



Studie

Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe mit Maisanbau

Prof. Dr. Norbert Lütke Entrup, Thorsten Breitschuh und Dr. Helmut Meßner



Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK)

Impressum

Herausgeber:

Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK)
Brühler Straße 9
53119 Bonn
www.maiskomitee.de

Autoren:

Prof. Dr. Norbert Lütke Entrup ist em. Professor für Pflanzenbau an der FH Südwestfalen,
Fachbereich Agrarwirtschaft in Soest, und war bis 2009 Vorsitzender des Deutschen Maiskomitees e.V.
Anschrift: Elvert 49, 59348 Lüdinghausen

Thorsten Breitschuh

bewertet bundesweit landwirtschaftliche Betriebe mit dem KSNL/KUL-Verfahren.
Anschrift: BELANU, Gröbziger Straße 15, 06388 Werdershausen

Dr. Helmut Meßner

ist Geschäftsführer des Deutschen Maiskomitees e.V. (DMK)
Anschrift: Brühler Straße 9, 53119 Bonn

Redaktion:

Dr. Helmut Meßner

Gestaltung:

AgroConcept GmbH, Bonn

Auflage:

1.200 Exemplare

Oktober 2011, © DMK e.V.

Inhaltsverzeichnis

1. Entwicklung und Bedeutung des Maisanbaues	4
1.1 Anbaukonzentrationen von Mais	4
2. Nachhaltigkeit definieren und Ziele formulieren.....	7
3. Nachhaltigkeit konkretisieren und erfassen	9
4. Nachhaltige Entwicklung im landwirtschaftlichen Betrieb	11
4.1 Das Betriebsbewertungssystem KSNL	12
4.1.1 Datenerhebung in den Betrieben.....	13
5. Analyse der Nachhaltigkeit von Betrieben mit Maisanbau.....	15
5.1 Die ökologische Säule der Nachhaltigkeit.....	15
5.1.1 Kenndaten der Betriebe.....	15
5.1.2 Ökologische Bewertung der Betriebe.....	15
5.1.2.1 Maisanteil in den Betrieben und Ausprägung von Indikatoren	22
5.1.2.2 Beziehungen zwischen dem Maisanteil (% AF oder LN) und ausgewählten Umweltindikatoren	23
5.2 Die ökonomische Säule der Nachhaltigkeit.....	31
5.2.1 Erläuterungen zur ökonomischen Komponente der Nachhaltigkeit	31
5.2.2 Ökonomische Nachhaltigkeit der maisanbauenden Betriebe.....	32
5.2.3 Beziehungen zwischen wirtschaftlichen Prüfkriterien und Maisanteil	33
5.3 Die soziale Säule der Nachhaltigkeit.....	35
5.3.1 Erläuterungen zur sozialen Komponente der Nachhaltigkeit.....	35
5.3.2 Soziale Nachhaltigkeit der maisanbauenden Betriebe	36
5.3.3 Beziehungen zwischen sozialen Prüfkriterien und Maisanteil	38
6. Diskussion und Zusammenfassung	39
7. Fazit	44
8. Literatur	45

1. Entwicklung und Bedeutung des Maisanbaues

Mais (*Zea mays* L.) ist eine der ältesten Kulturpflanzen der Welt und zählt neben Weizen und Reis zu den wichtigsten Nahrungspflanzen, die die Menschheit kennt. Die weltweite Körnermaiserzeugung hat in den vergangenen Jahren stetig zugenommen und 2010 mit 814 Mio. t die bisherige Höchstmarke erzielt. Gemessen an der Erntemenge steht Körnermais damit deutlich vor Weizen und Reis an erster Stelle. Die weltweite Anbaufläche für Körnermais lag 2010 bei knapp 160 Mio. ha. Hinzu kommt die Nutzung als Silomais. Leider liegen zum Silomaisanbau in den meisten Ländern der Erde keine verlässlichen Statistiken vor. Schätzungen zufolge werden etwa 12 Mio. ha mit Silomais bestellt.

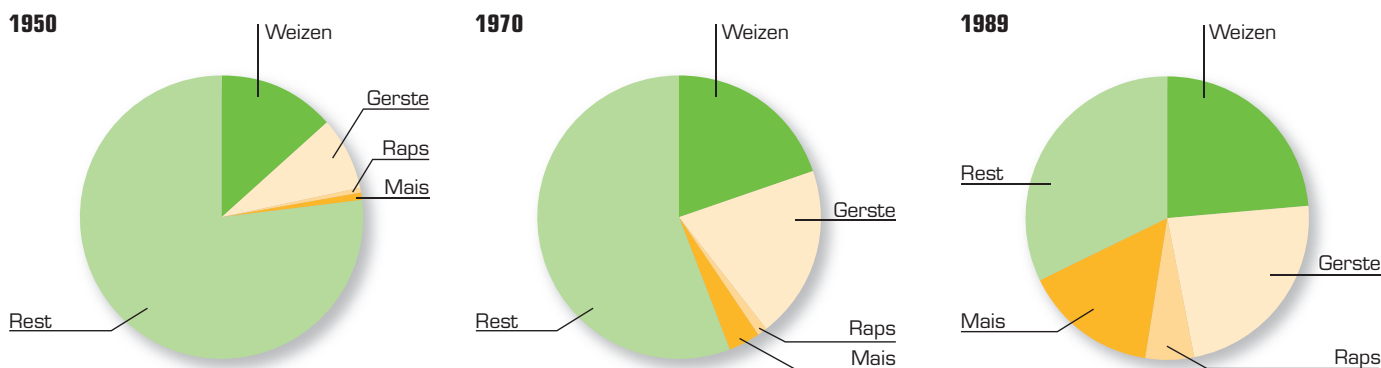
In Deutschland hat sich Mais im Verlauf von wenigen Jahrzehnten (Abb. 1) zu der nach Weizen wichtigsten Kultur entwickelt. Gründe dafür sind die Erfolge der Pflanzenzüchtung bei Ertrag und Qualität, der produktionstechnische Fortschritt sowie die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Ernteprodukte zur menschlichen Ernährung, in der Fütterung von Nutztieren und zu technischen Zwecken (Stärke u.a.). In jüngster Zeit ist die Energieerzeugung aus Mais in Biogasanlagen dazu gekommen. Mais für alle Ver-

wertungsrichtungen – also Futtermittel, Nahrungszwecke, energetische und stoffliche Nutzung – wird in Deutschland auf einer Fläche von 2,3 Mio. ha (2010), also 19,5 Prozent der gesamten Ackerfläche, angebaut. Der Anbau von Mais für Biogasanlagen nimmt davon etwa 550.000 ha oder rund 4 Prozent der Ackerfläche ein.

1.1 Anbaukonzentration von Mais

Die Konzentration des Maisanbaues in Deutschland ist differenziert zu betrachten. Hohe Maisanteile an der Fruchtfolge sind erwartungsgemäß in den Gemeinden, Kreisen und Bundesländern anzutreffen, in denen eine starke tierische Veredelung vorherrscht. Die zusätzliche Ansiedlung von Biogasanlagen führt zwangsläufig zu einer weiteren Zunahme des Maisanbaues, da diese Kultur aus produktionstechnischen, energetischen und ökonomischen Gründen in über 90 Prozent der Biogasanlagen eingesetzt wird. Das rasante Wachstum der Biogasbranche resultiert aus den gesellschaftlichen Anforderungen des Klimaschutzes mit der Zielsetzung, die Energieversorgung zukünftig verstärkt

Abb. 1: Flächenentwicklung ausgewählter landwirtschaftlicher Kulturen in Deutschland



Quelle: DMK

Tab. 1: Flächenanteile von Mais an der Ackerfläche (AF) und der Landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) sowie Anteile des Grünlandes an der Landwirtschaftlichen Nutzfläche (2010)

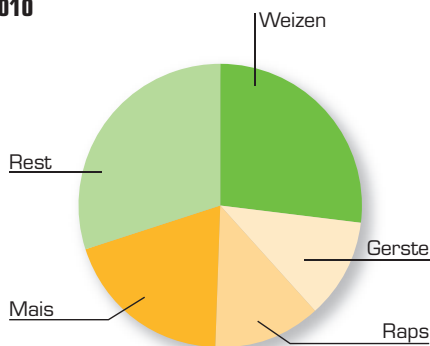
Bundesland	Anteil Mais an der AF in %	Anteil Mais an der LN in %	Anteil Grünland an der LN in %
Niedersachsen	28,6	20,5	26,3
Nordrhein-Westfalen	24,5	17,6	27,1
Bayern	24,1	15,8	34,1
Schleswig-Holstein	26,2	17,8	31,5
Baden-Württemberg	21,6	12,7	37,7

Quelle: DMK

über regenerative Energien und über nachwachsende Rohstoffe sicherzustellen. Das dazu formulierte „Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)“ bildet die Grundlage hierfür. So hat sich von 2000 bis 2010 die Zahl der Anlagen von 1040 auf 5905 erhöht. Die installierte Gesamtleistung stieg von 78 MWel. um das fast 30fache auf 2.291 MWel. an. Die Basis der eingesetzten Substrate zur Erzeugung von Biogas ist neben dem Wirtschaftsdünger (Gülle, Stallmist) und Grassilage überwiegend Mais. Die Flächenkonkurrenz zwischen dem Ackerfutterbau für die Veredelungswirtschaft und der energetischen Nutzung von Biomasse ist damit zwangsläufig gegeben, insbesondere in den mit Fläche meist knapp ausgestatteten bäuerlichen Familienbetrieben. Daraus und

aus den von der Öffentlichkeit unterstellten Umweltproblemen resultieren Meinungsbilder über den Anbau von Mais, die nach wissenschaftlicher Bewertung nicht gerechtfertigt sind. Die Nachhaltigkeit des Anbaues wird umso stärker angezweifelt, je höher der Maisanteil an der Fruchtfolge ist. Ein enger Zusammenhang zwischen dem Umfang der tierischen Veredelung und dem Maisanbau ist insbesondere für Teile von Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Bayern und Schleswig-Holstein festzustellen. Bezogen auf die Ackerfläche oder die landwirtschaftliche Nutzfläche in diesen Ländern ergeben sich die in Tabelle 1 angegebenen Flächenanteile. Zusätzlich ist der Anteil des Grünlandes ausgewiesen. In den ostdeutschen Bundesländern sowie in Ländern mit hohen Mittelgebirgsanteilen sind historisch und agrargeographisch bedingt die Maisanteile an der landwirtschaftlichen Nutzfläche deutlich geringer. Ob der Maisanbau in den fünf Bundesländern mit den höchsten Anteilen (Tab. 1) bereits „überhand“ genommen hat, ist eine Frage des subjektiven Standpunktes. Im Durchschnitt der dargestellten Bundesländer bewegt sich der Maisanteil an der Ackerfläche um etwa 25 Prozent. Bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche ist es entsprechend weniger. Im Vergleich dazu ist das Dauergrünland als Synonym für hohe Umweltverträglichkeit und Landschaftsästhetik in diesen Bundesländern wesentlich landschaftsprägender. Eine

2010



Tab. 2: Flächenanteile von Mais und Grünland in den Landkreisen Niedersachsens (2010)

Flächenanteile Mais / Grünland	Anteil (%)										Summe
	<10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	
Anzahl der Kreise mit ...% Mais an der AF	15	7	4	6	5	5	4				46
Anzahl der Kreise mit ...% Mais an der LN	18	19	9	3	3						46
Anzahl der Kreise mit ...% Grünland an der LN	7	16	7	4	1	4	3	2	2		46

Quelle: DMK

Tab. 3: Flächenanteile von Mais und Grünland in den Landkreisen Nordrhein-Westfalens (2010)

Flächenanteile Mais / Grünland	<10 %	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	90-100%	Summe
Anzahl der Kreise mit ...% Mais an der AF	12	21	7	8	3	1	1				53
Anzahl der Kreise mit ...% Mais an der LN	33	9	6	4	1						53
Anzahl der Kreise mit ...% Grünland an der LN	3	18	10	5	5	2	6		2	2	53

Quelle: DMK

Differenzierung der Maisanbaufläche auf Landkreisebene dürfte für die Fragestellung nach regionalen Maisanteilen aufschlussreicher sein. Da Geologie und Topographie in den Bundesländern sehr unterschiedlich sind, ergeben sich zwangsläufig Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten und damit auf das Landschaftsbild. Die Tabellen 2, 3 und 4 charakterisieren die Verhältnisse von Mais und Grünland in den drei Bundesländern mit der größten Maisanbaufläche. Den Tabellen ist zu entnehmen, dass Maisanteile an der Ackerfläche von über 50 Prozent in Niedersachsen lediglich in neun von 46 Landkreisen, in Nordrhein-Westfalen in 2 von 53 Landkreisen und in Bayern in 5 von 92 Landkreisen anzutreffen sind. Nimmt man als Bezugsgröße die Landwirtschaftliche Nutzfläche wird in keinem Landkreis der drei Bundesländer ein Maisanteil von über 50 Prozent erreicht. Auf der Ebene von Gemeinden und von Einzelbetrieben können natürlich höhere Maisanteile ermittelt werden. Die Diskussion darüber scheint aber nur dann gerechtfertigt zu sein, wenn ein Zusammenhang zwischen Maisanteil und Umweltgefährdung abgeleitet werden kann. Die Beachtung des umweltverträglichen Anbaues aller Kulturen ist in der Praxis grundsätzlich einzufordern. Strategien zum Abbau von Nährstoffüberhängen, zur Einschränkung von Gewässerbelastungen mit Stickstoff und Phosphor sowie Pflanzenschutzmitteln stehen wissenschaftlich abgesichert zur Verfügung. Gleiches gilt für die Boden-erosion durch Wind und Wasser. Auch die Kulturartendiversität ist für die Nachhaltigkeit von Pflanzenbausystemen

