

# 1 Einleitung

Der Anbau von Kulturpflanzen zur Nahrungsmittelproduktion, und in den letzten 10 Jahren auch zur Produktion von Roh- und Energieträgerstoffen, ist weltweit von elementarer Bedeutung. In den letzten Jahrzehnten sind die Erträge durch die Nutzung von mechanisch-technischem und biologisch-technischem Fortschritt stark gestiegen. Die im Vergleich dazu geringer steigende Nachfrage hat in den 80-iger und 90-iger Jahren zu einer Überproduktion von pflanzlichen Rohstoffen geführt und damit für sinkende Preise der Agrarprodukte gesorgt. Die Entwicklung der letzten Jahre gibt der Theorie von MALTHUS (1798) jedoch wieder Gewicht, dass bei exponentiellem Wachstum der Bevölkerung und nur linearen Wachstumsraten des technischen Fortschritts, es langfristig zu einer Verknappung von Nahrungsmitteln kommen wird. Die Situation wird dabei durch die Nutzung der Pflanzen als Energierohstoff beschleunigt. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln hat neben der Pflanzenzüchtung, der mineralischen Düngung und verbesserter Anbauverfahren einen großen Anteil an der Sicherung und Steigerung der Erträge.

Aus ökologischer Sicht bestehen jedoch viele Bedenken gegenüber der Nutzung und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, allen voran die mögliche Gefahr der Beeinträchtigung des Grundwassers, aber auch die Auswirkungen auf Nichtzielorganismen und damit verbunden eine Minderung der Biodiversität (SAUDERS et al. 1991). Demgegenüber weisen COOPER und DOPSEN (2007) darauf hin, dass der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auch positive Effekte für die Umwelt hat, zum Beispiel ein verringerter Einsatz von Energie bei der Unkrautbekämpfung.

Rechtlich wurde in Deutschland der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erstmals im Pflanzenschutzgesetz von 1986 durch die Einführung gesetzlicher Standards zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln nach „guter fachlicher Praxis“ festgeschrieben, die das Leitbild des integrierten Pflanzenschutzes berücksichtigen (PflSchG 1986). Im Jahr 2005 wurde das „Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz“ etabliert und in ihm neue Richtlinien zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln festgelegt (BMVEL 2005a). Ziel dieses Programms ist es, die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß zu beschränken. Damit wurde ein neuer Begriff geprägt und definiert: das notwendige Maß an Pflanzenschutzmitteln. Das notwendige Maß ist die Menge an Pflanzenschutzmitteln (PSM), die unter Ausnutzung aller nicht chemischen Möglichkeiten nötig ist, um den Anbau der Kulturpflanzen vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit zu sichern. Des Weiteren sollen

unnötige PSM-Maßnahmen erkannt und vermieden werden. Dazu soll ein Netzwerk von jährlichen Vergleichsdaten für Kulturen und Regionen geschaffen werden, wie im Jahr 2000 durch das NEPTUN-Programm (Netzwerk zur Ermittlung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes in unterschiedlichen Naturräumen Deutschlands) (ROSSBERG et al. 2002). Um die Pflanzenschutzmittelaufwendungen vergleichen zu können, wurde als Parameter der Behandlungsindex eingeführt. Der Behandlungsindex stellt die Anzahl an Pflanzenschutzmittel-Anwendungen auf einer Fläche unter Berücksichtigung von reduzierten Aufwandmengen und Teilflächenbehandlungen dar. Diese Vergleichsdaten sollen es den Landwirten ermöglichen, ihre einzelbetrieblichen Daten zu überprüfen.

Vor dem Hintergrund vielfältiger, insbesondere wirtschaftlicher Faktoren haben sich regionsspezifisch enge Fruchtfolgen mit erhöhten Getreideanteilen in Deutschland und Europa etabliert. Diese Umstände führen zu verstärktem Auftreten von pathogenen Pilzen, Schädlingen und kulturspezifischen Problemunkräutern. Die positiven Effekte der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sind auf Grund der oben angesprochenen Verknappung neu zu überdenken und zu bewerten. Als Standard des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln gilt bislang die gute fachliche Praxis unter Berücksichtigung der Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutzes.

