

Nachhaltiger Rapsanbau in Deutschland



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Einführung	7
Schutzgut Boden	11
Bodenfruchtbarkeit	11
Was ist gute fachliche Praxis?	12
Was kann noch verbessert werden?	13
Bodenerosion durch Wind und Wasser	15
Was ist gute fachliche Praxis?	15
Was kann noch verbessert werden?	16
Nährstoffe	17
Was ist gute fachliche Praxis?	18
Was kann noch verbessert werden?	19
Schutzgut Wasser	21
Stickstoff	21
Was ist gute fachliche Praxis?	21
Was kann noch verbessert werden?	21
Pflanzenschutz	22
Was ist gute fachliche Praxis?	23
Was kann noch verbessert werden?	24



Schutzgut Klima und Luft	27
Energie	27
Was ist gute fachliche Praxis?	27
Was kann noch verbessert werden?	27
Treibhausgase	28
Was ist gute fachliche Praxis?	29
Was kann noch verbessert werden?	29
Schutzgut biologische Vielfalt	31
Was ist gute fachliche Praxis?	31
Was kann noch verbessert werden?	31
Soziale und ökonomische Nachhaltigkeit	33
Mitarbeiter und Gesellschaft	33
Lokale Wirtschaft	33





Vorwort

Landwirtschaft bedeutet immerwährende Anpassung. In praktisch allen Belangen gibt es Veränderungen, auf die die Landwirtschaft reagieren muss. Preise und Kosten variieren, sodass mittel- und langfristige Investitionen immer vor dem Hintergrund der entsprechenden Entwicklungen geplant werden müssen. Technischer Fortschritt bietet neue Möglichkeiten und verbessert die Effizienz der eingesetzten Dünger und Pflanzenschutzmittel. Auch die gesellschaftlichen Herausforderungen unterliegen einem stetigen Wandel, der sich in Gesetzgebung und Verordnungen oder auch nur in der öffentlichen Meinungsbildung niederschlägt. Konsumgewohnheiten sind alles andere als konstant, sondern ändern sich im Laufe der Zeit. Ja selbst die Umweltbedingungen verändern sich. Der Klimawandel beeinflusst heute schon landwirtschaftliche Produktionssysteme weltweit. Und auch bei uns in Deutschland sind die Folgen bereits spürbar.

Alle genannten Einflussgrößen gelten auch für den Rapsanbau, und so unterliegt die Produktion unserer wichtigsten heimischen Ölpflanze einem ständigen Wandel. Preise und Kosten folgen dem Spiel von Angebot und Nachfrage und bestimmen die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Ölpflanzen. Hochwertiges Speiseöl und Biodiesel sind weltweit stark nachgefragte

Produkte. Die beeindruckende Entwicklung in der Pflanzenzüchtung sowie die Fortschritte im Acker- und Pflanzenbau haben den Erfolg des Rapses erst ermöglicht. Dabei muss der Rapsanbau selbstverständlich auch die gesellschaftlichen Ansprüche berücksichtigen.

Das Wechselspiel zwischen den verschiedenen Einflussbereichen lässt sich am besten mit dem Begriff der nachhaltigen Entwicklung beschreiben. Im Spannungsfeld zwischen den ökonomischen, ökologischen und sozialen Herausforderungen ist die stetige Weiterentwicklung ein Kennzeichen für den Rapsanbau in Deutschland. Hierbei gibt es keinen Zielpunkt, der irgendwann einen abschließenden Zustand der Nachhaltigkeit erreicht. Es handelt sich vielmehr um einen Prozess, der die Verbesserung und das Abwägen zwischen den verschiedenen Teilbereichen beschreibt.

Dass der Rapsanbau in Deutschland schon seit vielen Jahren diesen Prozess einer ständigen Verbesserung durchläuft, dokumentiert diese Broschüre. Diese ist damit zum einen eine Bestandsaufnahme, um die eindrucksvolle Entwicklung der letzten Jahrzehnte zu dokumentieren. Zum anderen zeigt die Broschüre aber auch die großen Entwicklungslinien und Aufgaben für die Zukunft auf.



Wolfgang Vogel, Vorsitzender der UFOP



Einführung

Diese Broschüre wurde im Auftrag der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP) erarbeitet und versteht sich als Beitrag zu einer nachhaltigen Produktion von Winterraps in Deutschland.

Der Winterraps (*Brassica napus*) gehört zur Familie der Kreuzblütengewächse und nach der botanischen Klassifizierung zu den Kohlpflanzen. Diese sehr alte Kulturpflanze stammt aus dem asiatischen Raum und dem Mittelmeergebiet. In Deutschland wurde sie im Nordwesten bereits im 17. Jahrhundert angebaut, vorwiegend zur Produktion von Lampenöl.

Heute ist Winterraps die wichtigste Ölpflanze in Deutschland mit vielfältiger Nutzung als Lebensmittel, Futtermittel und nachwachsender Rohstoff. Der Anbauumfang lag in den letzten zehn Jahren stabil zwischen 1,3 und 1,5 Mio. Hektar. Für die wirtschaftliche Verwertung werden die Samen der Pflanzen genutzt, da diese einen Ölgehalt von 40 bis über 45 % haben. Der Ertrag variiert, je nach Standort und Jahreseffekten, zwischen 3,5 und 6 Tonnen je Hektar. Die deutsche Erntemenge erreicht in Abhängigkeit von den Wachstumsbedingungen zwischen 4,7 und über 6 Mio. Tonnen. Deutschland ist neben Frankreich der zweitgrößte Produzent in der EU und gehört auch weltweit zu den bedeutenden Erzeugerregionen.

Die Kultur wird im Spätsommer, von Mitte August bis Anfang September, ausgesät. Die Pflanzen sollten bis zum Beginn des Winters eine kräftige Blattrosette entwickeln, um gute Startbedingungen für die Überwinterung und das Wachstum im Frühjahr zu haben. Die Blüte setzt bis spätestens Mai ein. Blühende Rapsbestände sind die wichtigste Tracht für Honigbienen in Deutschland. So werden von einem Hektar durchschnittlich 40 Kilogramm Honig gewonnen. Aus den bestäubten Blüten entwickeln sich innerhalb von zwei Monaten die Schoten, in denen die Samen heranreifen. Der Raps wird im Juli/August im Mähdruschverfahren geerntet.



Aus dem Ernteprodukt, den Samen, wird in Ölmühlen das Rapsöl gewonnen. Als Nahrungsmittel wird Rapsöl als ernährungsphysiologisch hochwertiges Speiseöl geschätzt. Als Zutat findet es Eingang in eine Vielzahl von verarbeiteten Lebensmitteln wie z. B. Margarine, Feinkostprodukte, Konserven und Babynahrung. Im Vergleich zu anderen Pflanzenölen hat Rapsöl, wie in Abbildung 1 dargestellt, den höchsten Gehalt an ungesättigten Fettsäuren. Sowohl wegen seines hohen Gehaltes an einfach ungesättigten Fettsäuren als auch wegen des günstigen Verhältnisses von Omega-3- zu Omega-6-Fettsäuren (mehrfach ungesättigte Fettsäuren) wird Rapsöl von Ernährungsfachgesellschaften in Europa, wie z. B. der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) oder dem Forschungsinstitut für Kinderernährung Dortmund (FKE), für eine gesunde Ernährung empfohlen. Aus Sicht der Humanernährung sollte die Aufnahme von ungesättigten Fettsäuren erhöht, die von gesättigten jedoch reduziert werden. Von besonderer Bedeutung sind darüber hinaus die Omega-3-Fettsäuren, von denen Rapsöl mit ca. 9 % alpha-Linolensäure einen mengenmäßig bedeutenden Anteil enthält. Damit stellt Rapsöl eine wichtige Quelle für die Aufnahme von nicht maritimen Omega-3-Fettsäuren in der täglichen Ernährung dar.

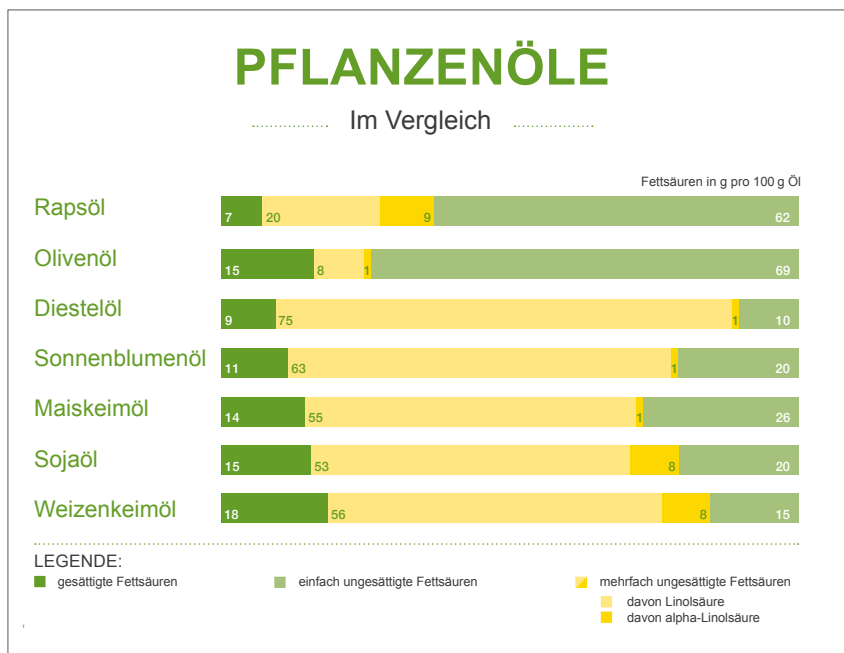


Abbildung 1: Anteil von Fettsäuren in Pflanzenölen im Vergleich

Neben Rapsöl mit dem klassischen Fettsäurenmuster der 00-Rapssorten gibt es für den Ernährungsbereich seit einigen Jahren auch Rapssorten mit erhöhten Gehalten der einfach ungesättigten Ölsäure (>75 %) in Kombination mit verringertem Gehalt an alpha-Linolensäure (<3,5 %). Das Öl dieser sogenannten HOLL- bzw. HOLLi- oder Hochölsäure-Sorten aus Raps besitzt eine besondere Eignung für die Langzeithocherhitzung. Daher finden die entsprechenden Öle Anwendung in der Ernährungsindustrie und der Systemgastronomie, z.B. als Frittier- oder Bratöl, und ersetzen dort in zunehmendem Maße importiertes Palmöl.