Tab. 4: Flächenanteile von Mais und Grünland in den Landkreisen Bayerns (2010)

Flächenanteile Mais / Grünland	<10 %	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	90-100%	Summe
Anzahl der Kreise mit ...% Mais an der AF*	16	28	23	8	12	3	1	1			92*
Anzahl der Kreise mit ...% Mais an der LN	37	38	16	5							96
Anzahl der Kreise mit ...% Grünland an der LN	8	21	27	15	6	5	1	1	4	8	96

* keine Angaben zu AF für Kempten, Kaufbeuren, Aschaffenburg (Stadt), Schweinfurt (Stadt)
Quelle: DMK

eine unverzichtbare Forderung. Neben dem Erhalt der Artenvielfalt mindert eine vielseitige Fruchtfolge die Risiken für Pflanzenkrankheiten, Schädlinge und Resistenzbildungen. Gleichzeitig ist Vielfalt ein guter Schutz gegen widrige klimatische Bedingungen. Selten trifft ein Schadereignis alle Pflanzenarten gleichermaßen. Der Anbau verschiedener Fruchtarten hilft, Arbeitsspitzen zu entzerren und Maschinen und Geräte besser auszulasten. Damit kann auch der Anbau von ökonomisch weniger interessanten Kulturarten langfristig einen Beitrag zur wirtschaftlichen Stabilität des Betriebes leisten. Die Bewertung von landwirtschaftlichen Betrieben mit Maisanbau unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ist ein Lösungsansatz, um mit Hilfe wissenschaftlich anerkannter Indikatoren eine nachhaltige Wirtschaftsweise unterschiedlich organisierter landwirtschaftlicher Betriebe zu überprüfen.

2. Nachhaltigkeit definieren und Ziele formulieren

Der Begriff der Nachhaltigkeit wird in zahlreichen Auslegungen und Definitionen und damit wenig differenziert benutzt. Eine maßgebliche Prägung erhält der Begriff durch den UN-Bericht „Our common future“ der Brundtland-Kommission (BRUNDTLAND 1987). Im Sprachgebrauch hat sich die Definition der „nachhaltigen Entwicklung“ als synonyme Begriff zur „Nachhaltigkeit“ durchgesetzt. Diese wird als eine Entwicklung beschrieben, „die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten zukünftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“ (UBA 2000). Das Wesentliche einer nachhaltigen Entwicklung ist damit der Ausgleich und die Gerechtigkeit innerhalb und zwischen den Generationen. Für die Entwicklung der Menschheit sind in diesem Zusammenhang die Themenbereiche Bevölkerungswachstum, Ernährung der Weltbevölkerung, Artenvielfalt und Erhalt der Ökosysteme, Aufbau erneuerbarer Energiepotenziale, industrielle Entwicklung und urbane Herausforderungen besonders hervorzuheben. Die erste internationale Konferenz über Umwelt und Entwicklung fand 1992 in Rio de Janeiro statt.

Die Agenda 21 als fünftes Dokument der Rio-Konferenz ist ein Ausdruck des globalen Konsenses und der politi-

schen Verpflichtung zur Zusammenarbeit im Bereich von Umwelt und Entwicklung. Sie enthält 40 Kapitel für unterschiedliche Politikbereiche, die Handlungsgrundlagen, Ziele, Maßnahmen und Mittel für eine nachhaltige Entwicklung beschreiben. Das Kapitel 14 befasst sich mit der „Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft und ländlichen Entwicklung“. Schwerpunkt im Agenda 21-Prozess ist die weltweite Ernährungssicherheit einer wachsenden Weltbevölkerung. „Die Landwirtschaft muss dieser Herausforderung in erster Linie dadurch begegnen, dass sie die Produktion auf bereits bewirtschafteten Flächen steigert, gleichzeitig aber ein weiteres Vordringen auf nur begrenzt für eine landwirtschaftliche Nutzung geeignete Standorte unterlässt“ (AGENDA 21).

Die zweite internationale Konferenz zum Thema „Nachhaltige Entwicklung“ fand im Juli 2002 in Johannesburg statt, wo die Handlungsvorschläge der Agenda 21 um Themenbereiche wie Wasserversorgung, Energie, Gesundheit, landwirtschaftliche Produktivität und Ressourcenschutz sowie Schutz der Artenvielfalt erweitert wurden. Die Deutsche Bundesregierung hat bereits 2002 die Ergebnisse der ersten internationalen Konferenzen für eine „Nachhaltige Entwicklung“ in eine nationale Strategie mit vier Handlungsbereichen und Schlüsselindikatoren (Tab. 5) einfließen lassen (BUNDESREGIERUNG 2002).

Tab. 5: Handlungsbereiche und Schlüsselindikatoren der Bundesregierung für eine nachhaltige Entwicklung

I. Generationengerechtigkeit	II. Lebensqualität	III. Sozialer Zusammenhalt	IV. Internationale Verantwortung
<ul style="list-style-type: none"> · Ressourcenschonung · Klimaschutz · Erneuerbare Energien · Flächeninanspruchnahme · Artenvielfalt · Staatsverschuldung · Wirtschaftliche Zukunftsvorsorge · Innovation · Bildung 	<ul style="list-style-type: none"> · Wirtschaftlicher Wohlstand · Mobilität · Landbewirtschaftung · Luftqualität · Gesundheit und Ernährung · Kriminalität 	<ul style="list-style-type: none"> · Beschäftigung · Perspektiven für Familien · Gleichberechtigung · Integration 	<ul style="list-style-type: none"> · Entwicklungszusammenarbeit · Märkte öffnen

Quelle: Statistisches Bundesamt 2006

Weiterhin hat das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) 2008 eine ressorteigene „Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland“ vorgelegt. Das Konzept orientiert sich an den Ergebnissen der internationalen Konferenzen seit 1987 und spricht konkrete Handlungsbereiche für eine nachhaltige Entwicklung durch folgende Themenkomplexe an:

- Klimaschutz und Anpassungen an sich änderndes Klima
- Bioenergie und nachwachsende Rohstoffe
- Erhaltung und Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen
- Wettbewerbsfähigkeit der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft
- Ländliche Entwicklung und demographischer Wandel
- Sichere Lebensmittel
- Gesunde Ernährung
- Nachhaltiger Konsum
- Ernährung der Welt sichern
- Nachhaltigkeit im Verwaltungshandeln.

3. Nachhaltigkeit konkretisieren und erfassen

Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung erfordert bei allen gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen, die ökologischen, ökonomischen und sozialen Belange gleichermaßen zu berücksichtigen. Aus diesem Anspruch haben sich die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Ökologie, Ökonomie und Soziales – als Drei-Säulen-Modell entwickelt. Der ökologische Bereich thematisiert, die Rohstoffe und Ressourcen zur Produktion von Konsumgütern so zu nutzen, dass nachfolgende Generationen über diese Ressourcen ebenfalls noch verfügen können. Die schutzwürdigen Güter umfassen im landwirtschaftlichen Sektor z.B. die Artenvielfalt, die Gewässer, den Boden, das Klima und die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen (Tab. 6). Die ökonomische Dimension der Nachhaltigkeit kennzeichnet die Bedürfnisbefriedigung mit Konsumgütern, die auch zukünftig verfügbar sein müssen. Im Zentrum dieser Säule der Nachhaltigkeit stehen das Produktionskapital (Infrastruktur, Gebäude, Maschinen u.a.) und das Humankapital mit dem Wissensbestand der Menschen. Kategorien und Kriterien des Sektors Wirtschaftsverträglichkeit enthält Tabelle 7. Die Dimension der sozialen Nachhaltigkeit ist bisher nur unzureichend begründet. Jedoch werden Kriterien wie Arbeitsplätze, Qualifikation, Lohnniveau oder menschenwürdige Arbeitsbedingungen und eine gerechte Verteilung der Produktionsfaktoren als geeignete Indikatoren (Tab. 8) angesehen, um die Säule „Soziales“ zu beschreiben.

Tab. 6: Referenzsystem zur Bewertung der Vollständigkeit von Umweltindikatorensets in Betriebsbewertungssystemen

Schutzgüter	Unterkategorie
Wasser	Grundwasserqualität Oberflächenwasserqualität
Boden	Chemische Bodenqualität (Nährstoff-/Schadstoffgehalte, pH-Werte, organische Substanz etc.)
Luft und Klima	Luftqualität (Stäube, Geruch, Ammoniak etc.) Klimawandel (klimawirksame Gase)
Ressourcen	Energie, Wasser, Sonstiges (z.B. Abfall)
Biodiversität und Habitate, Landschaft	Vielfalt von Ökosystemen/Lebensräumen/Lebensgemeinschaften, sowie Landschaftstypen, Vielfalt von Wildarten/Anzahl vorkommender Spezies (Tiere, Pflanzen, Mikroben, Pilze) Genetische Vielfalt der Nutzarten (Tiere und Pflanzen)

Quelle: KTBL 2009

Tab. 7: Kategorien und Kriterien des Sektors Wirtschaftsverträglichkeit

Kategorie	Kriterium	Lenkungsabsicht
Rentabilität	Rentabilitätsrate Gesamtkapitalrentabilität Eigenkapitalrentabilität Relative Faktorentlohnung	Optimaler Kapitaleinsatz und anspruchsgerechte Entlohnung der Produktionsfaktoren
Liquidität	Kapitaldienstfähigkeit Cash flow III	Zahlungsfähigkeit und Finanzierungskraft
Stabilität	Eigenkapitalquote Eigenkapitalveränderung Nettoinvestitionen	Vermögenssicherung und Substanzerhaltung
Wertschöpfung	Verfügbares Einkommen je Arbeitskraft Betriebseinkommen	Einkommenssicherung Nettowertschöpfung

Quelle: Breitschuh et al. 2008

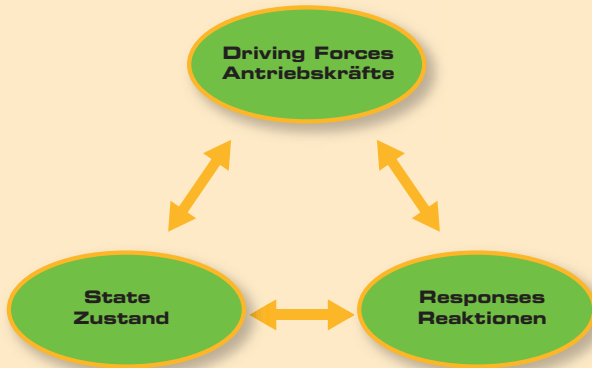
Wenn die nachhaltige Entwicklung mit den drei Säulen Ökonomie, Ökologie und Soziales nicht nur ein theoretisches Gedankengebäude bleiben, sondern auch eine praktische Relevanz für die Gesellschaft und die Politik aufweisen soll, müssen den einzelnen Säulen zugeordnete Kriterien oder Indikatoren mit Maß und Zahl ausgestattet werden, um Problemsituationen oder einen notwendigen Handlungsbedarf zu erkennen. Für alle Wirtschaftsbereiche sind also geeignete Indikatoren zur Beschreibung der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit festzulegen. Indikatoren oder Prüfkriterien sind Kenngrößen, die der Messung und Abbildung der nachhaltigen Entwicklung dienen und deshalb eine Grundlage für Entscheidungen

Tab. 8: Kategorien und Kriterien des Sektors Sozialverträglichkeit

Kategorie	Kriterium	Dimension
Beschäftigung (Umfang und Struktur)	Arbeitsplatzangebot	% betriebsnotwendiger Arbeitskräfte
	Altersstruktur Anteil Frauen	% der ständig Beschäftigten % der ständig Beschäftigten
Beschäftigungsbedingungen (Einkommen)	Qualifikation	% der um die Anzahl Auszubildender korrigierten ständig Beschäftigten
	Urlaub Arbeitsbedingungen Niveau des Bruttolohnes	Arbeitstage/ganzjährig Beschäftigte Punkte % vom Bruttolohnniveau je AK der Region
	Gesellschaftliche Aktivitäten	Punkte
Partizipation	Anteil Eigentümer	% der ständig Beschäftigten

Quelle: KTBL 2009

Abb. 2: Indikatoren der OECD für eine umweltverträgliche Landwirtschaft



Unter den Driving force-Indikatoren („Antriebskräfte“) werden Aktivitäten im Bereich der Produktion oder des Konsums verstanden, die Einfluss (negativ oder positiv) auf die Umwelt durch die Nutzung natürlicher Ressourcen nehmen können. Beispiele aus der Landwirtschaft sind Art und Menge der Düngung, Wirkstoffaufwand und Toxizität von Pflanzenschutzmitteln, Bodenbearbeitung u.a. State-Indikatoren („Zustand“) informieren über den Zustand von Ökosystemen (Grund- und Oberflächengewässer) als natürliche Ressourcen, wie z.B. über die Schadstoffbelastung von Gewässern. Response-Indikatoren stellen die „Reaktionen“ auf die Veränderungen der Driving force- und State-Indikatoren dar und beziehen sich auf den politischen/gesellschaftlichen Bereich. Es handelt sich um Reaktionshandlungen oder Maßnahmen, um direkt oder indirekt gewünschte Veränderungen zu erzielen (nach CHRISTEN 1999).

in einer Vielzahl von Entwicklungsbereichen darstellen. Weiterhin sind Skalengrößen, Grenzen und Zielgrößen in den verschiedenen Handlungsbereichen festzulegen. So gibt es eine große Anzahl von Indikatoren zur Bewertung der Umweltverträglichkeit landwirtschaftlicher Betriebe (KTBL 2009). Zur Systematisierung ist es sinnvoll, diese

wegen der Vielfalt an Erfassungsgrößen nach dem Konzept der OECD (1998) in Kategorien einzuordnen (Kasten). Jeder Umweltwirkungsbereich kann durch mehrere Indikatoren beschrieben werden, die bestimmten Anforderungen genügen müssen, um sie z.B. im landwirtschaftlichen Betrieb einzusetzen. Weiterhin können einzelne Indikatoren zu mehreren Umweltwirkungsbereichen Aussagen ermöglichen. Angezeigt wird der aktuelle Stand eines Schutzgutes, z.B. des Bodens. Die Differenz zwischen der Zustandserhebung und dem Ziel zeigt dann den entsprechenden Handlungsbedarf an.