Ziel der hier vorliegenden Arbeit ist die Evaluierung der Möglichkeiten und Folgen einer Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes im Ackerbau. Dies wird am Beispiel einer Getreide-Hackfrucht-Fruchtfolge (Zuckerrüben, Winterweizen, Wintergerste) untersucht. Dabei werden die ökonomischen und biologischen Auswirkungen dieser Reduktion erfasst. Die Wahl der Fruchtfolge sowie die durchgeführten ackerbaulichen Maßnahmen entsprechen den regionstypischen Vorgaben.

Es wird folgenden spezifischen Fragestellungen nachgegangen:

- Welche ökonomischen und biologischen Auswirkungen ergeben sich aus dem reduzierten Pflanzenschutzmitteleinsatz auf Basis der guten fachlichen Praxis?
- Besteht ein Unterschied zwischen der guten fachlichen Praxis und den im NEPTUN-Programm festgestellten Pflanzenschutzmittelintensitäten gemessen am Behandlungsindex und wie groß ist dieser?

- Wie groß sind die Standortunterschiede in einer Region gemessen am Behandlungsindex und wie weit weichen diese von den ermittelten NEPTUN Werten ab?
- Wie wirkt sich eine vorgegebene weitere Pflanzenschutzmittelreduktion um 50 % gegenüber der guten fachlichen Praxis ökonomisch und biologisch aus?
- Welchen Beitrag können krankheitsresistentere Sorten hinsichtlich der Pflanzenschutzmittelreduktion leisten?
- Wie hoch ist das Pflanzenschutzmitteleinsparpotenzial durch die Nutzung von Expertenwissen, Schlagbeobachtung und Prognosemodellen vor dem Hintergrund der wirtschaftlichen Produktionsoptimierung?
- Wie ist die Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes aus Sicht einer energetischen Bilanzierung zu beurteilen?

Im zweiten Teil der Arbeit werden spezielle Untersuchungen zur Wirkung einzelner Faktoren auf das Reduktionspotential von Fungiziden im Getreide durchgeführt. Dabei wird noch einmal gezielt auf die Sortenresistenz eingegangen. Hieraus ergeben sich folgende Fragen:

- In welchem Ausmaß können resistenterere Sorten den Krankheitsdruck reduzieren und den Fungizid-Einsatz senken?
- Welchen Einfluss hat die Bodenbearbeitung auf den Krankheitsbefall bei Kulturpflanzen mit unterschiedlichem Resistenzniveau und welche Fungizidstrategien ergeben sich daraus?
- Besteht die Möglichkeit zur Entwicklung eines sortenspezifischen Fungizid-Behandlungs-Index?
- Inwieweit ist der Anbau von resistenten Sorten wirtschaftlich?
- Wie verändern sich die optimalen Fungizidintensitäten bei den variierten Produktionsfaktoren vor dem Hintergrund steigender Getreidepreise?
- Wie genau lässt sich das notwendige Maß an Fungiziden durch den Einsatz von Expertenwissen und Prognosemodellen bestimmen?

Hauptanliegen dieses Projekts ist es, die Möglichkeiten und Folgen der Reduktion von Pflanzenschutzmitteln ausgehend vom heutigen Standard des Pflanzenschutzmitteleinsatzes in Deutschland aufzuzeigen. Hierbei werden auch die im „Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz“ festgelegten Ziele überprüft.

## 2 Material und Methoden

Wie bereits in der Einleitung dargestellt, ist das Vorhaben vor dem Hintergrund damaliger politischer Ziele der Bundesregierung zur Reduktion der Pflanzenschutzmittelanwendungen geplant worden. Diese Gedanken haben im „Reduktionsprogramm Chemischer Pflanzenschutz“ (BMVEL 2005a) ihren rechtlichen Rahmen gefunden. Zielsetzung des Vorhabens war es, verschiedene Pflanzenschutzmittelintensitäten miteinander zu vergleichen und dadurch die Möglichkeiten einer Reduktion des Pflanzenschutzmittelaufwandes über die gute fachliche Praxis hinaus aufzuzeigen. Im Hinblick auf das Reduktionspotential von Fungiziden wurden die Leistungen von Sortenresistenzen geprüft.

