdf
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2011): Pflanzenschutzmittelverzeichnis (59. Auflage) Teil 2: Gemüsebau-Obstbau-Zierpflanzenbau
http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/psm_verz_2.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- CHANDIRASEKARAN, RAJAMOHAN (2007): Options for reducing Ascochyta blight severity in Chickpeas (*Cicer Arietinum L.*), University of Saskatchewan, Saskatoon (Canada), Master-Thesis
<http://library2.usask.ca/theses/available/etd-06062007-194226/unrestricted/R.Chandirasekaran.CGSR.pdf>
- Department of Agriculture and Food (Western Australia) (2011): Fungal and bacterial diseases of chickpea
http://www.agric.wa.gov.au/PC_92091.html?s=1001
- Fachwörterbuch Landwirtschaft (1992): englisch-deutsch / deutsch-englisch (PONS) 1.Auflage; Klett Verlag
- Government of Saskatchewan, Canada (2010): Scouting and Management of Ascochyta Blight in Chickpea
<http://www.agriculture.gov.sk.ca/Default.aspx?DN=58d8a4fa-054c-4227-b742-6d037090bf89>
- GRDC & NSW DPI (2005): Flipper Factsheet
http://www.awb.com.au/NR/rdonlyres/Flipper_Factsheet_2005.pdf
- KAACK, HANS JÜRGEN (1983): Untersuchungen zur Epidemiologie und Bekämpfung von Ascochyta rabiei (Pass.) Lab., dem Erreger der Brennfleckenkrankheit an Kichererbsen (*Cicer arietinum L.*), Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, Hohe Landwirtschaftliche Fakultät, Inaugural-Dissertation
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2009): Krankheiten in Körnerleguminosen
<http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/pflanzenschutz/ackerbau/eiweisspflanzen/krankheiten-pdf.pdf>
- REHM, SIGMUND & ESPIG, GUSTAV (1976): Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen; 3.Auflage, Stuttgart, Eugen Ulmer Verlag
- NSWDPI (2009): Ascochyta and other diseases in chickpeas-Lessons from 2008 and management of chickpeas in 2009
- NSWDPI (2004): Chickpea Ascochyta blight-developing Specific Management Packages
- NSWDPI (2010): Chickpeas in 2010: Low temperature effects in 2009
- NSWDPI (2010): Chickpeas in 2010: PBA HatTrick-performance and management
- NSWDPI (2010): Chickpeas in 2010: Viruses in 2009, recommendations for 2010
- NSWDPI (2004): Lessons from Down Under: Learning from the Australian Chickpea Experience
- NSWDPI (2004): Managing Chickpea Ascochyta in 2005

NSWDPI (2005): Update on Ascochyta and disease management in chickpeas for 2006

NSWDPI (2010): The 2010 Winter Season (Feldtag in Tullooona (NSW) am 22.09.2010)

NSWDPI (2011): Weed control in winter crops

NSWDPI (2011): Winter crop variety sowing guide

Pulse Australia (2010): Chickpea: Integrated disease management
<http://www.pulseaus.com.au/Chickpea20Integrated%20Disease%20Management.pdf>

Pulse Australia (2008): Chickpea disease management strategy Northern Region
<http://www.pulseaus.com.au/Chickpea%20Disease%20Management%20Strategy%20-%20Northern%20Region.pdf>

Pulse Australia (2008): Chickpea disease management strategy Southern Region
<http://www.pulseaus.com.au/Chickpea%20disease%20management%20strategy%20Southern%20Region.pdf>

Pulse Australia (2009): Flipper-Desi Chickpea
<http://www.pulseaus.com.au/pdf/Flipper%20VMP.pdf>

Pulse Australia (2008): Genesis 425
<http://www.pulseaus.com.au/pdf/Genesis%20425%20VMP.pdf>

Pulse Australia (2010): Virus control in chickpeas-special considerations
<http://www.pulseaus.com.au/Virus%20Control%20in%20Chickpea.pdf>

Pulse Breeding Australia (2008): PBA HatTrick-Desi Chickpea
<http://www.grdc.com.au/uploads/documents/PBA%20HatTrick%20-%20chickpea.pdf>

Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen E. V.(2008): Pilzkrankheiten an Körnerfut-
 tererbsen
http://www.ufop.de/downloads/Broschuere_Pilzkrankheiten_240608.pdf