Die folgenden Anforderungen (nach KTBL 2009) haben für alle Indikatorenbereiche Gültigkeit:

- Relevanz: Korrelation mit dem Umweltproblem, politisch und gesellschaftlich nachvollziehbar, logisch interpretierbar
- methodische Absicherung: anerkannte Erhebungs- und Auswertungsmethodik, Interpretationsfähigkeit
- Reproduzierbarkeit: Basis sind möglichst hochwertige statistische Daten, die eine zeitliche und räumliche Differenzierung zulassen
- Reaktionsvermögen des Indikators auf Verhaltensänderungen: Korrelation mit dem derzeitigen Handeln, Eignung als Stellschraube
- klare Bewertungsfunktion und Schwellenwerte müssen vorhanden sein oder sich herleiten lassen
- vertretbares Kosten-Nutzenverhältnis: kostengünstige Erhebung oder Ableitung aus vorhandenen Datenquellen

Im landwirtschaftlichen Sektor ist es möglich, die Indikatoren zur Messung der Nachhaltigkeit auf die Fläche (Schläge oder Teilschläge), den Betrieb, die Region oder auf die politischen Ebenen (Kreis, Bund, Land, global) zu beziehen.

4. Nachhaltige Entwicklung im landwirtschaftlichen Betrieb

Für einen Landwirtschaftsbetrieb ist es von Bedeutung, dass nicht einzelne Kulturen oder Produkte im Blickpunkt der Nachhaltigkeit stehen, sondern der gesamte Betrieb oder Produktionssysteme. Die Umweltverträglichkeit (Tab. 9) oder die ökologische Säule steht in der Regel im Vordergrund der Diskussion. Die meisten der kritischen Aussagen über Produktionsverfahren beziehen sich ebenfalls auf den Umweltsektor. Dabei haben die gesellschaftlichen Forderungen nach einer ressourcenschonenden Landbewirtschaftung seit etwa 30 Jahren stetig zugenommen. Die seit Anfang der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts entwickelten Bewertungssysteme haben im Wesentlichen zunächst die Umweltverträglichkeit als Nachhaltigkeitsziel betrachtet. Die Ökonomie und die sozialen Aspekte als

wichtige Teilbereiche des Drei-Säulen-Modells wurden erst ab der Jahrtausendwende intensiver bearbeitet und stehen heute als Gesamtpaket zur Verfügung. Ursprünglich wurden die Indikatorensysteme für den Acker- und Pflanzenbau entwickelt. Die Tierhaltung ist hingegen nur unzureichend erfasst.

In vielen Ländern wurden Indikatorensysteme zur Darstellung der Umweltverträglichkeit landwirtschaftlicher Aktivitäten entwickelt. Für vergleichende Studien ist auf die Veröffentlichungen von ROEDENBECK (2004), BOCKSTALLER (2006) und KTBL (2009) zu verweisen. Für die Analyse und Bewertung der Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe mit Hilfe von Indikatorensystemen haben sich die in Deutschland entwickelten Verfahren „Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft“ (BREITSCHUH und ECKERT 2000) und der „DLG Nachhaltigkeitsstandard“ (SCHAFFNER und HÖVELMANN 2007) bewährt. Dem Verfahren KSNL (Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft) liegt das in Deutschland am weitesten verbreitete Umweltbewertungsverfahren KUL (Kriterien umweltverträglicher Landwirtschaft) zugrunde. Auf der Basis von KUL wurde zudem das „Umweltsicherungssystem Landwirtschaft“ (USL) des Verbandes der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) entwickelt. Das Verfahren ermöglicht eine bundesweit einheitliche Vorgehensweise für die Darstellung der Umweltverträglichkeit landwirtschaftlicher Betriebe. Unter zusätzlicher Berücksichtigung von Indikatoren der Wirtschafts- und der Sozialverträglichkeit landwirtschaftlicher Betriebe liegt mit KSNL ein umfassendes Konzept zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe vor.

Das Zertifizierungssystem der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) zur Darstellung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe (DLG-Nachhaltigkeitsstandard) basiert auf der Anwendung von REPRO (HÜLSBERGEN 1997 und CHRISTEN et al. 2003). Bisher liegen damit jedoch vergleichsweise wenige Analysen vor.

Tab. 9: Zielvorstellungen des Nachhaltigkeitssektors Umweltverträglichkeit

Teilbereich/Sektor	Ziele (Pflichten)
Umweltverträglichkeit	Schutz des Ökosystems = Verminderung der bewirtschaftungsbedingten Belastungen ökologischer Schutzgüter (Boden, Wasser, Luft, Biodiversität) auf ein tolerierbares Maß.
	Erhalt der Produktivität = erweiterte Regeneration der Ertragsfähigkeit und Vermeidung produktivitätsbegrenzender Entwicklungen, um die notwendige Erhöhung der Flächenproduktivität gewährleisten zu können.
	Erhalt ökologischer Funktionen = Sicherung von Funktionen, die sich positiv auf die Biosphäre auswirken.

Quelle: KTBL 2009

4.1 Das Betriebsbewertungssystem KSNL

Mit KSNL werden insgesamt 34 Prüfkriterien erfasst, davon 14 aus der ökologischen, 11 aus der ökonomischen und 9 aus der sozialen Säule der Nachhaltigkeit. Die Indikatoren zeigen mit Maß und Ziel an, ob Betriebe als nachhaltig eingestuft werden können, zeigen Risiken und Zielkonflikte auf und liefern durch die Schwachstellenanalyse ein Instrument zur Verbesserung der nachhaltigen Entwicklung der Betriebe.

Das KSNL-System besteht aus den Sektoren

- KUL (Kriterien umweltverträglicher Landwirtschaft)
- KWL (Kriterien wirtschaftsverträglicher Landwirtschaft)
- KSL (Kriterien sozialverträglicher Landwirtschaft)

Für den Pflanzenbau ist der Sektor Umweltverträglichkeit von besonderer Bedeutung und in der Öffentlichkeit einer sehr kritischen Diskussion ausgesetzt. Die Umweltverträglichkeit des Pflanzenbaues als Teilbereich der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe steht deshalb im Vordergrund der folgenden Ausführungen. Methodische Grundlagen und Anforderungen an das gesamte KSNL-Prüfverfahren sowie die Datenerhebung und Datendarstellung folgen in allen drei Sektoren einem einheitlichen Ansatz.

Nachhaltigkeitsanalysen können nur dann in der Praxis Akzeptanz finden, wenn das Anwendungsverfahren konkret, erfassbar und darstellbar ist. Nachhaltigkeit muss operationalisierbar sein, um Bewirtschaftungsmängel zu

erkennen, um Konflikte zu erfassen und um Strategien zur Beseitigung nicht nachhaltiger Verfahren und Handlungsweisen entwickeln zu können. Dazu müssen die Prüfkriterien in den Betrieben überprüfbar und gleichzeitig mit einem konsensfähigen Ziel ausgestattet sein, das mit Maß und Zahl ausgestattete Toleranzgrenzen festlegt, z.B. maximale N-Bilanz-Überhänge. Transparenz und Praktikabilität der Indikatoren oder Prüfkriterien sind weiterhin wichtige Voraussetzungen, um von den Betrieben, in der Beratung oder in politischen Diskussionen Akzeptanz zu finden. Es ergeben sich folgende Vorgaben:

1. Prüfkriterien müssen das jeweilige Risikopotenzial bzw. den Zustand treffend beschreiben und mit Maß und Zahl darstellen können.
2. Prüfkriterien müssen eine Bewertung ermöglichen, in dem Toleranzschwellen und anzustrebende Optima begründet vorgegeben werden.
3. Prüfkriterien müssen vom Landwirt beeinflussbar sein, um eine Zielorientierung für vorsorgeorientiertes Handeln zu liefern.
4. Prüfkriterien müssen einfach, reproduzierbar und mit vertretbarem Aufwand zu erheben sein.
5. Prüfkriterien müssen eine Ergebnisqualität gewährleisten, die nachprüfbar und objektiv ist und eine Darstellung der Ergebnisse auch außerhalb des Betriebes zulässt.

Bei der Ableitung von Prüfkriterien ist zu fragen, was in den Betrieben zukünftig zu tun ist, um Nachhaltigkeit herzustellen oder was in den Betrieben im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zukünftig zu unterlassen ist. Der zweite Teil der Fragestellung scheint insgesamt bedeutsamer zu sein. Wenn Mängel erkannt sind, lassen

Tab. 10: Operationalisierung eines Umweltrisikos

Risiko	bewirtschaftungsbedingte Ursachen	Prüfkriterien	Dimension
Eutrophierung von Böden und Gewässer durch Düngenährstoffe	<ul style="list-style-type: none"> · unangepasste Düngung · zu hohe NH₃-Emission · erhöhte Bodenerosion · ungeeigneter Boden-pH-Wert · zu hohes Mineralisierungspotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> › Nährstoffsaldo › Tierbesatz › Erosionsdisposition › Boden-pH-Klasse › Humussaldo 	<ul style="list-style-type: none"> kg NPK/ha kg NH₃-N/ha t Bodenabtrag/ha A bis E kg Humus-C/ha

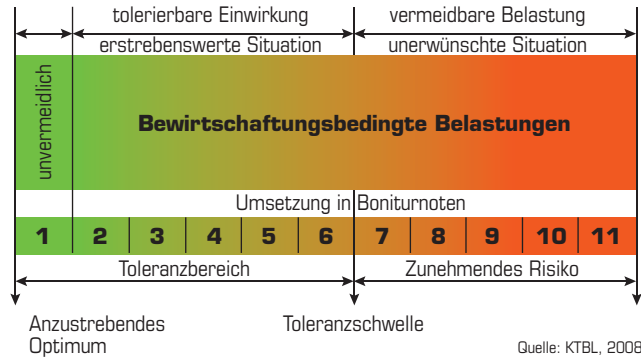
Quelle: KTBL-Schrift 466 (2008)

sich deren Ursachen finden und daraus Indikatoren ableiten. Ein nachhaltig wirtschaftender Betrieb kann deshalb als ein System definiert werden, der Fehler und Mängel möglichst minimiert. Für die Eutrophierung von Böden und Gewässern lassen sich die in Tabelle 10 aufgeführten fünf bewirtschaftungsbedingten Ursachen anführen, die einzeln oder in Kombination ein Risikopotenzial darstellen und als Prüfkriterien erfasst werden können (BREIT-SCHUH et al. 2009). Aussagefähig wird ein Prüfkriterium aber erst dann, wenn durch einen Vergleich festgestellt wird, dass der im Betrieb ermittelte Wert noch toleriert werden kann oder nicht. Diesen Vergleichsmaßstab liefert im KSNL-System der Toleranzbereich, der für jedes Prüfkriterium z.T. standortspezifisch festgelegt worden ist und die Spanne zwischen einem anzustrebenden Optimum (Boniturnote 1) und einer gerade noch akzeptablen Belastung bzw. einem noch tragbaren Zustand (Toleranzgrenze, Boniturnote 6) darstellt (Abb. 3). Die Toleranzschwelle trennt unvermeidliche bzw. tolerierbare Einwirkungen von vermeidbaren Risiken. Die Überschreitung der Toleranzschwelle kennzeichnet ein zunehmendes Risiko und zeigt Handlungs- bzw. Beratungsbedarf an. Grundlage dieser Boniturnoten-Einstufung von Prüfkriterien ist das Leitbild einer nachhaltigen Landwirtschaft:

Nachhaltige Landwirtschaft mit folgenden Zielen:

- Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit bei hoher Effizienz
- Erhaltung der Ertragsfähigkeit der Böden und deren Reproduktion
- Beeinträchtigungen des Agrarökosystems und benachbarter Ökosysteme sind in biologisch wirtschaftenden Systemen auf ein tolerierbares Maß zu begrenzen
- Kulturlandschaften und ein notwendiges Maß an biologischer Vielfalt (Biodiversität) sind zu erhalten
- Boden, Arbeit und Kapital sind anspruchsgerecht zu entlohnen
- Soziale Funktionen der Betriebe sind zu gewährleisten und zu reproduzieren (nach KTBL 2008)

Abb. 3: System zur Bewertung bewirtschaftungsbedingter Belastungen



4.1.1 Datenerhebung in den Betrieben

Die Datenerhebung in den Landwirtschaftsbetrieben erfolgt nach den Inhalten der drei Säulen der Nachhaltigkeit unterschiedlich. Für den ökologischen Bereich ist ein Fragebogen von den Betriebsleitern auszufüllen, der im Zuge der Auswertung durch eine Projektstelle auf Plausibilität geprüft wird. Für den wirtschaftlichen Sektor wird auf die Buchführung, für den sozialen Sektor auf Buchführungsdaten, auf Erhebungen und Befragungen zurückgegriffen. Grundsätzlich gilt, dass die Qualität der Ergebnisse nicht besser sein kann als die Eingangsdaten. Nach der Datenerhebung folgt eine externe, unabhängige Auswertung. Diese Vorgehensweise sichert eine neutrale Datenkontrolle und Plausibilitätsprüfung und gewährleistet ein standardisiertes und objektives Verfahren, erspart eine Auditierung und reduziert den verwaltungstechnischen Kontrollaufwand. Die Datenauswertung selbst erfolgt über spezielle Rechenprogramme, die aus einer Vielzahl von Berechnungsgrößen die 34 KSNL-Kriterien in ihrer jeweiligen Dimension darstellen und über die Toleranzbereiche mit einer Boniturnote bewerten. Die Abbildung 4 (Seite 14) zeigt das Beispiel einer Betriebsbewertung für den Sektor Umweltverträglichkeit. Für den N-Flächensaldo wird deutlich, dass der Toleranzbereich des N-Überhangs (max. -50 oder +50 kg/ha N) mit dem ermittelten Wert +61 kg/ha N überschritten und dies durch die Boniturnote 7 angezeigt wird. Fünf Indikatoren überschreiten die Toleranzschwelle (Boniturnote 6), alle übrigen befinden sich im tolerablen Bereich. Zusammenfassende Darstellungen einer Betriebsbewertung für die Sektoren Ökologie, Ökonomie und Soziales und damit gleichzeitig

auch einen Gesamtüberblick über die Nachhaltigkeitssituation eines landwirtschaftlichen Betriebes ermöglichen die Hinweise in einer Spinnengrafik (Abb. 5). Der innere weiße Kreis kennzeichnet den akzeptablen Toleranzbereich (Boniturnote 1–6) eines Indikators.

Wird der äußere orange Teil der Kreisfläche durch Überschreiten der Toleranzschwelle besetzt, ist eine zunehmende Belastung des Nachhaltigkeitsprinzips festzustellen. Überschreitet kein Indikator die Toleranzschwelle, ist eine nachhaltige Wirtschaftsweise in allen Sektoren nachgewiesen. Neben der Ergebnisdarstellung erhalten die Betriebe einen Auswertungsbericht, aus dem die Berechnung der Indikatoren hervorgeht, Mängel genannt und auch Gegenstrategien vorgeschlagen werden. Der Landwirt erhält dadurch eine quantitative und gut nachvollziehbare Analyse der Situation der Nachhaltigkeit in seinem Betrieb.

Abb. 5: Darstellung der Nachhaltigkeitssituation eines landwirtschaftlichen Betriebes (Beispiel)

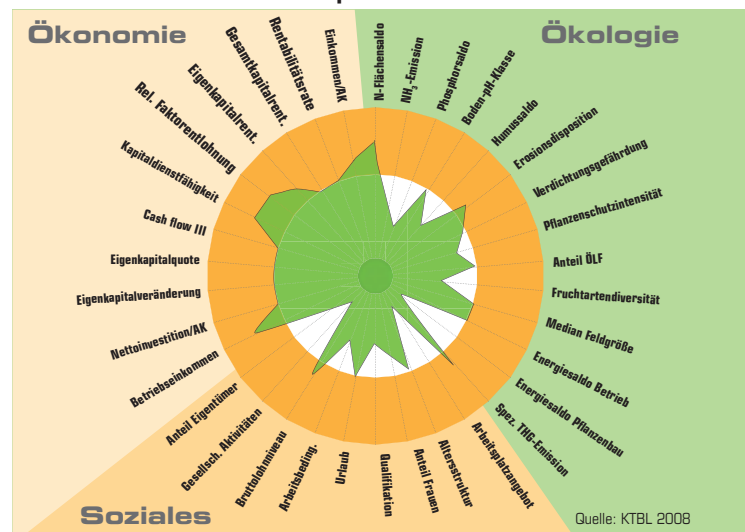


Abb. 4: Beispiel einer Betriebsbewertung (Sektor Umweltverträglichkeit)

KATEGORIE Kriterium	Dimen- sion	Toleranzbereich ¹⁾		ermittelter Wert	Ende des Toleranzbereiches										
		BN 1	BN 6		Boniturnote										
					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NÄHRSTOFFHAUSHALT															
N-Flächensaldo	kg N/ha	0-20	-50; +50 ¹⁾	61	[Progress bar from 0 to 6]										
NH ₃ -Emission	kg N/ha	0-20	-50	40	[Progress bar from 0 to 4]										
P-Saldo ²⁾	kg P/ha	0	-15; +15	-5	[Progress bar from 0 to 3]										
Boden-pH-Klasse	ohne	C	D	C	[Progress bar from 0 to 6]										
Humussaldo ³⁾	kg C/ha	0-100	-75; +300	250	[Progress bar from 0 to 5]										
BODENSCHUTZ															
Erosionsdisposition	t/ha	C=0,03 ¹⁰⁾	10 ¹¹⁾	5,7	[Progress bar from 0 to 6]										
Verdichtungsgefährdg.	PT/PB4)	1	1,25	1,23	[Progress bar from 0 to 6]										
PFLANZESCHUTZ															
Pfl. schutzintensität ⁵⁾	% BI	≥ 70	100 + 5 ⁵⁾	83	[Progress bar from 0 to 4]										
LANDSCHAFTS- UND ARTENVIELFALT															
Anteil ÖLF ⁶⁾	%	≥ 9	6 ²⁾	17,9 ⁷⁾	[Progress bar from 0 to 6]										
Fruchtartendiversität	Index	> 2,2	1,25 ⁴⁾	1,57	[Progress bar from 0 to 4]										
Median Feldgröße	ha	< 10	40 ¹⁾	10,6	[Progress bar from 0 to 1]										
ENERGIEBILANZ															
Energiesaldo Betrieb	GJ/ha	> 80	-100 ¹⁾	5	[Progress bar from 0 to 6]										
Energiesaldo Pfl.bau	GJ/ha	> 80	50 ¹⁾	83	[Progress bar from 0 to 4]										
TREIBHAUSGAS (THG) EMISSION (CO₂-ÄQ)															
Spez. THG-Emission ⁸⁾	kg/GJMP	13 ⁹⁾	1*1,5 ⁹⁾	192	[Progress bar from 0 to 6]										

1) Standortspezifisch je nach a) Sickerwassermenge, b) Ackerzahl, c) Standortbonität, d) Bonitur Feldgröße, Ackerzahl und Tierbesatz. 2) Inkl. Zu- oder Abschläge gemäß vorliegender P-Gehaltsklasse. 3) Entsprechend VDLUFA-Standpunkt Humusbilanzierung. 4) P/PB = Druckbelastung durch betriebl. Maschinenpark (kPa)/Druckbelastung des jeweiligen Bodens (kPa). 5) Prozent vom regionalen Richtwert; s = Steuerung des regionalen Richtwerts. 6) ÖLF = ökologisch und landeskulturell bedeutsame Flächen im Agrarraum. 7) Toleranzüberschreitung (weiß) angezeigt, aber nicht gewertet. 8) Kg CO₂-Äq. Je GJ Marktprodukt. 9) Abhängig vom Tierbesatz; z.B. Boniturnote 1: viehloser Betrieb = 13 kg CO₂/GJ MP, 0,8 RGV = 80 kg CO₂-Äq/GJ MP. 10) C = 0,03; Erosionsdisposition von Saatgrasland mit C-Faktor von 0,03. [Yellow box] Toleranzüberschreitung (nicht gewertet) [Red box] Toleranzüberschreitung

5. Analyse der Nachhaltigkeit von Betrieben mit Maisanbau

Das Deutsche Maiskomitee e.V. (DMK) hat die derzeitigen Diskussionen über die Nachhaltigkeit eines zunehmenden Maisanbaues aufgegriffen und eine Studie zur Überprüfung der Nachhaltigkeit in landwirtschaftlichen Praxisbetrieben in Auftrag gegeben. Über drei zusammenhängende Wirtschaftsjahre wurden sowohl Umwelt- als auch Sozial- und Ökonomiekriterien erfasst und unter dem Aspekt einer nachhaltigen Wirtschaftsweise bewertet. Angewendet wurde das „Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft“ (KSNL). Gemäß der Kritikpunkte am Maisanbau stand bei der Betriebsauswertung die ökologische Säule der Nachhaltigkeit im Vordergrund der Untersuchungen. Die Ergebnisse der ökonomischen und sozialen Säule der Nachhaltigkeit werden in kürzer gefassten Darstellungen ebenfalls vorgestellt.

5.1 Die ökologische Säule der Nachhaltigkeit

An der Studie beteiligten sich neun Betriebe aus dem gesamten Bundesgebiet mit unterschiedlichen Anbau- und Verwertungskonzepten für Mais. Die Datenerhebung erfolgte über Fragebögen und persönliche Gespräche vor Ort. Die

Ergebnisse werden für jeden Betrieb entsprechend der in Abbildung 4 beschriebenen Darstellungsweise präsentiert.

5.1.1 Kenndaten der Betriebe

Der Vergleich der Betriebe (Tab. 11) zeigt eine sehr unterschiedliche Flächenausstattung von 58 bis 2600 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (LN). Darin eingeschlossen sind die Grünlandflächen. Die Kulturartendiversität (inkl. Grünland) schwankt zwischen 2 und 15 Arten. Der Maisanteil an der Ackerfläche erreicht Werte zwischen 14 und 85 Prozent, bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche liegen die Werte zwischen 11 und 85 Prozent. In drei Betrieben sind Biogasanlagen vorhanden, ein weiterer besitzt eine Photovoltaik-Anlage. In sieben Betrieben – zwei sind als Ackerbaubetriebe anzusprechen – werden Tiere gehalten.

5.1.2 Ökologische Bewertung der Betriebe

In der Tabelle 12 sind die für die Umweltverträglichkeit der landwirtschaftlichen Betriebe erfassten Kategorien (Nährstoffhaushalt, Bodenschutz, Pflanzenschutz, Land-

Tab. 11: Kenndaten der Betriebe

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4	Betrieb 5	Betrieb 6	Betrieb 7	Betrieb 8	Betrieb 9
Standort	Thüringen	Baden-Württemberg	Schleswig-Holstein	Nordrhein-Westfalen	Bayern	Thüringen	Baden-Württemberg	Schleswig-Holstein	Nordrhein-Westfalen
Fläche LN ha	2600	75	135	132	205	1380	58	121	194
Grünland ha	360	1	65	0	2	230	7	40	11
Kulturarten	15	2	4	2	5	13	3	5	5
Körnermais ha	0	61	0	0	0	30	30	0	5
Silomais ha	450	0	26	112	130	126	0	21	78
Mais % AF	20	82	37	85	64	14	59	26	48
Mais % LN	17	81	19	85	63	11	52	17	43
GV Rind/ha	0,82	–	1,6	0,74	–	0,42	0,02*	1,13	1,6
GV Schwein/ha	0,17	–	–	1,00	1,1	–	–	–	1,3
Energieproduktion	Biogas	Photovoltaik	–	Biogas	Biogas	–	–	–	–

* GV Pferde/ha

Tab. 12: Ergebnisse der Analyse umweltverträglicher Landwirtschaft (KUL), Bewertung der Kriterien, Jahresmittel: 2007–2009

