Industrieverband
Agrar

# Landwirtschaft, Biodiversität und Pflanzenschutzmittel – passt das zusammen?

## INHALTSVERZEICHNIS

**Vorwort** ..... **4**

**1 Einleitung** ..... **5**

**2 Biodiversität und Agro-Biodiversität** ..... **6**

2.1 Landwirtschaft als Teil der Biodiversität ..... 6
2.2 Vom Nutzen der Biodiversität: Ökologische Dienstleistungen ..... 7
2.2.1 Bodenorganismen ..... 8
2.2.2 Blütenbestäuber ..... 9
2.2.3 Nützlinge ..... 11
2.3 Die dunkle Seite der Biodiversität: Schädlinge, Unkräuter, Pflanzenkrankheiten 13
2.3.1 Tierische Schädlinge ..... 13
2.3.2 Unkräuter ..... 14
2.3.3 Erreger von Pflanzenkrankheiten ..... 15
2.3.4 Gibt es „Ökologische Schädlinge“? ..... 17
2.4 Warum brauchen wir Eingriffe? ..... 18
2.4.1 Landwirtschaft beeinflusst ihrem Wesen nach Biodiversität ..... 18
2.4.2 Der Bedarf an landwirtschaftlichen Produkten ..... 19

**3 Pflanzenschutzmittel** ..... **22**

3.1 Was ist ein Pflanzenschutzmittel und wie wirkt es auf Biodiversität? ..... 22
3.2 Wie entsteht ein Pflanzenschutzmittel? ..... 23
3.3 Biologische Vielfalt als Quelle neuer synthetischer Pflanzenschutzmittel ..... 24
3.4 Die biologische Vielfalt bei der Prüfung und Bewertung der Wirkung auf die belebte Umwelt ..... 26
3.4.1 Studien ..... 26
3.4.2 Die Risikobetrachtung ..... 32
3.4.3 Das Risikomanagement ..... 33
3.4.4 Was leisten Umweltprüfung und Bewertung und wo sind die Grenzen? ..... 33

**4 Landwirtschaft drängt Biodiversität zurück und Landwirtschaft fördert Biodiversität** ..... **34**

4.1 Dynamik als übergeordnetes Prinzip ..... 34
4.2 Landwirtschaft fördert Biodiversität ..... 36
4.2.1 Vielfältige Agrarlandschaften ..... 36
4.2.2 Landschaft fördert biologische Vielfalt ..... 37
4.3 Landwirtschaft drängt biologische Vielfalt zurück ..... 38
4.3.1 Rückgang von blütenbesuchenden Insekten ..... 39
4.3.2 Rückgang von Vogelarten ..... 39

**5 Wie kann Biodiversität gefördert und gleichzeitig ein hohes Ertragsniveau gesichert werden?** ..... **41**

5.1 Das Feld ..... 41
5.2 Der landwirtschaftliche Betrieb ..... 44
5.3 Die Landschaft ..... 49
5.4 Globale Zusammenhänge ..... 51

**6 Konzeptionelle Zukunftsthemen ..... 54**

6.1 Die öffentliche Meinung ..... 54
6.2 Prospektive versus retrospektive Leitbilder ..... 54
6.3 Synergien und Effizienzsteigerung ..... 55
6.4 Mehr Fläche für Biodiversität? ..... 55
6.5 Die Vorteile der Pflanzenschutzmittel ..... 56

**7 Zusammenfassung ..... 57**

**8 Relevante Dokumente ..... 58**

**9 Abbildungsverzeichnis ..... 59**

**10 Literaturverzeichnis ..... 60**

## Vorwort

Um die Biodiversität ist es offensichtlich schlecht bestellt. Tiere und Pflanzen sterben allerorten aus, „Rote Listen“ werden länger, und nach dem „Jahr der Biodiversität 2010“ war das klare Ergebnis „Ziel nicht erreicht“, nämlich die Trendwende des europa- und weltweit dokumentierten Biodiversitätsabfalls herbeizuführen.

Die Autoren dieser Abhandlung nehmen eine differenzierendere Position ein. Was ist „Biodiversität“ eigentlich? Wie auch immer die Antwort aussieht, Biodiversität hat die missliche Eigenschaft, nicht einfach in Zahlen fassbar zu sein. Zwar lassen sich große Tiere und Pflanzen zählen, aber bei den Mikroorganismen wird das schwierig und erst recht bei der genetischen Vielfalt und den Wechselwirkungen zwischen den Arten.

Und was ist die Rolle der Landwirtschaft in diesem Kontext? Hat intensive Landwirtschaft die Schurkenrolle, nämlich die des Lebensraumvernichters und Umweltschädigers oder stellt sich das Bild hier differenzierter dar? Und erst Pestizide! Schon der Namen lässt nicht viel Gutes erwarten; und obendrein sind es ja Gifte, die, wie leicht festzustellen ist, in der Tat Tiere und Pflanzen töten, wenn sie eingesetzt werden.

Die Abhandlung bietet keine einfachen Patentlösungen. Sie möchte aber vertraute Denk- und Argumentationsmuster aufweichen. Das ist bitter nötig, denn an einem ist kein Zweifel: Der Erhalt der biologischen Vielfalt und der Umgang mit ihr ist das vielleicht größte Thema, vor dem Homo sapiens derzeit steht. Landwirtschaft steht dabei im Mittelpunkt, sie ist Teil der Vielfalt, beeinflusst sie und konkurriert um Fläche und andere Ressourcen mit biologischer Vielfalt.

Wie soll die Rechnung aussehen – mehr Menschen, steigender Nahrungsbedarf, Bioenergie als wachsende neue Aufgabe, morgen vielleicht Bioplastik und Biopharmaka obendrauf? Die Balance zwischen Erhalten und Schützen einerseits und Nutzen und Bewirtschaften andererseits wird nicht einfacher. Da ist es wert, gezielt zu fragen, wo Synergien bestehen oder welche Konzepte mehr Optionen bieten als bisher genutzt.

**Prof. Dr. Christoph Künast**
Eco-System Consulting (CK)

**Dr. Friedrich Dechet**
Industrieverband Agrar e. V.

# 1 Einleitung

Die vorliegende Abhandlung geht von mehreren Grundannahmen aus:

1. Auch in Zukunft wird eine ertragsorientierte Landwirtschaft notwendig sein.
2. Biodiversität ist im ganzheitlichen Sinn biologischer Vielfalt zu verstehen, bezogen speziell auf Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen, die in Agrarlandschaften leben.
3. Pflanzenschutzmittel sind notwendige und etablierte Produktionsmittel.
4. Landwirtschaft beeinflusst in ihrer Gesamtheit ebenso wie in ihren Einzelmaßnahmen – sei es Pflügen, Ernten oder Pflanzenschutzmittelanwendung – die Biodiversität.

Die drei Begriffe Biodiversität, Landwirtschaft und chemischer Pflanzenschutz sind inhaltlich eng miteinander verbunden. Biodiversität ist die Gesamtheit des Lebens auf der Erde, Landwirtschaft produziert Güter in der Fläche und ändert dazu ursprüngliche Lebensräume und chemischer Pflanzenschutz greift mit biologisch aktiven Substanzen in Biodiversität ein.

Also: Die Zusammenhänge sind offensichtlich, aber keineswegs die Hintergründe, auch nicht die Vielschichtigkeit der Spannungsbereiche, die sich ergeben. Zur Beleuchtung dieser Hintergründe soll die vorliegende Abhandlung dienen. Sie soll Informationen liefern und auf Verbindungen und Lösungsansätze hinweisen, die keineswegs selbstverständlich und immer zugänglich sind.

Damit ist auch das Kernthema der Abhandlung umrissen: Wie lässt sich die Balance zwischen hoher Produktivität in der Landwirtschaft und dem Erhalt biologischer Vielfalt bewahren? Oder gibt es hier gar unauflösliche Konflikte, etwa im Sinn davon, dass hohe Erträge und niedrige Biodiversität unabdingbar miteinander gekoppelt sind?

# 2 Biodiversität und Agro-Biodiversität

Wer sich mit „Biodiversität“ befasst, muss sich zunächst mit der Begriffsbestimmung auseinandersetzen. Der Begriff wurde auf der „UNO-Konferenz über Umwelt und Entwicklung 1992“ folgendermaßen definiert:

Biodiversität ist die Vielfalt lebender Organismen aus allen Lebensräumen, ober- und unterirdisch lebende, das Meer und das Süßwasser bewohnende einschließlich der ökologischen Wechselbeziehungen zwischen ihnen. Das schließt die Vielfalt der Gene, Arten und Ökosysteme ein.

In diesem Sinne ist Biodiversität – oder, hier synonym verwendet, biologische Vielfalt – ganzheitlich. Deutschland wird von ca. 48 000 Tier-, ca. 9 500 Pflanzen-, ca. 14 400 Pilzarten und einer Fülle von Mikroorganismen besiedelt, eine Dimension, zu der definitionsgemäß die genetische Vielfalt und die Komplexität der Wechselwirkungen kommen. Diese Vielfalt unterschiedlicher Kategorien ist keineswegs einfach zu quantifizieren.[1]

Die Förderung der biologischen Vielfalt ist erklärtes Ziel der europäischen Politik wie auch der der Nationalstaaten.[23]

Davon soll hier vor allem das Segment betrachtet werden, bei dem eine direkte Wechselbeziehung zur Landwirtschaft besteht – die Agro-Biodiversität.

Agro-Biodiversität bezeichnet alle Komponenten der biologischen Vielfalt, die für Ernährung und Landwirtschaft sowie das Funktionieren der Agrarökosysteme von Bedeutung sind.

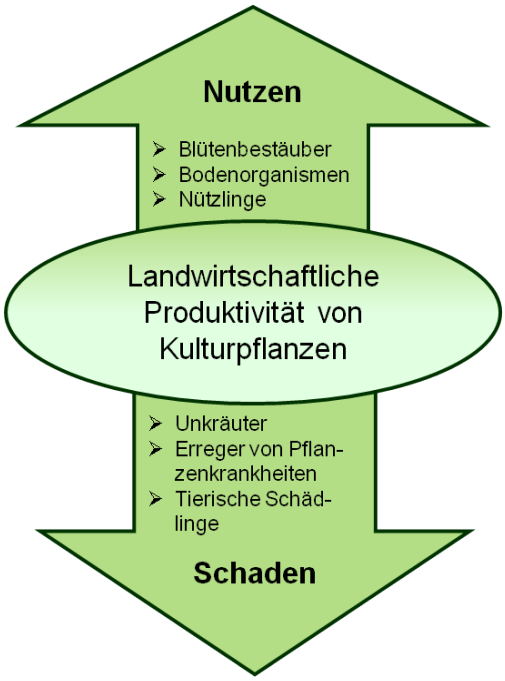
## 2.1 Landwirtschaft als Teil der Biodiversität

Agro-Biodiversität betrifft demnach mehrere Komponenten und wird hier in folgendem Sinn verstanden:

- Da ist zum einen die Vielfalt der Nutztiere und –pflanzen, ihre Arten und Zuchtformen. Dies ist ein wichtiger Aspekt: Landwirtschaft ist nicht nur ein Einflussfaktor auf Biodiversität, sondern selbst Teil davon.
- Dazu gehören die Organismen, die wirtschaftlich wichtige „ökologische Dienstleistungen“ erbringen. Sie sind die Grundlage dafür, dass Landwirtschaft produktiv arbeiten kann.
- Die Organismen, die negative Auswirkungen haben (Schädlinge) sind Elemente von Agrarökosystemen.
- Die auf Agrarflächen und ihrer Umgebung vorkommenden Wildtiere und -pflanzen sind ebenfalls Teil der Agro-Biodiversität.

**Wie beeinflusst biologische Vielfalt landwirtschaftliche Produktivität?**

Bei dieser Systematik steht klar die Vielfalt menschlicher Interessen in Form von „Schaden“ oder „Nutzen“ im Vordergrund. Auch Wildtiere und -pflanzen werden nicht in den Kategorien biologischer Systematik, sondern vor allem in Bezug auf ihre Schutzwürdigkeit betrachtet.




Es gibt gute Gründe dafür, Landwirtschaft als Teil der Biodiversität zu betrachten. Deutschland hat eine Fläche von 357 121,41 km$^2$.[4] Auf mehr als der Hälfte wird Landwirtschaft betrieben.

**Tabelle 1: Flächennutzung in Deutschland**

| Flächennutzung in Deutschland | |
|---|---|
| **Landwirtschaftsfläche** | 53,0 % |
| **Waldfläche** | 29.8 % |
| **Gebäude- und Freifläche** | 6,7 % |
| **Verkehrsfläche** | 4,9 % |
| **sonstige Fläche** | 2,4 % |
| **Wasserfläche** | 2,3 % |
| **Erholungsfläche** | 0,9 % |

## 2.2 Vom Nutzen der Biodiversität: Ökologische Dienstleistungen

Ökologische Dienstleistungen (Ecosystem Services) sind diejenigen nützlichen Leistungen, die von Lebewesen und ihren Wechselwirkungen erbracht werden. Sie werden berechtigterweise als „Dienstleistungen“ bezeichnet, denn sie sind die Grundlage landwirtschaftlicher Produktion.

Die Wichtigste ist die Produktivität von Kulturpflanzen. Der Erhalt von ökologischen Dienstleistungen, die diese unterstützen, liegt klar im Interesse jedes Landwirts und er trägt zu ihrer Pfle-

ge und ihrem Erhalt bei. Dazu zählen die Funktionen der Bodenorganismen, der Blütenbestäuber und der Nützlinge, auf die hier eingegangen werden soll.

### 2.2.1 Bodenorganismen

Bodenorganismen stellen eine schier endlose Vielzahl an Tieren und Pflanzen – von Regenwürmern über Insekten zu Pilzen, Algen und Bakterien.

**Tabelle 2: Dimensionen der Anzahl von Organismen unter einem Fußabdruck auf einer Wiese[5]**

| Taxonomische Gruppe | Individuenzahl | Biomasse (g/m$^2$) |
|---|---|---|
| **Bakterien** | $10^{12}$ - $10^{14}$ | 40 - 700 |
| **Pilze** | $10^{9}$ - $10^{12}$ | 100 - 500 |
| **Algen** | $10^{6}$ - $10^{9}$ | 20 - 150 |
| **Protozoen** | $10^{7}$ - $10^{9}$ | 6 - 30 |
| **Nematoden** | $10^{4}$ - $10^{6}$ | 5 - 50 |
| **Milben** | $2 \cdot 10^{2}$– $4 \cdot 10^{3}$ | 0,2 - 4 |
| **Springschwänze** | $2 \cdot 10^{2}$– $4 \cdot 10^{3}$ | 0,2 - 4 |
| **Insektenlarven** | bis zu 50 | < 4,5 |
| **Diplopoden** | bis zu 70 | 0,5 - 12,5 |
| **Regenwürmer** | bis zu 50 | 30 - 200 |

Nun mag man sagen: Es mögen zwar zahlenmäßig viele sein, aber sie sind ja klein, winzig, und doch recht unansehnlich. Biologische Vielfalt – das sind bunte Schmetterlinge, gefährdete Vögel oder die beeindruckenden Tiere der tropischen Urwälder! In der Tat stehen diese populären Tiere im Mittelpunkt berechtigter Schutzmaßnahmen. Aber auch wenn es nicht offensichtlich ist: Gerade die Kleinen, Unauffälligen, oft Unattraktiven erfüllen elementare Aufgaben und die öffentlichkeitswirksame Umweltkampagne zu Gunsten von Regenwürmern oder Bodenamöben steht noch aus, obwohl diese für unser tägliches Leben unverzichtbare Leistungen erbringen.

Die Biodiversität im Boden macht Pflanzenmaterial zu Humus. Das Lückensystem im Boden, das Regenwurm und Co. schaffen, stärkt die Wasserhaltefähigkeit des Bodens. Es erlaubt Sauerstoff, einzudringen, wovon wieder sauerstoffbenötigende Bakterien profitieren. Bodenbakterien können Stickstoff aus der Atmosphäre binden und für Pflanzen verfügbar machen. Klimawirksame Gase, wie $CO_2$, werden im Boden gebunden.

Die Tiere, Pflanzen und Mikroben haben unterschiedliche Lebensweisen und tragen entsprechend für den Erhalt der Bodenfunktionen bei:

**Abb. 1: Die Fülle der Bodenorganismen und ihre Funktionen**

### 2.2.2 Blütenbestäuber

Das Prinzip der Bestäubung beruht auf gegenseitigem Nutzen von Pflanzen und Insekten und ist vielleicht die erfolgreichste Symbiose, die von der Evolution entwickelt wurde. Insekten erhalten Nahrung (Nektar oder überschüssigen Pollen), Pflanzen die gezielte Pollenübertragung von Blüte zu Blüte. So ist beidseitiger Nutzen gewährleistet.

Landwirtschaftliche Kulturpflanzen haben grundsätzlich zwei Möglichkeiten der Bestäubung: durch Wind oder durch Insekten.

Windbestäubte Pflanzen sind beispielsweise Getreide und Mais. Insekten sind aber nötig, um etwa Äpfel oder Steinobst zu bestäuben, auch bei Raps spielen sie eine ertragssteigernde Rolle.

**Abb. 2: Getreide ist windbestäubt und bietet Blütenbestäubern keine Nahrung.**

**Abb. 3: Mais, ebenso windbestäubt, bietet Pollen, den Honigbienen nutzen können.**

**Abb. 4: Raps ist eine wichtige Trachtquelle für Honigbienen.**

**Abb. 5: Obstblüten werden von vielen blütenbestäubenden Insekten besucht.**

In Mitteleuropa sind verschiedene Insekten als Blütenbestäuber aktiv. Es ist keineswegs ausschließlich die populärste Art, die Honigbiene, die diese „ökologische Dienstleistung“ bietet. Käfer, Fliegen, Schmetterlinge und vor allem eine Gruppe, die Hautflügler und unter ihnen die Gesamtheit der Bienen, sind Blütenbestäuber.

**Abb. 6: Solitärbiene**

In Deutschland gibt es ca. 550 Arten von Solitärbienen. Sie leben, wie der Name sagt, meist einzeln in röhrenförmigen Strukturen, oft in selbst gegrabenen Löchern. Manche Arten bilden Kolonien, aber nie komplexe mehrjährige Staaten wie die Honigbiene. Vor allem im Frühjahr spielen sie als Blütenbestäuber, z. B. an Obst, eine wichtige Rolle.

