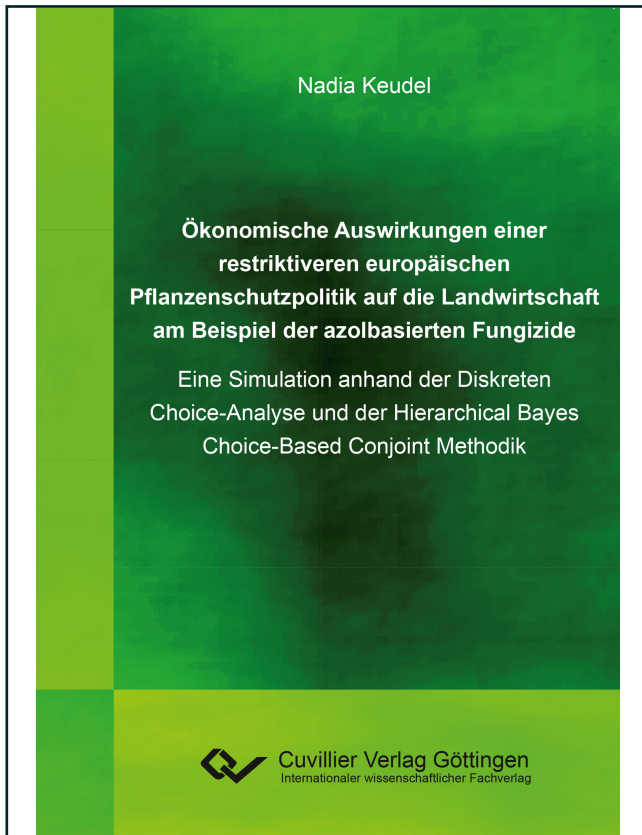




Nadia Keudel (Autor)

**Ökonomische Auswirkungen einer restriktiveren europäischen  
Pflanzenschutzpolitik auf die Landwirtschaft am Beispiel der  
azolbasierten Fungizide**

*Eine Simulation anhand der Diskreten Choice-Analyse und der  
Hierarchical Bayes Choice-Based Conjoint Methodik*



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7718>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

---

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Die Landwirtschaft ist global eine der wichtigsten Wachstumsbranchen. Ihre Bedeutung für eine sichere Lebensmittelversorgung und Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen wird angesichts zahlreicher aktueller Herausforderungen weiter zunehmen. Forscher schätzen, dass Faktoren wie Bodendegradation, urbane Expansion und die Nutzung von Ackerland für die Non-Food-Produktion die globalen Anbauflächen bis zum Jahr 2050 um 8-20 % reduzieren werden. Gleichzeitig wird die weltweite Nachfrage nach Lebensmitteln bis 2050 bedingt durch eine wachsende Weltbevölkerung, steigende Einkommen und eine wachsende Nachfrage nach Fleisch weiter steigen (NELLEMANN et al., 2009). Um die Nachfrage der Weltbevölkerung in 2050 zu decken, müsste die Nahrungsmittelproduktion um 50 % gesteigert werden (CHAKRABORTY und NEWTON, 2011, S. 2). Die genannten Einflussfaktoren, kombiniert mit Wasserknappheit und limitierten fossilen Energiequellen, verdeutlichen die Relevanz des landwirtschaftlichen Sektors, aber auch die gewaltigen Herausforderungen, denen sich die Branche stellen muss.

Der Pflanzenschutz nimmt bei der weltweiten Ertragssicherung und -steigerung eine wichtige Rolle ein, da er die durch eine Vielfalt von Schadorganismen verursachten weltweiten, erheblichen Ertragsverluste deutlich mindert und die Höhe, Stabilität und die Qualität des landwirtschaftlichen Flächenertrages positiv beeinflusst. Demnach leistet der Pflanzenschutz einen erheblichen Beitrag zur Sicherung der Welternährung. Auch die sozialen Leistungen des Pflanzenschutzes, wie beispielsweise ein erhöhtes Einkommen, Einkommenssicherheit durch Ertragsstabilität oder ein Beschäftigungszuwachs in der Landwirtschaft werden in einem Beitrag von BENNETT et al. (2010) herausgestellt.