Aus den genannten Gründen kann im Ernährungsbereich mit einer weiter steigenden Bedeutung von Rapsöl und von HOLL-Öl aus Raps gerechnet werden.

Rapsöl aus 00-Rapssorten wird in Deutschland und der EU zu einem großen Teil auch als erneuerbarer Energieträger verwendet, hauptsächlich in Form von Biodiesel und Pflanzenölkraftstoff. Durch den Einsatz dieser Biokraftstoffe aus Raps werden fossile Kraftstoffe substituiert. Daneben ermöglichen Biodiesel und Rapsölkraftstoff eine erhebliche

Reduktion von Treibhausgasemissionen. Aktuelle Berechnungen belegen, dass Biodiesel aus heimischem Anbau eine Treibhausgaseinsparung von bis zu 60 % gegenüber fossilem Diesel erreicht. Bereits seit 2011 erfüllen die Landwirte im Rahmen der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV) Anforderungen an eine nachhaltige Produktion. Die Vorgaben der Nachhaltigkeitsverordnung gelten nicht nur für die Produzenten von Winterraps, sondern sind von allen Betrieben der gesamten Herstellungs- und Lieferkette zu erfüllen.

In der Industrie findet Rapsöl aus 00-Rapssorten Verwendung im chemischen und pharmazeutischen Bereich, z. B. als Grundstoff für die Produktion von Tensiden, Biokunststoffen oder Bioschmierstoffen.

Darüber hinaus gibt es bei Winterraps eine weitere spezielle Ölqualität in Form von erhöhten Anteilen an Erucasäure (>50 %). Öl dieses sogenannten Erucarapses findet ausschließlich Anwendung im technischen Bereich wie z.B. als Rohstoff für die Herstellung von Waschmitteln, Kunststoffen u. a.

Als Koppelprodukt der Rapsölgewinnung aller Qualitäten fallen – je nach Verarbeitungsmethode – rund 60 % der Ausgangsmenge als proteinreicher Rapskuchen oder Rapsextraktionsschrot an. Rapsschrot ist in Deutschland das wichtigste heimische Eiweißfuttermittel. Da in der EU angebaute Rapssorten nicht gentechnisch verändert sind, kann den zunehmenden Forderungen nach gentechnisch nicht veränderten Futtermitteln heimischer bzw. europäischer Herkunft von Lebensmitteleinzelhandel und Verbrauchern durch den Einsatz von Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen als Eiweißergänzer in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere Rechnung getragen werden. Mehrjährige Fütterungsversuche bei Rind, Schwein und Geflügel

belegen die gute Eignung und Qualität von Rapsfuttermitteln. Insbesondere bei Milchkühen gilt Rapsschrot als Standard-Eiweißfutter und genießt hohe Wertschätzung bei den Tierhaltern. Durch die Verwendung dieses heimischen Futtermittels werden bedeutende Importmengen an Soja ersetzt. Der Einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Nutztierfütterung hat sich in den letzten zehn Jahren nicht nur verzehnfacht, sondern Rapsextraktionsschrot hat 2015 auch Sojaextraktionsschrot als wichtigstes Ölschrot in Deutschland abgelöst.

Schon im Jahr 2002 haben sich bedeutende internationale Lebensmittelhersteller zusammengeschlossen und die Plattform SAI (Sustainable Agriculture Initiative) gegründet; aktuell sind 70 Mitglieder engagiert. Die SAI soll den Landwirten hinsichtlich der ökologischen, ökonomischen und sozialen nachhaltigen Bewirtschaftung eine Hilfestellung geben.

Die Aussagen in dieser Broschüre beziehen alle im Markt vorhandenen Qualitäten an Winterraps ein.

Wie nachhaltig ist der Winterrapsanbau in Deutschland?

Um diese Frage zu beantworten, werden in dieser Broschüre zehn verschiedene Nachhaltigkeitsindikatoren aus den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales intensiv betrachtet.

Im ökologischen Bereich haben diese Indikatoren Bezüge zu den folgenden Schutzgütern:

- Boden (Bodenfruchtbarkeit, -erosion und Nährstoffe)
- Wasser (Stickstoffverluste, Pflanzenschutz)
- Luft (Energie und Treibhausgase)
- biologische Vielfalt

Die Darstellung der ökonomischen und sozialen Säulen der Nachhaltigkeit erfolgt über die Bereiche Mitarbeiter und Gesellschaft sowie den Beitrag zur lokalen Wirtschaft.

Für jeden dieser Einzelindikatoren werden spezifische Regeln für den Rapsanbau beschrieben. Diese werden bereits als gute fachliche Praxis angewendet. Darüber hinaus werden praxisrelevante Verbesserungspotenziale aufgezeigt.





Schutzgut Boden

Der Boden ist der wichtigste Produktionsfaktor im landwirtschaftlichen Bewirtschaftungssystem. Boden ist eine endliche Ressource und kann weitestgehend nicht neu gebildet werden. Um den Boden nachhaltig zu nutzen, muss die standortspezifische Bodenfruchtbarkeit erhalten, der Nährstoffhaushalt ausgeglichen und dem Verlust des Bodens durch Erosionsereignisse entgegengewirkt werden.

Bodenfruchtbarkeit

Durch eine effiziente, nachhaltige und umweltverträgliche Bodennutzung soll die Bodenfruchtbarkeit langfristig erhalten werden. Bereits 1996 wurden diese Ziele im Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) festgehalten und gelten seitdem für alle Nutzer des Bodens.

Die Bodenfruchtbarkeit wird von GISI et al. definiert als „... die Fähigkeit eines Bodens, ... den Pflanzen als Standort zu dienen und nachhaltig regelmäßige Pflanzenenerträge von hoher Qualität zu erzeugen“. Ein fruchtbarer Boden ist leicht durchwurzelbar und versorgt die Pflanzen über die Wurzeln mit Nährstoffen und Wasser. Daraus resultiert, dass die Bodenfruchtbarkeit ein wesentliches Element einer nachhaltigen Landbewirtschaftung ist, denn ohne einen (standortspezifischen) fruchtbaren Boden sind langfristig keine optimalen Erträge zu erzielen. Zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit trägt die organische Bodensubstanz wesentlich bei. Sie schafft und stabilisiert das Bodengefüge und beeinflusst damit über das Porensystem den Luft- und Wasserhaushalt des Bodens. Auf einem optimal versorgten Boden wird der Bodenabtrag minimiert und

die Nährstoff- und Wasserverwertung verbessert. Die organische Bodensubstanz stellt eine Kohlenstoffquelle für Bodenmikroorganismen dar und bindet Kohlenstoff aus der Luft. Dies hat entscheidenden Einfluss auf die globale Kohlenstoffbilanz und damit auch auf den Treibhauseffekt. Auf den landwirtschaftlich genutzten Böden sollte der Gehalt an organischer Substanz erhalten oder erhöht werden, um ein standortspezifisches Gleichgewicht für den jeweiligen Bodentyp zu gewährleisten.

Die organische Bodensubstanz kann aktiv durch den Bewirtschafter beeinflusst werden, einerseits durch die Einarbeitung von Pflanzenrückständen, andererseits durch die Zufuhr von organischen Düngern in der gesamten Fruchtfolge. Verschiedene Bodenlebewesen spielen durch die Humifizierung und Mineralisierung des organischen Materials eine wesentliche Rolle in der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit.

Neben dem Erhalt der Bodenfruchtbarkeit ist es ebenso wichtig, den Bodenzustand, insbesondere ein intaktes Bodengefüge, durch angepasste Bewirtschaftung zu erhalten. Demnach sieht bereits das BBodSchG aus dem Jahr 1998 vor, dass schädliche Bodenveränderungen, die zur Beeinträchtigung der Bodenfunktionen führen, abzuwehren und ggf. die Funktionsfähigkeit wiederherzustellen (BBodSchG §1f.) sind. Durch das Befahren der Flächen mit schweren Maschinen bei ungünstigen Witterungsbedingungen sowie bei Veränderungen des pH-Wertes und der Nährstoffe im Boden können Bodenschadverdichtungen entstehen. Diese führen langfristig zu einer Verschlechterung des Bodengefüges und der Bodenfruchtbarkeit.

Was ist gute fachliche Praxis?

Europäische wie auch nationale Bodenschutzbestimmungen (Bundesbodenschutzgesetz) beeinflussen die Bewirtschaftungsmethoden im Rapsanbau. Der Landwirt kann durch verschiedene Möglichkeiten der guten fachlichen Praxis zur Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit beitragen. Einen wesentlichen Einfluss stellen die Gestaltung der Fruchtfolge, die Zufuhr von organischer Substanz und die Vermeidung von schädlichen Bodenverdichtungen dar.