KATEGORIE Kriterium Dimension Toleranzbereich ¹⁾			Betrieb 1 Thüringen Marktfrucht – Futterbau – Veredelung – Bioenergie											Betrieb 2 Baden-Württemberg Marktfrucht														
			mittlerer Betriebswert	Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓										mittlerer Betriebswert	Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓													
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
NÄHRSTOFFHAUSHALT																												
N-Saldo (Fläche)	kg/ha N	-50 ... 40 ^{a)}	53												13													
NH ₃ -Emission (Tier)	kg/ha N	< 50	48												0													
P-Saldo ²⁾	kg/ha P	-15 ... 15	0												-9													
K-Saldo ²⁾	kg/ha K	-50 ... 50	29												40													
Gehaltsklasse P ³⁾	ohne	B ... D	C												D													
Gehaltsklasse K ³⁾	ohne	B ... D	D												D													
Gehaltsklasse Mg ³⁾	ohne	B ... D	E												C													
Boden-pH-Klasse ³⁻⁾	ohne	C, D	B												D													
Humussaldo	kg HuC/ha	-75 ... 300	315												130,0													
BODENSCHUTZ																												
Erosionsdisposition	t/ha.a	< 6,3 ^{b)}	2,9												2,0													
Verdichtungsgefährdung	PT/PB ⁴⁾	< 1,25	1,04												1,01													
PFLANZENSCHUTZ																												
Risikominderung	Punkte	12 ... 20	17												16													
Pflanzenschutz-Intensität	%	<= 166 ^{d)}	152												252													
LANDSCHAFTS- UND ARTENVIELFALT																												
Anteil ÖLF ⁵⁾	%	> 10,3 ^{d)}	7												k.A.													
Fruchtartendiversität	ohne	> 1,5 ^{e)}	2,08												0,63													
Median Feldgröße	ha	< 40 ^{d)}	40												3,7													
ENERGIEBILANZ																												
GESAMTBETRIEB																												
Energiesaldo	GJ/ha	> -26 ^{d)}	38												129													
PFLANZENBAU																												
Energiesaldo	GJ/ha	> 50	108												125													
TIERHALTUNG																												
Energiesaldo	GJ/GV	> -109	-95												k.A.													
TREIBHAUSGASE																												
SPEZIF. THG-EMISSION																												
Gesamtbetrieb	kg CO ₂ -Ä./GJ	< 155	89												16													
Pflanzenbau	kg CO ₂ -Ä./GJ	< 18	17												16													
Tierhaltung	kg CO ₂ -Ä./GJ	< 973	615												0													
Bioenergie	kg CO ₂ -Ä./GJ	< 184	96												0													
THG-SALDO																												
Gesamtbetrieb	kg CO ₂ -Ä./ha	> -8104	-263												12209													
Pflanzenbau	kg CO ₂ -Ä./ha	> 6307	10069												11951													
Tierhaltung	kg CO ₂ -Ä./GV	> -17498	-11219												0													
Bioenergie	kg CO ₂ -Ä./ha	> -2333	-920												258													

¹⁾ standortspezifisch je nach ^{a)} Sickerwassermenge, ^{b)} Ackerzahl, ^{c)} Naturraum, ^{d)} regionalen Richtwerten, ^{e)} Bonitur Feldgröße, ^{f)} Grünlandanteil und Tierbesatz, ^{g)} Tierbesatz, ^{h)} Grünlandanteil
³⁻⁾ wie ²⁾ Einstufung der Klassen nach VDLUFA-Standpunkt „Bestimmung des Kalkbedarfs ...“ ⁴⁾ PT/PB = Druckbelastung / Druckbelastbarkeit, k. G. = keine Gefährdung, k. A. = keine Angabe

Betrieb 3 Schleswig-Holstein Marktfrucht – Futterbau													Betrieb 4 Nordrhein-Westfalen Futterbau – Veredelung – Bioenergie													Betrieb 5 Bayern Marktfrucht – Futterbau – Bioenergie												
mittlerer Betriebswert													mittlerer Betriebswert													mittlerer Betriebswert												
Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓													Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓													Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓												
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11													0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11													0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11												
64													53													2												
64													167													124												
-15													45													6												
-36													44													-20												
B													D													C												
B													C													D												
C													k.A.													E												
C													C													B												
200													254													421												
1,0													1,0													2,7												
1,38													1,13													1,04												
15													20													20												
95													157													176												
10													k.A.													k.A.												
1,13													0,57													1,10												
3,6													5,0													6,7												
4,9													191,9													168												
129,1													236,5													229												
-71,7													-52,1													-55												
219													64,0													57												
14													11,0													10												
742													324,0													267												
0													97													113												
-4761													-3522													256												
12218													22772													22215												
-9796													-6763													-6287												
0													-15993													-15303												

²⁾ inklusive Zu-/Abschläge gemäß vorliegender P-/K-Gehaltsklassen ³⁾ Betriebsdurchschnitt, Bewertung gemäß VDLUFA-Standpunkt 2000
⁴⁾ ökologisch-landeskulturelle Flächen Toleranzüberschreitung (nicht gewertet) Toleranzüberschreitung

Fortsetzung Tab. 12: Ergebnisse der Analyse umweltverträglicher Landwirtschaft (KUL), Bewertung der Kriterien, Jahresmittel: 2007–2009

KATEGORIE Kriterium			Betrieb 6 Thüringen Marktfrucht – Futterbau											Betrieb 7 Baden-Württemberg Marktfrucht																
			Dimension	Toleranzbereich ¹⁾	mittlerer Betriebswert	Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓											mittlerer Betriebswert	Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓												
NÄHRSTOFFHAUSHALT					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N-Saldo (Fläche)			kg/ha N	-50 ... 40 ^{a)}	41	[Bar chart: 41]											62	[Bar chart: 62]												
NH ₃ -Emission (Tier)			kg/ha N	< 50	20	[Bar chart: 20]											1	[Bar chart: 1]												
P-Saldo ²⁾			kg/ha P	-15 ... 15	-14	[Bar chart: -14]											0	[Bar chart: 0]												
K-Saldo ²⁾			kg/ha K	-50 ... 50	17	[Bar chart: 17]											46	[Bar chart: 46]												
Gehaltsklasse P ³⁾			ohne	B ... D	C	[Bar chart: C]											C	[Bar chart: C]												
Gehaltsklasse K ³⁾			ohne	B ... D	D	[Bar chart: D]											C	[Bar chart: C]												
Gehaltsklasse Mg ³⁾			ohne	B ... D	E	[Bar chart: E]											C	[Bar chart: C]												
Boden-pH-Klasse ³⁻¹⁾			ohne	C, D	C	[Bar chart: C]											B	[Bar chart: B]												
Humussaldo			kg HuC/ha	-75 ... 300	227	[Bar chart: 227]											665	[Bar chart: 665]												
BODENSCHUTZ																														
Erosionsdisposition			t/ha.a	< 6,3 ^{b)}	4,5	[Bar chart: 4,5]											1,0	[Bar chart: 1,0]												
Verdichtungsgefährdung			PT/PB ⁴⁾	< 1,25	1,21	[Bar chart: 1,21]											1,15	[Bar chart: 1,15]												
PFLANZENSCHUTZ																														
Risikominderung			Punkte	12 ... 20	20	[Bar chart: 20]											16	[Bar chart: 16]												
Pflanzenschutz-Intensität			%	<= 166 ^{d)}	138	[Bar chart: 138]											125	[Bar chart: 125]												
LANDSCHAFTS- UND ARTENVIELFALT																														
Anteil ÖLF ⁵⁾			%	> 10,3 ^{d)}	7	[Bar chart: 7]											0	[Bar chart: 0]												
Fruchtartendiversität			ohne	> 1,5 ^{e)}	2,02	[Bar chart: 2,02]											1,18	[Bar chart: 1,18]												
Median Feldgröße			ha	< 40 ^{d)}	17,0	[Bar chart: 17,0]											3,4	[Bar chart: 3,4]												
ENERGIEBILANZ																														
GESAMTBETRIEB																														
Energiesaldo			GJ/ha	> -26 ^{g)}	45	[Bar chart: 45]											112	[Bar chart: 112]												
PFLANZENBAU																														
Energiesaldo			GJ/ha	> 50	87	[Bar chart: 87]											112	[Bar chart: 112]												
TIERHALTUNG																														
Energiesaldo			GJ/GV	> -109	-96	[Bar chart: -96]											-85	[Bar chart: -85]												
TREIBHAUSGASE																														
SPEZIF. THG-EMISSION																														
Gesamtbetrieb			kg CO ₂ -Ä./GJ	< 155	58	[Bar chart: 58]											17	[Bar chart: 17]												
Pflanzenbau			kg CO ₂ -Ä./GJ	< 18	17	[Bar chart: 17]											16	[Bar chart: 16]												
Tierhaltung			kg CO ₂ -Ä./GJ	< 973	632	[Bar chart: 632]											k.A.	[Bar chart: k.A.]												
Bioenergie			kg CO ₂ -Ä./GJ	< 184	0	[Bar chart: 0]											0	[Bar chart: 0]												
THG-SALDO																														
Gesamtbetrieb			kg CO ₂ -Ä./ha	> -8104	2546	[Bar chart: 2546]											10590	[Bar chart: 10590]												
Pflanzenbau			kg CO ₂ -Ä./ha	> 6307	8326	[Bar chart: 8326]											10677	[Bar chart: 10677]												
Tierhaltung			kg CO ₂ -Ä./GV	> -17498	-13491	[Bar chart: -13491]											k.A.	[Bar chart: k.A.]												
Bioenergie			kg CO ₂ -Ä./ha	> -2333	0	[Bar chart: 0]											0	[Bar chart: 0]												

¹⁾ standortspezifisch je nach ^{a)} Sickerwassermenge, ^{b)} Ackerzahl, ^{c)} Naturraum, ^{d)} regionalen Richtwerten, ^{e)} Bonitur Feldgröße, ^{f)} Grünlandanteil und Tierbesatz, ^{g)} Tierbesatz, ^{h)} Grünlandanteil
³⁻¹⁾ wie ³⁾ Einstufung der Klassen nach VDLUFA-Standpunkt „Bestimmung des Kalkbedarfs ...“ * ⁴⁾ PT/PB = Druckbelastung / Druckbelastbarkeit, k. G. = keine Gefährdung, k. A. = keine Angabe

Betrieb 8 Schleswig-Holstein Marktfrucht – Futterbau													Betrieb 9 Nordrhein-Westfalen Marktfrucht – Futterbau												
mittlerer Betriebswert													mittlerer Betriebswert												
Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓													Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓												
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11													0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11												
80													48												
47													82												
4													15												
31													48												
C													D												
C													D												
C													D												
C													D												
405													376												
2,0													1,0												
1,10													1,25												
20													20												
163													164												
7													5												
1,62													1,69												
4,8													7,1												
37													-17,3												
146													154,5												
-82													-65,3												
117													212												
16													13												
614													476												
0													0												
-1810													-8459												
13634													14667												
-11627													-9265												
0													0												

²⁾ inklusive Zu-/Abschläge gemäß vorliegender P-/K-Gehaltsklassen ³⁾ Betriebsdurchschnitt, Bewertung gemäß VDLUFA-Standpunkt 2000

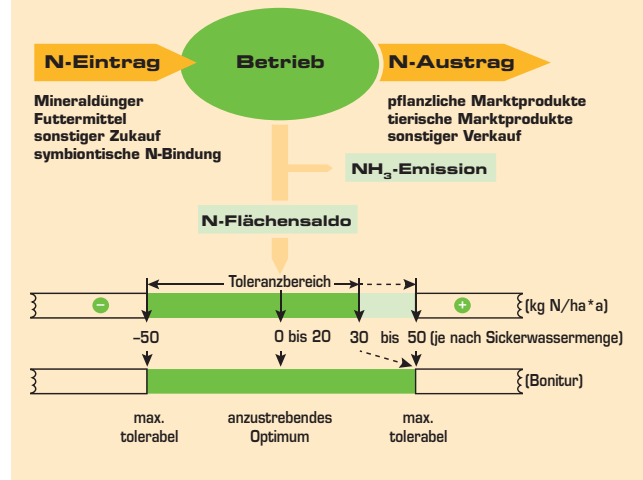
⁴⁾ ökologisch-landeskulturelle Flächen Toleranzüberschreitung (nicht gewertet) Toleranzüberschreitung

schafts- und Artenvielfalt, Energiebilanz und Treibhausgase) mit den zugeordneten Prüfkriterien dargestellt. Dabei handelt es sich um die Angaben von Mittelwerten aus drei Wirtschaftsjahren. Neben den Prüfkriterien innerhalb der Kategorien sind in der ersten Spalte der Tabelle auch die zugehörigen Dimensionen für die Prüfkriterien und der Toleranzbereich angegeben. In diesem Toleranzbereich sollte sich der bei den einzelnen Betrieben angegebene „mittlere Betriebswert“ befinden. Werte innerhalb des Schwankungsbereiches (z.B. beim N-Saldo Fläche) werden bei der Angabe des Toleranzbereiches mit der Note 1–6 bewertet. Liegt der Wert darüber, erscheint ein roter Balken. Die grundsätzliche Vorgehensweise der Festlegung des Toleranzbereiches ist am Beispiel des N-Flächensaldos in Abbildung 6 erläutert.