Trotz dieser allgemein sichtbaren positiven Effekte stehen Pflanzenschutzmittel (PSM) gleichzeitig in der Kritik aufgrund negativer externer Effekte (beispielsweise durch die Belastung des Grundwassers und der Oberflächengewässer oder die Reduzierung der biologischen Artenvielfalt) und möglicher Risiken für die menschliche



Gesundheit. Gerade in der gesellschaftlichen Wahrnehmung ist der chemische Pflanzenschutz häufig negativ assoziiert (COOPER und DOBSON, 2007).

Um die unerwünschten Risiken und Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln in der Agrarlandschaft auf ein vertretbares Maß zu mindern und zu kompensieren, wird ihre Bewertung, Zulassung, Kennzeichnung und Anwendung durch zahlreiche Gesetze und Verordnungen geregelt. Dabei spielen europäische Regularien eine wichtige Rolle. Erst im Jahr 2009 wurden die Anforderungen für die Zulassung neuer Pflanzenschutzwirkstoffe in der Europäischen Union (EU) durch die EU-Verordnung 1107/2009 neu geregelt und verschärft. Die neue Zulassungsverordnung sieht ein Verbot für besonders gefährliche Wirkstoffe in PSM vor. Betroffen sind hiervon unter anderem die Azole, eine Wirkstoffklasse der Fungizide.

In der vorliegenden Arbeit soll jedoch nicht der zweifelsfreie Nutzen einer restriktiveren Pflanzenschutzpolitik adressiert werden. Vielmehr sollen die negativen ökonomischen Auswirkungen einer strikteren Regulierungspolitik auf die Landwirtschaft im Fokus stehen.

Die europäischen Landwirte und die agrochemische Industrie bemängeln und befürchten durch die restriktivere Pflanzenschutzpolitik den Wegfall zahlreicher bewährter Pflanzenschutzmittel für die Bekämpfung wichtiger Pflanzenkrankheiten, etwa bei Weizen, mit gravierenden negativen Auswirkungen für die europäische Landwirtschaft. Der Präsident des Industrieverbands Agrar (IVA) warnt, dass 2020 „drei Viertel der Produkte, die heute noch beim Pflanzenschutz eingesetzt werden, ganz vom Markt verschwunden sind“.

An diesem Punkt stellt sich somit die Frage, welche Folgen eine restriktivere Pflanzenschutzpolitik und ein deutlich limitierter Einsatz von PSM für die Landwirtschaft und die Landwirte hätten und wie sich diese beurteilen lassen. Die qualitative und quantitative nachfrageseitige Bewertung der ökonomischen Auswirkungen einer restriktiveren europäischen Pflanzenschutzpolitik ist somit zentrale inhaltliche Zielsetzung der vorliegenden Arbeit.



Zur Beantwortung der Fragestellung kommen verschiedene Methoden in der eigenen empirischen Untersuchung zum Einsatz. Um eine qualitative Einschätzung der ökonomischen Auswirkungen vorzunehmen, kommen im ersten Teil der Empirie Expertengespräche mit Landwirten und Pflanzenschutzberatern in ausgewählten europäischen Ländern zum Einsatz.

Um auch quantitative Aussagen treffen zu können, werden im zweiten empirischen Teil die Politikeffekte mit Hilfe einer Simulationsstudie modelliert.

Hierfür wird als Methodik die Diskrete Choice-Analyse (DCA) angewandt, die ihren Ursprung in der Psychologie hat und eine heutzutage häufig angewandte und populäre Bewertungsmethode in der Marktforschung ist (BRUSCH, 2005, S. 22). Bei der Methodik werden die Befragten ähnlich einer realen Kaufentscheidungssituation wiederholt gebeten, aus einer Menge verschiedener vorgegebener Produktalternativen eine fiktive Auswahl zu treffen und sich für das von Ihnen am meisten präferierte Produkt zu entscheiden.