Queensland Department of Primary Industries (2010): Helicoverpa Management in Chickpea
http://www.dpi.qld.gov.au/documents/Biosecurity_GeneralPlantHealthPestsDiseaseAndWeeds/HelicoverpaManagement-InChickpea.pdf

Queensland Department of Primary Industries (2010): Using NPV to manage Helicoverpa in
 Fieldcrops
http://www.dpi.qld.gov.au/documents/Biosecurity_GeneralPlantHealthPestsDiseaseAndWeeds/Insects-NPV-to-mange-helicoverpa.pdf

Queensland Department of Primary Industries (2010): Varieties of chickpeas
http://www.dpi.qld.gov.au/26_5520.htm

<http://www.nvtonline.com.au/> (letzter Zugriff: 14.02.2011)

<http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2000/320/original/kicherer.htm>
 (letzter Zugriff: 9.02.2011)

http://www.syngenta.com/country/ch/de/produkte-und-bereiche/landwirtschaft/Documents/DataSheets/TD-Sheets/bravo_500_d.pdf
 (letzter Zugriff: 24.05.2011)

http://www.syngenta-agro.ch/ratgeber/pdf/merkblaetter/de/amistar_d.pdf
 (letzter Zugriff: 24.05.2011)

[http://www.baudokumentation.ch/7/company/06/73/15/www.omya.ch/omyach.nsf/AGROProdHTML/Electis/\\$FILE/Electis.pdf](http://www.baudokumentation.ch/7/company/06/73/15/www.omya.ch/omyach.nsf/AGROProdHTML/Electis/$FILE/Electis.pdf) (letzter Zugriff: 24.05.2011)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Regionen des Kichererbsenanbaus in Australien	6
Abbildung 2: Kichererbsenanbau im Direktsaatverfahren in Ostaustralien kurz vor Blühbeginn (17.08.2010)	6
Abbildung 3: Klimadiagramme australischer Anbauregionen für Kichererbsen	7
Abbildung 4: Entwicklungszyklus von <i>Ascochyta rabiei</i> bei Kichererbsen	9
Abbildung 5: Fraßbeobachtungen kleiner und großer Larven von <i>Helicoverpa armigera</i> und <i>Helicoverpa punctigera</i> an Kichererbsenpflanzen.....	13
Abbildung 6: Befallssituation mit <i>Ascochyta rabiei</i> bei unterschiedlichen Kichererbsensorten in Ostaustralien	22
Abbildung 7: Erträge der Kichererbsensorten „Jimbour“ und „Flipper“ bei unterschiedlichen Fungizidstrategien im Feldversuch 2004	24
Abbildung 8: Wirtschaftlichkeit (Mehrerlös/ha) verschiedener Fungizidstrategien bei den Kichererbsensorten „Jimbour“ und „Flipper“ im Feldversuch 2004	25
Abbildung 9: Erträge der Kichererbsensorten „Jimbour“ und „Flipper“ bei unterschiedlichen Fungizidstrategien im Feldversuch 2005	26
Abbildung 10: Wirtschaftlichkeit (Mehrerlös/ha) verschiedener Fungizidstrategien bei den Kichererbsensorten „Jimbour“ und „Flipper“ im Feldversuch 2005	27
Abbildung 11: Erträge der Kichererbsensorten „Jimbour“, „Flipper“, „PBA HatTrick“, „Genesis 425“ bei unterschiedlichen Fungizidstrategien im Feldversuch 2008	28
Abbildung 12: Wirtschaftlichkeit (Mehrerlös/ha) verschiedener Fungizidstrategien bei den Kichererbsensorten „Jimbour“, „Flipper“, „PBA HatTrick“ und „Genesis 425“ im Feldversuch 2008	29
Abbildung 13: Erträge der Kichererbsensorte „Amethyst“ nach unterschiedlichen Pflanzenschutzstrategien (Frequenzeffekt) in Feldversuchen 1999/2000	33
Abbildung 14: Erträge der Kichererbsensorten „Jimbour“, „Howzat“ und „Yorker“ nach unterschiedlichen Fungizidstrategien (Einsatz von Strobilurine) im Feldversuch 2004	34
Abbildung 15: Wirtschaftlichkeit (Mehrerlös/ha) verschiedener Fungizidstrategien (Einsatz von Strobilurine) bei den Kichererbsensorten „Jimbour“, „Howzat“ und „Yorker“ im Feldversuch 2004	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Einfluss der Larvenpopulation von <i>Helicoverpa armigera</i> und <i>Helicoverpa punctigera</i> auf den monetären Ertragsverlust bei unterschiedlichen Kichererbsenpreisen (in AUD).....	12
Tabelle 2:	Möglichkeiten der Beizung von Kichererbsensaatgut	14
Tabelle 3:	Fungizideinsatz in australischen Kichererbsenbeständen	16
Tabelle 4:	Vergleich pflanzenbaulicher Merkmale unterschiedlicher Kichererbsensorten in Nord-Ost Australien	18
Tabelle 5:	Vergleich von Resistenzen unterschiedlicher Kichererbsensorten (unbehandelt) gegenüber der Brennfleckenkrankheit und Phytophthora-Wurzelfäule in Nord-Ost Australien	18
Tabelle 6:	Erträge (t/ha) unterschiedlicher Kichererbsensorten bei niedrigem bzw. hohem Befallsdruck durch die Brennfleckenkrankheit in NSW	20