Der **Betrieb 1** befindet sich im Ostthüringer Hügelland und ist durch Marktfrucht- und Futterpflanzenanbau, durch Viehhaltung und die Erzeugung von Bioenergie gekennzeichnet. Die Grünlandfläche beträgt 360 ha, auf der Ackerfläche werden 450 ha Silomais für die Rinderhaltung und die Energieerzeugung angebaut. Neben Gülle werden weiterhin Getreide, Futterroggen und Grassilage in die Biogasanlage eingebracht. Die Erzeugung der Bioenergie hat kaum Rückwirkungen auf die Artenvielfalt des Betriebes angesichts des angebauten Kulturpflanzenspektrums. Mais wird nur auf ca. 20 Prozent der Ackerfläche angebaut und steht teilweise nach Zwischenfrüchten (etwa 25 Prozent der Maisfläche). Die ökologische Situation des Betriebes ist mit Ausnahme des N-Saldos unproblematisch. Der Toleranzbereich wird bei allen anderen Prüfkriterien eingehalten und kennzeichnet eine sachgemäße und nachweisbar umweltverträgliche Bewirtschaftung. Die Senkung des N-Bilanzüberhanges würde auch zu einer Reduzierung der spezifischen Treibhausgasemissionen im Ackerbau führen. Die geringfügige Überschreitung des Toleranzbereiches (gelber Balkenteil) bei der Landschaftsvielfalt (ÖLF) wird nur angezeigt, aber nicht negativ gewertet. Dennoch sollte der ÖLF-Anteil einkommensneutral erhöht werden. Weitere für die Kennzeichnung der Umweltsituation des Betriebes wichtige Parameter wie Bodenschutz, Pflanzenschutz, Energie- und Treibhausgasbilanzen befinden sich alle unterhalb der Toleranzschwelle (Boniturnote 6). Kriterien der Nachhaltigkeit werden weitgehend erfüllt.

Abb. 6: Festlegung des Toleranzbereiches am Beispiel des N-Flächensaldos

Die Festlegung von Toleranzbereichen wird am Beispiel des N-Flächensaldos erläutert. Dem N-Eintrag in den Betrieb steht der N-Austrag mit Exportgütern gegenüber. Zusätzlich ist in viehhaltenden Betrieben die NH_3 -Emission aus Wirtschaftsdüngern zu berücksichtigen. Im Endergebnis ergibt sich ein Betriebswert für die N-Bilanz, die in das System der Toleranzbereiche mit Boniturnoten überführt wird.



Der **Betrieb 2** befindet sich in Baden Baden-Württemberg in der Oberrheinischen Tiefebene und ist als Marktfruchtbetrieb mit 75 ha LN (davon 1 ha Grünland) charakterisiert. Rebflächen werden in die Untersuchung nicht einbezogen. Maisanbau findet sich auf 82 Prozent der Ackerfläche, auf den restlichen Flächen wird Gemüse angebaut. Auf Schrägen und Hangflächen werden zum Erosionsschutz Untersaaten ausgebracht. Die Verwertungsrichtung Körnermais sorgt durch den Verbleib des Stroh auf dem Acker für ausgeglichene Humusbilanzen.

Viehhaltung und Erzeugung von Bioenergie sind in dem Betrieb nicht vorhanden. In der ökologischen Gesamtbewertung schneidet der Betrieb relativ gut ab. Im Nährstoffhaushalt gibt es (mit Ausnahme bei der Phosphor-Gehalts-

klasse im Trend), keine Toleranzüberschreitungen, wobei sich die Grundnährstoffe und der pH-Wert dem Ende des Toleranzbereiches nähern. In der ökologischen Gesamtbewertung schneidet der Betrieb gut ab. Es gibt nur zwei Ausnahmen. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist im Vergleich zu anderen maisanbauenden Betrieben in der Region überhöht. Bei der Fruchtartendiversität besteht Ergänzungsbedarf, entweder im Kulturpflanzenspektrum oder durch Zwischenfrüchte und Begrünungsstreifen, um dieses Kriterium der nachhaltigen Produktionstechnik zu erfüllen. Besonders bemerkenswert sind der niedrige N-Saldo (13 kg/ha N) und die gute Energieeffizienz bei fast ausschließlichem Anbau der Druschfrucht Körnermais.

Der **Betrieb 3** liegt in Schleswig-Holstein und ist ein Marktfrucht-Futterbaubetrieb mit 135 ha LN, davon 65 ha Grünland. Auf dem Ackerland befinden sich drei Fruchtarten, davon 26 ha Silomais (37 Prozent der Ackerfläche). Dieser wird in der Rindviehhaltung eingesetzt. Bei vier Prüfkriterien in den Kategorien Nährstoffhaushalt, Bodenschutz und Landschafts- und Artenvielfalt werden die zulässigen Toleranzbereiche leicht überschritten und signalisieren Handlungsbedarf. Die Verdichtungsgefährdung der Böden erfordert Anpassungen bei der technischen Ausstattung. Die Kulturartendiversität ist eingeschränkt, da auf dem Acker nur drei Kulturen angebaut werden. Im Betrieb sind einschließlich Grünland allerdings vier Kulturen vorhanden. Soll das Defizit auf dem Acker beseitigt werden, ist der Anbau einer vierten Kultur erforderlich. N-Saldo (Fläche) und NH_3 -Emission (Tier) weisen geringfügige Überhänge aus, die sich in der Regel durch weniger Mineraldünger und Anpassungen in der Tierhaltung relativ leicht beseitigen lassen. Die Kategorien Energie- und Treibhausgasbilanzen sind in keinem Fall zu beanstanden.

Der **Betrieb 4** in Nordrhein-Westfalen bewirtschaftet 132 ha LN, baut 112 ha Silomais an und hält 1,75 GV/ha (Bullen- und Schweinemast). Die stark ausgebaute Erzeugung von Bioenergie erfordern den zusätzlichen Import von Kofenolmenten und den Export von Gärresten, um eine Überdüngung der Flächen und eine überhöhte Humuszufuhr zu vermeiden. Der Nährstoffhaushalt des sehr intensiv wirtschaftenden Betriebes ist bei allen Indikatoren nicht weiter

belastbar, die meisten befinden sich noch im tolerablen Bereich. Dies gilt nicht für die NH_3 -Emission und den P-Saldo. Hier muss der Betriebsleiter Überlegungen anstellen, die Überfrachtung von Atmosphäre und Boden zu reduzieren. Ein weiteres Manko ist die Fruchtartendiversität. Zwei Kulturen auf dem Acker sind für die Zielgröße Agrobiodiversität zu wenig. Über Winterzwischenfrüchte und die Integration weiterer Kulturen z.B. von Zuckerrüben und Getreide-GPS sollte der Betriebsleiter zukünftig mehr Fruchtarten im Anbauspektrum berücksichtigen. In den Kategorien Boden- und Pflanzenschutz liegen die ermittelten Betriebswerte alle besser als die angegebenen zulässigen Toleranzbereiche. Insbesondere die Energie- und Treibhausgasbilanz zeigen, dass die festgelegten Zielgrößen des Toleranzbereiches durchaus erreicht werden können.

Der **Betrieb 5** befindet sich im bayerischen tertiären Hügelland und betreibt auf 205 ha LN den Anbau von Marktfrüchten und Futterpflanzen mit fünf Kulturen. Zusätzlich sind zwei Hektar Grünland vorhanden. Die 500 KW-Biogasanlage wird mit Gülle von den 225 GV Schwein und Mais versorgt, der auf 130 ha angebaut wird. Dies sind 64 Prozent der Ackerfläche. Im Mittel der zugrunde liegenden drei Untersuchungsjahre sind von den 26 erhobenen Prüfkriterien vier mit einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Überschreitung des zulässigen Toleranzbereiches gekennzeichnet. Besonders kritisch ist dabei die NH_3 -Emission (Tier) zu betrachten, da die Toleranzüberschreitung das 2,5-fache des Grenzwertes ($< 50 \text{ kg/ha N}$) beträgt. Pflanzenschutzintensität und Fruchtartendiversität sind so zu verändern, dass der Toleranzbereich nicht überschritten wird. Eine günstige Situation liegt auch bei den THG-Emissionen vor.

Der **Betrieb 6** ist ein Marktfrucht-Futterbau-Betrieb und befindet sich im Ostthüringer Hügelland. Er bewirtschaftet 1380 ha LN, davon 230 ha Grünland. Im Anbau auf dem Acker sind 12 Kulturarten vertreten, davon nimmt der Mais 156 ha (30 ha Körner-, 126 ha Silomais) ein. Dies sind 14 Prozent der Ackerfläche und 11 Prozent der LN. Die übrigen Arten umfassen Getreide, Raps, Körnerleguminosen, Hackfrüchte und Ackerfuttergras. Der Überblick über die Umweltkriterien zeigt, dass kein

Prüfindikator eine Überschreitung aufweist. Lediglich bei der Landschaftsvielfalt (ÖLF) ist ein geringer Erweiterungsbedarf festzustellen, der aber nicht negativ gewertet wird, sondern nur eine Anzeigefunktion aufweist. Die Mehrzahl der Indikatoren in der Kategorie Nährstoffhaushalt bewegt sich bezüglich des Betriebswertes auf das Ende des Toleranzbereiches zu oder haben dieses erreicht. Dies ist auch beim Bodenschutz der Fall. Überschreitungen der Toleranzschwelle sind dann zu erwarten, wenn z.B. die notwendigen Erträge im Pflanzenbau der hohen Intensität nicht entsprechen. Bei den Energie- und Treibhausgasbilanzen entsprechen die attestierten Werte den Anforderungen der guten fachlichen Praxis.

Der **Betrieb 7** liegt in Baden-Württemberg in der Oberrheinischen Tiefebene, bewirtschaftet 58 ha LN (davon 7 ha Grünland) im Nebenerwerb. Die einfache Betriebsorganisation basiert auf 30 ha Körnermais (59 Prozent der Ackerfläche und 52 Prozent der LN) und zwei weiteren Kulturen. Die Pferdehaltung mit 0,02 GV Pferde/ha fällt als Wirtschaftszweig hier nicht besonders ins Gewicht. Die Kriterien N-Saldo (Fläche), Fruchtartendiversität und der Energiesaldo überschreiten das Ende des Toleranzbereiches um eine Boniturnote. Eine kritische Durchleuchtung der Produktionsprozesse ist empfehlenswert, um diese Überhänge abzubauen. Der deutliche Überhang beim Humussaldo (Boniturnote 9) ist auf den Zukauf organischer Dünger in Form von Kompost zurückzuführen. Bei der bestehenden betrieblichen Anbaustruktur liegt der Humus-C Saldo schon ohne Zukauf mit +350 kg Humus-C/ha leicht oberhalb des Toleranzbereiches, sodass eine zusätzliche Zufuhr von organischen Düngern nicht zu empfehlen ist.

Der **Betrieb 8** befindet sich in Schleswig-Holstein im östlichen Hügelland. Der Marktfrucht-Futterbau-Betrieb weist 121 ha LN auf, davon 40 ha Grünland. Fünf Kulturarten befinden sich im Nutzungsprogramm, davon vier auf den Ackerflächen. Silomais wird auf 21 ha angebaut und umfasst 26 Prozent der Ackerfläche. Körner- und Energiemais sind nicht vorhanden. 1,13 GV aus der Milch- und Mastviehhaltung verwerten die Futterpflanzen. Überschreitungen der Toleranzbereiche sind nur beim N-Saldo (Fläche) und beim Humussaldo festzustellen. Gemessen an der Zielgröße sind bei der Stickstoffdüngung Einsparungen durch effiziente-

ren Wirtschaftsdüngereinsatz und weniger Mineraldünger anzustreben. Etwa 30 kg/ha Bilanzüberhang sind abzubauen, um den zulässigen Toleranzbereich von ca. 50 kg/ha N nicht zu überschreiten. Der Überhang beim Humussaldo resultiert aus betriebseigenen Reststoffen und könnte leicht durch die Abfuhr von Stroh von der Ackerfläche ausgeglichen werden. Alle übrigen Indikatoren zeigen, dass der Betrieb nach guter fachlicher Praxis wirtschaftet und auch bei der energetischen Bewertung sowie den Treibhausgas-Emissionen vorbildliche Zielgrößen erreicht.

Der **Betrieb 9** befindet sich in Nordrhein-Westfalen im Münsterland und bewirtschaftet 183 ha Ackerland und 11 ha Grünland. Im Betrieb sind fünf Kulturarten zu finden, davon vier Hauptfrüchte mit zusätzlichen Zwischenfrüchten auf dem Acker. Der Maisanteil an der Ackerfläche beträgt 48 Prozent. Dieser Wert setzt sich aus 78 ha Silomais und 5 ha Körnermais (CCM) zusammen. Die Tierhaltung wird sehr intensiv betrieben. Im Betrieb werden 2,9 GV/ha, davon 1,6 GV/ha Mastrinder und 1,3 GV/ha Mastschweine gehalten. Im Mittel der drei Wirtschaftsjahre sind nur bei der NH_3 -Emission (Tier) deutliche Überschreitungen des Toleranzbereiches (< 50 kg/ha N) festzustellen. Der Emissions-Überhang ist um etwa 30 kg/ha N abzubauen und erfordert Anpassungen in der Tierhaltung, da Rindermast weitgehend auf Stroh und der Gewinnung von Festmist basiert. Die Überschreitung des Humussaldos ist auf betriebseigene Quellen zurückzuführen und bedarf einer Korrektur durch den Export von z.B. Stroh. Die Prüfkriterien der Kategorie Nährstoffhaushalt zeigen insgesamt an, dass die Nährstoffversorgung sich in der Nähe der Toleranzgrenze bewegt. Dadurch werden Einsparpotenziale aufgezeigt. Dies gilt auch für die Verdichtungsgefährdung und die Pflanzenschutzintensität. Alle übrigen Indikatoren bewegen sich im unteren bis mittleren Bereich der Toleranz. Energiebilanzen (GJ/ha) und Emissionen von Treibhausgasen (kg CO_2 -Ä./GJ) zeigen Werte, die den Anforderungen eines nachhaltig wirtschaftenden Betriebes entsprechen.