Den Bodenzustand kann man mit der Spatenanalyse beurteilen.

Fruchtfolge

Dem Raps wird eine große Bedeutung bei der Fruchtfolgegestaltung, insbesondere zur Auflockerung getreidereicher Fruchtfolgen, beigemessen. Winterapps ist hervorragend in Getreidefruchtfolgen zu integrieren, da einerseits durch den Verbleib des Rapsstrohs auf den Flächen die Bodenfruchtbarkeit gefördert und andererseits der Boden tiefgründig durchwurzelt wird. Dieser Vorfruchtwert ist sehr positiv zu bewerten. Der Raps ist nicht selbstverträglich. Das bedeutet, um ein vermehrtes Auftreten von spezifischen Pflan-

zenkrankheiten und Schädlingen zu vermeiden, ist eine Anbaupause von mindestens zwei Jahren einzuhalten. Die Ansprüche von Raps an die Saatzeit und die Herbstentwicklung werden von der Wintergerste als Vorfrucht am besten erfüllt. Die Bestandsetablierung von Winterapps ist anspruchsvoll, da er empfindlicher auf die Saatbettvorbereitung reagiert als Getreide. Eine gute Rückverfestigung des Saathorizontes ist wichtig, um dem Samen den Anschluss zum Bodenwasser zu gewährleisten.



Organische Substanz

Winterraps trägt aufgrund der ober- und unterirdischen Pflanzenrückstände positiv zur Erhaltung der organischen Substanz in Ackerböden bei. Zur Bewertung kann die Bilanzierung organischer Substanz Aufschluss über die Entwicklung der Humusgehalte im Boden geben. Diese Bilanzierung basiert darauf, dass humuszehrende Fruchtarten eine erhöhte Zufuhr von organischer Substanz erfordern, im Gegensatz zu humusmehrenden Fruchtarten, die größere Mengen organischer Substanz liefern, wie z. B. Winterraps, Leguminosen und Futterkulturen. Defizite in der Fruchtfolge sollen durch die Zufuhr von organischen Düngern, wie Stallung oder Gülle, ausgeglichen werden.

Bodenverdichtung

Die Vernässung der Bodenoberfläche gilt als Hauptkennzeichen einer starken Bodenverdichtung. Den größten ackerbaulichen Einfluss hat die Bodenbearbeitung, da mittels der Lockerung und Rückverfestigung das Bodengefüge beeinflusst wird. Im weiteren Produktionsablauf unterliegt der Boden einer ständigen mechanischen Belastung durch wiederholtes Überrollen der Fläche. Die Dimension der Belastung ist im Wesentlichen abhängig von der Maschinenausstattung im Betrieb, im Speziellen von der Bereifung, dem Reifeninnendruck und der Radlast der Maschinen sowie vom Bodenwassergehalt zum Zeitpunkt des Befahrens, aber auch von der vorherrschenden Stabilität des Bodengefüges.

Was kann noch verbessert werden?

- Um eine Übersicht über die Fruchtbarkeit des Bodens zu erhalten, sollte eine Humusbilanzierung durchgeführt werden.
- Bei Bedarf sollten zur Verbesserung der Humusbilanz Zwischenfrüchte angebaut und möglichst organische Dünger ausgebracht werden.
- Eine Verminderung von Strukturschäden kann durch die Absenkung des Luftdruckes der Reifen, das Befahren der Flächen möglichst nur im trockenen Zustand sowie mit möglichst breiten Reifen oder Zwillingbereifung erfolgen.
- Über eine Spatenanalyse sollte regelmäßig die Bodenstruktur kontrolliert werden.



Für ein besseres Verständnis der betrachteten Indikatoren wurden annähernd 90 Schläge von drei landwirtschaftlichen Betrieben hinsichtlich ihrer ökologischen Nachhaltigkeit analysiert. Als Datengrundlage wurden die Erntejahre 2012–2014 und für die Berechnungen das Modell REPRO herangezogen. Die Nährstoffbilanzen wurden in einer dreijährigen Fruchtfolge betrachtet. Die schlagspezifisch angebauten Vor- bzw. Nachkulturen sind durch diese Vorgehensweise in der Analyse mit betrachtet worden. Neben dem Winterraps als tragender Blattkultur wurde auf den untersuchten Schlägen als Vor- bzw. Nachkulturen ein breites Spektrum an Fruchtarten, hauptsächlich Winterweizen und Wintergerste, angebaut. Bezogen auf die Nährstoffindikatoren können somit praxisrelevante Ergebnisse gewonnen und die Realität des Anbaus bestmöglich abgebildet werden.

ERGEBNISSE DER HUMUSBILANZIERUNG

Das Ziel der Humusbilanzierung ist es, die bewirtschaftungsbedingt zu erwartenden Veränderungen der Vorräte an organischer Bodensubstanz ackerbaulich genutzter Böden auf Schlag-, Fruchtfolge- oder Betriebsebene abzuschätzen. Eine ausgeglichene Humusbilanz (Humussaldo=±0) lässt die Einstellung standort- und bewirtschaftungsspezifischer Optimalgehalte des Bodens an Humus erwarten. Im Modell REPRO wird eine dynamische Humusbilanz erstellt. Vereinfacht bedeutet dies, dass die Erträge, die Düngung und die bodenklimatischen Gegebenheiten einen Einfluss auf die Bilanzglieder haben. In der Tabelle 1 sind die Mittelwerte der betriebsspezifischen Ergebnisse auf Ebene der Fruchtfolge dargestellt.

Bilanzglieder	2012	2013	2014	Mittelwert
Humusbruttobedarf	-609	-469	-605	-561
Humusmehrleistung	6	0	18	8
Stroh-/Gründüngung	385	481	451	439
Humusnettobedarf	-218	12	-136	-114
Org. Düngung ges.	73	93	70	79
Humusersatzleistung	464	574	539	526
Saldo	-145	105	-66	-35

Tabelle 1: Humusbilanz auf Fruchtfolgeebene in kg C/ha. Im Mittel der drei betrachteten Anbaujahre wurde ein Humussaldo von -35 kg C/ha berechnet. Dieser Wert ist als sehr positiv einzuschätzen.

ERGEBNISSE DER SCHADVERDICHTUNGS-GEFÄHRDUNG

Der Indikator der Bodenschadverdichtung wird im Modell REPRO mittels eines Belastungsindex auf Schlagebene ermittelt und als Verdichtungsrisiko herausgegeben. Die zwei wesentlichen Einflussfaktoren werden im REPRO wie folgt abgebildet:

A) Stabilität des Bodengefüges

Zur Abschätzung der Vorbelastung werden Standardwerte für Trockenrohdichte und Aggregatdichte entsprechend der Hauptbodenart herangezogen und verrechnet. Als Korrekturfaktor zur Vorbelastung wird der aktuelle Bodenwassergehalt zum Zeitpunkt der Befahrung für die Berechnung der Stabilität des Gefüges einbezogen.

B) Berechnung des Bodendruckes

Der Bodendruck wird aus der Radlast und dem Reifeninnendruck in der entsprechenden Tiefe ermittelt. Analog zur Berechnung der Gefügestabilität dient der tatsächliche Bodenwassergehalt zum Zeitpunkt der Befahrung als Korrekturfaktor für die Berechnung des Bodendruckes.

Als Differenz des Bodendruckes und der Gefügestabilität wird ein dimensionsloser Belastungsindex für jede einzelne Befahrung ermittelt, dieser kann Werte ≥ 0 annehmen. Zunehmende Belastungsindizes weisen auf eine steigende Überschreitung der Gefügestabilität hin. In der Tabelle 2 sind die jahresspezifischen Belastungsindizes für den Anbau von Winterraps in den Beispielbetrieben dargestellt. Bis zu einem Indexwert kleiner 0,1 kann man von einer nachhaltigen Verdichtungsgefährdung sprechen.

Bilanzglieder	2012	2013	2014
Bodenbearbeitung	0,02	0,02	0,01
Bestellung	0,00	0,00	0,00
Min. Düngung	0,06	0,08	0,06
Org. Düngung	0,00	0,03	0,01
Pflanzenschutz	0,01	0,01	0,00
Ernte	0,10	0,00	0,11
Gesamt	0,02	0,01	0,02

Tabelle 2: Schadverdichtungsgefährdung beim Anbau von Winterraps. Diese ist in den 3 Betrachtungsjahren als nachhaltig einzuschätzen.

Bodenerosion durch Wind und Wasser

Neben dem Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und Sicherung eines stabilen Bodengefüges zählt die Reduktion des Bodenabtrags durch Wind und Wasser zu den wesentlichsten Aspekten des Bodenschutzes. Aufgrund prognostizierter Veränderungen im Wettergeschehen sowie verringerter Bodenbedeckungsgrade ackerbaulich genutzter Standorte wird bundesweit eine steigende Erosionsgefährdung erwartet. Bodenerosion ist ein natürlicher Prozess, der über verschiedene Faktoren beeinflusst wird. Weitere Faktoren wie Bodenart, Hangneigung und -länge sowie die Windstärke und Niederschlagsmenge können nicht oder nur wenig beeinflusst werden. Jedoch kann der Landwirt über die Bewirtschaftung, die Gestaltung seiner Schläge und die Fruchtartenwahl Einfluss auf die Stärke des Bodenabtrags nehmen. Erosion verursacht Verluste von Oberboden, organischer Substanz und biologischer Aktivität. Dadurch verschlechtern sich die Bedingungen für das Pflanzenwachstum. Wertvolle Pflanzennährstoffe, die durch Bodenerosion verloren gehen, können auch zu einer Nährstoffanreicherung (Eutrophierung) von Gewässern mit schädlichen Folgen für das aquatische Ökosystem führen.