Die Methodik bietet zahlreiche Vorzüge. Für die Fragestellung bietet sie sich insbesondere an, da sie einerseits die Multidimensionalität von Pflanzenschutzprodukten berücksichtigt und mehrere Produkteigenschaften und Produktausprägungen gleichzeitig betrachten und bewerten kann. Die DCA ermöglicht es, Marktsimulationen durchzuführen und so die Auswirkungen von Produktänderungen auf das Kaufverhalten der Befragten zu modellieren. Durch die Einbeziehung einer Preisvariablen für jede Produktoption können die Präferenzen der Befragten bei Produktänderungen auch in monetärer Form ausgedrückt werden. Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit liegt auf dem empirischen Teil, der mittels der Diskreten Choice-Analyse durchgeführt wurde.

Die Diskrete Choice-Analyse wird jedoch durch zwei wesentliche Annahmen limitiert. Für die Datenauswertung des Modells kommt das Multinomiale Logit (MNL) Verfahren zur Anwendung. Dieses basiert zum Einen auf der Annahme weitgehend homogener Präferenzen. Individuelle Ergebnisse werden aggregiert geschätzt, was bei Vorliegen von Präferenzheterogenität problematisch ist, da aggregierte Modelle die Standardfehler der Modellparameter unterschätzen können. Eine weitere Restriktion



des MNL-Modells stellt die IIA-Annahme (Independence of Irrelevant Alternatives) dar. Diese Annahme besagt, dass das Verhältnis der Auswahlwahrscheinlichkeiten zweier Alternativen unabhängig von der Verfügbarkeit und den Charakteristika anderer Alternativen ist.

Aufgrund der genannten Restriktionen der DCA kommt im dritten empirischen Teil der Arbeit die Hierarchical Bayes Choice-Based Conjoint-Analyse (HBCBCA) zum Einsatz. Ihre Popularität hat die Methodik durch ihre zahlreichen Vorzüge gegenüber konventionellen Methoden erlangt (ALLENBY und ROSSI, 2003). Erstens ermöglicht es die HBCBCA durch die Schätzung von individuellen Nutzenfunktionen Präferenzheterogenität in den Nutzenparametern zu spezifizieren und so möglicherweise die Prognosevalidität des Modells zu verbessern. Zweitens ist die HBCBCA durch Anwendung einer anderen Entscheidungsregel immun gegen IIA-Schwierigkeiten, so dass die IIA-Problematik durch Anwendung der HBCBCA umgangen werden kann.

Neben dem inhaltlichen Ziel der Arbeit steht somit auch ein methodisches Ziel mit im Vordergrund: Zum Einen erfolgen eine detaillierte deskriptive Darstellung und eine Gegenüberstellung der genannten Methoden bezüglich der Erfassung und Analyse von Verbraucherpräferenzen. Zum Anderen sollen diese anhand einer Simulationsstudie miteinander verglichen werden. Dabei wird der gleiche Datensatz mit beiden Methoden geschätzt und die Ergebnisse gegenübergestellt. Dabei soll insbesondere überprüft werden, ob die individuelle Modellschätzung die Prognosevalidität des Modells verbessert.



## 1.2 Vorgehensweise und Abgrenzung

In Kapitel 2 wird zunächst eine deskriptive Marktanalyse durchgeführt. Da die Wirkstoffklasse der Azole bei der Kontrollierung von Pilzkrankheiten insbesondere bei der Ackerfrucht Winterweizen zum Einsatz kommt, fokussiert sich die vorliegende Arbeit auf diese Kulturpflanze und präsentiert in Unterkapitel 2.1 und 2.2 einige Daten und Fakten zu dem Markt für Weizen. Kapitel 2.3 beschäftigt sich mit dem Markt für Pflanzenschutzmittel und bietet Kennzahlen zu seiner Entwicklung dar.

Kapitel 3 widmet sich dem pilzlichen Pathogenspektrum in Weizen. Dabei werden neben den verursachenden Erregern auch die Befallssymptome sowie die Auswirkungen einer Pilzinfektion erläutert.