5.1.2.1 Maisanteil in den Betrieben und Ausprägung von Indikatoren

Die mit Hilfe des „Kriteriensystems umweltverträgliche Landbewirtschaftung“ (KUL) ausgewerteten neun Betriebe

Tab. 13: Maisanteil (%) an der Ackerfläche (AF) in den neun untersuchten Betrieben und Ausprägung wichtiger Indikatoren für den umweltverträglichen Pflanzenbau. Angabe des Toleranzbereiches (Boniturnote bis 6 innerhalb, über 6 außerhalb des Toleranzbereiches) Mittel von 3 Jahren

Betrieb	Maisanteil an der AF %	N-Saldo Fläche	P-Saldo Fläche	Humussaldo	Erosionsdisposition	Verdichtungsgefährdung	PSM-Intensität	Fruchtarten-diversität	Energie-saldo	THG-Saldo
6	14 ²	6	6	5	6	5	3	2	2	4
1	20	7	1	6	3	2	3	2	1	3
8	26	8	2	7	2	3	6	4	1	1
3	37	7	6	4	1	7	3	7	1	1
9	48 ²	6	6	7	1	6	6	4	1	1
7	59 ¹	7	6	9	1	4	3	7	2	4
5	64	2	3	7	3	2	7	7	1	1
2	82 ¹	1	4	3	2	1	9	8	1	4
4	85	6	9	5	1	4	6	9	1	1

¹ = Körnermais, ² = Silo- und Körnermais

sind in der Tabelle 13 zum Vergleich nach dem zunehmenden Maisanteil an der Ackerfläche (Prozent AF) dargestellt. Zusätzlich sind dem Maisanteil in den Betrieben die ermittelten wichtigen Umweltindikatoren für den Pflanzenbau zugeordnet, um Tendenzen in Abhängigkeit vom Maisanteil erkennen zu können. Dem N-Saldo (nach Hoftorbilanz) dürfte wohl die wichtigste Indikatorfunktion für den umweltgerechten Pflanzenbau zukommen. Denn häufig wird unterstellt, dass Mais wesentlich zur Grund- und Oberflächenwasserbelastung durch Stickstoff beiträgt. Aus der Zuordnung der N-Salden zum Maisanteil in den Betrieben ist aber nicht abzuleiten, dass hohe Maisanteile hohe N-Überhänge verursachen. Dies zeigen die Betriebe 2 und 5 sehr deutlich. In Betrieben mit niedrigen Maisanteilen können die N-Salden sogar höher ausgeprägt sein. Ähnliches gilt für die Phosphor-Salden. Über- und Unterschreitungen der Toleranzgrenze (Boniturnote 6) kommen sowohl bei hohen als auch niedrigen Maisanteilen vor und werden überwiegend von der Tierhaltung über organische Dünger beeinflusst. Der Humussaldo wird im Wesentlichen vom innerbetrieblichen Anfall von Reststoffen beeinflusst und wird deshalb nicht kritisch bewertet. Erst bei zusätzlichem Import von Wirtschaftsdüngern sind Toleranzüberschreitungen zu kritisieren. Erosionsdisposition und Verdichtungsgefährdung zeigen keinen Zusammenhang zum Maisanteil

an der Ackerfläche, gleiches gilt für die Intensität des Pflanzenschutzes, während die Fruchtartendiversität ohne kompensatorische Maßnahmen durch hohe Maisanteile zwangsläufig beeinträchtigt wird. Die Einhaltung einer Fruchtfolge mit vier Kulturen oder der Anbau von Begrünungspflanzen als Rand- und Zwischenstrukturen können diesen Umstand entschärfen, wobei hier noch wissenschaftlich abgesicherte Ergebnisse zu den erforderlichen Mindestflächen solcher Strukturen fehlen. Die in Tabelle 13 für den Gesamtbetrieb ausgewiesenen Energie- und Treibhausgas-Salden sind in allen untersuchten Bereichen unterhalb der Toleranzgrenze ausgeprägt. Sie zeigen keinen Bezug zum Maisanteil an der Ackerfläche, da die Bewertungen des Gesamtbetriebes maßgeblich durch die Tierhaltung oder große Bioenergieanlagen beeinflusst werden.

5.1.2.2 Beziehungen zwischen dem Maisanteil an der Fläche und Umweltindikatoren

Die bisher vorgestellten Untersuchungsergebnisse beschreiben die Situation in neun maisanbauenden Betrieben in verschiedenen Regionen Deutschlands. Wegen der geringen Zahl der Betriebe, die im Rahmen dieser Studie nur berücksichtigt werden konnten, handelt es sich um Einzelfälle, die im Vergleich untereinander und isoliert betrachtet Informationen für den Betriebsleiter enthalten und somit eine Beratungsgrundlage darstellen. Für grundsätzliche Aussagen über die Umwelrelevanz von Mais in Abhängigkeit vom Maisanteil an der Ackerfläche reicht die Stichprobe nicht aus. Denn eine derartige Bewertungsmöglichkeit wird erst durch eine Vielzahl von Betriebsanalysen eröffnet. Das von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (BEITSCHUH und ECKERT 2000 und 2008) entwickelte „Kriteriensystem umweltverträglicher Landwirtschaft (KUL)“ wurde bislang in 399 Betrieben mit einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von 201.000 ha zur Analyse der ökologischen Situation eingesetzt. Zum Teil erfolgten die Untersuchungen in Betrieben über mehrere Jahre, sodass heute weit über 700 Einzeljahresauswertungen weitergehende Aussagen zu den Zusammenhängen zwischen Diskussionsparametern und dem Maisanteil an der Ackerfläche erlauben. So lässt sich feststellen, dass ein steigender Maisanteil zwar mit einer sinkenden Kulturar-

tendenzdiversität im Anbau einhergeht, aber gleichzeitig auch klare ökologische Vorteile damit verbunden sind. Dies soll anhand einiger Produktionskennziffern erläutert werden.

Energieeffizienz und Silomaisanteil an der LN

Der Energiesaldo des Pflanzenbaues kennzeichnet die Differenz zwischen dem energetischen Output, der von der Fläche abgefahren wird und dem auf die Fläche gelangenden Input. Der Energiegewinn der Fläche (=Energiesaldo) ist ein Indikator für die Leistungsfähigkeit des Pflanzenbausystems und damit auch für die Bodenfruchtbarkeit. Die energetische Bilanzierung folgt im KUL-Programm dem Hoftorprinzip, da nur auf dieser Ebene alle materiellen Zu- und Verkäufe belegt werden können. Für den innerbetrieblichen Stoffkreislauf werden auf Plausibilität geprüfte Schlagdaten herangezogen. Angestrebt wird ein möglichst hoher Energiesaldo der Bodennutzung, bei dem die Toleranzbereiche der anderen Prüfkriterien der Nachhaltigkeit (Tab. 12, S. 16) eingehalten werden. Ein Energiesaldo von 50 GJ/ha (< 40 GE/ha) auf ertragsschwachen Böden wird noch gerade für akzeptabel gehalten. In der Abbildung 7 ist die Energieeffizienz von Anbausystemen mit Silomaisanteilen von 0 bis 85 Prozent dargestellt. Während der Energieinput (Dünger, Treibstoff, Saatgut, PSM u.a.) sich weitgehend unabhängig vom Maisanteil darstellt, steigt die Energieeffizienz mit zunehmendem Maisanteil an. Erstaunlich ist die Streubreite der Energie-

salden ohne Maisanbau oder mit geringen Maisanteilen. Daraus ist zu folgern, dass aus energetischer Sicht Silomais zu den effizientesten Kulturpflanzen zu zählen ist. Je eingesetzter Energieeinheit (GJ/ha) in Form von Dünger, Treibstoff und Pflanzenschutzmitteln werden mit der Maissilage bis zu 15 Energieeinheiten gewonnen. Dies ist neben dem geringen Energieeinsatz auf die besondere biologische Leistungsfähigkeit der C4-Pflanze Mais und die optimale Nutzbarkeit der gesamten oberirdischen Pflanzenbestandteile zurückzuführen.

N-Saldo und N-Aufwand bei zunehmendem Maisanteil

Stickstoff ist der wichtigste Nährstoff für einen erfolgreichen Maisanbau. Vorteilhaft ist dabei, dass die Zeit der stärksten N-Freisetzung aus der Mineralisation der organischen Substanz des Bodens und die Zeit des höchsten Bedarfes für die TM-Produktion der Maisbestände gut übereinstimmen. Nur der zusätzliche Bedarf für die Ertragsbildung muss über die Düngung abgedeckt werden. Aus diesem Zusammenhang folgt, dass Mais in Veredlungsbetrieben mit langjähriger organischer Düngung (Gülle u.a.) den dort vorhandenen bodenbürtigen Stickstoff sehr gut nutzt, weniger gedüngt werden muss und Silomais deswegen mit negativen N-Bilanzen (bis zu -80 kg/ha N) angebaut werden kann. In Marktfrucht-Anbausystemen mit hohen Anteilen von Kulturen wie Raps und

Abb. 7: Energieeffizienz und Silomaisanteil an der LN (n = 643)

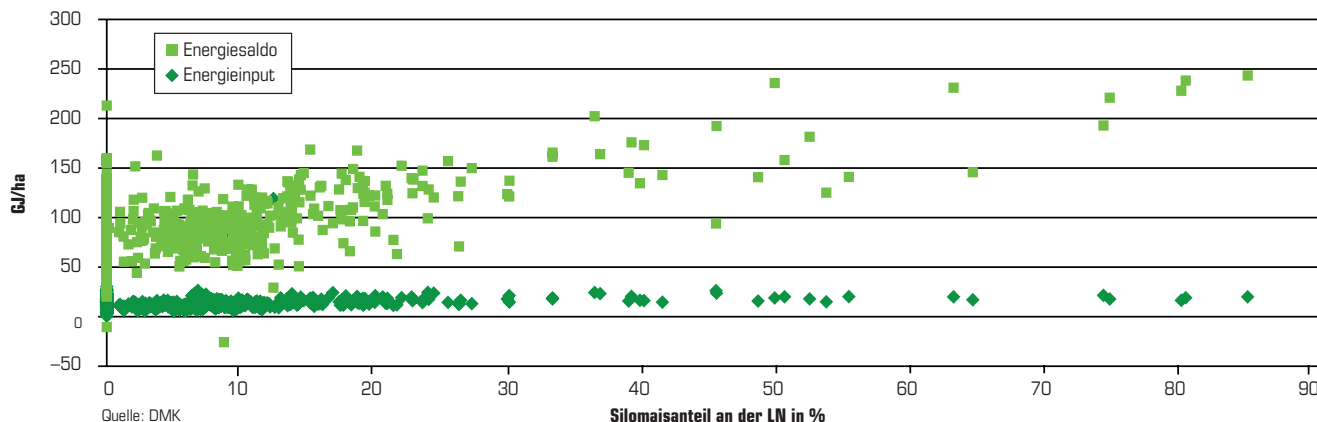
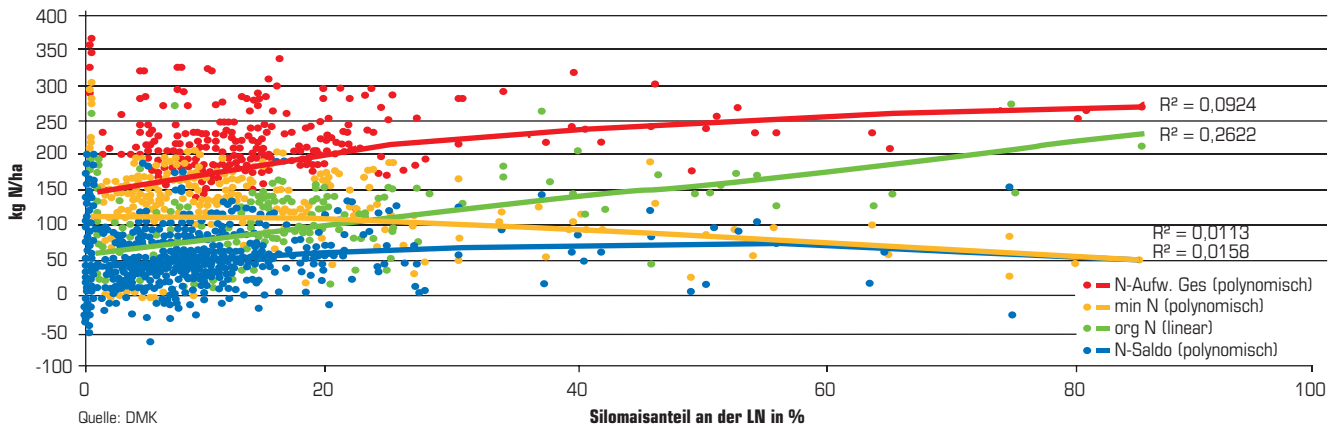
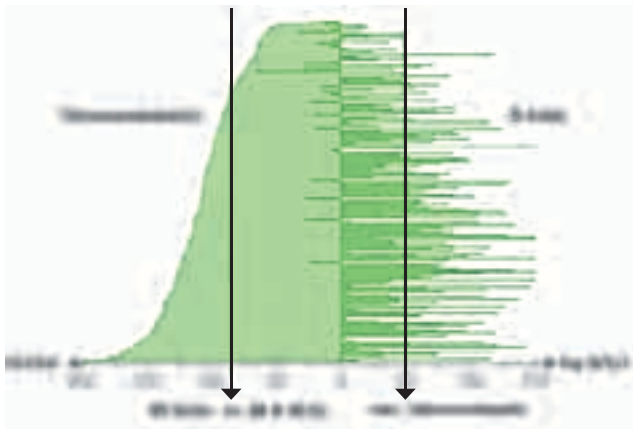