Der Grad der Bodenbedeckung über das ganze Jahr steht in direkter Beziehung zur Menge des Bodenverlustes unter bestimmten Niederschlagsereignissen. Der Bodenbedeckungsindex (die mittlere Bodenbedeckung über die Dauer einer Kultur einschließlich der Brachezeit vor Beginn des Pflanzenwachstums) ist ein hilfreicher Indikator zur Abschätzung des Erosionspotenzials. Der Winterraps ist durch einen hohen Bodenbedeckungsgrad gekennzeichnet, er schützt den Boden ganzjährig vor Austrocknung und Erosion durch extreme Witterungsereignisse (Starkregen, Stürme u. a.).

Was ist gute fachliche Praxis?

In Deutschland gelten im Rahmen von Cross Compliance (CC) weitergehende Verpflichtungen zum Erosionsschutz auf Ackerflächen. Anhand von schlagspezifischen Erosionsgefährdungseinstufungen hat der Landwirt die in Abbildung 2 genannten Verpflichtungen einzuhalten. Für den Winterrapsanbau hat dies nur Auswirkungen, wenn sich die zu bestellenden Schläge in den Gefährdungsklassen „Wasser 2“ und „Wind“ befinden. In diesem Fall muss unmittelbar nach einer Pflug-Bodenbearbeitung die Aussaat erfolgen.



Wassererosion am Hang infolge von fehlendem Pflanzenbestand

Erosionsgefährdungsklasse CC Wasser 1:

- Ackerflächen dürfen vom 1. Dezember bis einschließlich 15. Februar nicht gepflügt werden.
- Das Pflügen nach der Ernte der Vorfrucht ist zudem nur dann zulässig, wenn vor dem 1. Dezember die Aussaat einer Winterkultur oder Zwischenfrucht erfolgt.
- Nach dem 15. Februar bestehen im Frühjahr für die Bestellung der Sommerkulturen keine Beschränkungen beim Pflügen.

Erosionsgefährdungsklasse CC Wasser 2:

- Ackerflächen dürfen ebenfalls vom 1. Dezember bis einschließlich 15. Februar nicht gepflügt werden.
- Darüber hinaus ist aber das Pflügen ab dem 16. Februar bis einschließlich 30. November nur dann erlaubt, wenn unmittelbar nach dem Pflügen eine Aussaat erfolgt.
- Vor der Aussaat von Reihenkulturen mit einem Reihenabstand von 45cm und mehr ist das Pflügen verboten.

Erosionsgefährdungsklasse CC Wind:

- Das Pflügen ist nur bei einer Aussaat vor dem 1. März zulässig.
- Außer bei Reihenkulturen ist das Pflügen ab dem 1. März nur bei einer unmittelbar folgenden Aussaat zulässig.

Vorteile des Rapsanbaus hinsichtlich der Erosionsgefährdung

Die intensive Bodenbedeckung von Winterrapsbeständen schützt den Boden für die längste Zeit des Jahres und hilft so, Bodenerosion zu verhindern.

Im Herbst schützen die Winterrapswurzeln den Boden vor Erosion bei heftigen Regenfällen. Darüber hinaus fördert die Durchwurzelung die Bodenbelüftung und das Wasserinfiltrationsvermögen; auch dies beugt möglichen Erosionsschäden vor. Nach der Ernte verbleibt der größte Teil des Stroh auf der Bodenoberfläche, was wiederum das Risiko von Wind- und Wassererosion einschränkt. Die Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung als minimale Bodenvorbereitung zur Aussaat nachfolgender Kulturen (insbes. Getreide) bedeutet, dass Winterraps über die gesamte Fruchtfolge das Erosionsrisiko verringert.

Was kann noch verbessert werden?

- In Hanglagen sollte eine konventionelle Bodenbearbeitung (Pflugfurche) vermieden und nach Möglichkeit konservierende Bearbeitungstechnik eingesetzt werden.
- Auf weniger stark geneigten Flächen sollte die Bearbeitung quer zum Hang erfolgen.
- Über die Zufuhr von Humus und Kalk kann das Bodengefüge stabilisiert werden, mit positiven Effekten für das Infiltrationsvermögen der Flächen.

Abbildung 2: Cross-Compliance-Bestimmungen zur Minderung der Erosionsgefährdung



Winterraps bedeckt den Boden rund 11 Monate im Jahr und schützt daher vor Erosion.



Nachhaltige Rapsproduktion erfordert den Ersatz der mit dem Erntegut vom Feld abgefahrenen Nährstoffe.

Nährstoffe

Eine Zufuhr von Nährstoffen ist für die meisten Böden in landwirtschaftlichen Systemen unerlässlich. Nachhaltige Bewirtschaftungssysteme sollten die Rückführung von Nährstoffen in den Systemkreislauf optimieren, um den externen Nährstoffinput möglichst gering zu halten. Die über das Ernteprodukt entzogenen Nährstoffe sollten möglichst mit der gesamten Nährstoffzufuhr (einschließlich der Mineralisierung im Boden) weitestgehend übereinstimmen. In der Praxis ist eine Bilanzierung des Nährstoffhaushalts (Nährstoffabfuhr/ Nährstoffzufuhr) regelmäßig durchzuführen. Die Grundnährstoffe Phosphor und Kalium sind für gesunde Pflanzenbestände erforderlich und werden normalerweise als Erhaltungsdüngung gegeben. Diese muss durch Bodenuntersuchungsergebnisse regelmäßig quantifiziert werden. Erhöhte Einträge können zur Eutrophierung von Binnen- und Küstengewässern führen und damit aquatische Ökosysteme schädigen. Der Stickstoff wird im Kapitel „Schutzgut Wasser“ intensiver behandelt.



Bodenuntersuchung zur Feststellung des Nährstoffgehalts



Moderne Schleuderstreuer sind in der Lage, gekörnte Stickstoffdünger präzise auszubringen.

Was ist gute fachliche Praxis?

Die Untersuchung des Bodens auf die Nährstoffe Phosphat, Kali und Magnesium sowie die Bestimmung des pH-Wertes bilden die Grundlage für eine gezielte Grunddüngung. Die Bodenuntersuchung sollte im Rahmen der Fruchtfolge regelmäßig wiederholt werden, nach Düngeverordnung alle sechs Jahre schlagspezifisch. Die Ergebnisse der Untersuchungen unterstützen den Landwirt bei der Etablierung und Einhaltung eines ausgeglichenen Nährstoffniveaus. Eine Düngung nach guter fachlicher Praxis versorgt Pflanzen mit notwendigen Pflanzennährstoffen, erhält und fördert die Bodenfruchtbarkeit.

Düngereinsatz und Zeitpunkt

Mit Hilfe seines Pfahlwurzelsystems nimmt Winterraps Nährstoffe aus dem Unterboden auf. Hohe Winter-raps-erträge sind nur möglich, wenn der pH-Wert des Bodens und die Gehalte an Magnesium, Phosphor und

Kalium auf einem optimalen Niveau liegen. Winterraps reagiert gut auf organische Düngung, besonders im Frühjahr, da die Aufnahme durch den wachsenden Bestand zu diesem Zeitpunkt größer ist als im Herbst. Nach der Ernte verbleibt das Winterrapsstroh in der Regel auf dem Feld und versorgt die Folgekultur mit Nährstoffen.

Ein Mangel an Schwefel kann problematisch werden, was sich durch eine Vergilbung zwischen den Venen der mittleren und oberen Blätter oder durch blassgelbe Blüten äußert. Wenn diese Symptome im Bestand auftreten, kann es für eine Behandlung schon zu spät sein, aber sie geben zu erkennen, dass im Fruchtfolgesystem mehr Schwefel zugeführt werden muss. Bodenprobenahmen sind regelmäßig durchzuführen. Auch die Maschinen zur Düngerausbringung sind regelmäßig neu zu justieren.

Was kann noch verbessert werden?

- Gewährleistung idealer Wachstumsbedingungen zur Optimierung der Nährstoffeffizienz durch optimale Saatbettvorbereitung und Aussaat, routinemäßige Feldinspektionen und Unkrautbekämpfung.
- Die Vermeidung von Nitrat- und Phosphatauswaschung vor allem in Trinkwassereinzugsgebieten (siehe auch Kapitel „Schutzgut Wasser“).
- Eine Dokumentation aller Boden- und Blattdüngungen sowie Einsatz der besten Technologie zur Düngerausbringung.
- Nutzung dynamischer Wachstumsmodelle für eine bessere Ertragsvorhersage als Basis für Empfehlungen zur Stickstoffdüngung.
- Niemals Dünger bei Frost oder Gefahr von Austrag mit abfließendem Wasser ausbringen.

ERGEBNISSE DER PHOSPHORBILANZIERUNG

In die Berechnung des P-Saldos fließen die schlagspezifischen Bewirtschaftungsdaten dreier landwirtschaftlicher Betriebe ein. Die Phosphorentzüge werden durch die angebauten Fruchtarten sowie die Erträge an Haupt- und Nebenprodukten beeinflusst. Dem gegenüber stellt die Applikation von mineralischen und organischen Düngern (differenziert nach Düngerart und Qualitätsparametern) und somit die Zufuhr an Phosphor dar. Der Saldo in Tabelle 3 wird als Mittelwert der Betriebe, resultierend aus den betrachteten Teilschlägen, angegeben.