Abkürzungsverzeichnis

AUD	Australischer Dollar
bzw.	beziehungsweise
DPI	Department of Primary Industries
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Rom, Italien)
g	Gramm
GRDC	Grains Research & Development Corporation (Canberra, Australien)
ha	Hektar
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (Aleppo, Syrien)
kg	Kilogramm
l	Liter
mm	Millimeter
ml	Milliliter
NSW	New South Wales
PBA	Pulse Breeding Australia
t	Tonnen
WA	Western Australia

Anhang

Daten des Feldversuches 1 (2004)

The Trial

The Trial was sown in late May 2004 with 50kg/ha Granuloc 12Z fertilizer and liquid Rhizobium, targeting 40 plants/sq m. Plots were 4m x 10m, consisting of 10 rows @ 40cm spacing. It was inoculated with Ascochyta in July with diseased chickpea stubble and spores.

Table 2. TAC04 trial details Fungicide application date and rate

Treatment	11Jul	16Jul	15Aug	27Aug	6Sep	28Sep	17Oct	27Oct	2Nov	11Nov
1L chlorothalonil	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
CP04 mancozeb	N	1kg	2kg	2kg	2kg	1kg	1kg	N	1kg	N
Jim VMP	N	0.5L	1L	1L	0.5L	0.5L	0.5L	N	0.5L	N
Flipper VMP	N	N	N	N	1L	1kg	N	N	N	N

Y = sprayed; N = no spray; rates in kg indicate product with 750g/kg mancozeb; rates in L indicate product with 720g/L chlorothalonil

Table 4. TAC04 Number of sprays and cost of four fungicide tactics¹ for two chickpea genotypes. Rates and application dates are in Table 2.

Tactic	1LChlo	CP04	JimVMP	FlipperVMP	Nil
<i>No. Sprays</i>	10	7	7	2	0
<i>Cost \$/ha</i>	210	105	107	33	0

¹ 1LChlo = 1L/ha chlorothalonil, CP04 = 1 or 2kg/ha mancozeb, VMP = tactic specific to each variety, Nil = no fungicide

Table 5. TAC04 effect of fungicide tactic on grain yield (t/ha) and fungicide gross margins (\$/ha) of two chickpea genotypes. Gross margins are based on a grain price of \$300/t and do not include other production costs

Tactic	Genotype	1L Chlo	CP04	VMP	Nil
Jimbour	t/ha	3.12	2.73	3.22	0.43
	\$/ha	726	715	858	129
Flipper	t/ha	2.90	3.18	3.07	2.54
	\$/ha	661	848	889	761

Daten des Feldversuches 2 (2005)

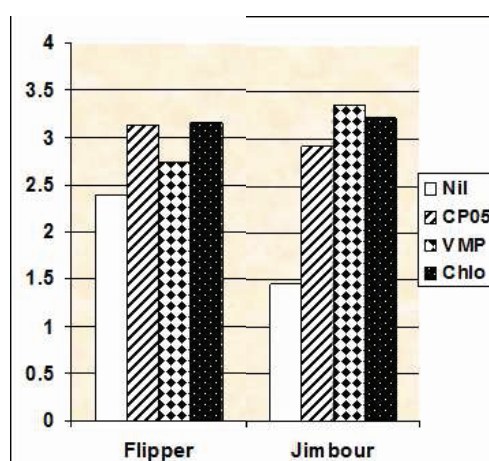
- Sown: 23 Jul 05 with 50kg/ha Granuloc 12Z fertilizer, 40cm row spacing, target 40 plants/m²
- Plots 4 m x 10 m, consisting of 10 rows @ 40 cm spacing
- Varieties: Jimbour (most susceptible), Flipper (least susceptible)
- 7 Sep 05, Ascochyta inoculum (diseased chickpea stubble) was spread over each plot at 7 g/m²
- Fungicides: 3 base treatments ie Nil (maximum disease), 1L/ha chlorothalonil (low disease) and the current recommendation (CP05 based on mancozeb). Each genotype also received a variety specific package (VMP, Table 3).
- Nearest neighbour design, Randomised Complete Block, four replicates, harvested 8 Dec 05

