

1 Einleitung

Raps nimmt in Bayern wie in vielen anderen nordeuropäischen Anbaugebieten eine bedeutende Stellung als landwirtschaftliche Kulturpflanze ein. Wohl keine andere Ackerfrucht hat in den letzten 20 Jahren einen derartigen Bedeutungszuwachs erlangt wie der Winterraps.

1.1 Die Entwicklung des Rapsanbaus

Raps (*Brassica napus* L. var. *napus*) vereint das Erbgut von Kohl und Rübsen. Diese Kreuzung fand vermutlich in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung im Mittelmeerraum statt, als die von chinesischen Seidenhändlern mitgeführten Rübsensamen erstmalig neben den mediterranen Kohlpflanzen aufwuchsen. Ein gezielter Anbau von Raps erfolgte jedoch nicht vor dem späten Mittelalter, ausgehend von den Niederlanden gelangte die Kultur damals in das nordwestliche Deutschland. Bevor das Rapsöl im 19. Jahrhundert verstärkt für technische Zwecke und als Lebensmittel genutzt wurde, fand es in erster Linie Verwendung in Öllampen zur Beleuchtung privater Wohnungen (BRAUER 2007).

Unterstützt durch die züchterische Bearbeitung des Fettsäuremusters von Rapsöl ist in den 60er und 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts die Rapsanbaufläche angestiegen (KRUSE 2004). Der Züchtung gelang die Erzeugung von 00-Sorten, mit denen heute in Deutschland nahezu die komplette Rapsanbaufläche bestellt ist. Die Körner von 00-Rapssorten sind weitgehend frei von Erucasäure sowie Glucosinolaten. Durch die fehlende Erucasäure verlor das Rapsöl seinen bitteren Beigeschmack und stand nicht mehr nur ausschließlich für technische Zwecke, sondern auch als ernährungsphysiologisch interessanter Rohstoff für die Lebensmittelindustrie zur Verfügung. Die Absenkung des Gehaltes an Glucosinolat, dessen Abbauprodukte in hohen Konzentrationen giftig sind, ermöglichte zudem einen problemlosen Einsatz des Rapskuchens in der Tierernährung (ANONYMUS 2004c).

Raps wird heute weltweit in seiner Winter- und Sommerform kultiviert; Wintervarietäten hauptsächlich in gemäßigten Klimazonen in Europa und China, Sommervarietäten nahezu ausschließlich in Gebieten mit extremeren Klimaten wie Australien und Kanada (FRANKE 1989, POUZET 1995). Als Quelle für Pflanzenöl steht Raps weltweit nach Soja und Ölpalme an dritter Stelle (ANONYMUS 2006k). Neben der Verwendung als Nahrungsmittel aufgrund des hochwertigen Ölsäurenspektrums, dem Einsatz in der Futtermittelindustrie sowie als Rohstoff der chemischen Industrie hat die Nachfrage nach Rapsöl insbesondere durch die Produktion von Raps-Methyl-Ester („Biodiesel“) einen großen Aufschwung erfahren (ANONYMUS 2007g, BOCKEY 2006a).

Im Jahr 2006 fanden in Deutschland mehr als 1 Million Hektar Raps ihre Verwendung in der Biodieselindustrie, 300.000 Hektar als Speiseöl in der Nahrungsmittelindustrie; einen kleineren Absatzmarkt stellt zudem die Oleochemie dar (BOCKEY 2007). Die Europäische Union (EU-25) ist mit etwa 33 % Anteil an der Weltproduktion der größte Rapsproduzent vor China (28,4 %), Kanada (16,8 %) und Indien (13,5 %). Zur Ernte 2006 wies die Rapsanbaufläche in der Europäischen Union (EU-25) mit 5,089 Mio. ha einen neuen Höchststand auf; die größten Anbauländer nach der Bundesrepublik Deutschland (1,429 Mio. ha) waren Frankreich (1,405 Mio. ha), Polen (623.000 ha) und Großbritannien (500.000 ha) (MIELKE 2006, ANONYMUS 2007h). In Deutschland hat sich die Rapsfläche in den letzten 15 Jahren verdoppelt; im Jahr 2005 waren etwa 11 % der zur Verfügung stehenden Ackerfläche mit Raps bestellt. Durch die Intensivierung der Rapsproduktion werden hier die weltweit höchsten Erträge erzielt. Die Bundesländer mit der größten Rapsfläche (zur Ernte 2006) waren Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Bayern (ALPMANN 2005, BOCKEY 2006b, ANONYMUS 2007i).