In Kapitel 4 wird die Wirkstoffklasse der Fungizide detailliert vorgestellt. Unterkapitel 4.1 erläutert die Bedeutung der Fungizide für ein effektives Krankheitsmanagement und den positiven Einfluss der Wirkstoffklasse auf die Erträge. Unterkapitel 4.2 behandelt das zunehmende Problem der Resistenzbildung als Herausforderung für Fungizide. Unter 4.3. wird erst die Wirkungsweise der Fungizide präsentiert, im Anschluss erfolgt eine Klassifizierung der Fungizide nach Kategorien, die im Detail vorgestellt werden. Dabei wird in der Kategorie der Azole auch der aktive Wirkstoff Epoiconazol behandelt, der von den internationalen Regulierungen betroffen ist.

Der Fokus von Kapitel 5 liegt auf den internationalen Regularien für Pflanzenschutzmittel. In Kapitel 5.1 werden zunächst die rechtlichen Grundlagen für Pflanzenschutzmittel präsentiert, bevor in Abschnitt 5.2 die EU-Direktive 1107/2009 und ihre Bestandteile erörtert werden. In Unterkapitel 5.2.1 und 5.2.2 werden zwei wichtige Elemente der EU-Direktive näher erläutert, die Liste von Substitutionskandidaten sowie die Ausschlusskriterien für endokrin wirksame Stoffe. In Abschnitt 5.2.2 werden auch mögliche Auswirkungen durch die Festlegung von Ausschlusskriterien für endokrin wirksame Stoffe diskutiert.

Kapitel 6 umfasst den ersten Teil der eigenen empirischen Untersuchung und beinhaltet die Analyse und nachfrageseitige qualitative Bewertung der ökonomischen Folgen einer restriktiveren Pflanzenschutzpolitik für die Landwirtschaft und die Landwirte in ausgewählten, europäischen Ländern anhand von Experteninterviews. Es sei



an dieser Stelle anzumerken, dass der gesamte empirische Teil die ökonomischen Auswirkungen im Falle eines Verbotes bzw. einer Nutzungseinschränkung von azolbasierten Wirkstoffen untersucht und sich auf diese fokussiert, da die Wirkstoffklasse der Azole insbesondere von den Regularien betroffen ist. Dabei wird unter Punkt 6.1 bis 6.3 zunächst das Studiendesign der Befragung dargelegt, bevor die Ergebnisse der Interviews in Kapitel 6.4 detailliert vorgestellt werden. Abschließend erfolgt in Kapitel 6.5 eine Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse.

In Kapitel 7 werden verschiedene Methoden, die sich zur Präferenzermittlung- und -analyse eignen, behandelt. Dabei gibt Kapitel 7.1 zunächst einen Überblick über die Verfahren der Präferenzmessung und unterscheidet zwischen kompositionellen, hybriden und dekompositionellen Verfahren. Die Diskrete Choice-Analyse, die zu den letztgenannten Verfahren zählt, wird in Unterkapitel 7.2 detailliert beschrieben. Unterkapitel 7.3 widmet sich im Detail der Hierarchical Bayes Choice-Based Conjoint-Analyse, die wie die Diskrete Choice-Analyse in der empirischen Analyse zur Anwendung kommt. Unterkapitel 7.4 begründet schlussendlich die Auswahl der Modelle für die Durchführung der Simulationen.

Kapitel 8 umfasst den zweiten Teil der empirischen Analyse und präsentiert sowohl das Design als auch die Ergebnisse der Simulationsstudie, die mit der Diskreten Choice-Analyse durchgeführt wurde. Kapitel 8.1 erläutert das Studiendesign der Erhebung. In den Kapiteln 8.1.1 bis 8.1.4 werden die inhaltlichen Aspekte der Studie, das Fragebogendesign, die Befragungsorganisation und -durchführung sowie die Statistik der Stichprobenerhebung erläutert. Kapitel 8.2 behandelt ausführlich die Ergebnisse der Simulationsstudie, die detailliert präsentiert werden. Kapitel 8 schließt mit einer Zusammenfassung unter Punkt 8.3.