Die Untersuchungen dienten der Beurteilung der biologischen und ökonomischen Auswirkungen der verschiedenen Reduktionsstufen. Im Vordergrund der Versuchsplanung stand die Übertragbarkeit der Daten auf die Praxis. Deshalb wurde auch die Fruchtfolge unter den Gesichtspunkten der Marktleistung und der Region ausgewählt. Die Ergebnisse sollen zur Erarbeitung einer praktikablen Strategie der Reduktion von Pflanzenschutzmitteln beitragen. Die Arbeit wurde in der Abteilung für Allgemeine Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Georg-August-Universität Göttingen angefertigt. Die praktischen Arbeiten erfolgten an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig im Institut für Pflanzenschutz im Ackerbau und Grünland.

### 2.1 Standort und Witterung

Die Untersuchungen wurden auf Standorten in der Region Braunschweig durchgeführt. Bei der Auswahl der Standorte stand nicht die Unterschiedlichkeit der Boden-Klima Verhältnisse im Vordergrund, sondern das Ziel, verlässliche Informationen über die kleinräumigen Unterschiede zu gewinnen. Das Ziel ist es, anhand dieser Versuchsdaten etwas über die Vergleichbarkeit von Pflanzenschutzmittelintensitäten in einer Region, in der Frucht und dem Anbaujahr aussagen zu können.

Der Versuch am Standort Ahlum wurde im Herbst 2003 angelegt und im Herbst 2005 um den Vergleichsstandort Broitzem erweitert. An beiden Standorten wurde jede Fruchtart in jedem Jahr angebaut.

Die Versuchsstandorte Ahlum und Broitzem sind 10 km Luftlinie voneinander entfernt und von ähnlicher Bodengüte (siehe Tabelle 1), jedoch von der Exposition, dem Mikroklima und

der Vorgeschichte (Fruchtfolge und Unkrautbesatz) verschieden. Die Untersuchungen zur Beurteilung der Sorten auf die optimale Fungizidintensität wurden im Jahr 2006 auf Schlägen der Gemarkung Sickte und im Jahr 2007 auf Schlägen der Gemarkung Ahlum durchgeführt.

**Tab. 1:** Bodengüte der Versuchsstandorte

Betrachtungszeitraum	Standort	Kultur	Bodentyp	Bodenart	Ackerzahl
2004-2007	Ahlum	WW,WG,ZR	Parabraunerde-Tschernosem	Ut 3	75 -80
2006-2007	Broitzem	WW,WG,ZR	Parabraunerde	Ut 3	80 - 88
2006	Sickte	WW,WG	Parabraunerde-Tschernosem	Ut 3	73- 78
2007	Ahlum	WW, WG	Parabraunerde-Tschernosem	Ut 3	85

An den einzelnen Standorten konnte aus technischen Gründen keine durchgehende genaue Aufzeichnung der Wetterdaten erfolgen, deshalb wurden die Wetteraufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes der Wetterstation Braunschweig-Völkenrode genutzt. Die Entfernungen der Standorte zur Wetterstation betragen zwischen 5 und 18 km. Bei der Niederschlagsverteilung und der Niederschlagshöhe können Unterschiede zwischen den Standorten nicht ausgeschlossen werden, jedoch ist der allgemeine Witterungsverlauf identisch. In den Monaten März bis Juni wurden deshalb an den Standorten zusätzlich die Niederschlagsmengen gemessen, um so eine genauere Infektionsprognose des Modells proPlant zu ermöglichen.