Abb. 7: Hummel

In Deutschland gibt es ca. 36 Hummelarten. Sie haben meist einen plump wirkenden, dicht behaarten Körper und bilden einjährige Staaten. Ihre wirtschaftliche Bedeutung hat dadurch zugenommen, dass Kolonien gezüchtet und dann zur Verbesserung der Bestäubungsleistung, z. B. in Gewächshäusern, verwendet werden.

Die Honigbiene (*Apis mellifera L.)* hat ursprünglich Baumhöhlen, Felsspalten und andere Hohlräume bewohnt. Heute wird die Honigbiene von der Imkerei gepflegt. Sie ist zweifellos das wichtigste heimische Insekt, und zwar wegen ihres Nutzens für die Imkerei (Honig, Wachs u. a.), ebenso wegen ihrer Bedeutung für die Bestäubung landwirtschaftlicher Kultur- und Wildpflanzen. Grob geschätzt leben in Deutschland heute 800 000 Bienenvölker, die von rund 90 000 Imkern gepflegt werden. Angesichts von ca. 40 000 Einzelbienen pro Volk im Sommer ergibt sich die gewaltige Zahl von etwa 30 Milliarden Honigbienen, die in Deutschland in den Frühjahrs- und Sommermonaten fliegen.

Nur die Honigbiene ist in der Lage, mehrjährige Kolonien zu bilden. Ihre faszinierenden „intellektuellen Fähigkeiten“, wie Tanzsprache oder Orientierung in Raum und Zeit, haben sie nicht nur zum wichtigsten, sondern auch zum bestuntersuchten Insekt der Welt gemacht.

Abb. 8: Die Honigbiene ist die wichtigste Blütenbestäuberart in Europa.

Abb. 9: Honigbienen werden von Imkern gehalten und gepflegt.

### 2.2.3 Nützlinge

Als „Nützlinge“ werden gemeinhin solche Organismen bezeichnet, die als Räuber oder Parasiten von Schadorganismen leben und damit deren Massenentwicklung unterbinden. Viele Arten leben im Freiland, manche werden gezielt gefördert (durch Erhalt ihrer Lebensräume, durch die Anwendung nützlingsschonender Pflanzenschutzmittel oder durch Freilass gezüchteter Organismen). Gerade im Konzept des „Integrierten Pflanzenschutzes“ spielen sie eine wichtige Rolle, weil hierbei wirtschaftlich, ökologisch und ökotoxikologisch abgestimmte Verfahren verwendet werden, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadschwelle zu halten, und dazu tragen Nützlinge wesentlich bei.

**Tabelle 3: Wichtige Nützlingsgruppen**

| Gruppe | Beispiel | Schädling |
|---|---|---|
| **Säugetiere** | Igel, Spitzmäuse | Insekten, Schnecken |
| **Vögel** | Greifvögel, Meisen | Mäuse, Insekten |
| **Spinnen** | Wolfsspinnen, Radnetzspinnen | Insekten |
| **Raubmilben** | *Typhlodromus pyri* | Spinnmilben, Thripse |
| **Fadenwürmer** | Insektenpathogene Nematoden | Insektenlarven |
| **Wanzen** | Raubwanzen | Spinnmilben, Blattläuse |
| **Netzflügler** | Florfliegen | Blattläuse |
| **Schlupfwespen** | *Trichogramma sp.* | Raupen |
| **Käfer** | Marienkäfer, Laufkäfer | Blattläuse, Insekten, Schnecken |
| **Fliegen** | Schwebfliegen | Blattläuse, Spinnmilben |
| **Bakterien** | *Bacillus thuringiensis* | Insektenlarven |
| **Viren** | Insektenpathogene Viren | Insekten, Insektenlarven |

Nützlinge haben den Vorteil, dass sie nicht, wie chemische Bekämpfungsverfahren, zu Rückständen von Chemikalien führen können. Der Einsatz von Nützlingen ist aber nicht frei von einem ökologischen Risikopotenzial, wie sich am Beispiel von Marienkäfern zeigt.

Während der heimische Siebenpunkt (*Cocinella septempunctata*) vor allem als Vertilger von Blattläusen als Nützling wichtig ist, ist der aus Asien zur Blattlausbekämpfung in Gewächshäusern importierte „Asiatische Marienkäfer“ (*Harmonia axyridis)* aus den Gewächshäusern entwichen, vermehrt sich im Freiland und wird hier sehr kritisch bewertet – er ist nicht nur Gegenspieler von Blattläusen, sondern auch von anderen heimischen Insekten und kann zudem wirtschaftlichen Schaden anrichten, z. B. wenn die Käfer bei der Weinlese unbeabsichtigt mitgesammelt und dann mitgekeltert werden und den Geschmack des Safts bzw. des Weins verderben.

**Abb. 10: Der heimische Marienkäfer *Cocinella septempunctata* (Siebenpunkt).**

**Abb. 11: Der aus Asien stammende Marienkäfer *Harmonia axyridis***

## 2.3 Die dunkle Seite der Biodiversität: Schädlinge, Unkräuter, Pflanzenkrankheiten

Wer freut sich über die Blattläuse auf den Rosen, Schnecken im Gemüse oder Schimmelpilze auf Erdbeeren? Keine Frage, es gibt eine Vielzahl von Organismen, die uns „Schaden“ zufügen, sei es, dass sie Krankheiten übertragen oder Krankheitserreger sind, uns belästigen oder um Nahrung mit uns konkurrieren. Die letztere Gruppe spielt eine wichtige Rolle in der agrarischen Produktion. Auch wenn diese Organismen aus guten Gründen negativ bewertet werden, sie gehören zur Biodiversität, denn sie sind Teil der ökologischen Gesamtheit.

### 2.3.1 Tierische Schädlinge

Tiere können Konkurrenten des Menschen um Nahrungsressourcen sein, indem sie an Kulturpflanzen fressen (z. B. Raupen) oder sie durch Saugtätigkeit beeinträchtigen (z. B. Blattläuse). Dabei ist zu beachten, dass keinesfalls jedes Tier, das an einer Pflanze frisst, damit ein „Schädling“ ist: Der Begriff definiert sich in der Landwirtschaft nach den Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes an einem quantitativen Schwellenwert. Eine Art kann ein unauffälliges Leben führen und erst unter bestimmten Bedingungen überschreitet sie die „Schadschwelle“.

Diese Zusammenhänge lassen sich am Beispiel der Kirschfruchtfliege (*Rhagoletis cerasi*) zeigen. Ihre Larve ist der bei niemandem beliebte „Wurm in der Kirsche“, eine beinlose Made, die nicht nur durch ihr Vorhandensein unappetitlich ist, sondern auch dazu führt, dass befallene Kirschen vorzeitig faulen. Der zeitliche Flugverlauf der Fliege (die in einer Generation pro Jahr lebt) kann mit Gelbtafeln verfolgt werden. Sie wirken attraktiv auf die Fliegen, die festkleben und gezählt werden können.[6] Hier wird das Schadschwellenprinzip als Entscheidungskriterium dafür angewandt, ob eine Bekämpfungsmaßnahme durchzuführen ist. Gäbe es keinen Kirschenanbau, wäre die Kirschfruchtfliege nur den Insektensystematikern bekannt – als eine kleine, auffällig gefärbte Fliege, die an einigen Wildpflanzen (wie Heckenkirsche, Schneebeere oder Traubenkirsche) lebt.

**Abb. 12: Die Kirschfruchtfliege**

**Abb. 13: Kirschfruchtfliegenlarven in einer Kirsche. Der „Wurm in der Kirsche“ ist die Larve der Kirschfruchtfliege.**

**Abb. 14: Gelbfalle in einem Kirschbaum**

Der Kampf gegen tierische Schädlinge in der Landwirtschaft ist so alt wie die Landwirtschaft selbst und er muss bestritten werden, gleichgültig ob ökologisch-organisch, ökologisch-dynamisch oder konventionell gewirtschaftet wird. Was sich unterscheidet, sind die Methoden der Bekämpfung. Kaum eine landwirtschaftliche Kultur ist frei von Schadorganismen: Blattläuse an Getreide, Kartoffelkäfer und Nematoden an Kartoffel, Kleinschmetterlinge im Obstbau – die Liste ist lang.

Viele tierische Schädlinge gehören nicht zur ursprünglich heimischen Tierwelt, sondern entstammen fernen Regionen. Globalisierte Transportwege haben viele Arten weit verbreitet.

Auch Deutschland beheimatet zahlreiche tierische „Invasoren“, die erhebliche wirtschaftliche Schäden verursachen können. Beispiele sind:

**Tabelle 4: Chronologie des Auftretens wichtiger tierischer Invasoren in Deutschland**

| Name | Ursprungsregion | Erstnachweis in Deutschland | Schaden an |
|---|---|---|---|
| **Reblaus (*Viteus vitifoliae*)** | Nordamerika | 1867 | Wein |
| **Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*)** | Südamerika | 1877 | Kartoffel |
| **Mittelmeerfruchtfliege (*Ceratitis capitata*)** | Afrika | 1937 | Pfirsich, Obst |
| **San-Jose-Schildlaus (*Quadraspidiotus perniciosus*)** | China | ca. 1950 | Obst |
| **Portugiesische Wegschnecke (*Arion lusitanicus*)** | Iberische Halbinsel | 1969 | Gemüse, Erdbeere |
| **Thrips (*Frankliniella occidentalis)*** | Nordamerika | 1985 | Gemüse und Zierpflanzen |
| **Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*)** | Mittelamerika | 2007 | Mais |

### 2.3.2 Unkräuter

Ackerunkräuter sind Wildpflanzen, die auf Ackerflächen neben Kulturpflanzen vorkommen und mit ihnen um Nährstoffe, Wasser und Licht konkurrieren. Die Pflanzen sind oft sehr gut an die vom Menschen geprägten Bedingungen eines Ackers angepasst. Das kann eine sehr hohe Samenproduktion sein – ein Exemplar des Hirtentäschelkrauts (*Capsella bursa-pastoris*) kann beispielswiese bis zu 90 000 Samen bilden.

Dazu kommt die hohe Lebensdauer vieler Samen, die 20 - 40 Jahre im Boden liegen können. Auch Wurzelstöcke, z. B. der Quecke (*Elymus repens*), können sich als außerordentlich robust erweisen, Zerstückelung kann gleichzeitig Vermehrung bedeuten.

Die „Pusteblume“, Fruchtstand des Löwenzahns (*Taraxacum*), ist ein allbekanntes Beispiel dafür, dass auch große Distanzen sehr erfolgreich überwunden werden können, in dem Fall durch Lufttransport der Samen.

**Abb. 15: Pusteblume**

Es ist nicht nur die Konkurrenz um Ressourcen, wodurch Unkräuter Schaden verursachen:

- Die Beifuß-Ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*) besiedelt verschiedene Lebensräume, auch Brachen oder Äcker. Ihr Pollen (geschätzt wird, dass pro Pflanze bis zu einer Milliarde Pollenkörner gebildet werden können) verursacht Probleme für Allergiker.
- Unkräuter können Wirtspflanzen verschiedener Erreger von Pflanzenkrankheiten sein.

**Tabelle 5: Unkräuter als Wirtspflanzen von Krankheitserregern von Kulturpflanzen**[7]

| Krankheit/Virus-Schädling | Unkräuter als Wirtspflanze |
|---|---|
| ***Septoria*-Blattdürre** | Quecke, Acker-Fuchsschwanz, Trespe-Arten |
| **Blatt- und Spelzenbräune** | Einjährige Rispe, Quecke |
| ***Rhynchosporium*-Blattflecken** | Quecke, Trespe-Arten |
| **Netzfleckenkrankheit** | Quecke, Acker-Fuchsschwanz, Flughafer, Trespe-Arten |
| **Halmbruch** | Quecke, Windhalm, Flughafer |
| **Mutterkorn** | u. a. Fuchsschwanz-Arten |
| **Rost-Arten** | Quecke, Trespe-Arten, u. a. Ungräser |
| **Gelbverzwergungsvirus der Gerste** | > 150 Gräser (u. a. Quecke, Rispengras-Arten) |

### 2.3.3 Erreger von Pflanzenkrankheiten

Die Erreger von Pflanzenkrankheiten sind oft Pilze, es können aber auch Bakterien oder Viren sein. Ihnen ist in der Regel gemeinsam, dass sie ein hohes Fortpflanzungspotenzial, etwa über Sporen, haben. Die Sporen sind gleichzeitig mobil, d. h. sie werden durch Wind und Wasser verbreitet. Vor allem bei warmem und feuchtem Wetter können Felder oder ganze Regionen innerhalb weniger Tage befallen werden.

**Tabelle 6: Wichtige Pflanzenkrankheiten und ihre Erreger**

| Krankheit | Erreger | Kulturpflanze |
|---|---|---|
| **Mutterkorn** | *Claviceps purpurea* | Getreide |
| **Ährenfusariose** | *Fusarium sp.* | Getreide, Mais |
| **Echter Mehltau** | *Erysiphe graminis* | Getreide |
| **Gelbrost** | *Puccinia striiformis* | Getreide |
| **Maisbeulenbrand** | *Ustilago zeae* | Mais |
| **Bohnenrost** | *Uromyces appendiculatus* | Bohne |
| **Kartoffelfäule** | *Phytophtora infestans* | Kartoffel |
| **Wurzelhalsfäule** | *Phoma lingam* | Raps, Kohl |
| **Wurzelbrand** | *Pleospora bjoerlingii* | Zuckerrübe |
| **Apfelschorf** | *Ventura inaequalis* | Apfel |

Pilzliche Schaderreger schädigen nicht nur Pflanzen, sondern produzieren auch Substanzen, die toxisches Potenzial haben. Von der Gattung *Fusarium* sind über 100 Substanzen bekannt, beispielsweise[8]

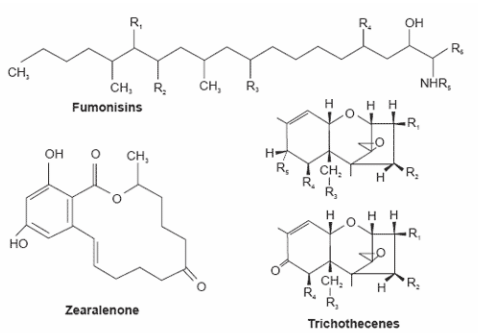


**Abb. 16: Der Maisbeulenbrand verursacht tumorartige Wucherungen.**

**Abb. 17: Mutterkornpilze haben Getreidesamen in ein dunkles Sklerotium zersetzt.**

**Abb. 18: Mehltaupilze auf Getreideblatt**

### 2.3.4 Gibt es „Ökologische Schädlinge“?

Die dunkle Seite der Biodiversität wurde bisher in dem Sinn dargestellt, dass agrarische Interessen in Mitleidenschaft gezogen werden. Eine kontrovers diskutierte Frage ist, ob und wie weit der Schadensbegriff auch auf ökologische Kategorien angewandt werden kann.

Zu diesem Themenbereich führen die Bewertung und das Management „invasiver Arten“.[9] Invasive gebietsfremde Tier- oder Pflanzenarten können ursprünglich heimische Arten verdrängen, sie können wirtschaftlichen Schaden hervorrufen und auch komplexe Ökosysteme beeinflussen.

Letzteres gilt in unseren Breiten vor allem für invasive Neophyten, also für nicht ursprünglich heimische Pflanzenarten, die sich in Agrarlandschaften ausbreiten. Beispiele sind:

**Abb. 19: Bärenklau *(Heracleum mantegazzianum)***

**Abb. 20: Himalaya-Balsam *(Impatiens glandulifera)***

**Abb. 21: Kanadische Goldrute *(Solidago canadensis)***

Allen drei Arten ist gemeinsam, dass sie gezielt nach Europa – als Gartenpflanzen oder in botanischen Gärten – eingeführt wurden, weil sie attraktive Pflanzen sind.

**Tabelle 7**

| Art | Ursprungsgebiet | Eingeführt nach Europa |
|---|---|---|
| **Kanadische Goldrute** | Nordamerika | 1645 |
| **Bärenklau** | Westlicher Kaukasus | 1817 |
| **Himalaya-Balsam** | Himalaya | 1829 |

Im Freiland bilden sie inzwischen häufig dichte Bestände, und für diese Arten (wie für andere eingeführte invasive Schadorganismen) gilt: Die Bestände können zwar kontrolliert werden, oft mit großem Aufwand, die Arten lassen sich aber hierzulande nicht mehr vollständig ausrotten.

Aus Sicht des Naturschutzes werden sie kritisch gesehen, weil sie ursprüngliche Lebensgemeinschaften teilweise massiv ändern. Der Bärenklau hat außerdem Inhaltsstoffe, die bei Son-

neneinstrahlung hautschädigend wirken. Andererseits bieten die Pflanzen gerade in blütenarmen Sommer- und Spätsommermonaten Honigbienen und anderen Blütenbestäubern wichtige Trachtquellen. Bei den oft emotionalen Diskussionen um die Notwendigkeit zur Bekämpfung können ökologische Weltbilder aufeinanderprallen: Auf der einen Seite werden viele Pflanzen aus den unterschiedlichsten Gründen eingeführt, was zum Risiko einer unbeabsichtigten Ausbreitung führt. Auf der anderen Seite werden sie kritisch betrachtet, wenn sie sich im Freiland ausbreiten.

Sind Lebensgemeinschaften von Kulturlandschaften dynamisch – Kommen und Gehen von Arten, also inhärente Eigenschaft – oder sind sie statisch – also festgeschriebene „heimische Arten“, und eine Änderung eines Status quo, z. B. eines Arteninventars, ist negativ zu bewerten? Ein Ansatz, dieses Thema konzeptionell zu fassen, ist die Erstellung von „Schwarzen Listen“, in denen das Invasionspotenzial gebietsfremder Arten nach definierten Kriterien festgelegt wird.[10]

## 2.4 Warum brauchen wir Eingriffe?

Sind die zahllosen Eingriffe der Menschen in den Naturhaushalt, die zur Landwirtschaft gehören, oft kritisch gesehen werden und zu denen auch der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zählt, wirklich nötig? Auf die Frage gibt es letztlich eine Doppelantwort:

- Weil Landwirtschaft ihrem Wesen nach Biodiversität beeinflusst.
- Weil der Bedarf an landwirtschaftlichen Produkten hoch ist und voraussichtlich weiter steigt.