Table 3. Fungicide schedule¹ and tactics for 2005 Ascochyta trial, Tamworth

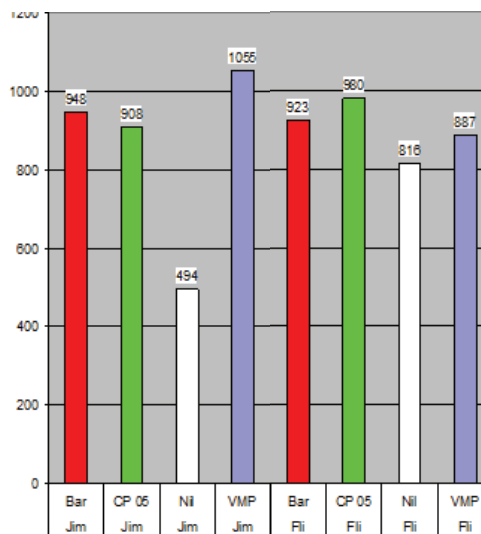
2005 Date	Low Disease (chlorothalonil)	CP05 (mancozeb)	VMP Flipper	VMP Jimbour
8 Sep	1L	1kg	Nil	0.5L chloro
23 sep	1L	1kg	Nil	0.5L chloro
7 Oct	1L	1kg	Nil	0.5L chloro
19 Oct	1L	1kg	0.5L chloro	0.5L chloro
4 Nov	1L	1kg	0.5L chloro	0.5L chloro
18 Nov	1L	2kg	0.5L chloro	0.5L chloro

¹Rates are product per hectare: chlorothalonil 720 g/L active, mancozeb 750 g/kg active

Figure 1. TAC05 Yield (t/ha) Variety vs Ascochyta tactic



TAC05 DAN86 Tamworth Ascochyta x Chickpea varietytrial Fungicide GM \$/ha



Daten des Feldversuches 3 (2008)

The Tamworth Ascochyta management trial, TAC08 sought to match Ascochyta management to a variety's susceptibility to the disease. The trial was sown late (27 Jun) because of lack of planting moisture, inoculated with Ascochyta on 30 Aug just prior to rain, received 430mm rain between inoculation and harvest and were exposed to 25 infection periods (leaf wetness > 3hr). Seasonal conditions favoured disease and by the second week in October, unprotected susceptible varieties were dead. The trial had two control treatments, one to maximise disease (no fungicide sprays) and one to minimise disease (a pre-inoculation spray then regular sprays with 1.0L/ha fungicide containing 720g/L Chlorothalonil).

2008 Chickpea Ascochyta x Variety x Fungicides Trial, Tamworth

Sown 26-27 Jun, Inoculated 30 Aug, Harvest 10-11 Dec 2008

Fungicide spray & date		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
Treatment		29 Aug	12 Sep	3 Oct	13 Oct	1 Nov	15 Nov
TAC08	Chlorothalonil 1L/ha chloro	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Mancozeb 1kg/ha manco	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Jimbour VMP 0.5L/ha chloro	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Flipper VMP 0.5L/ha chloro	N	N	Y	Y	Y	Y
	CICA512 VMP 0.5L/ha chloro	N	N	Y	Y	Y	Y
	Genesis425 VMP 0.5L/ha chloro	N	N	Y	Y	Y	Y