Die verstärkte Nachfrage nach Rapsöl und die daraus resultierenden stabilen bzw. steigenden Marktpreise führten zu einer hohen ökonomischen Vorzüglichkeit im Vergleich zu anderen Marktfrüchten (STARK et al. 2001). Aufgrund der tiefen Durchwurzelung und langen Beschattung zeigt Raps eine gute Vorfruchtwirkung durch die Verbesserung der bodenphysikalischen Eigenschaften, was in den heutigen, engen Getreidefruchtfolgen ein bedeutsamer Aspekt ist (CHAN und HEENAN 1996). Zusätzlich

stellt Raps aus phytosanitärer Sicht eine Gesundungsfrucht im intensiven Getreideanbau dar (VOLCKENS und WARNECKE 2007).

1.2 Bedeutung von Raps in Bayern

Winterraps zählt in Bayern nach Getreide und Mais zu den bedeutendsten Ackerbaukulturen. Der Anbau von Winterraps umfasste zur Ernte 2006 eine Fläche von 162.589 ha (ANONYMUS 2006j). Die Entwicklung der Anbauflächen in Bayern ist in Abbildung 1 dargestellt. Eine weitere Flächenausdehnung aufgrund der energiepolitischen Diskussionen und der daraus resultierenden Errichtung großer Verarbeitungskapazitäten, hängt in erster Linie von der Preisentwicklung und der Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu konkurrierenden Ackerfrüchten ab. Flächenpotentiale dafür wären in den bayerischen Ackerbaugebieten noch ausreichend vorhanden, der Anbauflächenanteil in der Fruchtfolge betrug 2006 nur ca. 10 % (AIGNER und REHM 2006, BOCKEY 2006c).

Nach dem witterungsbedingt schlechten Ertragsniveau 2003, wurde in Bayern im Erntejahr 2004 mit durchschnittlich 38,7 dt/ha der höchste Kornertrag erreicht (Abb. 1). Auch in den Jahren 2005 (36,5 dt/ha) und 2006 (38,1 dt/ha) konnte im Landesdurchschnitt die Marke von 35 dt/ha deutlich übertroffen werden (ANONYMUS 2006j).