Bilanzglieder	2012	2013	2014	Mittelwert
Nährstoffentzug	38,5	40,5	43,3	40,8
Org. Düngung ges.	16,4	13,3	18,0	15,9
Stroh-/Gründüngung	10,7	8,8	10,8	10,1
Stalldung/Gülle	3,8	3,9	5,0	4,2
Sonstige org. Dünger	1,9	0,6	2,2	1,5
Mineraldünger	12,3	12,3	8,6	11,1
Nährstoffzufuhr ges.	28,7	25,6	26,6	27,0
Nährstoffsaldo	-9,8	-14,9	-16,7	-13,8

Tabelle 3: Phosphorbilanz auf Fruchtfolgeebene in kg P/ha. Die Phosphorbilanz der hier betrachteten Fruchtfolgen ist leicht negativ, ein Ausgleich sollte angestrebt werden.



N-Sensoren können einen wichtigen Beitrag zur Präzisierung der Stickstoffdüngung im Raps leisten.



Schutzgut Wasser

Die Verfügbarkeit von sauberem, frischem Trinkwasser ist lebenswichtig für das Wohl einer Gesellschaft und deshalb ein sehr schützenswertes Gut. Einträge von Stickstoff können zu Belastungen des Grundwassers führen, auch besteht die Gefahr von Verunreinigungen durch Pflanzenschutzmittel.

Stickstoff

Strenge europäische und nationale Vorschriften regeln die Menge von Düngergaben und ihren Ausbringungszeitpunkt. Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der EU bezweckt eine stärkere Ausrichtung auf eine nachhaltige Wassernutzung. Als ein Hauptziel steht die Erreichung eines guten chemischen und ökologischen Zustandes der Gewässer im Fokus. Die landwirtschaftliche Produktion muss ihren Beitrag für die Zielerreichung leisten. Dabei sind diffuse Stoffeinträge durch den Einsatz mineralischer und organischer Stickstoffdünger relevant. Diese spiegeln sich in der Nitratkonzentration im Grundwasser wider. Die Qualitätsnorm für das Grundwasser beträgt nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie für Nitrat 50 Milligramm pro Liter. Aus landwirtschaftlicher Sicht ist ein wesentliches Ziel der Stickstoffausbringung, die Ernährung der Pflanzen über eine standortangepasste und bedarfsgerechte Düngung sicherzustellen.

Was ist gute fachliche Praxis?

Die Menge an leicht mineralisierbaren Pflanzenrückständen ebenso wie das ausgedehnte Wurzelsystem des Winterrapss haben Auswirkungen auf den Stickstoffumsatz im Boden. Im Herbst hat Winteraps, verglichen mit anderen Kulturen, das höchste Stickstoffaufnahmevermögen. Dadurch verringert sich die Gefahr der

Stickstoffauswaschung in das Grundwasser während der Wintermonate. Die Stickstoffmineralisierung sollte im Frühjahr gemessen werden, um den Düngerbedarf zu bestimmen. Ziel ist es, die Pflanzen bestmöglich mit Stickstoff zu versorgen und so wenig wie möglich Rest-N_{min} nach der Ernte zurückzulassen. Damit lassen sich nicht nur die Effizienz der Düngung erhöhen, sondern auch die Auswaschungsverluste minimieren.

Beim Winterraps ist die Stickstoffkonzentration im Aufwuchs relativ konstant. Um die tatsächliche N-Aufnahme durch die Pflanzen zu ermitteln, kann die Biomassemethode herangezogen werden. Bei dieser Methode wird zu Vegetationsende im Herbst an repräsentativen Stellen im Rapschlag jeweils ein Quadratmeter der oberirdischen Biomasse geerntet und gewogen. Aus den ermittelten Frischmassen kann über Tabellenwerte auf die bisher aufgenommene N-Menge geschlossen werden. Diese Menge an Stickstoff wird bei der N-Düngung im Frühjahr anteilig angerechnet. Verschiedene Hersteller bieten hierfür auch sensorgestützte Verfahren an.

Was kann noch verbessert werden?

- Bodenbearbeitungsmaßnahmen nach der Ernte sollten minimiert werden, um die Gefahr von Mineralisierungen und Auswaschungen zu verringern.
- Der Einsatz von N-Sensoren und/oder eine teilflächenspezifische Düngung der Rapsbestände sollten geprüft und ggf. eingesetzt werden.
- Optimierung der organischen Düngung bezüglich des Ausbringungszeitpunktes und der -technik sowie Erfassung der Nährstoffgehalte.
- Standort- und bedarfsgerechte Düngebedarfsermittlung auf Basis realistischer Ertragspotenziale mit tatsächlichen N_{min}-Gehalten im Betrieb.
- Berücksichtigung der bereits im Herbst aufgenommenen N-Mengen bei der Düngung.
- Teilflächenspezifische Düngung mit den Zielen der Steigerung der N-Ausnutzung bzw. N-Effizienz und stabil hoher Erträge.

ERGEBNISSE DER STICKSTOFFBILANZIERUNG

Der flächenbezogene N-Saldo beschreibt das Gesamtverlustpotenzial an reaktiven N-Verbindungen (NO_3 , NH_4 , N_2O , NH_3) aus dem Boden. Je höher der N-Saldo, umso größer ist die Gefahr umweltrelevanter N-Emissionen in verschiedene Umweltbereiche (Gewässer, Atmosphäre, naturnahe Biotope). Im Modell REPRO wird eine teilschlagbezogene N-Bilanz berechnet. Abweichend von vereinfachten N-Bilanzen, wie z.B. in der Düngeverordnung, werden die N-Immissionen sowie die Änderung des organisch gebundenen Stickstoffs berücksichtigt, da es sich um ertragswirksame N-Zufuhren handelt. Der Saldo wird anschließend als gewichtetes arithmetisches Mittel der Teilschläge auf der Ebene der Fruchtfolge aggregiert. In der Tabelle 4 sind die Mittelwerte der drei Beispielbetriebe angegeben.

Bilanzglieder	2012	2013	2014	Mittelwert
Nährstoffentzug ges.	186,8	189,5	208,5	194,9
N-Immission.	20,0	20,0	20,0	20,0
Org. Düngung ges.	78,1	55,6	80,6	71,4
Stroh-/Gründüngung	57,6	39,4	55,7	50,9
Stalldung/Gülle	13,9	12,3	15,6	13,9
Sonstige org. Dünger	6,6	3,9	9,3	6,6
Mineraldünger	142,0	167,7	154,7	154,8
Nährstoffzufuhr ges.	240,1	243,3	255,3	246,2
Änderung Boden-N-Vorrat	-13,7	10,0	-6,2	-3,3
Nährstoffsaldo	67,0	43,8	53,1	54,6

Tabelle 4: Stickstoffbilanz auf Fruchtfolgeebene in kg N/ha. Im Mittel der drei Jahre beträgt das Stickstoffverlustpotenzial nach der verwendeten Methode 54,6 kg/ha (Methodik von der Düngeverordnung abweichend). Dieser Wert ist im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung als positiv einzuschätzen.

Pflanzenschutz

Der Pflanzenschutz ist eine der wichtigsten Maßnahmen zur Ausschöpfung und Sicherung des Ertragspotenzials der Kulturpflanzen. Durch die Optimierung der Wachstumsbedingungen für die Kulturpflanze und die Ausschöpfung des genetischen Ertragspotenzials wirken Pflanzenschutzmaßnahmen auch auf den Nährstoffhaushalt und tragen zur effizienten Nutzung der Pflanzennährstoffe bei. Die genannten positiven Effekte des Pflanzenschutzes können jedoch durch eher negative Auswirkungen überlagert werden, wenn die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln unsachgemäß ist oder diese nicht den Ertragserwartungen angemessen sind. Letzteres indiziert, dass sowohl ein zu geringer als auch ein zu hoher Einsatz von Pflanzenschutzmitteln negativ zu sehen sind. Somit ist die Optimierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes und damit die Vermeidung negativer Auswirkungen auf Umweltschutzgüter eine wichtige Zielsetzung im Rahmen einer nachhaltigen landwirtschaftlichen Produktion.

Mittlerweile ist der integrierte Pflanzenschutz gesetzlich verankert (§ 3 Abs. 1 des PflSchG). Integrierter Pflanzenschutz bedeutet sorgfältige Abwägung aller verfügbaren Pflanzenschutzverfahren und ihren folgerichtigen integrierten Einsatz zwecks Minimierung der Auswirkungen auf das biologische Gleichgewicht.

Die Bundesregierung bestimmt im Folgeparagraph 4 des Pflanzenschutzgesetzes, dass ein nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln erstellt wird. Dieser soll „quantitative Vorgaben, Ziele, Maßnahmen und Zeitpläne zur Verringerung der Risiken und Auswirkungen der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf die Gesundheit von Mensch und Tier sowie auf den Naturhaushalt“ umfassen.

Was ist gute fachliche Praxis?

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist durch den Gesetzgeber streng geregelt und bindend für die Landwirtschaft. Die Mittel müssen in Deutschland beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit zugelassen sein. Pflanzenschutzgeräte müssen den jeweiligen technischen Standards und Vorschriften genügen. Jede Person, die Umgang mit Pflanzenschutzmitteln hat, muss einen entsprechenden Sachkundenachweis vorweisen können. „Zur guten fachlichen Praxis gehört, dass die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes und der Schutz des Grundwassers berücksichtigt werden.“ (§ 2a Abs. 1 des PflSchG)

Schädlinge, Krankheiten und Unkrautbekämpfung

Eine wichtige Voraussetzung bei allen Pflanzenschutzanwendungen ist die gründliche Analyse des Befalls und der wirtschaftlichen Auswirkungen bei Unkräutern, Schädlingen und Krankheiten, ihrer Lebenszyklen und der natürlichen Regulationsmechanismen. Aufgrund seiner schnellen Blattentwicklung konkurriert Winterraps sehr gut mit Unkräutern. Auch zur Unterdrückung von Gräsern in engen Getreidefruchtfolgen eignet er sich hervorragend. Winterraps ist jedoch anfällig gegenüber einer Reihe ernstzunehmender Pilzkrankheiten, wodurch Ertrag und Qualität beeinträchtigt werden können. Eine mehrjährige Anbaupause zwischen den Winterrapskulturen trägt zur Vermeidung dieser Risiken bei.