Kapitel 9 enthält den dritten Teil der empirischen Analyse und umfasst die Ergebnisse der durchgeführten Simulation, die mittels der Hierarchical Bayes Choice-Based Conjoint Analyse berechnet wurden. Unter Punkt 9.1 werden zunächst die Spezifikation der Nutzenparameter sowie die Modellebenen des Hierarchical Bayes Choice-Based Conjoint Modells dargelegt. Kapitel 9.2 erläutert die Vorgehensweise bei der Schätzung der Nutzenparameter sowie die Einstellungen, die für die Simulationen vorgenommen werden müssen. Kapitel 9.3 widmet sich dann den Ergebnissen der durchgeführten Schätzung. Dabei liegt ein Fokus auf verschiedenen Gütemaßen,



anhand derer die Güte und Stabilität der Schätzergebnisse überprüft werden. Unter Punkt 9.4 werden die Ergebnisse diskutiert und mit den Ergebnissen der durchgeführten Diskreten Choice-Analyse verglichen.

Die Arbeit schließt mit Kapitel 10, indem die wesentlichen Ergebnisse zusammenfassend dargestellt werden.



---

## 2 Deskriptive Analyse der Märkte für Weizen und Pflanzenschutzmittel

Das vorliegende Kapitel beinhaltet eine Beschreibung der Märkte für die Kulturpflanze Weizen sowie Pflanzenschutzmittel mit Fokus auf Europa. Da sich die Arbeit, wie in Kapitel 1.2 dargelegt, auf die Ackerfrucht Weizen fokussiert, sollen Unterkapitel 2.1 und 2.2 dem Leser einen Überblick über den Welt-Weizenmarkt sowie den Weizenmarkt in Europa verschaffen. Dabei werden eingangs in Kapitel 2.1 aktuelle Prognosen der Welternährungsorganisation (FAO) zur Weltgetreideernte, Weizenernte und Weizennachfrage vorgestellt. In Kapitel 2.2 folgt eine Übersicht zur Entwicklung der Erntemengen in der EU-28 in den letzten Jahren mit Fokus auf die Länder Deutschland, England, Polen und Frankreich<sup>1</sup>. Kapitel 2.3 beschreibt den Markt für Pflanzenschutzmittel. Eingeleitet wird das Kapitel mit einem Exkurs zur Definition und Einordnung des Begriffs „Pflanzenschutz“ in Unterkapitel 2.3.1. Unterkapitel 2.3.2. präsentiert zahlreiche Kennzahlen, die den Pflanzenschutzmarkt charakterisieren: Anteile am weltweiten Pflanzenschutzmarkt und Wachstumsraten des Pflanzenschutzmarktes nach Regionen, Marktanteile nach Wirkstoffgruppen, Anteil des Verbrauchs von Pflanzenschutzmitteln nach Kulturart sowie der Gesamtumsatz mit Pflanzenschutzmitteln in der EU. Kapitel 2.3.3 beinhaltet eine kurze Beschreibung der Entwicklung des Pflanzenschutzmittelmarktes in Deutschland.

### 2.1 Der Welt-Weizenmarkt: Prognosen und Trends

Aktuelle Prognosen der FAO für das Wirtschaftsjahr 2016/2017 beziffern einen moderaten Rückgang der Weltgetreideernte um rund 4 Millionen (Mio.) Tonnen oder 0,2 % auf 2,25 Milliarden (Mrd.) Tonnen im Vergleich zur Rekordmenge von 2015/2016. Die leichte Einbuße resultiert aus einer voraussichtlich um 20,3 Mio. Tonnen oder 2,8 % kleineren Weizenernte, die auf 712,7 Mio. Tonnen geschätzt wird. Demgegenüber erwartet die FAO für 2016 eine Zunahme der globalen Weizennachfrage um 1,8 % auf 723,6 Mio. Tonnen (FAO, 2016).

---

<sup>1</sup> Die 4 Länder wurden für die Experteninterviews in Kapitel 6 ausgewählt. Die Gründe hierfür sind Kapitel 6.1. zu entnehmen.