### 2.4.1 Landwirtschaft beeinflusst ihrem Wesen nach Biodiversität

Der Satz „Landwirtschaft beeinflusst Biodiversität“ lässt sich in Agrarlandschaften weiter spezifizieren: Landwirtschaft ist ihrem Wesen nach ein Einfluss auf Biodiversität. Sie besteht darin, ursprüngliche Lebensgemeinschaften zu Gunsten von Nutztieren und Kulturpflanzen zu ändern.

Landwirtschaft ist eine sehr moderne Erfindung der Menschheit, sie wurde erst vor ca. 10 000 Jahren gemacht. Zum Vergleich: Die frühesten, wegen ihrer Prägnanz uns berührenden Kunstwerke in Europa, wie Höhlenbilder oder kunstvoll gestaltete Figuren, sind 30 000 - 40 000 Jahre alt, der Mensch als Spezies wird auf ca. 200 000 Jahre geschätzt. Die Zeit der Menschheitsentwicklung, in der Landwirtschaft getrieben wird, liegt also in der Größenordnung bei 5% – vorher lebten Menschen vor allem als Jäger und Sammler.

In Mitteleuropa hat der Wandel von Regionen, die im Flachland und Mittelgebirgen meist von Buchenwäldern dominiert waren, in Agrarlandschaften mit offenen Flächen bereits vor Jahrtausenden eingesetzt. In diese vom Menschen geformten Landschaften konnten eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen, viele ursprünglich in Steppenregionen heimisch, zuwandern. Pflügen, Ernten, Säen – ob maschinell oder per Handarbeit, Landwirtschaft ist ihrem Wesen nach ein tiefer Eingriff in ein ursprüngliches Ökosystem. An diesem Prinzip, das vor Jahrtausenden erfunden wurde, hat sich nichts geändert.

Ob von Hand oder maschinell: Landwirtschaft ist ihrem Wesen nach ein Eingriff in ursprüngliche Ökosysteme.

Abb. 22: Pflügen in Handarbeit

Abb. 23: Säen in Handarbeit

Abb. 24: Ernten in Handarbeit

Abb. 25: Pflügen maschinell

Abb. 26: Säen maschinell

Abb. 27: Ernten maschinell

Diese tiefen Eingriffe des Menschen, die Agrarlandschaften formen, unterliegen einem schnellen Wandel. Politische Entscheidungen, soziale Änderungen, neue landwirtschaftliche Techniken, andere Kulturpflanzen sind treibende Kräfte. Als Ergebnis resultieren Agrarlandschaften, die sich schnell verändern können.

### 2.4.2 Der Bedarf an landwirtschaftlichen Produkten

Steigende Weltbevölkerung und sich ändernder, in der Summe steigender Bedarf zeichnet die weltweite Situation für landwirtschaftliche Produktion aus. Die Weltbevölkerung hat soeben die 7 Milliarden-Marke überschritten. Obwohl nach den vorliegenden Schätzungen der Höhepunkt der Wachstumsraten überschritten ist, wird 2050 mit einem Wert zwischen 7,5 und 10,5 Milliarden, wahrscheinlich mit ca. 9 Milliarden Menschen, gerechnet. Entsprechend mehr an Reis-, Weizen-, Sojaernte wird benötigt.

**Tabelle 8: Welche Güter produzieren Kulturpflanzen?**

| | |
|---|---|
| **Nahrung** | Getreide, Gemüse, Obst, Gewürze |
| **Tierfutter** | Heu aus Gras, Silage aus Mais etc., Leguminosen, Soja |
| **Fasern** | Baumwolle, |
| **Rohmaterial** | Bioplastik, Bambus, Pharmaka |
| **Bioenergie** | Biodiesel, Methan, Äthanol |

Dabei liegen die geschätzten, weltweiten Verluste wichtiger Kulturpflanzen durch Schadorganismen derzeit in folgenden Größenordnungen:

**Tabelle 9: Weltweite Verlustraten durch Schadorganismen**[11]

| Kultur | Gesamt in % |
|---|---|
| **Reis** | 51,4 |
| **Weizen** | 34,0 |
| **Gerste** | 29,4 |
| **Mais** | 38,3 |
| **Kartoffeln** | 41,4 |
| **Soja** | 32,4 |
| **Baumwolle** | 37,7 |
| **Kaffee** | 40,0 |

Diese summarischen Verlustraten werden von verschiedenen Autoren bestätigt:

**Tabelle 10: Vermeidbare Ertragsrückgänge durch Unkräuter, Insekten und Krankheitserreger (in %)**[12]

| Quelle | Ertragsrückgänge durch | | | Ertragsrückgang insgesamt |
|---|---|---|---|---|
| | Unkräuter | Insekten | Krankheiten | |
| **Cramer (1967)** | 9,5 | 13,8 | 11,6 | 34,9 |
| **Pimentel (1978)** | 8,0 | 13,0 | 12,0 | 33,0 |
| **Oerke et al. (1994)** | 13,2 | 15,6 | 13,2 | 42,0 |
| **Yuldeman et al. (1998)** | 12,0 | 13,0 | 12,0 | 37,0 |
| **Oerke und Dehne (2004)** | 9,4 | 10,1 | 12,6 | 32,1 |
| **Oerke (2006)** | n. a. | n. a. | n. a. | 21,6 - 53,2 |

Was ist die Schlussfolgerung aus diesen Zahlen? Keinesfalls darf ein einfacher Dreisatz wie der folgende gerechnet werden: „Wenn 7 Milliarden Menschen 7/7 t Weizen benötigen, dann benötigen 9 Milliarden Menschen 9/7 t Weizen."

Die beiden großen Variablen sind Produktion und Verbrauch, beide werden sich absehbar ändern, und zwar nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ und unterschiedlich gerichtet.

- Der weltweite Anstieg der Bioenergie wird sich voraussichtlich fortsetzen.
- Die Weltmarktpreise werden voraussichtlich ansteigen bei verstärkten Fluktuationen. Der FAO Nahrungspreis-Index (FAO Food Price Index) ist ein Maß für die Änderungen internationaler Nahrungspreise.[13]

- In Deutschland sind die Lebensmittelpreise noch relativ günstig, 2008 verwendeten die Verbraucher durchschnittlich 9,9 % ihrer Gesamtausgaben für Nahrung.[14]

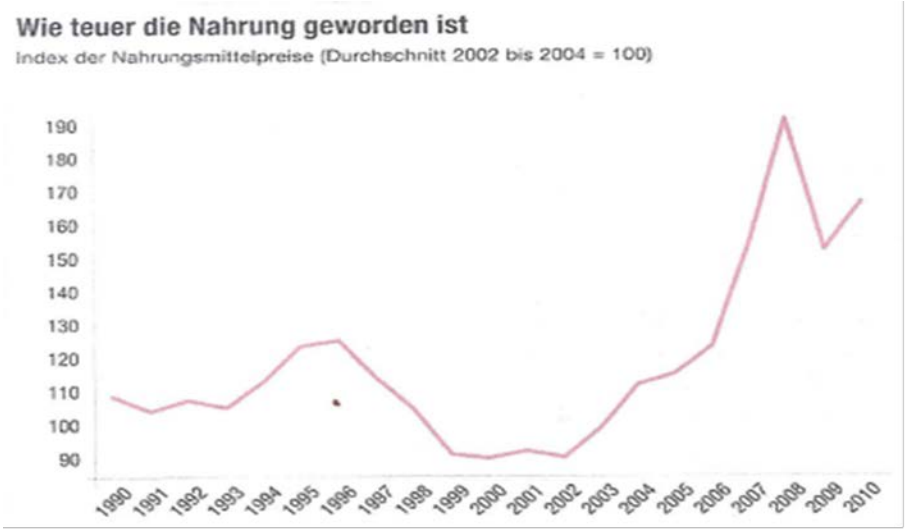



**Abb. 28: Entwicklung des FAO-Nahrungspreisindex (Quelle: Öko-Text 10/2010)**

Eine Schlussfolgerung aus den Daten liegt auf der Hand: Gesamtverluste an landwirtschaftlicher Produktion in Größenordnungen von 30 - 40 %, wie sie weltweit beschrieben sind, können weder aus ökonomischen noch aus ökologischen oder sozialen Gründen hingenommen werden.

# 3 Pflanzenschutzmittel

## 3.1 Was ist ein Pflanzenschutzmittel und wie wirkt es auf Biodiversität?

Pflanzenschutzmittel sind ihrer Zweckbestimmung gemäß biologisch aktive Substanzen.

Pflanzenschutzmittel enthalten chemische Elemente oder deren Verbindungen, wie sie natürlich vorkommen oder zu gewerblichen Zwecken hergestellt werden, einschließlich der Verunreinigungen, mit Wirkung auf:

- Schadorganismen oder
- Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse

Mikroorganismen einschließlich Viren oder ähnliche Organismen sowie ihre Bestandteile sind den chemischen Elementen gleichgestellt.[15]

Pflanzenschutzmittel enthalten gemäß der vom Gesetzgeber vorgegebenen Definition Wirkstoffe, etwa synthetische Substanzen (z. B. Insektizide wie Pyrethroide oder Fungizide wie Triazole), natürliche Substanzen (z. B. Extrakte des Neembaumes (*Azadirachta indica*)), anorganische Chemikalien (z. B. Kupfer oder Schwefel mit ihren Verbindungen) oder Mikroorganismen (z. B. das Apfelwickler-Granulosevirus oder Stämme des Bakteriums *Bacillus thuringiensis*).

Voraussetzung für die Vermarktung und Anwendung eines Pflanzenschutzmittels ist eine gültige Zulassung. Dies ist, gerade in Bezug auf die Tiere und Pflanzen der Agrarlandschaft, gesetzlich geregelt. Kernaussagen sind:

Als Genehmigungskriterium für Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln gilt gemäß der europäischen Richtlinie 1107, Artikel 4:

Sie dürfen keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Umwelt haben, und zwar unter Berücksichtigung folgender Aspekte, soweit es von der Behörde anerkannte wissenschaftliche Methoden zur Bewertung solcher Effekte gibt:

- Auswirkungen auf Arten, die nicht bekämpft werden sollen, einschließlich des dauerhaften Verhaltens dieser Arten
- Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und das Ökosystem

Gerade vor dem Hintergrund des Schutzes der biologischen Vielfalt ist es diese Definition durchaus wert, beleuchtet zu werden:

- Der Sachverhalt, dass es Wirkung auf Organismen (Schadorganismen, Pflanzen) hat, bedeutet, dass ein im Freiland eingesetztes Pflanzenschutzmittel nicht „ökologisch neutral“ sein kann. Wenn es auf die „Zielorganismen“ Schadorganismen (tierische Schädlinge, Unkräuter, Erreger von Pflanzenkrankheiten) wirkt, ist eine Konsequenz, dass Organismen, die von den Zielorganismen leben, beeinflusst werden. Auf einem Acker, der beispielsweise mit einem Insektizid gegen Blattläuse oder einem Herbizid gegen Unkräuter behandelt wurde, finden blattlausfressende Insekten oder Vögel weniger Beute oder blütenbesuchende Insekten weniger Tracht.

- Die Selektivität von Pflanzenschutzmitteln ist auf Grund ihrer physiologischen Wirkmechanismen in aller Regel begrenzt, was bedeutet, dass bei Exposition nicht nur auf die genannten Schadorganismen, sondern auch auf „Nicht-Zielorganismen“ (d. h. Organismen, die nicht zu den Schadorganismen zählen) Wirkungen eintreten können.

Damit gilt ein Anwendungsverbot, wenn mit „erheblichen schädlichen Auswirkungen“ auf den Naturhaushalt gerechnet werden muss. Dies ist insofern schlüssig, als jede erfolgreiche Anwendung eines Pflanzenschutzmittels Auswirkungen hat und nur das Kriterium der „erheblichen schädlichen Auswirkungen“ zum Anwendungsverbot führt. Eine vergleichbare wissenschaftliche und rechtliche Tiefe gibt es bei den anderen landwirtschaftsspezifischen Einflussfaktoren auf die biologische Vielfalt (wie Bodenbearbeitung, Ernten oder Nutzungsänderungen) nicht.

## 3.2 Wie entsteht ein Pflanzenschutzmittel?

Bei der Entwicklung eines neuen Pflanzenschutzmittels spielen die möglichen Risiken für die biologische Vielfalt und die gegebenenfalls nötigen Maßnahmen zu ihrer Minimierung eine zentrale Rolle.

Eine Übersicht zum generellen Ablauf der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels zeigt die folgende Abbildung.

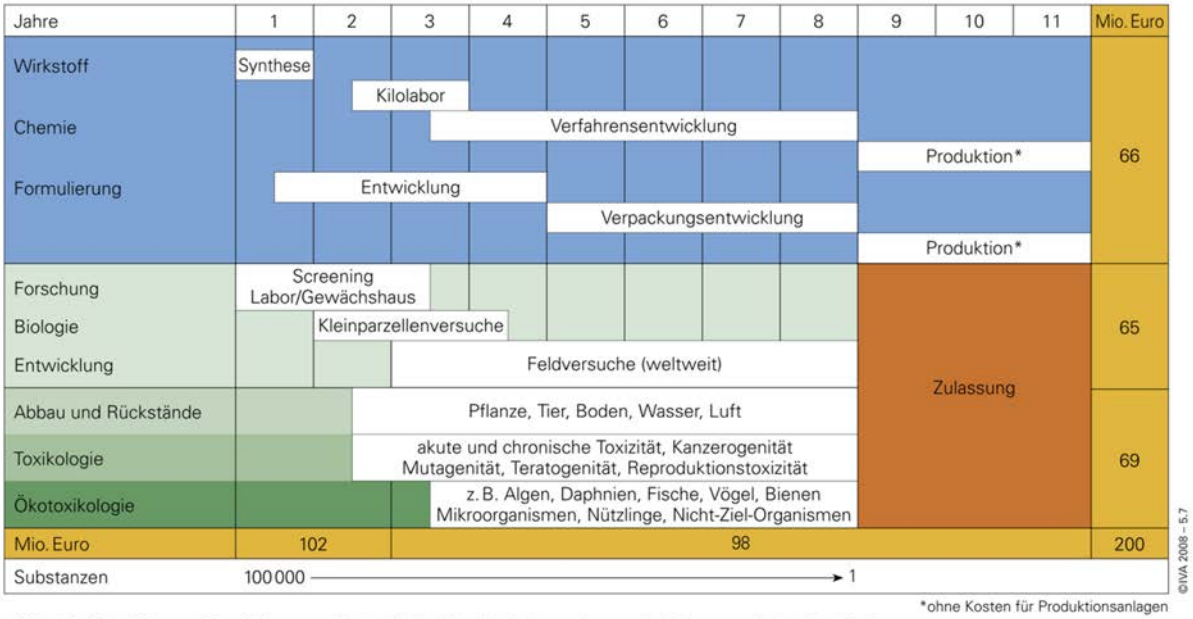



**Abb. 29: Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels (Quelle: Informationsserie Pflanzenschutz, Fonds der Chemischen Industrie im Verband der Chemischen Industrie e. V. /Industrieverband Agrar e. V.)**

Die Entwicklung eines neuen synthetischen Wirkstoffs kostet mittlerweile ca. 250 Millionen €. Eine von ca. 140 000 synthetisierten Substanzen hat die Voraussetzungen (Wirksamkeit, Zulassbarkeit) für ein Marktprodukt und zwischen Erstsynthese und Erstverkauf liegen ca. 11 Jahre.

Einige Stationen dieser Entwicklung zeigen die folgenden Abbildungen:

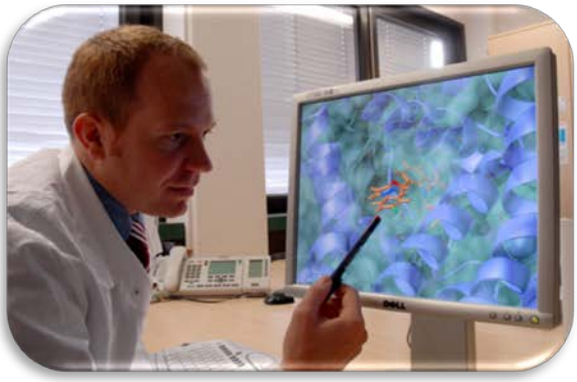


**Abb. 30: Ein Molekül wird konzipiert.**

**Abb. 31: Die Prüfung im Labor ist weitestgehend automatisiert.**

**Abb. 32: Modellversuche im Labor …**

**Abb. 33: … und im Gewächshaus unter kontrollierten Bedingungen.**

Wenn man diese Rahmenbedingungen betrachtet, wird klar, warum weltweit nur etwa eine Handvoll großer Firmen in dieser Forschung tätig ist: Die Investitionen sind gewaltig und angesichts geringer Trefferquoten riskant.

## 3.3 Biologische Vielfalt als Quelle neuer synthetischer Pflanzenschutzmittel

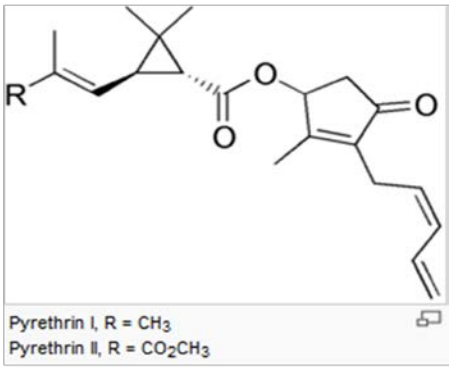
Biologische Vielfalt wird nicht nur von Pflanzenschutzmitteln beeinflusst, sie ist auch der Ursprung neuer Wirkstoffe. Da man davon ausgehen kann, dass viele Pflanzen oder Pilze über natürliche chemische Abwehrmechanismen gegenüber tierischen Schädlingen oder pflanzenpathogenen Pilzen verfügen, wurden und werden diese natürlich vorkommenden Moleküle als „Leitstrukturen“ für neue Wirkstoffe verwendet.

Oft sind die natürlichen Moleküle noch eingeschränkt geeignet für die praktische Anwendung, aber synthetische Derivate können zu Wirkungssteigerungen führen.