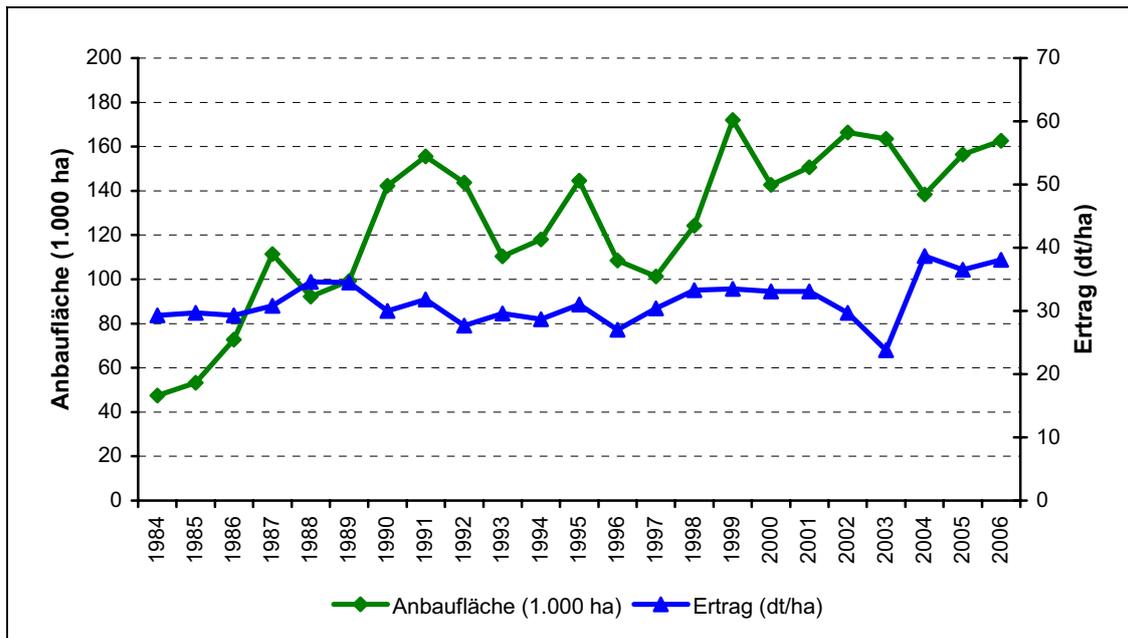


Abb. 1: Anbauflächen und Ertragsentwicklung von Winterraps in Bayern (ANONYMUS 2006j)

Winterraps ist in Bayern, abgesehen von den Grünlandregionen des Voralpenlandes bzw. des Bayerischen Waldes, in allen landwirtschaftlichen Erzeugungsgebieten anzutreffen. Die Anbauschwerpunkte von Winterraps liegen in den nordbayerischen Ackerbaulagen (Unterfranken, Oberfranken, westliches Mittelfranken), in den Juragebieten zwischen Eichstätt, Ingolstadt und Regensburg sowie in den ostbayerischen Vorwaldgebieten (STARK et al. 2001).

Die bedeutendsten Anbauregionen von Winterraps in Bayern sind in Abbildung 2 dargestellt.

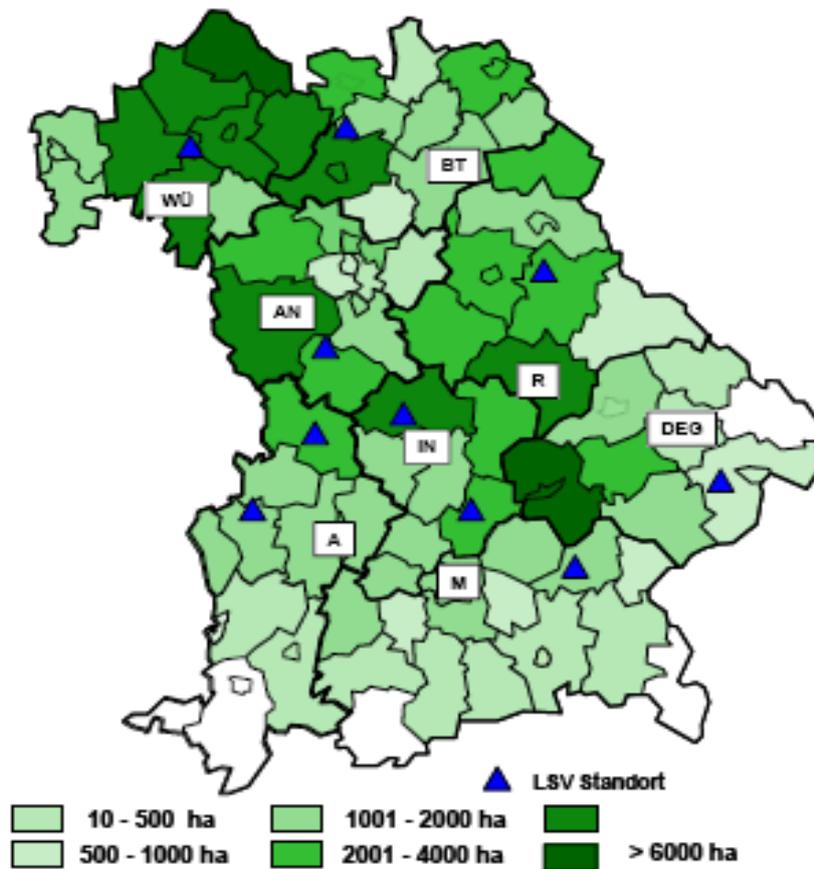


Abb. 2: Schwerpunkte des Anbaus von Winterraps zur Ernte 2006 nach Landkreisen in Bayern (Quelle: AIGNER und REHM 2006)

Im Anbaujahr 2005/2006 wurden 84 % der bayerischen Rapsfläche mit Fungiziden behandelt; im Durchschnitt wurden 1,7 Fungizidanwendungen durchgeführt. Damit werden die Rapsbestände in Bayern weniger intensiv fungizidkontaminiert als im deutschen Mittel (93 % der Fläche mit Fungiziden behandelt; durchschnittlich 2,5 Behandlungen).