Im Herbst kann der Winterraps auch von Schnecken und Mäusen befallen werden. Durch eine intensive, flache und häufige Bodenbearbeitung mit ausreichender Rückverfestigung können die Lebensbedingungen für beide Schädlinge eingeschränkt werden.

Bienenschutz

Winterraps ist sehr wichtig für die Honigerzeugung, da er die wichtigste Trachtpflanze für Nektar und Pollen in Deutschland darstellt. Die Bienen erfüllen im Umkehrschluss eine wichtige Aufgabe in der Landwirtschaft. Für die Erzeugung von Hybridrapssaatgut werden beispielsweise gezielt Bienenvölker eingesetzt, um die Bestäubung der Blüten zu verbessern.

Aus diesem Grund ist die breitflächige Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf spezielle Mittel und Zeitfenster streng limitiert. In blühenden Beständen ist in Zeiten des täglichen Bienenfluges nur die Anwendung bienenfreundlicher Mittel (B4-Mittel: nicht bienengefährlich) zugelassen. Bei Tankmischungen aus bienenungefährlichen B4-Pyrethroiden mit bestimmten Fungiziden ist die eventuelle Neueinstufung der B-Auflage zu beachten. Im Sinne einer guten Zusammenarbeit zwischen Landwirt und Imker sind diese rechtzeitig über vorgesehene Pflanzenschutzmaßnahmen zu informieren.



Raps als wichtige Bienen-tracht

Was kann noch verbessert werden?

- Optimierung von Bodenbearbeitungsverfahren (u. a. Rückverfestigung) hinsichtlich Vorbeugung und Vermeidung von Schnecken- und Mäusebefall.
- Verwendung von epidemiologischen Vorhersagemodellen für die wichtigsten Schädlinge und Krankheiten.
- Um Resistenzen gegen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe vorzubeugen, sollten in der gesamten Fruchtfolge Mittel aus verschiedenen Resistenzgruppen zum Einsatz kommen.
- In Zeiten des Bienenfluges sind Spritzungen auf Zeiten nach dem täglichen Bienenflug bis 23 Uhr zu beschränken (gilt für B2: Mittel ist bienengefährlich und darf nur nach Ende des täglichen Bienenflugs auf blühende Pflanzen ausgebracht werden).
- Wenn entsprechende Produkte verfügbar sind, sollte der Einsatz von biologischen Pflanzenschutzmitteln angestrebt werden. Aktuell steht z. B. das Biofungizid Contans WG gegen die Weißstängeligkeit zur Verfügung.

BERECHNUNG DER PFLANZENSCHUTZ-INTENSITÄT (BEHANDLUNGSINDEX)

Eine geeignete Größe für die Intensität im Pflanzenschutz ist der Behandlungsindex. Der Indikator aggregiert verschiedene Kennzahlen zum Pflanzenschutzmitteleinsatz, so die Anzahl der Applikationen (Überfahrten), Teilflächenapplikationen sowie die Anwendungskonzentration (Differenz zur zugelassenen Anwendungskonzentration/Standardaufwandmenge). Diese Kennzahlen sind durch den Landwirt steuerbar.

Der Behandlungsindex (BI) wird für jede einzelne Applikation nach folgender Formel berechnet:

$$BI = \sum_1^n \frac{\text{Aufwandmenge} * \text{behandelte Fläche}}{\text{zugelassene Menge PSM} * \text{Gesamtfläche}}$$

In der Tabelle 5 ist der jahresspezifische Mittelwert aller Applikationen von Pflanzenschutzmitteln in der Produktion von Winterraps über die drei landwirtschaftlichen Betriebe dargestellt.

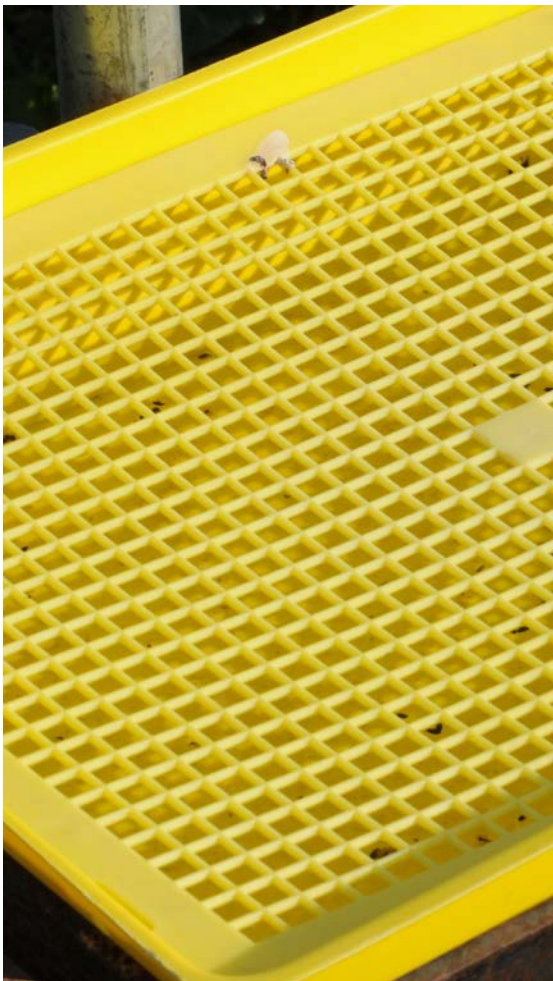
Behandlungsindex	2012	2013	2014	Mittelwert
Gesamt	5,3	6,6	6,5	6,1
Fungizide	1,4	2,0	1,8	1,7
Herbizide	1,8	2,0	1,8	1,9
Insektizide	2,1	2,6	2,9	2,5

Tabelle 5: Behandlungsindex zu Winterraps.

Zur Einordnung dieser Werte können sie in Bezug zur jährlich wiederkehrenden Datenerhebung (PAPA) durch das Julius Kühn-Institut (JKI) gesetzt werden. Im Mittel dieser Datenerhebung wurden für die betrachteten Jahre Behandlungsindizes zwischen 6,5 und 6,7 berechnet.



Nachhaltiger Rapsanbau nutzt modernste Technik, um Pflanzenschutzmittel gezielt und umweltfreundlich auszubringen.



Durch das Aufstellen von „mitwachsenden“ Gelbschalen kann der Schädlingszuflug überwacht werden. Spezielle Gitter in den Schalen verhindern, dass blütenbestäubende Insekten wie Bienen oder Hummeln gefangen werden.



Schutzgut Klima und Luft

Klimasimulationen zeigen, dass sich die globale Mitteltemperatur bis Ende des 21. Jahrhunderts um weitere 1,0 bis 6,3 °C erhöhen wird, wenn die Emissionen von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen unvermindert ansteigen. Vor diesem Hintergrund muss auch in der Produktion von Winterraps nach Wegen gesucht werden, die Emissionen im Anbau zu reduzieren.

Energie

Die Energiebilanz landwirtschaftlicher Systeme ist abhängig von zusätzlichem Energieeinsatz. Alle landwirtschaftlichen Aktivitäten sind mit dem Einsatz fossiler Energie verbunden. Deren effiziente Nutzung nimmt unter dem Aspekt des Klimaschutzes durch Schonung der natürlichen Ressourcen und Minderung der Treibhausgasemissionen eine Schlüsselrolle ein. Ein Maß für den Ressourcenverbrauch stellt der direkte und indirekte (Herstellung von Vorleistungsgütern) Energie-Input dar. Demgegenüber wird der Energie-Output über den Mengenertrag dargestellt. Obwohl die Erntemenge bei Winterraps nur halb so groß ist wie

die von Getreide, ist der Energie-Output aufgrund des hohen Ölgehaltes von Winterraps annähernd gleich hoch.

Was ist gute fachliche Praxis?

Den größten Anteil am Aufwand indirekter Energie im Winterrapsanbau hat der Mineraldüngereinsatz, während die Bestandspflege und Ernte den größten Teil des direkten Energieverbrauchs ausmachen. Diese Arbeitsgänge wurden in der Vergangenheit und werden in der Zukunft durch die Produzenten weiter optimiert werden.

Was kann noch verbessert werden?

- Für einen effizienten Energieeinsatz ist es wichtig die Erträge bei gleichbleibenden Inputs zu steigern.
- Der Mineraldüngereinsatz ist zu optimieren und ggf. zu reduzieren.

ERGEBNISSE DER ENERGIEBILANZIERUNG

Mit Hilfe der Energiebilanzierung lässt sich u.a. der Verbrauch fossiler Brennstoffe in einem Anbausystem berechnen. Diese Informationen bilden die Grundlage für eine energetische Optimierung in landwirtschaftlichen Betrieben. In REPRO werden zur Berechnung der Energie-In- und -Outputs die Bewirtschaftungsdaten mit umfangreichen Stammdaten verknüpft. In der Tabelle 6 wird die jahresspezifische Energiebilanz der drei Betriebe beim Anbau von Winterraps verglichen. Neben dem Energiegewinn werden die Energieintensität und das Output-/Input-Verhältnis dargestellt. Die Schwankungen in den einzelnen Jahren sind hauptsächlich bedingt durch Ertragsunterschiede, aus diesem Grund ist auch in dieser Tabelle der Mittelwert über die drei Erntejahre angegeben.