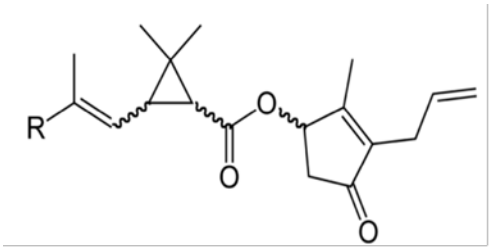
Das zeigen zwei Beispiele:

**Abb. 34: Pyrethrum-Blüte**

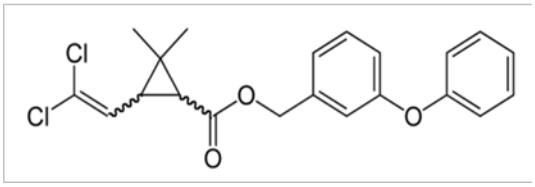
**enthält**




Die Pyrethrin-Pflanze (*Pyrethrum cinerariaefolium*) enthält, was seit langem bekannt ist, insektizide Wirkstoffe (Pyrethrine). Sie werden z. B. im Vorratsschutz verwendet. Synthetische Derivate wurden wichtige Pflanzenschutzmittel:




**Allethrin**

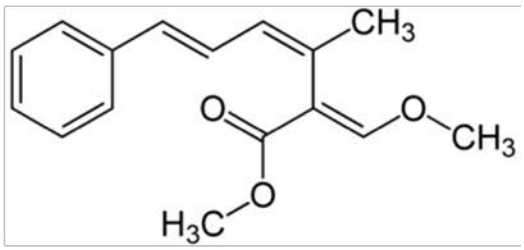



**Permethrin**

Der Pilz *Strobilurus tenacellus* ist in temperierten Zonen der Welt weit verbreitet. In den 1970ern entdeckten Wissenschaftler einen fungiziden Inhaltsstoff (Strobilurin A).

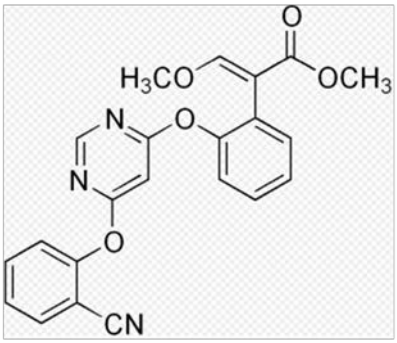
**Abb. 35: Strobilurus-Pilze**

**enthält**

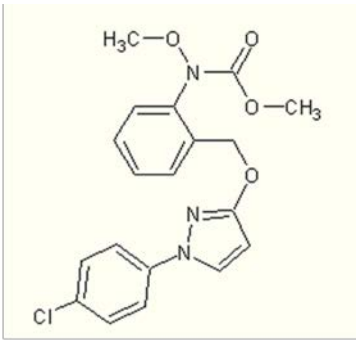



**Strobilurin A**

Wieder wurden synthetische Derivate zu wichtigen Pflanzenschutzmitteln.




**Azoxystrobin**




**Pyraclostrobin**

## 3.4 Die biologische Vielfalt bei der Prüfung und Bewertung der Wirkung auf die belebte Umwelt

Prüfung und Bewertung von Wirkstoffen (d. h. den aktiven Molekülen) und Pflanzenschutzmitteln (d. h. den Produkten, die verschiedene aktive Moleküle enthalten können und andere Substanzen, z. B. Lösungsvermittler oder Synergisten) auf die belebte Umwelt spielen eine zentrale Rolle im Zulassungsprozess. Dabei lassen sich folgende Schritte unterscheiden:

- die Durchführung von Studien
- die Risikobetrachtung, basierend auf Studienergebnissen
- wenn nötig, Risikomanagementmaßnahmen

Die Untersuchungen sind in der Regel Studien, die international anerkannten Richtlinien (z. B. von OECD, EPPO) folgen. Der fachliche und konzeptionelle Hintergrund dieser Untersuchungen würde den Rahmen dieser Abhandlung sprengen. Hier können nur ausgewählte allgemeine Prinzipien und einige Details aufgeführt werden. Wer mehr Information möchte, wird sie in der unter Punkt 8 (Relevante Dokumente) aufgeführten Literatur finden.

### 3.4.1 Studien

Die Organismen, mit denen Studien durchgeführt werden, lassen sich in folgende biologische Gruppen unterteilen:

**Tabelle 11: Wichtige Gruppen von Prüforganismen**

| Ökologische Gruppe | Prüforganismen |
|---|---|
| **Gewässerorganismen** | Algen, Wasserflöhe, Zuckmücken, Wasserpflanzen, Fische |
| **Bodenorganismen** | Regenwürmer, Insekten (Springschwanz), Milben |
| **Blütenbestäuber** | Honigbienen |
| **Nicht-Zielarthropoden** | Milben (z. B. Raubmilbe), Insekten ( z. B. Florfliege, Marienkäfer, Laufkäfer, Kurzflügelkäfer) |
| **Wirbeltiere** | Vögel, Säugetiere |
| **Nicht-Zielpflanzen** | Pflanzen unterschiedlicher systematischer Stellung |

Studien können unter unterschiedlichen Bedingungen (im Labor, Gewächshaus oder Freiland) und mit unterschiedlichen Gruppen von Organismen (Einzelindividuen, größeren Individuenzahlen, Populationen) durchgeführt werden. Die Studien führen zu unterschiedlichen Endpunkten (z. B. $LD_{50}$, NOEC), bezogen auf unterschiedliche relevante Faktoren (z. B. Mortalität, Reproduktion, Erholung von Populationen). Beispiele für Endpunkte für Laborstudien sind:

- NOEC (No Observed Effect Concentration): Die höchste, experimentell gemessene Dosis einer Substanz, der Organismen exponiert sind, die keine beobachtbaren schädigenden Effekt auf die Organismen hat.

- $LD_{50}$ (Lethal Dose 50): Die experimentell ermittelte Dosis einer Substanz, die 50 % der exponierten Organismen innerhalb einer bestimmten Zeitspanne tötet.

Es liegt im Wesen von Laborstudien, dass sie unter weitgehend kontrollierten Bedingungen – wie Temperatur, Licht, Luftfeuchte – durchgeführt werden. Die Prüforganismen entstammen Zuchten und können deshalb gezielt, z. B. nach Alter und Geschlecht, ausgewählt werden. Die Tierschutzgesetzgebung spielt speziell bei der Prüfung von Wirbeltieren eine wesentliche Rolle. In Laborstudien werden vor allem akute, chronische oder reproduktionshemmende Effekte untersucht.

Wenn Laborstudien Hinweise auf ein Risiko geben, erfolgen weitere Studien, die Freilandverhältnisse simulieren oder die im Freiland unter realistischen Anwendungsbedingungen durchgeführt werden. Hier hat man nicht mehr die standardisierten Bedingungen des Laborversuchs, sondern die Umweltfaktoren, die auch bei der Anwendung relevant sind. Sonneneinstrahlung, Niederschläge, unterschiedliche Bodenverhältnisse oder Anwendungsverfahren spielen jetzt eine Rolle. Insgesamt zeigen die Ergebnisse dieser Studien ein deutlich realitätsnäheres Bild der zu erwartenden Nebenwirkungen als Laborstudien.

Studien werden mit Wirkstoffen (d. h. definierten Einzelsubstanzen), Produkten (d. h. formulierten Marktprodukten) oder mit Abbauprodukten der Wirkstoffe (Metaboliten) durchgeführt, wenn diese relevant sind. Die folgenden Abbildungen zeigen einige Details der Studiendurchführung.

- Gewässerorganismen

  Algen, Wasserflöhe, Insekten und Fische sind wichtige Elemente der Lebensgemeinschaft eines Gewässers. Im Freiland wird der Einfluss von Prüfsubstanzen auf Lebensgemeinschaften von Gewässern in „Mesokosmosstudien“, die ein oder mehrere Jahre dauern können, untersucht.

Zuckmücken, deren Larven im Sediment von Gewässern leben, sind wichtige Prüforganismen.

**Abb. 36: Larve und Eigelege**

**Abb. 37: Eine adulte Mücke**

**Abb. 38: Ein Labortest wird durchgeführt.**

**Abb. 39: Algen werden für die Prüfung gezüchtet.**

**Abb. 40: Wasserpflanzen - ihr Wachstum wird untersucht.**

**Abb. 41: Eine Mesokosmosstudie: Die Lebensgemeinschaften von Gewässern werden im Freiland in künstlichen Teichen untersucht.**

- Bodenorganismen

Regenwürmer, Springschwänze oder Bodenmilben sind Bodenorganismen, die im Labor geprüft werden, ebenso wie Funktionen der Bodenorganismen, wie Stickstoffumwandlung und Kohlenstoffmineralisierung. Im Freiland wird eine Auswahl aus der Vielfalt der Bodenbewohner untersucht, außerdem wichtige Bodenfunktionen, z. B. die Geschwindigkeit des Abbaus von organischem Material.

**Abb. 42: Eine Laborstudie mit Regenwürmern wird angesetzt.**

**Abb. 43: Springschwänze werden im Labor gezüchtet.**

**Abb. 44: Regenwürmer werden im Freiland mit leichten Stromimpulsen aus dem Boden getrieben und dann gezählt.**

**Abb. 45: Eine Bodenprobe wird auf einer Wiese entnommen, die Organismen werden anschließend bestimmt.**

**Abb. 46: Pflanzenmaterial in einem „Streubeutel“ wird auf dem Feld eingegraben, der Abbau des Pflanzenmaterials im Freiland im Boden wird gemessen.**

- Blütenbestäuber

Die Honigbiene ist der wichtigste Blütenbestäuber und steht darum im Mittelpunkt der Untersuchungen. Im Labor werden Substanzen darauf geprüft, ob sie bei Aufnahme mit der Nahrung oder bei Kontakt toxisch sind. Weiterführende Studien werden im Feld in geschlossenen Kompartimenten („Zeltversuch“) oder im Freiland mit Bienenvölkern an behandelten, blühenden Kulturen durchgeführt.

**Abb. 47: Bienen werden unter Laborbedingungen geprüft.**

**Abb. 48: In einem mit Gaze bedeckten Zelt („Zeltversuch“) wird ein Bienenvolk untersucht, das auf behandelte Blüten fliegt.**

**Abb. 49: Freilandstudie mit Honigbienen. Bienenvölker sind an einem behandelten Feld aufgestellt.**

- Nicht-Zielarthropoden

„Nicht-Zielarthropoden“ repräsentieren die Vielfalt der Insekten, die nicht zu den Schädlingen gehören. Viele Prüforganismen sind Nützlinge (z. B. Marienkäfer, Laufkäfer, Raubmilben). Die Ergebnisse sind deshalb auch relevant in Bezug auf die Anwendungsmöglichkeiten eines Mittels im Integrierten Pflanzenbau, bei dem die Schonung der Nützlinge eine wichtige Rolle spielt.

**Abb. 50: Florfliegenlarven in einer Blattlauskolonie.**

**Abb. 51: Florfliege**

**Abb. 52: Ein Marienkäfer frisst eine Blattlaus.**

**Abb. 53: Die Prüfung von Insekten unter kontrollierten Bedingungen im Labor.**

- Wirbeltiere

Bei der Prüfung von Wirbeltieren werden die Bedingungen der Tierschutzgesetzgebung beachtet (z. B. eine möglichst geringe Zahl von Versuchstieren; im Labor etwa Mäuse als Vertreter der Säugetiere oder Wachteln bzw. Enten als Vertreter der Vögel). Das gilt auch für Freilandstudien, bei denen beispielsweise Wildtiere mit Sendern ausgestattet werden, um zu verfolgen, wo sie sich aufhalten, was sie fressen oder wo sie ihre Jungen aufziehen.

**Abb. 54: Eine Maus trägt einen Halsbandsender. Damit kann verfolgt werden, wo sie sich aufhält.**

**Abb. 55: Ein beringter Vogel trägt einen Sender, der als dünner Stab zu erkennen ist. Der Sender ist so leicht, dass er den Vogel beim Flug nicht behindert.**

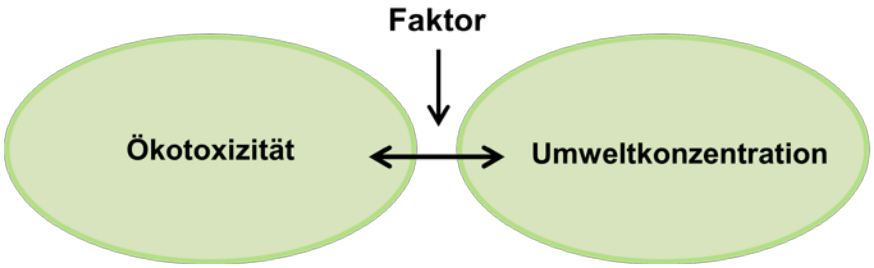
### 3.4.2 Die Risikobetrachtung

Eine Risikobetrachtung ist datenbasiert, sie kann realistische Umweltszenarien abbilden und sie enthält normative Elemente. Gerade bei komplexen Sachverhalten bedarf sie oft aufwändiger wissenschaftlicher Analysen.

Das zentrale Element einer Risikobetrachtung ist der Vergleich zwischen zwei Dosisangaben – auf der einen Seite der experimentell ermittelte Endpunkt einer Studie (z. B. ein NOEC), auf der anderen Seite die Umweltkonzentration (Exposition), die bei Anwendung eines Pflanzenschutzmittels zu erwarten ist. Die Exposition kann entweder nach der Anwendung eines Pflanzenschutzmittels gemessen werden (z. B. in einem Gewässer oder im Boden), sie kann aber auch im Computer simuliert werden, was angesichts der großen Vielfalt von möglichen Umweltszenarien erhebliche Vorteile bringt.

Das Verhältnis von Ökotoxizität und Exposition spielt eine wesentliche Rolle. Der Faktor zwischen beiden Werten entscheidet über Zulassbarkeit, weitere Studien oder die Notwendigkeit, Risikomanagementmaßnahmen durchzuführen.

**Abbildung 5: Grundprinzip der Risikobetrachtung ist der Vergleich zweier Dosisangaben**




Das Prinzip erscheint auf den ersten Blick einfach, ist es aber bei genauerem Hinsehen keineswegs. Welche Vogelart ist relevant in welcher Kultur? Was ist der korrekte Endpunkt der Studien bei Fischen angesichts der Vielzahl von möglichen Expositionsszenarien? Wenn ein Mo-

dellversuch Effekte auf Wasserflohpopulationen zeigt, wie reagieren die wasserflohfressenden räuberischen Insekten?

Einfacher wird die Situation der Exposition nicht. Wie schnell baut ein Wirkstoff bei welchem Bodentyp und welcher Temperatur ab? Welche Metabolite entstehen? Wie viele behandelte Körner nimmt eine bestimmte Vogelart im Durchschnitt pro Zeiteinheit von einem Acker auf und zu welcher Jahreszeit? Die Betrachtung derartiger Fragen ist aufwändig, viele Studien dauern mehrere Jahre und Computersimulationen komplexer Szenarien spielen zusehends eine Rolle.

### 3.4.3 Das Risikomanagement

Risikomanagement-Maßnahmen sind auf bestimmte ökologische Organismengruppen hin ausgerichtet und werden dann vorgeschrieben, wenn das Ergebnis der Risikobetrachtung sie nötig macht.

Es können zum Schutz von Gewässerorganismen beispielsweise Pufferzonen am Rand von Gewässern sein, zum Schutz von Bienen Anwendungen außerhalb von deren Flugzeit, zum Schutz von Bodenorganismen die Beschränkung der Zahl der Anwendungen, zum Schutz von Lebensräumen neben dem Acker die Anwendung driftreduzierender Düsen. Eine Vielzahl an Maßnahmen, die als Anwendungsbestimmungen auf der Packung eines Pflanzenschutzmittels stehen, ist etabliert und ihre Befolgung ist beim Anwenden verpflichtend. Sie sind für jedes Produkt im Internet zu finden.

### 3.4.4 Was leisten Umweltprüfung und Bewertung und wo sind die Grenzen?

Zweifellos hat dieses Prüf- und Bewertungssystem Stärken, aber es hat auch Begrenzungen.

- Die wichtigste Begrenzung, gerade im Hinblick auf Biodiversität ist, dass es nicht dem ganzheitlichen Anspruch, der im Begriff liegt, genügt: Alle Tiere und Pflanzen in ihrer Vielfalt und ihren Wechselwirkungen können nicht geprüft werden. Das Prüf- und Bewertungssystem ist so konzipiert, dass es Elemente von ökologischen oder systematischen Organismengruppen prüft und diese bewertet. Eine Folge davon ist, dass die unvermeidbar vorhandenen Lücken im Prüfsystem Fragen aufwerfen. Der Imker findet nicht alle Verhaltensweisen der Honigbiene geprüft. Der Jäger vermisst Daten zu Hase und Fasan. Der Fischer stellt fest, dass der geprüfte Zebrabärbling für ihn nicht relevant ist und der Naturschützer möchte Details zu gefährdeten Arten wissen.

  Da Biodiversität als Ganzes nicht geprüft und bewertet werden kann, sind von den experimentellen Daten zu der ökologischen Gesamtheit Extrapolationsschritte nötig. Sie können mit verschiedenen fundierten Methoden durchgeführt werden, wie Sicherheitsfaktoren, probabilistischen Analysen oder mathematischen Modellen von Populationsentwicklungen.

Dem stehen mehrere Vorteile gegenüber:

- Kein anderer landwirtschaftlicher Einflussfaktor auf Biodiversität – genannt seien Änderung der Lebensräume (z. B. durch Bodenbearbeitung), Verlust ursprünglicher Habitate (z. B. durch Ernte), Versorgung mit Nährstoffen, Fruchtfolgeänderungen – wird auch nur annähernd so präzise geprüft und nach dem Vorsorgeprinzip bewertet.
- Das System hat sich als anpassungsfähig erwiesen. Neue Produkte, wissenschaftliche Erkenntnisse oder technische Innovationen haben es in der Vergangenheit nötig gemacht und werden es auch in der Zukunft nötig machen, Anpassungen vorzunehmen.
- Die Organismengruppen, die wichtige „ökologische Dienstleistungen“ erbringen, sind enthalten, ebenso Tiere und Pflanzen der Agrarlandschaft.
- Das System genügt einem hohen wissenschaftlichen Anspruch. Es ist datenbasiert, transparent und wird von der wissenschaftlichen Gemeinschaft diskutiert und festgelegt.