In 2005/2006 wurden von den bayerischen Rapszeugern pro Hektar Winterraps im Durchschnitt 36,3 €/ha für Fungizide ausgegeben, verglichen mit 53,2 €/ha im Mittel aller deutschen Rapsanbauer. Dies entspricht einem Rapsfungizidmarkt für Bayern mit einer Umsatzhöhe von 5,2 Mio. € (KLEFFMANN 2007).

1.3 Wirtschaftlich bedeutende pilzliche Pathogene in Raps

Unter den Anbau- und Klimabedingungen Mitteleuropas treten Rapspathogene in Abhängigkeit der jährlich variierenden Witterungsgegebenheiten in unterschiedlich stark ausgeprägten Befallsdynamiken auf, die bei starken Kalamitäten zu deutlichen Ertragsdepressionen führen können. Die infolge eines Pilzbefalls induzierte Schädigung ist von der Erregerart, von dessen Potential, dem betroffenen Pflanzenorgan, der Befallsdauer (Pathogenese) sowie von Prädisposition und Reaktion der Rapspflanze abhängig (STEINBACH 2007). In der Bundesrepublik Deutschland stellen *Phoma lingam*, *Sclerotinia sclerotiorum* und *Verticillium longisporum* die wirtschaftlich bedeutendsten Krankheitserreger im Winterrapsanbau dar (HORNIG 1990, LANDSCHREIBER 2005).

1.3.1 *Phoma lingam*

Die Rapskrankheit Wurzelhals- und Stängelfäule wird durch den Pilz *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. & de Not. mit der asexuellen Nebenfruchtform *Phoma lingam* Tode ex Fries ausgelöst. Der Erreger ist weltweit verbreitet, das Spektrum der Wirtspflanzen in Europa und Nordamerika geht über alle Cruciferen. Neben Raps und Rüben werden alle Kohlarten sowie Senf, Leindotter und einige Unkrautarten befallen, die so zu einer Übertragung des Erregers beitragen können (GARBE 2000a, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999, PAUL 2003).

Phoma lingam zählt weltweit zu den wichtigsten Pilzkrankheiten im Winter- und Sommerraps (HALLMANN et al. 2007, KRUSE 2004), in Deutschland ist sie neben der Weißstängeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*) das wirtschaftlich bedeutendste Rapspathogen (MAYLANDT und BOTHE 2006, PAUL 2003). Die durch Wurzelhals- und Stängelfäule bedingten Ertragsausfälle schwanken je nach Sorte, Anbauverfahren, Jahr und Termin der Infektion, sie werden mit bis zu 50 % (GARBE 2000a), 60 % (VON TIEDEMANN und STEINBACH 2007) oder 77 % (HALLMANN et al.2007) beziffert. Die Ertragsminderungen sind zurückzuführen auf den Verlust von Assimilationsfläche,

beeinträchtigten Assimilatstrom, parasitärem Lager, vorzeitige Seneszenz und einem reduziertem TKG.