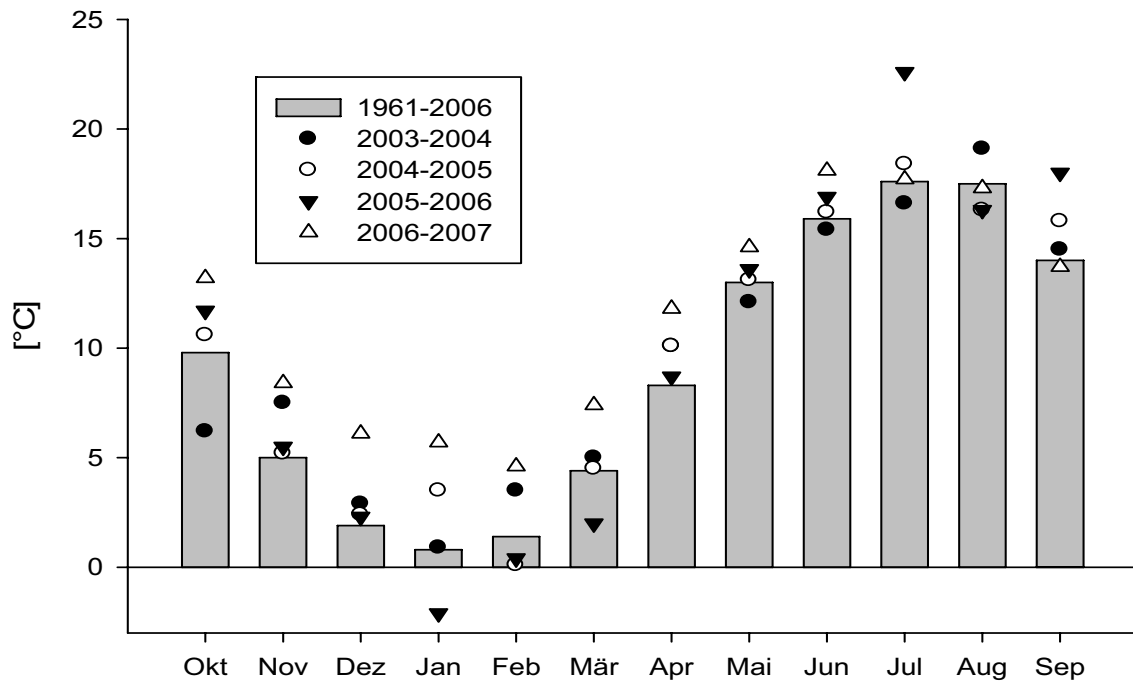
Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die Monatsmittel der Temperatur und die Monatssummen des Niederschlags im Versuchszeitraum 2003 bis 2007 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1961-2006). Die langjährige Jahresdurchschnittstemperatur in Braunschweig beträgt 9,1 °C bei einem Niederschlag von 621 mm pro Jahr.

Das erste Versuchsjahr 2003/2004 zeigte dem langjährigen Mittel gegenüber zum Teil stark erhöhte Niederschläge in den Monaten Oktober, Juli, August und September, welches sich in der Jahressumme mit 80 mm über dem Durchschnitt niederschlug. Die Temperatur zeigte einen kalten Oktober gefolgt von einem warmen November. Auch der Februar lag um ca. 2 °C über dem langjährigen Mittel. Das ungewöhnliche Herbstwetter schadete den Kulturen jedoch nicht, sodass es zur einer normalen Vorwinterentwicklung kam. Bei warmem Wetter im Februar kam es zu einem ersten Vegetationsbeginn, der sich jedoch auf Grund der folgenden kälteren Witterung erst Mitte März wieder fortsetzte. Die Niederschläge im Sommer führten zu Erntebehinderungen.