# 4 Landwirtschaft drängt Biodiversität zurück und Landwirtschaft fördert Biodiversität

## 4.1 Dynamik als übergeordnetes Prinzip

Landwirtschaft, als Ganzes betrachtet, hat zwei Gesichter in Bezug auf ihren Einfluss auf die biologische Vielfalt in Agrarlandschaften. Auf der einen Seite schafft sie Lebensräume, die einer Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten Heimat bieten. Nutzungsänderungen führen aber auch dazu, dass Lebensräume selten werden oder verschwinden – und ebenso die sie bewohnenden Arten. Stattdessen erweisen sich oft andere Arten als erfolgreich, wenn neue Lebensräume entstehen.

Der Überbegriff, der Landwirtschaft und biologische Vielfalt in Agrarlandschaften verbindet, heißt „Dynamik“. Dynamik bedeutet Kommen und Gehen, und zwar von landwirtschaftlichen Produktionsweisen, Elementen der Agrarlandschaft und damit vielen Lebensgemeinschaften von Tieren und Pflanzen in der Agrarlandschaft.

Die Geschwindigkeit der Dynamik lässt sich an der zeitlichen Änderung ausgewählter Elemente landwirtschaftlicher Produktion zeigen.[16]

- Der Anteil von Erwerbstätigen in der Landwirtschaft betrug Mitte des vergangenen Jahrhunderts 24 %, Anfang dieses Jahrhunderts knapp 2 %.
- Mitte des vergangenen Jahrhunderts ernährte ein Landwirt ca. 10 Menschen, 2010 waren es ca. 130 Menschen.
- Die Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe stieg in Deutschland von ca. 500 000 ha im Jahr 1998 auf ca. 2 .300 000 ha im Jahr 2011.
- Die Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland stieg von ca. 1 050 im Jahr 2000 auf ca. 7 000 im Jahr 2011.

Agrarlandschaften sind folglich einem Wandel unterworfen, der den tiefgreifenden Änderungen landwirtschaftlicher Produktion entspricht. Das zeigen exemplarisch die zeitlich gestaffelten Landschaftsbilder:

**Abb. 56: Eine Agrarlandschaft in der Vorderpfalz im August 2010, bei der nichts Besonderes zu sehen ist: Eine Wiese, Felder, im Hintergrund eine Hecke, ein Wald.**

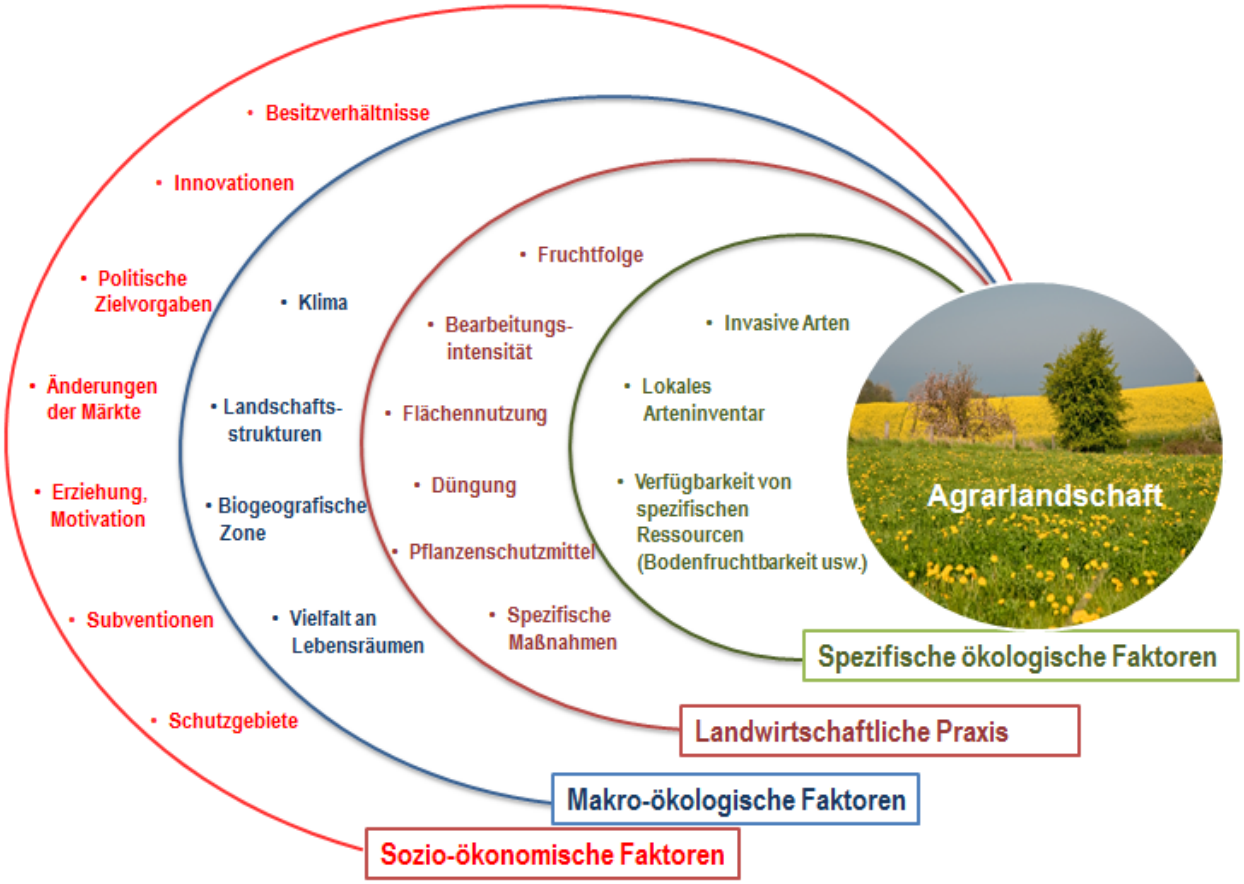
**Abb. 57: Im Winter 1980/81, also knapp 30 Jahre früher, ist der Waldrand und seine Struktur schon gut zu erkennen. Die Hecke im Hintergrund ist noch nicht vorhanden, die Wiese im Vordergrund fehlt.**

**Abb. 58: Kurz vorher, um 1980 - die Birken im Hintergrund sind etwa so groß wie im letzten Bild - stellt sich die Landschaft ganz anders dar: Es gab ein Geflecht kleinräumiger Felder, getrennt durch Hecken.**

Die Bilder zeigen, wie der Wechsel von einer kleinräumigen, von Hecken und Feldgehölzen durchzogenen Landschaft, zu einer von offenen Flächen mit großen Feldern geprägten Agrarlandschaft vollzogen wurde – ein Trend, der für viele Regionen Deutschlands typisch ist.

Was treibt die Dynamik von Agrarlandschaften und der Organismen, die sie besiedeln? Einfache kausale Zusammenhänge im Sinn von „Ursache und Wirkung“ greifen hier in aller Regel zu kurz, stattdessen gibt es ein vielschichtiges Geflecht von miteinander verbundenen Ursachen.

**Ein multikausales Netzwerk treibt Änderungen der Agrarlandschaften**




Was bedeutet das für die biologische Vielfalt dieser Landschaften? Um bei dem Fallbeispiel der Dynamik der Landschaftsentwicklung zu bleiben, zweifellos einen Rückgang von Arten, die Hecken, Feldgehölze und Saumbiotope besiedeln. Stattdessen die Zunahme von Arten, die von offenen Landschaften profitieren. Insgesamt ist ein Rückgang der Artenzahl als Folge des Rückgangs an Lebensraumvielfalt zu erwarten.

Diesem Trend entsprechen beispielsweise Daten zu Vögeln der Agrarlandschaft.[17] 13 in Monitoringprogrammen verfolgte Arten zeigten einen signifikant negativen, 10 keinen signifikanten, 6 einen signifikant positiven Trend. Ein zweiter Sachverhalt folgt der in den Landschaftsbildern gezeigten Dynamik: Die stärksten Rückgänge lagen zwischen den 1970er und den 1990er Jahren.

„Dynamik“ heißt Kommen und Gehen, Zunahme und Abnahme von Arten, Populationen und Lebensgemeinschaften. Es ist keineswegs einfach, diese Dynamik in Zahlen zu fassen.

Die Problematik der Quantifizierung lässt sich am Beispiel der Wirbeltiere Deutschlands darstellen. Auf den ersten Blick sieht es einfach aus: Man zählt die Säugetiere, Vögel, Fische, Amphi-

bien und Reptilien, die in Deutschland vorkommen, Populationen bilden und sich fortpflanzen. Dabei kommt man auf eine Zahl, die in der Größenanordnung von 700 liegt.[18]

Nun kommen wesentliche Faunenelemente zum ursprünglich heimischen Arteninventar dazu: In Deutschland sind ca. 260 Wirbeltierarten beschrieben, die „Neusiedler“ sind, also vor allem durch menschliches Zutun eingeführt wurden, wie z. B. die auffälligen Kanada- oder Nilgänse, bei denen bereits der Name etwas über die Herkunft aussagt und die erfolgreich Agrarlandschaften zum Nahrungserwerb nutzen. Manche dieser Arten etablieren sich, andere verschwinden nach kurzer Zeit wieder.[19]

Ab wann kann eine Art als fest eingebürgert betrachtet werden? Umgekehrt gilt eine analoge Problematik. Die „Roten Listen“ belegen eindrucksvoll, welche Faunenelemente rückläufig sind.[20] Wann hat eine Art, deren Verbreitungsgrenze sich zurückzieht, das Gebiet von Deutschland verlassen?

Unabhängig von diesem Problem numerischer Unschärfe steht ein einfaches Zählen von Biodiversität vor einem konzeptionellen Dilemma. Zwar lassen sich Artenzahlen, Lebensgemeinschaften, genetische Vielfalt und Wechselwirkungen (im Sinn von ökologischen Dienstleistungen) mit der oben beispielhaft genannten Unschärfe quantifizieren, aber sie lassen sich nicht einfach miteinander verrechnen: Es fehlt der gemeinsame Nenner. Biodiversität wird deshalb oft in Annäherung über Indikatoren gemessen (z. B. repräsentative taxonomische Gruppen, wie Vögel oder andere Parameter) oder beschränkt sich auf ausgewählte Elemente der biologischen Vielfalt, die gerade im Mittelpunkt des Interesses stehen.

## 4.2 Landwirtschaft fördert Biodiversität

### 4.2.1 Vielfältige Agrarlandschaften

Die derzeitige Agrarlandschaft Deutschlands ist vielfältig. Felder, Wiesen, Waldstücke, Gehöfte, Siedlungen und Verkehrswege prägen sie. Die Landschaftstypen sind Ergebnisse jahrhundertelanger Entwicklungen. Viele gefallen uns, spielen für Tourismus oder Erholung eine wesentliche Rolle, andere Landschaftsbilder werden von eintönigen Flächen geprägt und entsprechen unserem Schönheitsempfinden nicht.

Abb. 59: Obstbau im Alten Land

Abb. 60: Große Getreidefelder in Thüringen

Abb. 61: Mais im Rheinland

Abb. 62: Hopfen in Bayern

Abb. 63: Wiesen im Schwarzwald

Abb. 64: Weinbau in Rheinland-Pfalz

### 4.2.2 Landschaft fördert biologische Vielfalt

„Ausgeräumte Landschaft“ oder „Agrarwüste“ sind Begrifflichkeiten, die immer wieder verwendet werden, um ökologische und landschaftsbeschreibende Negativbewertungen zu verbinden. Aber Vorsicht: Das gerät schnell zur unzulässigen Verallgemeinerung. Großflächige Schläge müssen differenziert betrachtet werden. Das zeigen einige Beispiele von Tieren, die offene Agrarlandschaften erfolgreich nutzen, und zwar auch dann, wenn sie intensiv bewirtschaftet werden.

➢ Vögel als Wintergäste und Durchzügler:

Viele Vogelarten, vor allem solche mit Hauptverbreitungsgebiet in nördlichen Regionen, überwintern in Deutschland oder verweilen hier auf dem Zug nach Süden. Es sind vor allem großwüchsige Arten, die offene Flächen gern besiedeln.

- Silberreiher: Die auffällige Reiherart, die seit einigen Jahrzehnten zunimmt, hält sich im Herbst und Winter regelmäßig auf offenen Flächen auf, um Mäuse oder Regenwürmer zu fangen.

**Abb. 65**

- Kraniche: In geernteten Maistoppelfeldern halten sich die attraktiven Kraniche oft im Herbst auf dem Zug nach Süden auf.

**Abb. 66**

- Gänse schätzen Wintersaaten: Verschiedene Gänsearten profitieren davon, dass vermehrt Wintersaaten angebaut werden. Beispiele sind Saatgans, Blässgans oder Kanadagans.

**Abb. 67**

➢ Felder als Brutbiotope[21]

Nicht jeder Vogel baut sein Nest in einem Gehölz. Bodenbrüter können von der freigehaltenen Fläche, auch in landwirtschaftlichen Kulturen, profitieren:

- Die Wachtel ist der kleinste heimische Hühnervogel und hält sich gern verborgen in Getreideschlägen auf.
- Die attraktive Schafstelze wird regional zusehends zum erfolgreichen Ackerbrüter.
- Auch die Wiesenweihe orientiert sich derzeit großräumig hinsichtlich der Brutplatzwahl um. Während sie ursprünglich vor allem in feuchten Wiesen brütete, nutzt sie zusehends erfolgreich Wintergetreidefelder.

➢ Insektenvielfalt gibt es auch in großfeldrigen Agrarräumen

„Die vorgestellten Befunde bestätigen, dass große Getreideflächen in einer „ausgeräumten' Agrarlandschaft jedem ökologischen Vergleich mit kleinen Getreideschlägen in einem reich gegliederten Agrarraum standhalten." Zu diesem Ergebnis führten die umfangreichen Untersuchungen mit Laufkäfern, Kurzflügelkäfern und anderen Gliederfüßlern in ausgewählten Regionen Deutschlands.[22]

➢ Blühende Kulturen fördern die Honigbiene und andere blütenbesuchende Insekten

Im Frühjahr erscheinen viele Agrarlandschaften von der Rapsblüte gelb gefärbt, andernorts blühen Obstbäume oder später im Jahr Sonnenblumenfelder. Hier finden blütensuchende Insekten Nahrung – auch die Honigbiene, die neben ihrer Bedeutung als Bestäuber von Wild- und Kulturpflanzen als Produzent von Honig und anderen Bienenprodukten wichtig ist.

**Abb. 68: Raps**

**Abb. 69: Sonnenblumen**

## 4.3 Landwirtschaft drängt biologische Vielfalt zurück

Wenn Dynamik das übergeordnete Prinzip ist, das Landwirtschaft und Agrarbiodiversität gemeinsam haben, dann gibt es Zuwachs ebenso wie Verlust. Bezogen auf die biologische Vielfalt in Agrarökosystemen sind diese beiden Seiten nicht symmetrisch verteilt: Die Verlustraten überstiegen, vor allem in der Zeitspanne zwischen 1970 und 1990, in der Regel den genannten Zuwachs. In den Jahrzehnten danach kam der Rückgang weitgehend zum Erliegen. Dafür sprechen sowohl ökologische Erhebungen wie auch Indikatorsysteme.

In Bezug auf biologische Vielfalt ist offensichtlich, dass dem Rückgang der Ackerbegleitflora eine Schlüsselrolle zukommt. Die Pflanzenvielfalt ist die Grundlage tierischen Lebens, sie bietet Nahrung und strukturelle Vielfalt. Auch diese Lebensgemeinschaft folgt dem Prinzip der Dynamik. Etwa drei Viertel aller in Deutschland vorkommenden Arten sind erst mit dem Getreidean-

bau nach Mitteleuropa zugewandert. Heute sind viele Arten rückläufig, etwa jede zweite steht in mindestens einem Bundesland auf einer Roten Liste.[23]

Abb. 70: Mohn

Abb. 71: Kornblumen

Was sind die Ursachen für den Rückgang? Einsatz von Herbiziden, Saatgutreinigung, verbesserte Bodenbearbeitung, früher Stoppelumbruch und Veränderung der Standorte durch Aufkalkung, Düngung oder Drainage haben dazu beigetragen. Auch Nutzungsaufgabe gehört dazu – extensiv bewirtschaftete Flächen, die zusehends für Grünland oder Energiepflanzen verwendet werden, verschwinden als Lebensräume.

### 4.3.1 Rückgang von blütenbesuchenden Insekten

Gerade die Insekten, die von Pflanzen- und Blütenvielfalt abhängig sind, sind vielerorts rückläufig. Schmetterlinge gehören dazu – die Raupen fressen Blätter und die Falter saugen vor allem Nektar. Schätzungsweise ein Drittel der europäischen Schmetterlingsarten sind rückläufig.[24] In mehreren europäischen Ländern wurde der Zusammenhang zwischen rückläufiger Pflanzen – und Blütenbestäubervielfalt offensichtlich.[25]

Eine Gruppe blütenbesuchender Insekten, die besonders betroffen ist, sind Solitärbienen. Diese Verwandten der Honigbiene leben einzeln oder in einjährigen Kolonien, sie benötigen oft spezielle Wirtspflanzen. Zusätzlich benötigen sie Lebensräume für ihre Brut – das können vegetationsfreie Flächen sein, Altholz oder hohle, trockene Pflanzenstängel. Viele der in Deutschland vorkommenden Arten sind selten geworden, weil sowohl die Blütenpflanzen wie auch die Lebensräume für die Fortpflanzung rückläufig sind.

Abb. 72: Solitärbiene

### 4.3.2 Rückgang von Vogelarten

Eine Reihe von Vogelarten, die in der offenen Agrarlandschaft leben, haben rückläufige Bestände. Beispiele dafür sind Kiebitz, Rebhuhn, Feldlerche, Braunkehlchen, Großer Brachvogel oder Kampfläufer.