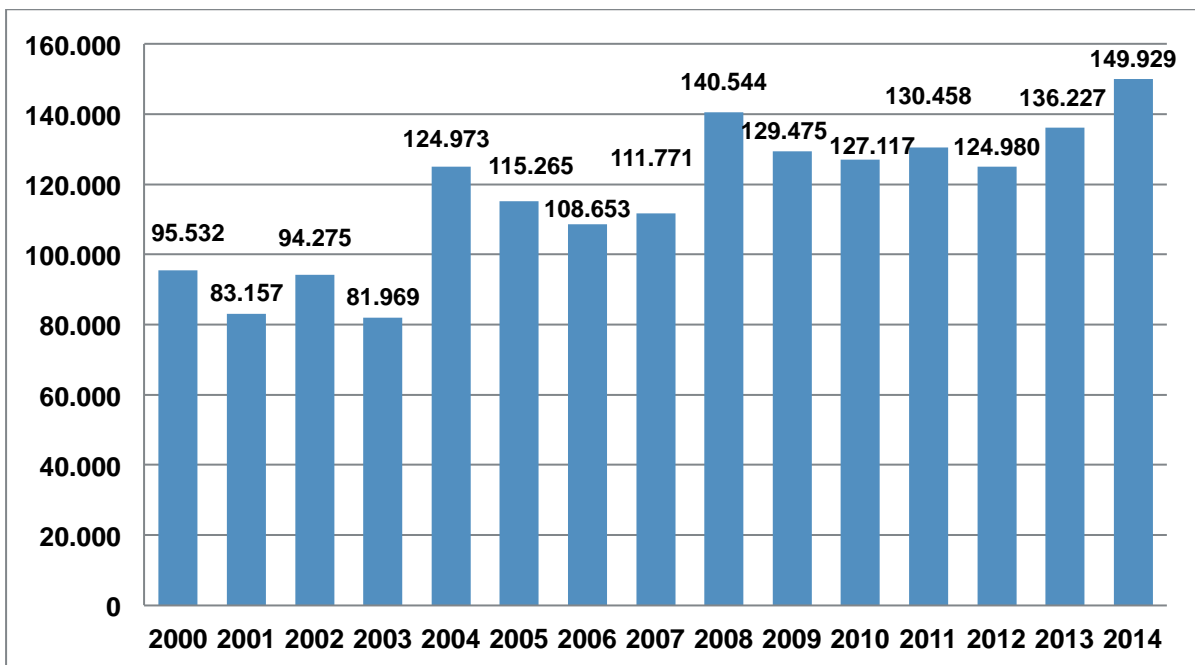


Global gesehen rechnen Forscher damit, dass es im Jahr 2050 auf Grund des Bevölkerungswachstums eine um 60 Prozent höhere Weizennachfrage gibt als im Jahr 2010. Laut Julius Kühn-Institut müsste hierfür der jährliche Ertragsfortschritt von 1,1 Prozent auf 1,6 Prozent steigen (ORDON, 2015), wobei Pflanzenschutzmittel eine wichtige Rolle spielen, da sie die Höhe und die Stabilität des landwirtschaftlichen Flächenertrages in hohem Maße positiv beeinflussen.

## 2.2 Entwicklung der Erntemengen von Weizen in Europa

Die geerntete Weizenmenge in der EU-28 befand sich im Jahr 2014 auf einem Höchstniveau seit Anfang des Jahrtausends. In der EU-28 wurde im Jahr 2014 auf 24,42 Millionen Hektar (ha) Weizen (ohne Hartweizen) angebaut. Im gleichen Jahr wurde mit knapp 150.000 Tonnen Weizen mehr geerntet als in den 14 Jahren davor (siehe Abbildung 1).