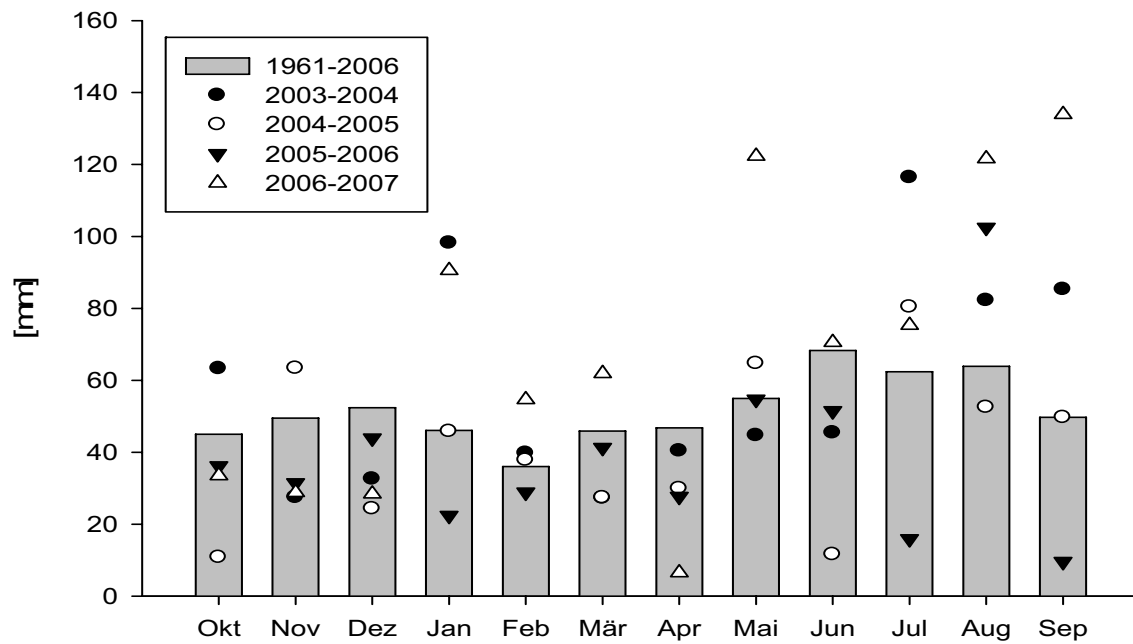
Das zweite Versuchsjahr 2004/2005 war im Herbst geprägt durch einen sehr trockenen Oktober und einen überdurchschnittlich nassen November, sodass sich der Auflauf der Getreidesaaten erst mit den später fallenden Niederschlägen fortsetzte. Ein Dezember mit nicht zu starken Frösten und ein sehr warmer Jahresanfang erlaubten den noch schwach entwickelten Beständen sich weiter zu bestocken. Vegetationsruhe war von Mitte Januar bis Mitte März. Die weitere Bestandsentwicklung war geprägt von einem vergleichsweise trockenen Frühjahr, welches erst mit gehäuften Niederschlägen im Mai beendet war. Darauf folgte ein extrem trockener Juni, der zu Trockenschäden im Getreide führte. Die Niederschläge im Juli konnten diese auch nicht wieder ausgleichen. Insgesamt lag die Niederschlagssumme mit 498 mm um über 120 mm unter dem Durchschnitt.

Das Versuchsjahr 2005/2006 zeichnete sich durch einen zum Jahreswechsel einsetzenden starken Winter aus. Mit einer Durchschnittstemperatur von  $-2,1\text{ °C}$  im Januar und einer zum Teil durchgängigen Schneedecke bis in den März. Dies führte zu einem sehr späten Vegetationsbeginn. Die Niederschlagsmengen lagen im Zeitraum von Oktober bis April durchgängig unter dem langjährigen Mittel und führten zu sehr trockenen Bedingungen. Bei Niederschlägen im Mai und Anfang Juni erholten sich die Bestände wieder. Die darauf folgende warme Witterung mit einem extrem warmen Juli ( $5\text{ °C}$  über dem Durchschnitt) führte zu einer sehr schnellen und den Ertrag begrenzenden Abreife des Getreides. Die sehr starken Niederschläge im August kamen nur noch den Zuckerrüben zu Gute. Mit insgesamt 466 mm Niederschlag lag die Wasserversorgung damit noch unter der des Vorjahres.

Im Herbst 2006 setzte sich die schon seit Anfang September anhaltende Trockenheit fort. Die Durchschnittstemperatur in den Monaten Oktober bis Januar war die höchste der letzten 50 Jahre. Dadurch bestockten sich die zu Anfang sehr schlecht aufgelaufenen Bestände weiter und die Gerste erreichte für diese Jahreszeit sehr fortgeschrittene Entwicklungsstadien. Der sich fortsetzende milde Winter verhinderte die befürchtete Auswinterung und ermöglichte einen frühen Vegetationsbeginn. Der März und April waren überdurchschnittlich warm mit zum Teil sommerlichen Temperaturen, begleitet von anhaltender Trockenheit, die auch zu einem verzögerten Auflauf der Zuckerrüben führte. Überdurchschnittlich hohe Niederschläge im Zeitraum von Mai bis September bei unterdurchschnittlichen Temperaturen führten zu einer guten Weiterentwicklung der Zuckerrübenbestände, jedoch nicht zu einer optimalen Kornfüllung des Getreides.



**Abb. 1:** Temperaturverlauf am Standort Braunschweig dargestellt anhand der Monatsmittelwerte



**Abb. 2:** Niederschlag am Standort Braunschweig dargestellt anhand der Monatssummen