Dieser Rückgang von Agrarvogelarten wird dokumentiert in: Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“, der, bezogen auf Agrarland, für Deutschland einen Rückgang seit etwa 1975 auf ca. 66 % in 2008 aufweist.[26]

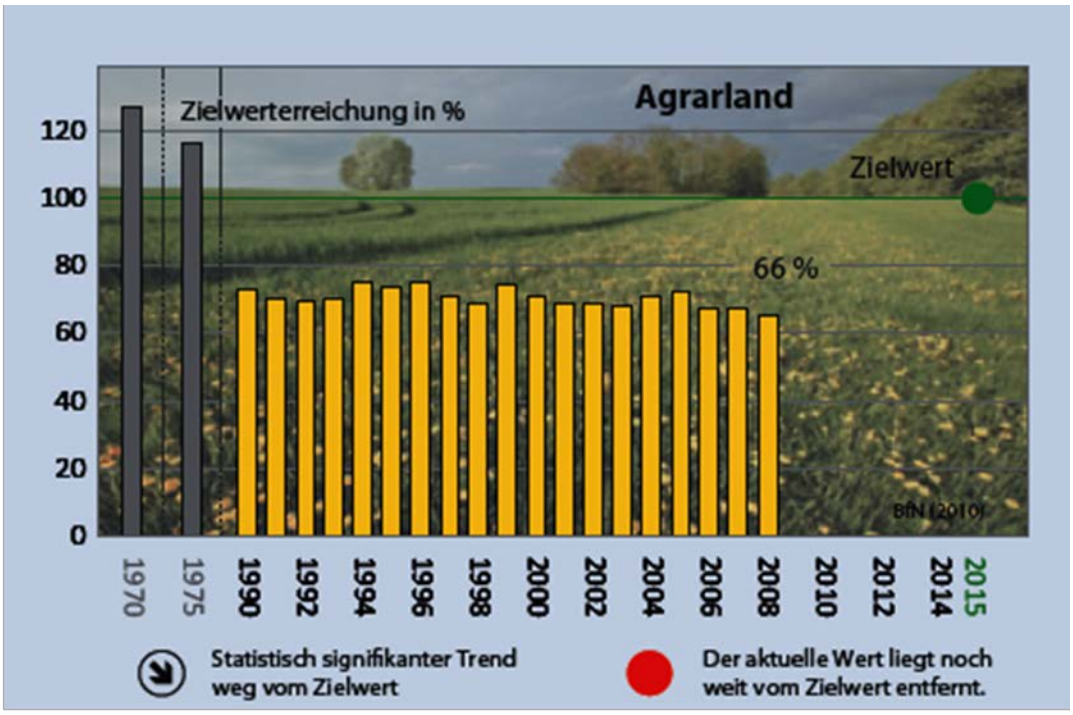



**Abb. 73**

Betrachtet man die Rückgangsursachen, so findet man ein recht konsistentes Muster bei den verschiedenen Arten, zu dem dann artspezifische Faktoren beitragen. Bei bodenbrütenden Arten ist das der Verlust von extensiv bewirtschaftetem Grünland, oft verbunden mit Feuchtgebietsentwässerung, auch die Zunahme von Füchsen, ebenso die Störung durch verschiedene Maßnahmen (Freizeitaktivitäten des Menschen etc.). Der Rückgang von Insekten zur Aufzucht der Jungen zählt ebenso dazu.

Bei der Feldlerche spielt als Sonderfaktor die verbreitete Umstellung von Sommer- auf Wintergetreide eine wesentliche Rolle: Das spät austreibende Sommergetreide bot vielfältige Bruthabitate, während Wintergetreide zur Brutzeit bereits hohe und dichte Bestände bildet.

Beispiele für rückläufige Bestände von Agrarvögeln sind:

**Abb. 74: Rebhuhn**

**Abb. 75: Feldlerche**

# 5 Wie kann Biodiversität gefördert und gleichzeitig ein hohes Ertragsniveau gesichert werden?

Dieses Kapitel führt zur Kernfrage zurück: Wie lassen sich Produktionssicherung und Produktionssteigerung der Landwirtschaft mit dem Erhalt biologischer Vielfalt in der Agrarlandschaft vereinbaren? Im letzten Kapitel wurde gezeigt, dass keineswegs eine einfache, naturgesetzliche Korrelation zwischen Produktionssteigerung und Biodiversitätsverlust besteht: Es gibt Arten, systematische und ökologische Gruppen, die erfolgreich die Agrarlandschaft Deutschlands nutzen – die „Sieger“ in der Evolution der Agrarbiozönosen. Es gibt aber auch „Verlierer“, nämlich Arten, systematische und ökologische Gruppen, die rückläufig oder selten geworden sind.

Wenn man von dieser Betrachtung ausgeht und auf Ertragseinbußen verzichten will, bedarf es dreier Elemente:

- Stabilisieren des guten Zustands der „Sieger“.
- Verbessern des Zustands der „Verlierer“.
- Weiterentwicklung konzeptioneller und inhaltlicher Zukunftsperspektiven

Dabei gibt es keinen Königsweg.

Biodiversität ist auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen vernetzt, das gilt in der allgemeinen Weise wie auch in Bezug auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

Es ist deshalb sinnvoll, die verschiedenen räumlichen Ebenen – den Acker, den landwirtschaftlichen Betrieb, die Landschaft – gesondert zu betrachten.

## 5.1 Das Feld

Das Feld – oder der Weinberg, die Obstanlage, die Grünfläche – ist eine Bewirtschaftungseinheit, innerhalb derer der landwirtschaftliche Ertrag im Vordergrund steht. Das bedeutet, dass nicht alle Organismen, die diese Fläche (bei entsprechender Pflege) potenziell besiedeln könnten, dies auch real tun. Ernten, Pflügen, Fruchtfolge, Düngen und der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sind Eingriffe zur Förderung der Kulturpflanzen und sie drängen andere Organismen zurück.

Das bedeutet keineswegs, dass damit Biodiversität unter den Tisch fallen darf. Der Erhalt, speziell der „ökologischen Dienstleistungen“, ist klar im Interesse der Landwirtschaft. Sondermaßnahmen können zusätzlich Vögel, Pflanzen und Insekten fördern.

Tatsächlich steht eine breite Palette von Maßnahmen zur Verfügung, die in der Wirtschaftsfläche zum Einsatz kommen können und biologische Vielfalt fördern. Sie mindern die Erträge nicht oder nur unwesentlich, dem Schutz ökologischer Dienstleistungen sind sie förderlich. Maßnahmen sind auf den Schutz einzelner Arten, andere auf den von bestimmten ökologischen Gruppen oder Lebensgemeinschaften ausgerichtet.

Beispiele sind:

**Tabelle 12: Maßnahmen zur Förderung biologischer Vielfalt innerhalb von Wirtschaftsflächen**

| Strukturelement | Maßnahme | Geförderte Organismen |
|---|---|---|
| Feldlerchenfenster | Freie Fläche von ca. 18 - 24 $m^2$ im Getreidefeld | Feldlerche |
| Sitzstangen | Stange, ca. 2,50 - 3 m lang, mit Querbalken | Greifvögel |
| Zeitlich angepasste Bearbeitung | Keine Maßnahmen (Mahd usw.) während der Brutzeit | Bodenbrütende Vögel |
| Bodenschonende Bearbeitung | Mulchen, Vermeiden von Bodenverdichtung und Erosion | Bodenorganismen |
| Untersaaten, Zwischenfrüchte | Bodenbedeckung, Erosionsschutz, Anbau von Leguminosen | Bodenorganismen, Blütenbestäuber, Nützlinge |
| Ackerrandstreifen | Herbizid- und insektizidfreier Randstreifen | Ackerwildpflanzen, Blütenbestäuber |
| Brache | Nicht bewirtschaftete Fläche ökologisch nutzen | Artenvielfalt, Bodenorganismen[27] |
| Mehrgliedrige Fruchtfolge | Wechsel verschiedener Kulturen | Vielfalt der Agrarbiodiversität |

**Abb. 76: Eine Brachfläche ist von blühenden Pflanzen besiedelt.**

**Abb. 77: Sitzstangen auf einer Wiese locken Greifvögel, z. B. Bussarde oder Turmfalken an. Von hier aus wird die Jagd auf Feldmäuse erleichtert.**

**Abb. 78: Die Untersaat (Ölrettich) im Weinberg bietet mehrere Vorteile: Erosionsschutz, Förderung von Bodenorganismen, Blüten für blütenbestäubende Insekten.**

**Abb. 79: Ein Lerchenfenster bietet Platz für die Brut.**

Wie lassen sich durch Pflanzenschutzmittel bedingte Risiken für Organismen vermindern, die auf der Wirtschaftsfläche exponiert werden?

- Die Anwendungsbestimmungen und Kennzeichnungshinweise für jedes Mittel müssen beachtet werden. Sie zielen darauf ab, den Schutz der Organismen, die in den Kulturflächen leben, zu gewährleisten:

  - Honigbienen
  - Regenwürmer
  - Nützlinge
  - Vögel und Säugetiere

Die Kennzeichnungen und Anwendungsbestimmungen sind, spezifisch für Kultur und Schadorganismen, für jedes Pflanzenschutzmittel unter
http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/psm_ZulassungPSM_node.html
nachzulesen.

**Tabelle 13: Beispiele für Kennzeichnungen und Anwendungsbestimmungen, die in der Wirtschaftsfläche lebende Organismen schützen**

| Schutz von | Prinzipien der Kennzeichnung (exemplarisch) |
|---|---|
| Honigbienen | Kennzeichnung aufgrund der Bienenschutzverordnung, beispielsweise Tageszeit der Anwendung (außerhalb des Bienenflugs) oder Vermeidung der Anwendung auf Blüten. |
| Nützlinge | Kennzeichnung in Bezug auf „schädigend“ oder „nicht schädigend“ auf Populationen, z. B. von Raubmilben, Laufkäfern, Spinnen |
| Bodenorganismen | Kennzeichnung zur Gefährdung von Regenwurmpopulationen |
| Vögel und Säugetiere | Kennzeichnung zur Giftigkeit für Vögel und Wild. Notwendigkeit, beispielsweise Köder tief im Boden einzubringen oder verschüttetes, gebeiztes Saatgut zu entfernen. |

- Anwendung nach den Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes

  Nach den Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes erfolgt eine Abstimmung von wirtschaftlichen und ökologischen Verfahren. Chemischer Pflanzenschutz wird minimiert, nichtchemischen Verfahren wird Vorrang eingeräumt. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln erfolgt nach dem Schadschwellenprinzip.

- Einsatz von expositionsmindernden Techniken

  Ein Beispiel für expositionsmindernde Anwendung sind Saatgutbeizen. Dabei umgeben Wirkstoffe das Saatgut und schützen es im Boden sowie, bei systemischen Wirkstoffen, den austreibenden Keimling.

Da die Wirkstoffe in der Umgebung des Saatguts im Boden und in den Keimlingen bleiben, ist die oberirdische Exposition für Nicht-Zielorganismen in der Regel günstiger als bei Spritzbehandlungen.

**Abb. 80: Gebeiztes Saatgut: Die Farbe signalisiert, dass die Getreidekörner mit Pflanzenschutzmitteln behandelt sind.**

## 5.2 Der landwirtschaftliche Betrieb

Ein landwirtschaftlicher Betrieb ist mehr als eine ununterbrochene Reihe von Feldern, Äckern und anderen Wirtschaftsflächen. Es gibt Gebäude, Wege und Straßen, Hecken und Feldgehölze, und es grenzen Waldränder, Gewässer und unterschiedliche Saumbiotope daran. Diese strukturelle Vielfalt ist entscheidendes Element für biologische Vielfalt, und sie kann gezielt gefördert werden.[28]

**Tabelle 14: Maßnahmen zur Förderung biologischer Vielfalt außerhalb der Wirtschaftsflächen**

| Strukturelement | Maßnahmen | Geförderte Organismen |
|---|---|---|
| Gebäude und Gebäudenähe | Nistkästen, Bruthilfen, Gärten | Vögel, Fledermäuse, blütenbesuchende Insekten |
| Kleinstrukturen | Pflege von Hecken, Feldgehölzen, Einzelbäumen | Hecken- und baumbewohnende Vögel, Nützlinge |
| Extensiv bewirtschafte Flächen | Erhalt von extensiv bewirtschaftetem Grünland, Streuobstwiesen | Bodenbrütende und höhlenbrütende Vogelarten (diese Kategorie überschneidet sich mit der von Tab. 12) |
| Blühstreifen | Einsaat von ein- oder mehrjährigen Blühpflanzen | Blütenbesuchende Insekten |
| Gewässer | Schutz, Anlage und Pflege der Randstreifen | Gewässerorganismen, Tiere und Pflanzen in Gewässernähe |

**Erfolgreiche Bruthilfen:**

Abb. 81/82: Die Schleiereule benötigt ein offenes Fenster im Speicher, um im Innenraum ihre Jungen aufzuziehen.

Abb. 83: Der Weißstorch benötigt eine Unterlage für sein Nest.

Abb. 84: Die Blaumeise zieht ihre Jungen im Nistkasten auf.

Abb. 85: Durch das Pflügen ist das Feld einer tiefgreifenden Störung unterworfen. Die Hecke ist Refugium für viele Tiere …

Abb. 86: … in ihr können Nützlinge, beispielsweise Marienkäfer, überwintern und im nächsten Jahr das Feld neu besiedeln.

Abb. 87: Extensiv bewirtschaftetes Grasland bietet einer Vielzahl bodenbrütender Vogelarten Lebensraum.

Blühstreifen können am Rand von Äckern oder in angrenzenden Bereichen angelegt werden. In ihnen werden gezielt ein- oder mehrjährige Blühpflanzen ausgebracht, um Bienen und andere blütenbesuchende Insekten zu fördern. Gerade in den Sommermonaten, in denen die meisten Agrarlandschaften Deutschlands blütenarm sind, bieten sie wichtige Trachtquellen. Blühstreifen können entlang einer Schlaggrenze oder innerhalb eines Schlages angelegt werden. Saatgutmischungen mit regional angepassten Pflanzenarten sind im Handel erhältlich.

**Abb. 88: Blüte im Früh- und Spätsommer.**

**Abb. 89: Die Saatgutmischung dieses Blühstreifens ist so zusammengesetzt, dass verschiedene Pflanzen nacheinander zur Blüte kommen.**

**Abb. 90: Ein schmales Band zwischen zwei Feldern kann genügen, um einen Blühstreifen anzulegen.**

**Abb. 91: Die Blütenvielfalt erfreut nicht nur Insekten. Sie stellt auch eine attraktive Bereicherung der Agrarlandschaft dar.**

Unterschiedliche Gewässer – Teiche, Bäche, Flüsse oder Seen – grenzen an landwirtschaftlich genutzte Flächen. Sie sind ein wesentliches Element von Agrarlandschaften und werden von einer Vielzahl von Organismen besiedelt. Diese Gewässer gilt es zu erhalten und zu pflegen. Die Landwirtschaft kann dazu einen wesentlichen Beitrag leisten.

**Gewässer in Agrarlandschaften:**

Abb. 92: Ein Graben

Abb. 93: Ein Bach

Abb. 94: Ein Fluss

Wie lassen sich Risiken durch Pflanzenschutzmittel für Organismen vermindern, die Lebensräume nahe an landwirtschaftlichen Kulturen besiedeln?

Alle Maßnahmen folgen dem Prinzip, dass die Exposition auf diesen Flächen vermindert wird. Diese Exposition ist unbeabsichtigt, aber oft nicht völlig zu vermeiden. Auch hier gilt, dass die in den Gebrauchsanweisungen festgelegten Anwendungsbestimmungen befolgt werden müssen.

Wie kommt es zu dieser Exposition? Während sie innerhalb der Kulturfläche beabsichtigt, und damit unvermeidlich auch für Nicht-Zielorganismen ist, ist sie außerhalb der Kulturfläche so weit wie möglich zu vermindern.

**Tabelle 15: Wichtige Eintragspfade von Pflanzenschutzmitteln in Lebensräume, die nahe an landwirtschaftlichen Kulturen gelegen sind**

| | |
|---|---|
| **Abdrift** | Verfrachtung von Tröpfchen oder Partikeln mit dem Wind während der Anwendung |
| **Run-off** | Abschwemmung gelöster Teile der Pflanzenschutzmittel von Blattoberflächen oder aus dem Boden |
| **Erosion** | Bodenabtrag und mit ihm durch Wind oder Regenwasser ausgebrachte Wirkstoffe |

Welche Möglichkeiten gibt es, diese Expositionspfade zu verringern?

- Abstandsflächen

  Sicherheitsabstände zwischen der landwirtschaftlichen Fläche und dem zu schützenden Lebensraum, z. B. einem Gewässer oder Kleinstrukturen, reduzieren den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln.

- Vegetation auf Abstandsflächen

  Sträucher oder allgemein Vegetation filtert luftverdriftete Partikel und vermindert dadurch zusätzlich den Eintrag, z. B. in Gewässer.

- Anwendung abdriftreduzierender Technik

  Sowohl für Tröpfchen, wie sie bei der Anwendung flüssiger Mittel entstehen, wie für feste Staubpartikel, die z. B. bei der Ausbringung von gebeiztem Saatgut freigesetzt werden können, gibt es technische Problemlösungen. Die Partikel, die vom Wind verdriftet werden können, werden dadurch in der Größe deutlich reduziert. Abdriftreduzierende Technik erreicht auch eine Abdriftminderung von Staubpartikeln, die beim Ausbringen von gebeiztem Saatgut entstehen können. Durch bessere Klebfähigkeit der Wirkstoffe am Saatgut wird zusätzlich die Staubbildung vermindert.

  Bei Spritzanwendungen vermindert driftreduzierende Technik den Anteil kleiner Tropfen, die vom Wind aus dem Feldbereich geweht werden können.

**Abb. 95: Hoher Anteil kleiner Tropfen.**

**Abb. 96: Deutlich reduzierter Anteil kleiner Tropfen.**

- Keine Anwendung von Pflanzenschutzmitteln bei starkem Wind

  Der Anwender beobachtet die Windverhältnisse und bringt Pflanzenschutzmittel nicht aus, wenn starker Wind weht. Im Rahmen von „Precision Farming“ können technische Hilfsmittel diese Aufgabe erfüllen.

Wie lässt sich der Transport von Pflanzenschutzmitteln über weitere Distanzen in die Agrarlandschaft hinein vermindern? Zusätzlich zu den bereits genannten Maßnahmen kann vor allem der Eintrag in Gewässer, mit denen Pflanzenschutzmittel über große Distanzen transportiert werden können, weiter minimiert werden.