Bilanzglieder	2012	2013	2014	Mittelwert
Mineraldünger ges.	6,2	7,1	7,4	6,9
Mineraldünger-N	5,8	6,3	6,8	6,3
Mineraldünger-P	0,4	0,7	0,5	0,5
Mineraldünger-K	0,0	0,1	0,1	0,1
Org. Dünger ges.	0,9	1,3	1,2	1,1
Pflanzenschutzmittel ges.	1,5	1,7	1,4	1,5
Dieselmotorkraftstoff ges.	2,5	2,9	2,7	2,7
Maschinen und Geräte ges.	0,7	0,8	0,8	0,8
Input fossiler Energie	11,8	13,8	13,5	13,0
Energie-Output	107,5	116,6	125,3	116,5
Energie-Gewinn	95,7	102,8	111,8	103,5
Output-Input-Verhältnis	9,1	8,4	9,3	9,0

Tabelle 6: Energiebilanzierung des Winterrapsanbaus in GJ/ha. Im Ergebnis kann festgestellt werden, dass durch den Anbau von Winterraps annähernd die neunfache Energiemenge im Ernteprodukt gebunden ist, als für die Produktion der Rapsamen insgesamt benötigt wird.

Treibhausgase

Bedingt durch den Klimawandel werden Witterungsextreme, inkl. der Niederschlagsmenge und -intensität, und die damit verbundene Hochwassergefahr höchstwahrscheinlich zunehmen. Ebenso wird die Dauer von Trocken-, Hitze- und Kälteperioden ansteigen. Wege, die Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft zu verringern, bestehen einerseits in der Reduzierung der energetischen Aufwendungen für die Herstellung von Vorleistungsgütern (indirekt) und andererseits in der Absenkung des direkten Energieverbrauchs in der Produktion. Darüber hinaus haben die Lachgasemissionen der Böden einen hohen Anteil an den Gesamtemissionen. Diese resultieren, vereinfacht dargestellt, aus der eingesetzten Stickstoffmenge. Nach IPCC (2006) werden 1 % der Gesamtstickstoffzufuhr als relevante Lachgasemissionen betrachtet. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist auch die Kohlenstoffsequestrierung aufgrund

eines möglichen Humusauf- bzw. -abbaus berücksichtigt worden.

Nachhaltige Biokraftstoffe stellen eine Möglichkeit für die Minderung von Treibhausgasen (THG) im Verkehrsbereich dar. Die 2015 angepasste Erneuerbare-Energien-Richtlinie enthält steigende Anforderungen an die Minderung von Treibhausgasemissionen. Aktuell liegt der Wert bei 35 % und steigt ab 2018 auf mindestens 50 % gegenüber dem Vergleichswert des fossilen Kraftstoffs. Für Neuanlagen gilt seit Oktober 2015 ein Wert von mindestens 60 % Treibhausgasreduktion.

Deutschland hat zum 1. Januar 2015 als erstes EU-Land die Treibhausgasreduktionspflicht eingeführt, beginnend mit 3,5 % bis 2016, 4 % ab 2017 bis 2019 und 6 % ab 2020.

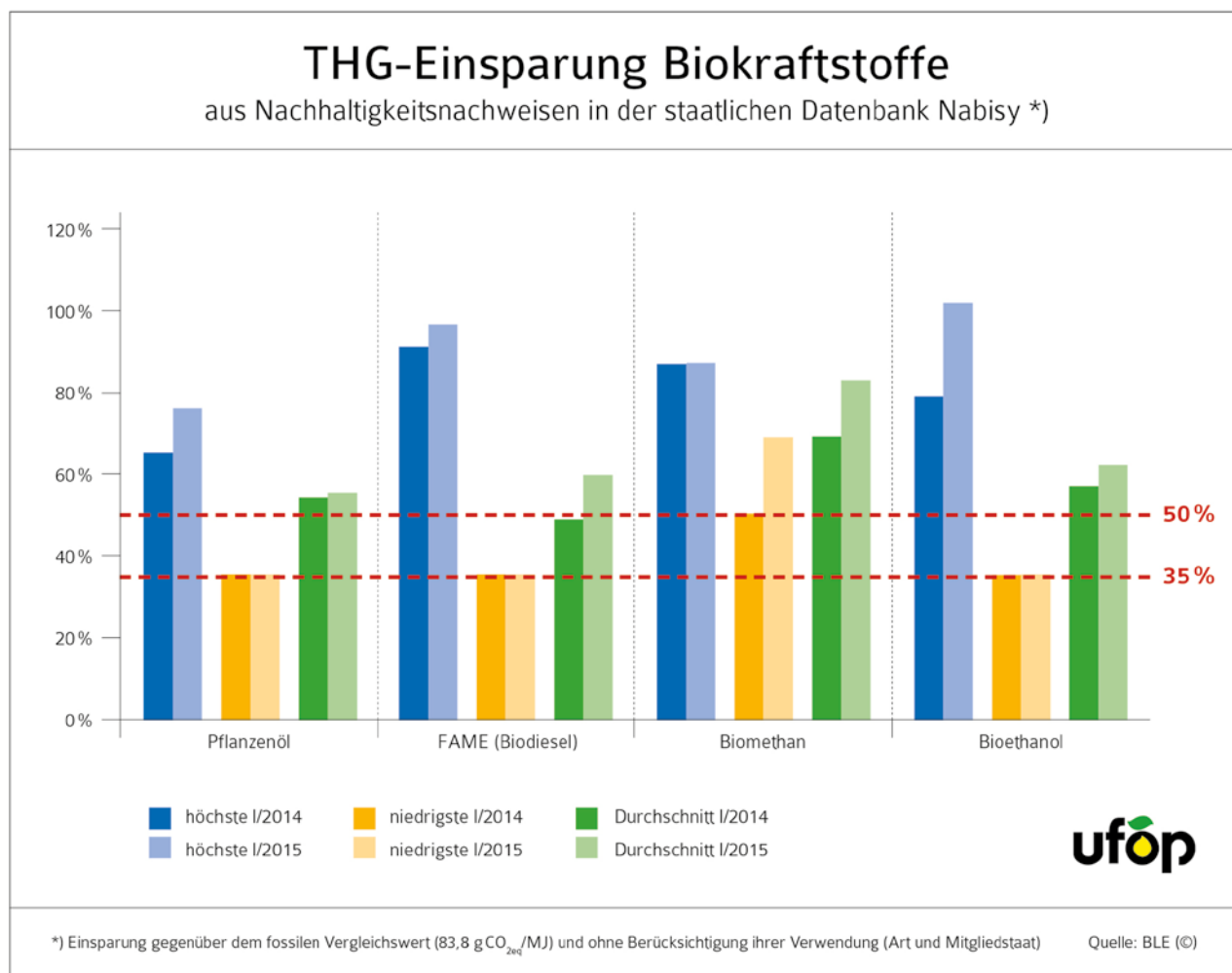


Abbildung 3: Treibhausgasreduktion verschiedener Biokraftstoffe in Deutschland im Vergleich 2014 und 2015 (1. Quartal)
Aus heimisch angebautem Raps hergestellter Biodiesel erreicht laut aktuellen Berechnungen 60 bis 70 % Treibhausgaseinsparung.

Was ist gute fachliche Praxis?

Durch den Anbau von Winterraps wird CO₂ der Atmosphäre temporär entzogen. Im Rahmen des heimischen Anbaus von Winterraps werden keine Primärwälder oder Grasland, und damit wichtige CO₂-Senken, zerstört, um den nachwachsenden Rohstoff zu produzieren. Über die Optimierung der Düngung in den letzten Jahren leistet die Landwirtschaft einen signifikanten Beitrag zu geringeren CO₂-Emissionen. Auch künftig sollten organischen Dünger weiter sinnvoll eingesetzt werden.

Was kann noch verbessert werden?

- Der direkte wie auch der indirekte Energie-Input sollte optimiert werden. Der Einsatz von Stickstoffdüngern hat dabei eine große Bedeutung.
- Die Zertifizierung von Stickstoffdüngern hinsichtlich ihrer produktionsbedingten THG-Emissionen sollte vorangetrieben werden.
- Die Berechnung der THG-Emissionen muss weiter entwickelt werden, um die gesamte Fruchtfolge, auch hinsichtlich des Raps-Vorfruchtwertes, abbilden zu können.
- Neueste Versuchsergebnisse sollten im Sinne eines nachhaltigen Anbaus von Winterraps berücksichtigt werden.
- Es sind ausgeglichene Humusbilanzen in der Fruchtfolge anzustreben

ERGEBNISSE DER TREIBHAUSGASBILANZIERUNG

Im Modell REPRO werden u.a. für den Pflanzenbau alle Emissionen klimarelevanter Gase (CO₂ und N₂O) innerhalb eines Betriebssystems bilanziert, sodass alle relevanten Stickstoff-, Kohlenstoff- und Energieflüsse in Abhängigkeit von Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen einbezogen werden. Als wesentliche Einflussfaktoren der Bewirtschaftung werden die Betriebsstruktur (Fruchtfolge), die Bewirtschaftungsintensität (Stoff- und Energie-Inputs) sowie die Arbeitsverfahren (z. B. Bodenbearbeitung) berücksichtigt. Zur Quantifizierung der CO₂-Emissionen im Pflanzenbau kommen folgende Ansätze zur Anwendung:

- Die CO₂- und Energiebilanz sind miteinander gekoppelt; berücksichtigt werden der direkte (z. B. Kraftstoff) und indirekte (z. B. Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Investitionsgüter) Einsatz fossiler Energie und die damit verbundenen CO₂-Emissionen.
- Die C-Speicherung bzw. -Freisetzung im Humus wird mit der Humusbilanz (dynamischer Ansatz) ermittelt.
- Die Berechnung der N₂O-Emissionen erfolgt unter Verwendung des IPCC-Ansatzes (IPCC 2006). Stark vereinfachend wird unterstellt, dass 1 % des den Böden durch organische und mineralische Düngung und Pflanzenreststoffe zugeführten Stickstoffs als N₂O-N emittiert wird.