**Abbildung 1: Erntemengen von Weizen (ohne Hartweizen) in der EU-28 bis 2014 (in 1.000 Tonnen)**



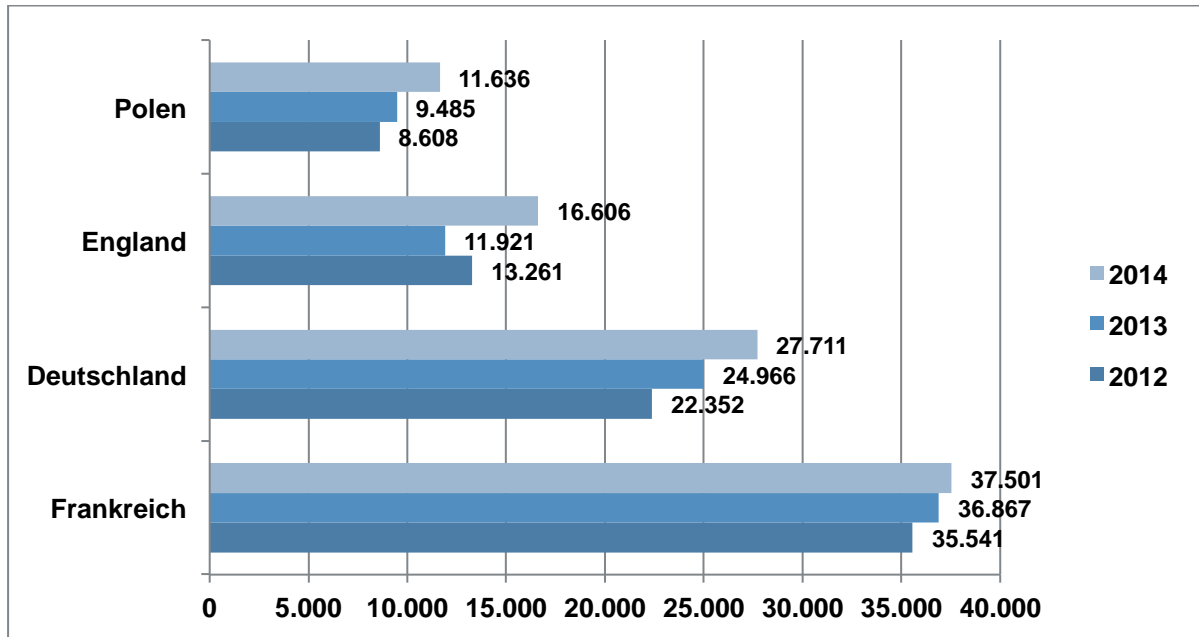
Quelle: Eurostat, 2015

Betrachtet man die Länder Frankreich, Deutschland, England und Polen, die auch für die Erhebung der qualitativen Experteninterviews ausgewählt wurden, so sind in al-



len vier Ländern die Erntemengen zwischen 2012 und 2014 stetig angestiegen (vgl. Abbildung 2). Dabei verzeichnen die vier Länder im Vergleich mit den anderen EU-Ländern die höchsten Erntemengen, Spitzenreiter ist hierbei Frankreich mit 37.500 Tonnen, gefolgt von Deutschland mit 27.700 Tonnen.

**Abbildung 2: Erntemengen von Weizen (ohne Hartweizen) in Frankreich, Deutschland, England und Polen 2012-2014 (in 1.000 Tonnen)**



Quelle: Eurostat, 2015

Die Zahlen zeigen, dass unter Berücksichtigung des prognostizierten Anstiegs der Weizennachfrage die Versorgungslage (noch) sehr komfortabel ist. Wie bereits erwähnt, wird eine steigende Nachfrage jedoch nur durch einen erheblichen Ertragsfortschritt der Kulturpflanze zu bewältigen sein, der auch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln benötigen wird.

### 2.3 Der Pflanzenschutzmarkt: Einflussfaktoren

Der Markt für Pflanzenschutzmittel ist von vielfältigen Faktoren abhängig wie der steigenden Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten, den Witterungsverhältnissen und dem Auftreten von Pflanzenpathogenen und Schädlingen. Ein weiterer wesentlicher Faktor mit Einfluss auf die Entwicklung des EU-Pflanzenschutzmarktes ist die EU-Regulative 1107/2009, die in Kapitel 5 ausführlich beschrieben wird, und