- Mehr als 50 % der Gesamteinträge von Pflanzenschutzmitteln gelangt über sogenannte „Punktquellen“ in die Umwelt. Sie entstehen beim Füllen oder Reinigen der Spritzen oder durch falsche Handhabung der Restflüssigkeiten.[29] Diese Eintragsquellen lassen sich durch Aufmerksamkeit und technische Lösungen vollständig vermeiden. Wichtig ist, dass die Geräte im Feld gereinigt werden, wobei zu beachten ist, dass die dabei ausgebrachte Menge an Pflanzenschutzmitteln die zugelassene nicht überschreitet.

Insgesamt gilt, dass das Befolgen der Kennzeichnungen und Anwendungsbestimmungen zum Schutz vor Einträgen ebenso wie die Vermeidung von Punkteinträgen die Kernmaßnahmen sind, um Exposition von Tieren und Pflanzen so gering wie möglich zu halten und damit die Risiken für die biologische Vielfalt zu minimieren. Sie sind ein wesentlicher Beitrag dazu, das von der EU in der „Wasserrahmenrichtlinie“ definierte, länderübergreifende Ziel zu erreichen, dass alle Gewässer bis 2015 in einem chemisch und ökologisch guten Zustand sind.

## 5.3 Die Landschaft

Agrarlandschaften bestehen aus einer Vielzahl von Komponenten: Da sind landwirtschaftliche Betriebe, Dörfer, Gehölze, Gewässer, Verkehrswege, und es wechseln Gehöfte mit unterschiedlicher Nutzung ab. Siedlungen, landwirtschaftliche Produktionsflächen, Schutzgebiete mit unterschiedlichem Status sind enthalten.

Landschaftliche Vielfalt ist für Biodiversität von herausragender Bedeutung: Die verschiedenen Lebensgemeinschaften sind selbst Teil der Vielfalt, und sie fördern eine Vielzahl von Organismen.[30]

Gerade mobile Tiere benötigen verschiedene Lebensräume in ihrem Entwicklungszyklus. Der Mäusebussard legt seinen Horst im Wald an, aber er schätzt die Feldmäuse des offenen Landes. Das Reh frisst Knospen und frisches Gras, wirft sein Kitz im Schutz einer Hecke und hält sich tagsüber im Wald auf. Die Goldammer nistet gern in Hecken, füttert ihre Jungen mit Insekten und frisst Samen.

**Abb. 97: Agrarlandschaft: Siedlungen, Felder, Verkehrswege, Gehölze grenzen an Waldflächen**

Erhebliche Flächenteile Deutschlands haben in Bezug auf den Schutz biologischer Vielfalt – oder ausgewählter Elemente davon – einen speziellen Status:

- Etwa ein Drittel der landwirtschaftlich genutzten Flächen Deutschlands (gut 5 Millionen Hektar) werden über Agrarumweltmaßnahmen gefördert.[31]

- Ein Anteil von 13 % an der landwirtschaftlichen Fläche in Deutschland wurde als Anteil der HNV („High Nature Value“) Farmland-Bestände hochgerechnet.[32]

- Deutschland hat nennenswert Flächenanteile als Naturschutzgebiete unterschiedlicher Kategorien ausgewiesen.[33]

**Tabelle 16**

| Kategorie | Fläche (in 1000 ha) | Änderungen seit 1990 |
|---|---|---|
| **Nationalparks** | 1 030 | + 48 % |
| **Naturschutzgebiete** | 1 301 | + 174 % |
| **Biosphärenreservate** | 1 877 | + 292 % |
| **FFH-Gebiete – Vogelschutzgebiete** | 7 330 | keine Angabe |
| **Naturparks** | 9 573 | + 68 % |
| **Landschaftsschutzgebiete** | 10 200 | keine Angabe |

- An dieser Stelle soll eine weitere Flächenkategorie erwähnt werden, die nicht zur landwirtschaftlich genutzten Fläche gehört, aber in der direkten Umgebung liegt: Flächen, die keiner gezielten landwirtschaftlichen oder ökologischen Nutzung unterliegen.

  Sie existieren in großer Vielfalt an Wegböschungen, Straßenrändern, Autobahn- und Bahndämmen, Verkehrsinseln, Grünflächen in und außerhalb von Siedlungsbereichen. Sie werden etwas salopp als „Eh da“-Flächen bezeichnet, eben weil sie „eh da“ sind, aber meist wenig beachtet werden. Keine Frage, diese Flächen könnten von mehr Pflanzen oder Insekten

besiedelt werden und für andere Tiere Ressourcen bieten, wenn sie gezielt zur Förderung der Biodiversität gepflegt würden.

Abb. 98: Die Vegetation am Straßenrand bietet Insekten (Blütenbestäubern, Nützlingen) Lebensraum.

Abb. 99: Vegetation am Straßenrand: Ein Schwalbenschwanz saugt Nektar.

Abb. 100: Vegetationsreiche Bahnböschung - ein Bahndamm beheimatet eine vielfältige Tierwelt.

Abb. 101: Eine aufgelassene Sandgrube bietet Lebensraum für Tiere und Pflanzen.

Abb. 102/103: Da wäre Platz für mehr.

Es sieht ordentlich aus, aber aus ökologischer Sicht kann an der Straßenböschung oder neben dem Maisfeld mehr Vielfalt gedeihen.

Diese verschiedenen Flächenkategorien, von denen biologische Vielfalt profitiert oder profitieren kann, nehmen, regional unterschiedlich, nennenswerte Anteile der Agrarlandschaft ein.

## 5.4 Globale Zusammenhänge

Die biologische Vielfalt der Agrarlandschaften Deutschlands und ihre Entwicklung kann nicht isoliert von globalen Entwicklungen betrachtet werden. Die Verbindungen bestehen beispielsweise in Bezug auf die wiederholt genannte Zufuhr von Arten aus anderen Teilen der Welt, den Klimawandel und seine globalen Einflussfaktoren, aber auch in Bezug auf die Nutzung von Flächen und anderen Ressourcen, die über weltweite Agrarmärkte miteinander verbunden sind.[34]

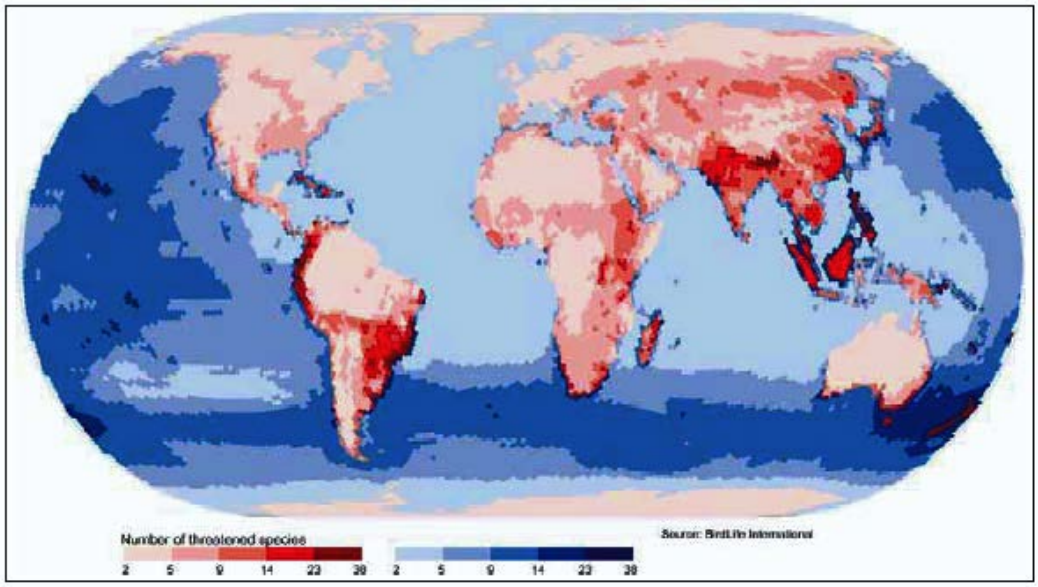
Es ist wert, im Zusammenhang mit Biodiversität über die Verflechtungen zwischen Agrarproduktion, Agrarhandel und biologischer Vielfalt dieseits und jenseits der deutschen Grenzen nachzudenken. Europa ist weltweit der größte Importeur und Exporteur von landwirtschaftlichen Produkten.[35] Der deutsche Agraraußenhandel hat sich dynamisch entwickelt: Im Vergleich zu 2009 stiegen die Zuwächse 2010 bei Ausfuhren um gut 8 %, bei Einfuhren um gut 7 %. Der Außenhandel schloss mit einem Defizit in der Größenordnung von 10 Milliarden Euro ab.

**Entwicklung von Export und Import im deutschen Agraraußenhandel**

Quelle: DBV Situationsbericht 2011/12

Der Spannungsbereich hinter diesen Zahlen in Bezug auf nationale versus globale Biodiversität liegt darin, dass außerhalb der Grenzen Deutschlands Fläche für die Produktion landwirtschaftlicher Güter verbraucht wird, die innerhalb von Deutschland vermarket werden. Mit steigender Importrate steigt auch dieser Flächenanteil. Dieser Spannungsbereich wird durch zwei Faktoren verstärkt: die weltweite Ungleichverteilung von Biodiversität und die „Indirekte Flächennutzungsänderung“.[36]

- Biologische Vielfalt ist weltweit ungleich verteilt. Vor allem tropische und subtropische Regionen werden von hohen Artenzahlen besiedelt, hier liegen auch die Schwerpunkte der Gebiete mit hohen Anteilen an gefährdeten Arten, wie die Weltkarte die Zahl gefährdeter Vogelarten zeigt.

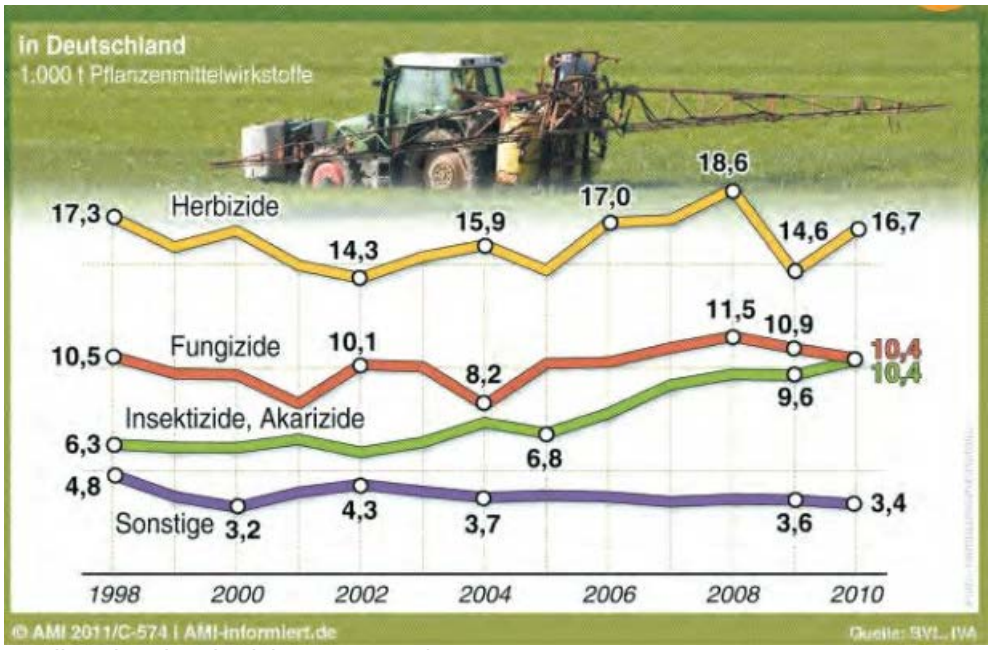



Quelle: UCN, Wildlife in a changing world, 2009

Nun ist biologische Vielfalt nicht nur dann schützenswert, wenn sie durch einen hohen Anteil weltweit gefährdeter Arten gekennzeichnet ist. Aber umgekehrt muss kritisch hinterfragt werden, ob regionale, ertragsschwache Produktionsverfahren (z. B. Extensivierungen) auf Kosten genau der biologischen Vielfalt gehen, die weltweit einen hohen Schutzstatus hat. Wird hier ein „Bärendienst für die globale Biodiversität“ geleistet?

„Indirekte Flächennutzungsänderung“ (ILUC, „Indirect Land Use Change“) bezieht sich auf eine unbeabsichtigte Konsequenz des weltweit steigenden Anbaus von Energiepflanzen. Die dafür benötigten Flächen werden teilweise dadurch ausgeglichen, dass vermehrt ursprüngliche Naturregionen, z. B. Regenwälder, für Flächen zur Nahrungsproduktion gerodet werden. Das wird vor allem unter dem Aspekt von Treibhausgasen diskutiert, betrifft aber ebenso Biodiversität.[37]

In diesem dynamischen System der Änderung landwirtschaftlicher Rahmenparameter blieb der quantitative Absatz von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland vergleichsweise konstant.



Quelle: Situationsbericht DBV 2011/12

Die globale Situation bringt die Notwendigkeit mit sich, die Ressource „Fläche“ effizient zu nutzen.[38] Hier leisten Pflanzenschutzmittel einen wesentlichen, positiven Beitrag. Obwohl sie da, wo sie eingesetzt werden, gezielt Kulturpflanzen fördern, trägt ihre Anwendung zur Förderung biologischer Vielfalt bei, weil die Ressource „Fläche“ effizient genutzt wird.

# 6 Konzeptionelle Zukunftsthemen

An die verschiedenen Elemente biologischer Vielfalt in der Agrarlandschaft werden unterschiedliche Anforderungen gestellt. Manche von ihnen überlappen sich, in vielen Fällen unterscheiden sich aber die Interessen der Nutzer der biologischen Vielfalt erheblich.

**Tabelle 17: Kerninteressen von Nutzern der biologischen Vielfalt der Agrarlandschaft (schematisch)**

| Nutzer | |
|---|---|
| **Landwirtschaft** | Dauerhafte Ertragssicherung der landwirtschaftlichen Produktion |
| **Politik** | Energiepflanzen, Klimagasreduktion |
| **Imkerei** | Ganzjährig gute Trachtquellen für Bienen |
| **Naturschutz** | Schutz seltener und gefährdeter Arten |
| **Jagd** | Erhalt und Förderung von jagdbarem Wild |

Gerade der Sachverhalt, dass die Kerninteressen divers sind, zeigt die Bedeutung von Konzepten, die langfristig sind, möglichst faktenbasiert und eine breite Basis haben.

## 6.1 Die öffentliche Meinung

Bei einer Befragung, was sie mit Deutschland verbinden, gaben 96 % der deutschen Bürger „Schöne Landschaft, herrliche Natur“ an.[39] Aus diesen Zahlen spricht, dass die Ästhetik der deutschen Landschaft – und diese schließt Agrarlandschaften und ihre Vielfalt ein – von weiten Kreisen keineswegs als Problem gesehen wird, im Gegenteil.

Es ist gerade angesichts der skizzierten Spannungsfelder nötig, möglichst klare und widerspruchsarme öffentliche Leitbilder zu entwickeln. Wie geht die Rechnung auf, die ein möglichst hohes Maß an nationaler Selbstversorgung mit gesunder Nahrung, zusätzlichem Anbau von Energiepflanzen, Flächenverlusten durch Siedlungs- und Verkehrsmaßnahmen von knapp 90 ha pro Tag und außerdem Fläche für Naturschutz beansprucht? Die Antworten, die auch seitens der Politik zu hören sind, leiden vielfach darunter, dass sie das komplexe Faktorengefüge auf den Parameter reduzieren, der gerade im Mittelpunkt steht und populär ist.

## 6.2 Prospektive versus retrospektive Leitbilder

Die Agrarlandschaften aus der Mitte des vergangenen Jahrhunderts werden nicht wiederkommen. Kleinräumig strukturierte oder weite, von Sommergetreide dominierte Landschaften gehören der Vergangenheit an, ebenso wie durch nährstoffentziehende Bewirtschaftung entstandene Lebensräume. Stattdessen wird sich die Evolution der Agrarlandschaften fortsetzen, mit großen Schlägen, auf denen Energie- und Nahrungspflanzen, oft als Wintersaaten, angebaut werden, durchzogen von Hecken, Feldgehölzen und anderen Strukturelementen und Schutzgebieten unterschiedlicher Kategorien.

Dieses schlaglichtartig gezeichnete Bild verdeutlicht einen Spannungsbereich. Sind Arten (oder Gruppen von Arten), die Charakterarten traditioneller Bewirtschaftungsweisen sind – wie beispielsweise heckenbewohnende Vögel oder solche extensiver Bewirtschaftungsweisen – geeig-

nete Indikatorarten für zukünftige Agrarlandschaften? Oder, allgemein gefragt: Sind traditionell bewirtschaftete Flächen geeignet als Leitbilder für Agrarlandschaften im Jahr 2020? Müssen nicht vielmehr, unter Berücksichtigung der vielfach genannten neuen Aufgaben der Landwirtschaft, auch Leitbilder entwickelt werden, die mit diesen neuen Aufgaben kompatibel sind?

Die Biodiversität der Agrarlandschaften Deutschlands im Jahr 2020 wird nicht die von 1970 sein, eine neue biologische Vielfalt wird sich entwickeln. Wesentliche Elemente davon sind sehr wohl zu erkennen. Das bedeutet aber, dass dringender Bedarf an einer Neuorientierung von Leitbildern besteht, weg von rückblickenden und hin zu vorausschauenden. Damit diese Leitbilder auf gesellschaftliche Akzeptanz stoßen, muss auch das Prinzip der Dynamik mit seinen beiden Seiten – Kommen und Gehen von Arten und Lebensgemeinschaften – eingebunden sein. Das ist derzeit viel zu wenig der Fall. Änderungen werden in der Regel negativ bewertet, und selbst wenn Elemente der Biodiversität dazukommen – Beispiel Arten, die „Neusiedler“ sind – werden sie oft nicht als Bereicherung, sondern vor allem als potenzielles Risiko betrachtet.