Die CO₂- und N₂O-Emissionen werden in CO₂-Äquivalente (CO_{2aq}) gemäß ihrem spezifischen Global-Warming-Potenzial (GWP) umgerechnet. In der Tabelle 7 sind im Ergebnis die Gesamtemissionen je Hektar sowie die CO₂-Emissionen je produziertem GJ dargestellt.

Bilanzglieder	2012	2013	2014	Mittelwert
Ertrag (dt/ha)	41,8	45,3	48,7	45,3
Energiebindung (GJ/ha)	107,5	116,6	125,3	116,5
CO _{2aq} Sequestration Humuspool (kg/ha)	530	-389	242	128
CO _{2aq} Verbrauch Anbau (kg/ha)	893	1.028	1.010	977
CO _{2aq} N ₂ O-Emission (kg/ha)	1.143	1.284	1.323	1.250
Summe in kg CO_{2aq} je ha	2.566	1.924	2.575	2.355
CO₂-Verbrauch in kg CO_{2aq} je GJ	23,9	16,5	20,5	20,3

Tabelle 7: Treibhausgasbilanzierung beim Anbau von Winterraps (Fruchtfolgeebene) in kg CO₂-Äquivalente.



Schutzgut biologische Vielfalt

Die Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Multifunktionalität von Ökosystemen hat in den letzten Jahren einen hohen Stellenwert eingenommen. Besonders für die Landwirtschaft stellt ein gesundes Ökosystem eine gute Produktionsgrundlage dar. Aufgrund dessen ist es notwendig, zu wissen, inwieweit sich landwirtschaftliche Aktivitäten auf die Qualität eines Ökosystems auswirken. Andererseits kann die Landwirtschaft einen wesentlichen Beitrag zum Erhalt sowie zur Steigerung der biologischen Vielfalt beitragen.



Hecken bieten Lebensräume

Zu den naturnahen Bereichen im landwirtschaftlich genutzten Raum gehören Randstreifen, unbebaute Flächen, Hecken und Gewässer. Diese Lebensräume bieten eine vielfältige und stabile Umgebung für eine Reihe von nützlichen, aber auch unerwünschten Arten. Die lange Wachstumsperiode und die hohen Bildungsraten von Biomasse des Winterrapses bieten Lebensraum und Nahrung für eine große Vielfalt von Organismen, sowohl ober- als auch unterirdisch. Aufgrund der beachtlichen Anzahl zugelassener Sorten kann der Rapsanbau zeitlich und räumlich differenziert neue Lebensräume und Nischen schaffen sowie zur Stärkung der biologischen Vielfalt beitragen.

Was ist gute fachliche Praxis?

Die biologische Vielfalt wird beeinflusst von Feldrändern, Hecken und Dämmen zwischen den Schlägen, aber auch von einer vielfältigen Fruchtfolgegestaltung. Hecken oder Knicks bieten zahlreichen Säugetieren, Vögeln und Insekten Lebensraum. Sie erhöhen nicht nur die Artenvielfalt, sondern helfen auch, Wind-Erosion zu verhindern, und stellen nützliche Wildkorridore dar, die andere wichtige Flächen in der Landschaft miteinander verbinden.

Für die Erweiterung der Biodiversität in getreidedominierten Anbausystemen ist Winterraps aufgrund seiner positiven Wirkung auf Honigbienen und andere Insekten eine wichtige Kultur. Für bodensiedelnde Insekten, Tiere und Larven bietet das dichte Blätterdach von Winterraps einen guten Schutz, auch Spinnen und Käfer treten in großer Abundanz auf. Wegen der hohen Biomassebildung stehen dem Bodenleben Ernte- und Wurzelrückstände als Nahrung zur Verfügung.

Was kann noch verbessert werden?

- Einrichtung von Uferstreifen zur Erhöhung der Biodiversität entlang von Gewässern.
- Das Einhalten von Anbaupausen zur Minimierung von Schaderregern.
- Steigerung des Bewusstseins der Landwirte für den Erhaltungswert von Habitaten und den sich für sie ergebenden Nutzen aus ihrer Verbesserung, z.B. durch die Bestäubung und die biologische Schädlingsbekämpfung.
- Verbesserung von Methoden zur möglichst einfachen Bewertung der Artenvielfalt innerhalb eines Betriebes.



Soziale und ökonomische Nachhaltigkeit

Der Anbau von Winterraps hat selbstverständlich auch Einfluss auf die ökonomische und soziale Säule der Nachhaltigkeit. Er stellt einen Teil der betrieblichen Einnahmen dar und lässt im Betrieb eine Risikostreuung hinsichtlich der landwirtschaftlichen Marktprodukte zu. An dieser Stelle werden exemplarisch die Mitarbeiter, die Gesellschaft und die lokale Wirtschaft betrachtet.



MITARBEITER UND GESELLSCHAFT

Eine gute Qualifikation und regelmäßige Weiterbildungen der Mitarbeiter sowie gute Beziehungen zu lokalen Gruppierungen, Lieferanten, Kunden sowie den Verwaltungen und Behörden entscheiden langfristig über die Nachhaltigkeit eines jeden Unternehmens. Diese Beziehungen sind Ausdruck für das zwischen Personen und innerhalb gesellschaftlicher Gruppen herrschende Vertrauen und werden oft als Sozialkapital bezeichnet. Die Landwirtschaft im Ganzen und der Anbau von Winterraps im Speziellen ermöglichen es dem Landwirt und seinen Mitarbeitern, ihren Lebensunterhalt zu verdienen (einschließlich Gesundheit, Ernährung und Ausbildung). Gut ausgebildete, sachkundige und verantwortungsbewusste Landwirte stellen heute und in Zukunft den wichtigsten Wirtschaftsfaktor für den Produktbereich Winterraps dar, sie bilden auch die Grundlage für weitere Innovationen.

Im weltweiten Kontext wurden im Rahmen der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO) Sozialstandards für Mitarbeiter definiert. In Deutschland werden zahlreiche Kriterien der ILO allein durch die Gesetzeslage erfüllt. Einige relevante Kriterien werden unter anderem von REDcert² und der SAI aufgegriffen und im Hinblick auf die soziale Säule als Indikatoren einer nachhaltigen Landwirtschaft festgesetzt. Neben der Selbsterklärung

über die Erfüllung der Anforderungen der Richtlinie 2009/28/EG (Nachhaltigkeitsverordnung) werden seit 2015 im System REDcert² auch diese sozialen Komponenten in die Zertifizierung aufgenommen und entsprechend abgefragt.

LOKALE WIRTSCHAFT

Für den ländlichen Raum ist eine nachhaltige regionale Landwirtschaft von großer Bedeutung. Nachhaltige Produktionsverfahren können die Entwicklung ländlicher Gebiete unterstützen, indem sie die Lebens- und Arbeitsbedingungen verbessern und in den Gemeinden Arbeitsplätze schaffen. Winterraps ist eine wirtschaftlich wichtige Kultur, deren Anbau das Einkommen von Landwirtschaftsbetrieben stabilisieren oder erhöhen kann.

Landwirtschaftliche und andere Betriebe können durch Einkauf und Beschaffung vor Ort zur Stärkung des ländlichen Raumes beitragen. Die Produktion von Winterraps eröffnet eine weitere Einkommensquelle für Landwirte und damit auch Gemeinden. Dies spiegelt sich wider in den Ausgaben für die Beschaffung von Gütern (einschließlich Rohware) und Leistungen.

Nachhaltiger Winterrapsanbau kann die Grundlage für eine solide Imkerei mit der Produktion von Honig schaffen. Die gelb leuchtende und attraktive Winterrapsblüte bietet darüber hinaus einen Anreiz, die Region zu besuchen. In Deutschland hat sich in den letzten Jahren der Besucherstrom in Gegenden mit viel Winterrapsanbau während der Blütezeit beachtlich erhöht. In einigen Gebieten Deutschlands wird die Winterrapsblüte alljährlich als großes kulturelles und touristisches Ereignis mit der Wahl von Rapsblütenköniginnen gefeiert.



Katharina Schuch, Rapsblütenkönigin in Hessen



Bildnachweise:

Titel, S. 6, 9, 23, 26, 32 UFOP | S. 4 Johannes Haas | S. 7, 33 Forum
Moderne Landwirtschaft | S. 2 Mitte, S. 10 Dania Bornhöft NPZ | S. 12,
13, 15, 18, 30 Agrarpress | S. 16, 17, 19, 25, 31 Landpixel | S. 20 Fotolia
©alisseja | S. 33 Tina Jung



UNION ZUR FÖRDERUNG VON
OEL- UND PROTEINPFLANZEN E. V. (UFOP)
Claire-Waldorff-Straße 7 · 10117 Berlin
info@ufop.de · www.ufop.de

September 2017