Der Erreger besitzt in seinem Entwicklungszyklus eine sexuelle Phase (Teleomorph: *Leptosphaeria maculans*) mit Ascosporen und eine asexuelle Phase (Anamorph: *Phoma lingam*) in der als Fortpflanzungseinheit die Pyknidiosporen fungieren. Hauptsächlich auf Ernterückständen und abgestorbenen Rapsstängeln, weniger auf infiziertem Saatgut, bildet *Leptosphaeria maculans* dunkle Fruchtkörper (Pseudothecien) in denen sich gelblich braune, spindelförmige Ascosporen mit fünf Septen befinden. Die Ascosporen werden hauptsächlich durch Wind und Regen verbreitet und sind bis zu sechs Wochen überlebensfähig. Sie sind über das ganze Jahr nachzuweisen, werden aber vornehmlich im Herbst (September bis November) freigesetzt und dienen der Primärinfektion. Temperaturen um 15 °C, hohe Luftfeuchtigkeit und eine intensive Lichteinwirkung begünstigen die Entwicklung des Pilzes. Ein Zusammenhang besteht zudem zwischen Niederschlag und Ascosporenflug. Eine Regenperiode im August kann eine verstärkte Verbreitung der Sporen verursachen, so dass die latenten Infektionen im September bereits 50 % Befallshäufigkeit betragen können. Allerdings wird das tatsächliche Befallsausmaß häufig erst ab Mitte Oktober sichtbar (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

Die im Herbst an Blatt und Wurzelhals infizierten jungen Rapspflanzen zeigen schon kurz nach dem Auflauf bleiche, unregelmäßige Flecken mit hellbraunen Rand, die mit dunkelbraunen Pyknidien besetzt sind. Die sich in den Pyknidien befindenden Pyknidiosporen werden durch auftreffenden Regen im Bestand verbreitet und verursachen so die Sekundärinfektionen die zu Schadenssymptomen auf allen Pflanzenorganen (Stängel, Blatt, Schoten) im Frühjahr und Sommer führen können (GARBE 2000a, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999, PAUL 2003, PUNITHALINGAM und HOLLIDAY 1972, VON TIEDEMANN und STEINBACH 2007, WEBSTER 1983).

Die Infektion der Wirtspflanze geschieht über Wunden und Spaltöffnungen; sie breitet sich endogen über Blattspreite und Blattstiel in Richtung Wurzelhals aus.

Hauptsymptome im Herbst sind nekrotische Flecken auf Blatt und Wurzelhals, im Frühjahr und Sommer erscheinen am Wurzelhals Einschnürungen mit braunen und rissigen Gewebepartien. Im Stängelbereich kommt es zum vermehrten Auftreten von Flecken mit Pyknidien. Von wirtschaftlicher Bedeutung sind Wurzelhalsinfektionen und Frühinfektionen der ersten Blätter, welche vergilben und absterben können. Sichtbare Stängelläsionen und der Wurzelhalsbefall im Frühjahr sind in erster Linie auf Infektionen in den Herbstwochen zurückzuführen. Die latente Befallshäufigkeit im Herbst und die Befallsgrade während der Abreifephase stehen in einer engen Beziehung. Früh infizierte Pflanzenstängel vermorschen und können ab dem Zeitpunkt der Rapsblüte abknicken (BÖRNER 1997, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999, PUNITHALINGAM und HOLLIDAY 1972, KROPF 1996).

1.3.2 *Sclerotinia sclerotiorum*

Das Krankheitsbild der Weißstängeligkeit wird durch den Pilz *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary hervorgerufen. Die Weißstängeligkeit tritt weltweit auf und hat ihre größte Verbreitung in feuchtgemäßigten bis warmen Gebieten der Erde. In Deutschland ist sie insbesondere in küstennahen Regionen sowie geschützten, kühlen und feuchten Lagen (Talsenken, Fluss- und Seemarschen) von Bedeutung. Der Ascomycet befällt einen breiten Wirtspflanzenkreis, unter anderem Kulturpflanzen der Cruciferen, Leguminosen, Chenopodiaceen, Solanaceen und Umbelliferen (GARBE 2000b, HALLMANN et al. 2007, KROPF 1996, VON TIEDEMANN und STEINBACH 2007).

In Abhängigkeit von Frühjahrswitterung und Standort werden bei starkem Befall die Ertragsverluste je nach Quelle mit bis zu 30 % (HALLMANN et al. 2007, MAYLANDT und BOTHE 2006, PAUL 2003) bzw. 50 % (LANDSCHREIBER 2005) angegeben, bedingt durch das Abbrechen und vorzeitige Absterben der Pflanzen, Verringerung von Kornzahl und TKG sowie Aufplatzen der Schoten.