## 6.3 Synergien und Effizienzsteigerung

An die biologische Vielfalt in Agrarlandschaften werden zwar unterschiedliche Anforderungen gestellt, was aber keineswegs bedeutet, dass nicht auch Synergien oder zumindest Effizienzsteigerungen zwischen ihnen möglich sind. Beispiele sind:

- Viele Zwischenfrüchte fördern Bodenorganismen **und** Nicht-Zielarthropoden **und**, wenn sie zur Blüte gelangen, Pollinatoren.
- Strukturen im kulturnahen Bereich (sowohl Hecken oder Gehölze, wie auch die Vielfalt der „Eh da-Flächen) sind von Vorteil für Nicht-Zielarthropoden **und** Pollinatoren **und** die Vielfalt der Agrarfauna.
- Vegetation auf Randstreifen an Gewässern reduziert den Eintrag in Gewässer **und** fördert die Biodiversität.
- Integrierter Pflanzenschutz (IPM) berücksichtigt die notwendigen wirtschaftlichen Belange **und** schont Nützlinge.
- Die Vielfalt der Agrarumweltmaßnahmen kann die Rentabilität von Betrieben verbessern **und** fördert Umweltleistungen.
- Mehrgliederige Fruchtfolgen tragen dazu bei, Schädlingspopulationen zu unterdrücken **und** erhöhen die Agrobiodiversität.

## 6.4 Mehr Fläche für Biodiversität?

Eine heiß diskutierte Frage ist, ob zum Schutz biologischer Vielfalt in der Agrarlandschaft zusätzliche Flächen nötig sind, die aus der Produktion genommen werden müssen.

Die Autoren dieser Abhandlung haben dazu eine klare Meinung. Bevor über die Verminderung von Wirtschaftsfläche nachgedacht wird, müssen im ersten Schritt alle anderen Optionen ausgeschöpft werden, um biologische Vielfalt zu fördern. Viele Möglichkeiten sind in Kapitel 4 genannt. Eine Schlussfolgerung daraus ist, dass diese Schritte bei weitem nicht vollzogen wurden und es deshalb derzeit verfrüht ist, Zusatzflächen für Biodiversität aus den Wirtschaftsflächen zu entnehmen.

Außerdem ist keineswegs klar, dass mehr der Nutzung entnommene Flächenanteile zu mehr biologischer Vielfalt führen. Die Flächenanteile Deutschlands zum Erhalt biologischer Vielfalt sind bereits erheblich. Die Anteile stillgelegter Fläche waren, bedingt durch ökonomisch begründete EU-weite Flächenstilllegungsprogramme, vor nicht vielen Jahren noch deutlich höher: Um Direktzahlungen zu erhalten, waren sie 1993/1994 auf 15 % festgelegt worden und wurden 1999/2000 auf 10 % und 2004/2005 auf 5 % gesenkt.[40] Trotz dieses Anteils stillgelegter Fläche trat kein nennenswerter Anstieg des Indikators „Artenvielfalt“ auf.[41]

## 6.5 Die Vorteile der Pflanzenschutzmittel

Werden Pflanzenschutzmittel unter dem Aspekt des Erhalts von Biodiversität betrachtet, werden sie in aller Regel ausschließlich kritisch gesehen. Diese Betrachtung gerät leicht einseitig:

- Nach Meinung einer Vielzahl von Experten muss die weltweite Ausbreitung landwirtschaftlicher Fläche (derzeit ca. 1,5 Milliarden Hektar Ackerland und 3,4 Milliarden Hektar Weideland) gestoppt werden. Pflanzenschutzmittel tragen wesentlich zur effizienten Flächennutzung bei.

- Pflanzenschutzmittel sind flexibel einsetzbar. Dieses Kriterium der „Flexibilität“ gilt in weitem Sinn:

  - Bewirtschaftungsformen: Ökologische, integrierte oder konventionelle Anbauformen nutzen Pflanzenschutzmittel.

  - Kulturenspektrum: Pflanzenschutzmittel werden im Rahmen der Indikationszulassung bezogen auf Anwendungsgebiet (Schädling, Pflanzenart/Gruppe) und Anwendungsbestimmungen (Anwendungstermin, Aufwandmenge) angewendet. Das erlaubt einerseits ein hohes Maß an Anwendungsspezifität, andererseits eine breite Anwendung angesichts der derzeitig zugelassenen Produktpalette (ca. 2 000 Produkte in Deutschland).

  - Wissenschaftsbasierte Risikobetrachtung für biologische Vielfalt: Hierin unterscheiden sich Pflanzenschutzmittel von anderen, die Biodiversität beeinflussenden landwirtschaftlichen Maßnahmen, die keineswegs die fachliche Tiefe der Risikobetrachtung von Pflanzenschutzmitteln bieten.

Dies bedeutet in seiner Gesamtheit, dass ein ordnungsgemäßer Pflanzenschutzmitteleinsatz nicht nur kritisch, sondern auch als Beitrag zum Erhalt wichtiger Ressourcen für biologische Vielfalt zu betrachten ist. Dies gilt gerade für Nachhaltigkeit, bei der nicht nur Ökologie, sondern auch Ökonomie und Soziales zu betrachten sind.

# 7 Zusammenfassung

Biodiversität wird im Kontext mit Landwirtschaft in Bezug auf anthropogene Aspekte betrachtet – „Nutzen“, „Schaden“ und „Schützen“ stehen im Vordergrund. Es ist keine Frage, dass hier unterschiedliche Sichtweisen möglich sind. Es ist aber auch keine Frage, dass zum Ersten angesichts der massiven Herausforderungen, vor denen die Landwirtschaft steht, klare konzeptionelle Rahmenbedingungen nötig sind. Zum Zweiten, dass einseitige Betrachtungen – seien sie auf kurzfristige Ertragssteigerungen oder isolierte Schutzziele traditioneller Bewirtschaftungsweisen – wenig hilfreich sind. Zum Dritten, dass eine nennenswerte Anzahl von Möglichkeiten besteht, um den Schutz biologischer Vielfalt in Agrarlandschaften zu fördern. Dieses Potenzial scheint bei weitem nicht genügend ausgeschöpft.

Wenn der Satz „Das Potenzial für den Schutz biologischer Vielfalt in Agrarlandschaft ist nicht ausgeschöpft“ zutrifft, so hat das wichtige Konsequenzen, und zwar konzeptioneller wie inhaltlicher Natur. Auf konzeptioneller Ebene ist vor allem gefragt, mit Priorität solche Maßnahmen zu benennen und zu fördern, die sich mit den vorhandenen und absehbaren Aufgaben der Landwirtschaft vereinbaren lassen. Da gibt es, wie im letzten Kapitel dargestellt, eine nennenswerte Vielzahl. Zu den konzeptionellen Aufgaben gehört aber auch die Definition von ökologischen Leitbildern, die zukunftsorientiert – nicht retrospektiv – ausgerichtet sind. Die Landwirtschaft im Jahr 2020 wird nicht die des Jahres 1970 sein! Diesem Sachverhalt müssen ökologische Leitbilder Rechnung ragen, um nicht Gefahr zu laufen, in „Öko-Nostalgie“ abzugleiten.

Auf landwirtschaftlicher Ebene ist eine nennenswerte Anzahl von Maßnahmen zur Förderung biologischer Vielfalt bekannt und etabliert. Sie gilt es, weiter zu fördern – seien es Blühstreifen, gezielt genutzte Bracheflächen oder das Management ausgewiesener Schutzgebiete. Gibt es davon genug, und vor allem, geschieht dies mit ausreichender Koordination? Hier sehen die Autoren Handlungsbedarf.

Aber vielleicht muss das Prinzip der Herangehensweise sich ändern: Was auch immer getan wird, muss gründlich gemacht werden. Wenn Naturschutzmanagement und Monitoring gemacht werden, dann mit klaren, erreichbaren Schutzzielen. Wenn Imkerei betrieben wird, dann unter bestmöglicher Berücksichtigung aller Maßnahmen zur Förderung der Honigbienen. Wenn Landwirtschaft betrieben wird, dann unter Nutzung der besten verfügbaren Mittel. Dazu gehört auch der korrekte Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, und zwar unabhängig von ökologischer, integrierter, konventioneller oder andersartiger Bewirtschaftungsweise. Knapper werdende Ressourcen von verfügbaren Flächen bei zusehends leeren öffentlichen Kassen geben Grund genug für Optimierungsprozesse. Damit können Freiräume entstehen, die aus der Falle der häufig praktizierten Eindimensionalität zu einer vielschichtigen Betrachtungsweise führen.

Was ist die Rolle der Pflanzenschutzmittel in diesem Zusammenhang? Ihre fast ausschließlich kritische Bewertung ist unausgewogen. Ihre Risiken für die biologische Vielfalt sind wissenschaftlich weitaus besser als andere landwirtschaftlich Maßnahmen, wie z. B. die Änderung von Lebensräumen, Bewirtschaftungsweisen, Fruchtfolgen etc., bewertet. Risiken werden benannt und, wenn nötig, begrenzt. Vor allem aber tragen Pflanzenschutzmittel maßgeblich dazu bei, die weltweit zusehends knapper werdende Ressource „Ackerland“ so gut wie möglich zu nutzen.

# 8 Relevante Dokumente


- **“**Bienenschutzverordnung vom 22. Juli 1992 (BGBI. I S. 1410), die zuletzt durch Artikel 4 § 3 des Gesetzes vom 6. August 2002 (BGBI. I S. 3082) geändert worden ist
- Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Our life insurance, our natural capital: An EU biodiversity strategy to 2020 COM (2011)
- Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. OJ L 206, 22.07.1992
- Directive 98/8/EC of the European Parliament and the council of 16 February 1998 concerning the placing of biocidal products on the market. OJ l 123/1, 24.4.1998
- Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. OJ L 327, 22.12.2000
- EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR); Scientific Opinion on the development of specific protection goal options for environmental risk assessment of pesticides, in particular in relation to the revision of the Guidance Documents on Aquatic and Terrestrial Ecotoxicology (SANCO/3268/2001 and SANCO/10329/2002). EFSA Journal 2010; 8 (10):1821. [55 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2010.1821
- European Food Safety Authority; Guidance Document on Risk Assessment for Birds & Mammals on request from EFSA. EFSA Journal 2009; 7(12):1438. Doi:10.2903/j.efsa.2009.1438
- Guidance Document on Aquatic Ecotoxicology in the context of the Directive 91/414/EEC (SANCO/3268/2001) rev. 4 final, 17.11.2002
- Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology under Council Directive 91/414/EEC (SANCO/10329/2002) rev. 2 final, 17.10.2002
- Pflanzenschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1998 (BGBI. I S. 971, 1527, 3512), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 2. November 2011 (BGBI. I S. 2162) geändert worden ist
- Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration. Sanco/10058/2005, version 2.0, June 2006
- Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing framework for Community action to achieve a sustainable use of pesticides 2006/0132 COD)
- Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EEC and 2002/21/EC. OJ 396/1, 30.12.2006
- Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC. OJ L 309/1, 24.11.2009, p. 1 - 50

# 9 Abbildungsverzeichnis

| Abbildung Nr.: | Quelle: |
|---|---|
| 2, 3, 4, 68 | Adpic |
| 30, 31, 32, 33, 36, 37,38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 80 | BASF SE |
| 73 | Bundesamt für Naturschutz |
| 14, 17, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 93, 94, 97 | Dreamstime |
| 1 | European Crop Protection Association (ECPA) |
| 6, 7, 20, 21, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 72, 76, 77, 78, 82, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 98, 99, 100, 101, 102,103 | E-SyCon |
| 95, 96 | Fördergemeinschaft für nachhaltige Landwirtschaft (FNL) |
| 29 | Fonds der Chemischen Industrie/Industrieverband Agrar e. V. |
| 8, 9, 16, 35, 51, 52, 65, 66, 67, 70, 71, 74, 87 | Fotolia |
| 75 | iStockphoto |
| 12 | Ulrich Maurer |
| 79 | Klaus Münchhoff |
| 13 | Naturganznah |
| 5 | Katrin Reinhardt |
| 28 | Öko-Text |
| 54, 55 | RIFCON GmbH |
| 57, 58 | Alfred Ringler |
| 10, 11, 15, 18, 34, 69, 81, 83, 84, 92 | shutterstock |
| 59 | Tourismusverein Altes Land e. V. |

# 10 Literaturverzeichnis

[1] Haber, W. (2008): *Biological Diversity - a Concept going Astray?* GAIA 17/51, S. 89-94

[2] European Commission (2010): *EU Biodiversity Action Plan: 2010 Assessment.* ISBN 978-92-79-16248-0

[3] European Commission (2011): *Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020.* Commission staff working paper COM (2011) 244 final (http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/2020/1_EN_ACT_part1_v7[1].pdf)

[4] http://www.statistik-portal.de/statistik-portal/de_jb01_jahrtab1.asp

[5] ELO, ECPA, RIFCON, E-sycon (2010): *Soil biodiversity and agriculture*, S. 9

[6] Daniel C.; Häseli, A. (2008): *Merkblatt Kirschenfliege.* Bestellnr. 1501, Ausgabe Schweiz, FiBL 2008 (http://orgprints.org/18027/1/daniel-haeseli-2008-kirschenfliege.pdf)

[7] http://www.proplanta.de/Fotos/Unkraeuter-als-Wirtspflanzen-verschiedener-Krankheitserreger-und-Schaedlinge-------_Bild1161764075.html

[8] Dawson, K. A et al. (2006): *Understanding the adsorption characteristics of yeast cell wall preparations with mycotoxins binding.*(http://en.engormix.com/MA-mycotoxins/articles/understanding-adsorption-characteristics-yeast-t249/p0.htm)

[9] DAISIE (http://www.europe-aliens.org/aboutDAISIE.do)

[10] Essl, F. et al. (2008): *Schwarze Listen invasiver Arten – ein Instrument für die Naturschutz-Praxis.* Natur und Landschaft 83 (2008), 9/10, S. 418 – 424

[11] Oerke, E. C et al. (1994): *Crop Production and Crop Protection.* Elsevier Science, Amsterdam

[12] von Witzke, H.; Noleppa, S. (2011): *Der gesamtgesellschaftliche Nutzen von Pflanzenschutz in Deutschland.* Studie der Humboldt-Universität Berlin 2011

[13] http://www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/foodpricesindex/en/

[14] BMELV: *Die deutsche Landwirtschaft, Leistungen in Daten und Fakten 2010.* Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (http://www.bmelv.de/cae/servlet/contentblob/430138/publicationFile/26477/DieDeutscheLandwirtschaft.pdf)

[15] Pflanzenschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1998 (BGBl. I S. 971, 1527, 3512), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 2. November 2011 (BGBl. I S 2162) geändert worden ist

[16] DBV Situationsbericht 2011

[17] Vögel der Agrarlandschaft, NABU, 2004

[18] Völkl, W., Blick, T. (2004): *Die quantitative Erfassung der rezenten Fauna von Deutschland.* BfN-Skripten 117, 2004

[19] Wikipedia: Liste der Neozoen Deutschlands

[20] BfN (2009): *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands.* Band 1: Wirbeltiere. BfN 2009

[21] Eichstädt, W. et al.: *Atlas der Brutvögel in Mecklenburg-Vorpommern.* Steffen-Verlag 2006, ISBN3-937669-66-3

[22] Wetzel, T.: *Integrierter Pflanzenschutz und Agrarökosysteme*. STZ 2004, ISBN 3-00-012745-3

[23] Hofmeister, H.; Garve, E. (2006): *Lebensraum Acker – Pflanzen der Äcker und ihre Ökologie.* Verlag Kessel, 2006

[24] http://www.telegraph.co.uk/earth/wildlife/7455159/One-third-of-Europes-butterflies-in-decline-according-to-Red-List.html

[25] Biesmeijer et al. (2006): *Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands.* Science 21 July 2006: Vol. 313 no. 5785, S. 351-354

[26] Sukopp et al. (2010): *Bilanzierung der Indikatoren der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt: Wo steht Deutschland beim 2010-Ziel?* Natur und Landschaft 85 (7), S. 288-300

[27] Berger, G. et al. (2011): *Naturschutzbrachen im Ackerbau.* Natur und Text 2011, ISBN 978-3-942062-03-9

[28] Kleinstrukturen in der Agrarlandschaft. (http://www.jki.bund.de/de/startseite/fachinformationen/pflanzenschutz/pflanzenschutzverfahren/kleinstrukturen.html)

[29] http://www.agrarheute.com/symposium-pflanzenschutz

[30] Tscharntke, T. et al. (2005): *Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management.* Ecology Letters (2005) 8, S. 857 - 874
Benton, T. et al. (2003): *Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? Trends in Ecology and Evolution*. (2003) 18(4), S. 182 - 188
Billeter, R. et al. (2008): *Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study.* Journal of Applied Ecology (2008) 45, S. 141 - 150

[31] DBV Situationsbericht 2011

[32] Bundesamt für Naturschutz: *Erfassungsanleitung für den HNV Farmland-Indikator.* Version 3, Stand 2011

[33] DBV Situationsbericht 2011

[34] Anonym: *The growing problem.* Nature (2010), 466/29, S. 546-547
Anonym: *Reaping the benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture*. (2009) (http://royalsociety.org/Reapingthebenefits/)
Anonym: *Niemand müsste hungern.* Öko-Test 10 (2010).

[35] http://ec.europa.eu/trade/creating-opportunities/economic-sectors/agriculture/

[36] v. Witzke, H. et al. (2008): *Global agricultural market trends and their impacts on European Union agriculture.* Humboldt-Universität Berlin, Working Paper 84

v. Witzke, H.; S. Noleppa (2010): *Can more efficiency prevent increasing „land-grabbing“ outside of Europe?* OPERA Report 2010
FAO: *The state of the world's land and water resources for food and agriculture.* Summary Report FAO 2011

[37] http://en.wikipedia.org/wiki/Indirect_land_use_change_impacts_of_biofuels

[38] Vössing, A. (2007): *Brot oder Benzin. Flächenkonkurrenz zwischen Lebensmitteln und nachwachsenden Rohstoffen.* Naturschutz und Landschaftsplanung 39 (12), 2007

[39] Situationsbericht 2011/12 DBV

[40] http://de.wikipedia.org/wiki/Fl%C3%A4chenstilllegung

[41] Statistisches Bundesamt: *Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatorenbericht 2010*

**Alle Internetquellen in dieser Abhandlung mit Stand 31.01.2013**