TAC08 Treatment	Sprays	Cost \$/ha	Yield kg/ha	GM \$/ha
Jimbour 1L chlorothalonil	6	126	2825	704
Jimbour 1kg mancozeb	6	72	1866	374
Jimbour 0.5L VMP	6	78	2504	624
Jimbour Nil	0	0	19	-292
Flipper 1L chlorothalonil	6	126	2512	579
Flipper 1kg mancozeb	6	72	2510	632
Flipper 0.5L VMP	4	52	2221	537
Flipper Nil	0	0	1980	492
CICA512 1L chlorothalonil	6	126	2482	567
CICA512 1kg mancozeb	6	72	2447	607
CICA512 0.5L VMP	4	52	2747	747
CICA512 Nil	0	0	2310	624
Genesis425 1L chlorothalonil	6	126	2500	574
Genesis425 1kg mancozeb	6	72	2652	689
Genesis425 0.5L VMP	4	52	2529	660
Genesis425 Nil	0	0	2140	556

Daten des Feldversuches „Frequenzeffekt“ und Unterlassung einer frühzeitigen Behandlung (1999/2000)

Table 4 1999 and 2000 grain yields of Amethyst chickpea sprayed with chlorothalonil or mancozeb at different product rates and frequencies of application.

Fungicide	Frequency	Rate *	1999 Yield (t/ha)	2000 Yield (t/ha)
Chlorothalonil	2 weekly	1 L/ha	3.47	1.86
Chlorothalonil	2 weekly	2 L/ha	3.61	1.92
Chlorothalonil	4 weekly	2 L/ha	2.54	1.77
Nil			1.19	0.11
Mancozeb	2 weekly	1 kg/ha	1.85	1.46
Mancozeb	2 weekly	2 kg/ha	2.67	1.75
Mancozeb	4 weekly	2 kg/ha	1.88	1.02

Table 5 2000 Grain yield of Amethyst chickpea sprayed according to four grower scenarios

Scenario*	Yield (t/ha)
Nil	0.15
1st spray chlorothalonil, then reactive chlorothalonil	1.70
Skip 1st spray, reactive chlorothalonil	1.15
Skip 1st spray, reactive mancozeb, all sprays full rate	0.76

*Products were: Bravo 720 (720g/L chlorothalonil) at full rate (2 L/ha) and Dithane DF (750g/kg mancozeb) at full rate (2 kg/ha)

Daten des Feldversuches mit dem Einsatz von Strobilurinen (2004)

How was it done?

- ◆ Sown: May 28, 2004 with 50kg/ha Granuloc 12Z fertilizer, 40cm row spacing, target 40 plants/sq m
- ◆ Plots 4m x 10m, consisting of 10 rows @ 40cm spacing
- ◆ Varieties: Jimbour (most susceptible), Howzat, Yorker (least susceptible)
- ◆ 6 Jul 2004, Ascochyta inoculum (diseased chickpea stubble) was spread over each plot at 7g/sqm; on 25 Jul, conidial inoculum (50,000 conidia/mL) was applied at 100 L/ha
- ◆ Nearest neighbour design, RCB, four replicates, harvested 14 Dec 2004
- ◆ Fungicide treatments included the current recommendation (CP04); details follow:

Table 1. Fungicide treatments for 2004 chickpea Ascochyta trial (FUN04)Tamworth

Fungicide application date and rate	11Jul	16Jul	15Aug	27Aug	6Sep	28Sep	17Oct	27Oct	2Nov	11Nov
0.5L Chlorothalonil	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N
CP04 Mancozeb	N	1kg	2kg	2kg	2kg	1kg	1kg	N	1kg	N
Strobilurin A Post	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N
Strobilurin B Post	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N

Y = sprayed; N = no spray

Table 2. Effect of fungicides on grain yield (t/ha) and fungicide gross margins (\$/ha) of three chickpea genotypes. Gross margins are based on a grain price of \$300/t and do not include other production costs

Genotype & Treatment	No. Sprays	Cost \$/ha	Yield t/ha	GM \$/ha
Jim 0.5L Chlo	7	91	3.22	875
Jim CP04 Mancozeb	7	105	3.03	803
Jim Strob A Post	6	270	3.28	713
Jim Strob B Post	6	246	2.88	618
Jim Nil	0	0	0.41	123
How 0.5L Chlo	7	91	3.46	947
How CP04 Mancozeb	7	105	3.08	819
How Strob A Post	6	270	3.42	755
How Strob B Post	6	246	3.23	723
How Nil	0	0	0.43	130
Yorker 0.5L Chlo	7	91	3.50	959
Yorker CP04 Mancozeb	7	105	3.39	912
Yorker Strob A Post	6	270	3.60	810
Yorker Strob B Post	6	246	3.40	775
Yorker Nil	0	0	2.23	670

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Neubrandenburg, 16.06.2011

Guido Weißflog