Abb. 8: N-Saldo und N-Aufwand bei steigenden Silomaisanteilen an der LN (n = 651)


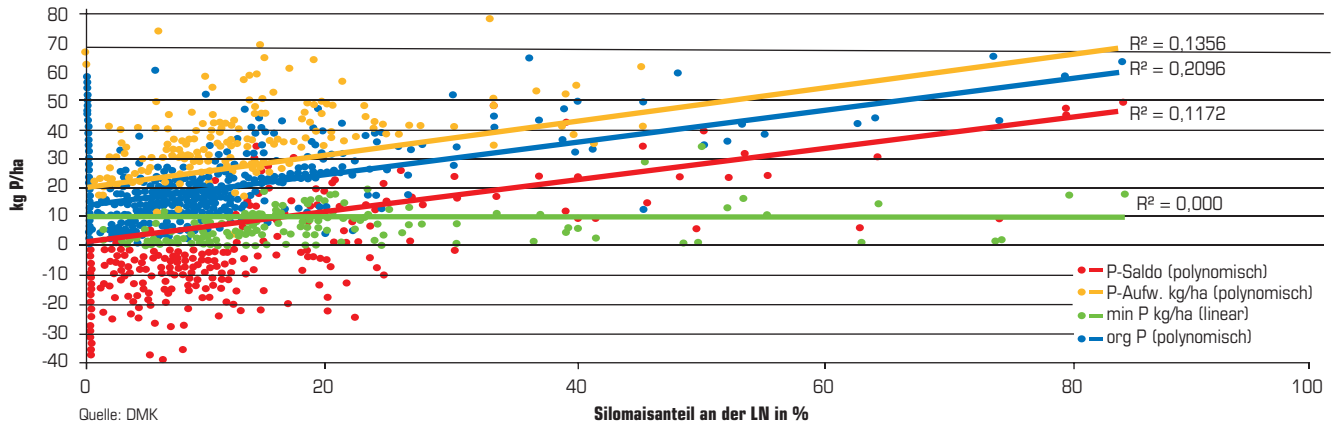
Qualitätsweizen mit einer höheren N-Hinterlassenschaft im Boden dient Mais durch die gute Verwertung dieses Überhang-Stickstoffs als N-Bilanz ausgleichende Kultur. Im Körnermaisbau ohne Viehhaltung ist eine ausgeglichene Bilanz (+/- 20kg/ha N) anzustreben. In der Abbildung 8 sind der N-Saldo und N-Aufwand in Betrieben mit steigenden Silomaisanteilen an der Ackerfläche dargestellt. Die grünen Punkte kennzeichnen die Höhe der organischen Düngung. Der mit zunehmendem Maisanbau steigende Umfang der organischen Dünger belegt, dass Silomais in erster Linie dort angebaut wird, wo eine Verwertung über Tiere oder Biogasanlagen möglich ist. Die

Abb. 9: Gegenüberstellung von Flächenproduktivität und N-Salden deutscher landwirtschaftlicher Betriebe (n = 222)


Quelle: BREITSCHUH et al. 2008

Betriebe ergänzen die organische Stickstoffdüngung mit Mineraldüngern, wobei die Summe der N-Düngung mit steigenden Maisanteilen zunimmt. Aufgrund der höheren Abfuhr durch die großen Erntemengen sind die Salden im Trend aber ähnlich ausgeprägt wie bei geringen Maisanteilen, wie die blaue Regressionslinie anzeigt. Der Saldo liegt bei der Mehrzahl zwischen -30 kg/ha N und 100 kg/ha N, wobei Einzelbetriebe deutlich oberhalb und unterhalb dieser Spanne liegen können. Das geringe Bestimmtheitsmaß ($R^2=0,01$) für den Zusammenhang zwischen dem N-Saldo und dem Maisanteil belegt, dass die Auswirkungen des betrieblichen Düngungsmanagements auf das einzelbetriebliche Ergebnis weitaus maßgeblicher sind als pauschale Angaben zur Betriebs- bzw. Anbaustruktur. Um Silomais grundsätzlich mit negativen N-Salden anzubauen, steht diesbezüglich der Mineraldüngereinsatz in erster Linie zur Disposition, um die Effizienz der Wirtschaftsdünger zu steigern. Vielfach ist die bodenbürtige N-Mineralisation so hoch, dass der Zusatzdüngerbedarf sehr stark eingeschränkt oder darauf verzichtet werden kann. Diese Zusammenhänge gelten unabhängig vom Maisanteil in der Fruchtfolge. Das betriebliche Düngemanagement ist die entscheidende Stellgröße. Dies zeigt auch die Abbildung 9. Zwischen der Flächenproduktivität (GJ/ha) und dem N-Flächensaldo von 222 Betrieben gibt es offenbar keinen Zusammenhang.

Abb. 10: P-Saldo bei steigenden Silomaisanteilen (n = 651)

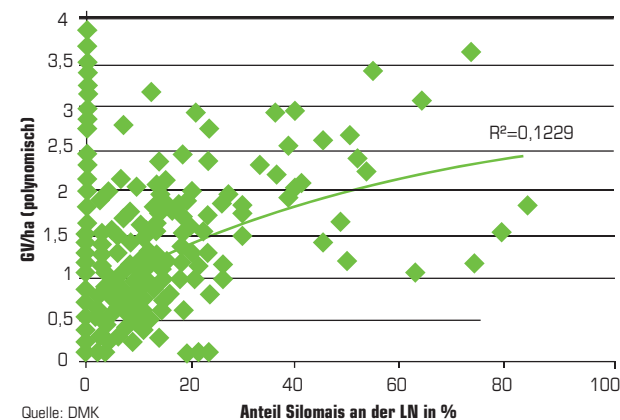


P-Saldo und P-Aufwand bei zunehmendem Maisanteil

Phosphat ist neben Stickstoff ein weiterer wichtiger Nährstoff, der im Übermaß angewendet zur Eutrophierung von Oberflächengewässern durch erosive Niederschläge führt oder auch bei sehr hohen Boden-P-Gehalten über die Bodenpassage in das Grund- und Oberflächenwasser eingetragen wird. Mais benötigt in der Jugendentwicklung Phosphor in schnell verfügbarer Form, weshalb bei der Aussaat eine Unterfußdüngung mit NP-Düngern durchgeführt wird. Dass diese Maßnahme zum Standard gehört, ist an der relativ gleich bleibenden Höhe der mineralischen

P-Düngung unabhängig von der organischen Düngung zu erkennen. Der restliche benötigte Phosphor stammt aus der organischen Düngung. Im Gegensatz zum Stickstoff wird jedoch wegen der fast überall praktizierten Startdüngung die Mineraldüngung nicht ausreichend reduziert, sodass die Salden parallel mit der gedüngten organischen Phosphormenge ansteigen. Aus der Grafik ist ersichtlich, dass wegen der zu hohen Düngemengen der gesetzliche Grenzwert für den P-Saldo (9 kg P/ha und Jahr) ab einer Gesamtdüngermenge von ca. 40 kg P erreicht wird. Stellschrauben für den Ausgleich zu hoher P-Bilanzen sind deshalb die P-Menge bei der Unterfußdüngung und der Einsatz von Wirtschaftsdüngern. Es wird zukünftig allein aus Gründen der P-Effizienz nicht mehr möglich sein, organische Dünger in den bislang praktizierten Mengen einzusetzen, die im Laufe der Jahre zu überhöhten Werten führen. Dies ist in der Abbildung 10 der Grund für steigende P-Salden mit zunehmenden Maisanteilen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Hohe Maisanteile basieren häufig auf einem hohen Tierbesatz (Abb. 11).

Abb. 11: Tierbesatz und Anbauanteil von Silomais (n = 651)



Pflanzenschutzaufwand und Maisanteil an der LN

Die Kontrolle von Schaderregern im Pflanzenbau zur Absicherung hoher Erträge wird sowohl von acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen (Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Sortenwahl u.a.) als auch durch chemische Pflanzenschutzmittel gewährleistet, deren Einsatz sich aber auf das notwen-

Abb. 12: Ermittlung und Bewertung der Pflanzenschutzintensität
Behandlungsindex Pflanzenschutzmittel

- BI_{PSM} ... Normierter Behandlungsindex eines Pflanzenschutzmittels (PSM)
 BI_{BE} ... Normierter Behandlungsindex des Betriebs
 BI_{MWREG} ... Fruchtartenspezifischer Richtwert der BBA (NEPTUN 2000)
 σ ... Streuung des BIRW
 BI_{RW} BI-Richtwert für das jeweilige AF-Verhältnis des Betriebs

1. Erfassung der Ist-Situation im Betrieb

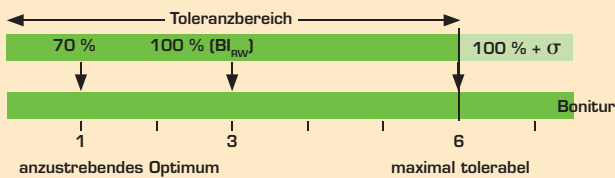
$$BI_{PSM} = \frac{PSM\text{-Zukauf (kg)}}{\text{Regelaufwandmenge (kg/ha)} * \text{Fläche PSM-Hauptkulturen (ha)}}$$

$$BI_{BE} = \sum \text{aller } BI_{PSM}$$

2. Bewertung

$$BI_{RW} = \sum BI_{MWREG} * \frac{\text{Fruchtartenfläche im Betrieb (ha)}}{\text{Fläche PSM-Hauptkulturen (ha)}}$$

$$\text{Betriebswert (\% vom Richtwert)} = BI_{BE} * 100 / BI_{RW}$$



Quelle: Rossberg et al. 2002

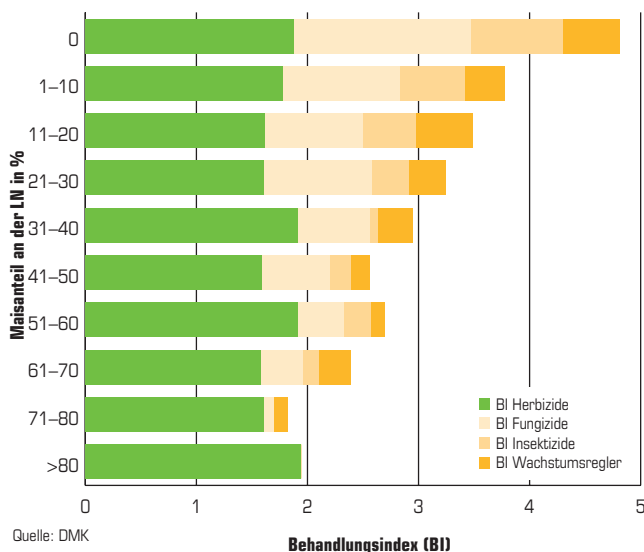
dige Maß beschränken sollte, um Austräge von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in andere Ökosysteme (Gewässer) zu vermeiden. Dabei ergibt sich die Frage nach der notwendigen Pflanzenschutzintensität. Mit Hilfe der Pflanzenschutzintensität lassen sich Kulturen untereinander und über Betriebe hinweg vergleichen. Seit etwa zehn Jahren erfolgt die Ermittlung der Pflanzenschutzintensität nach dem „normierten Behandlungsindex“ (GERNAND et al. 2005). Dieser wird für jedes im Betrieb eingesetzte PSM berechnet und stellt den Quotienten aus der eingesetzten PSM-Menge (kg) dividiert durch das Produkt aus Regelaufwandmenge (kg/ha) multipliziert mit der Fläche der PSM-Hauptkulturen (ha) dar. Die Summe der Behandlungsindizes aller eingesetzten Pflanzenschutzmittel ergibt den normierten Behandlungsindex für den Betrieb. Dessen Bewertung erfolgt über Bezugswerte, die für die jeweilige Bodenklimate-Region typisch sind. Das schematisierte Verfahren der Ermittlung und Bewertung der Pflanzenschutzintensität ist in Abbildung 12 einschließlich des Toleranzbereiches dargestellt.

Die Tabelle 14 enthält beispielhaft über Erhebungen in einer Vielzahl von Betrieben ermittelte Ergebnisse zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Pflanzenbau. Von den geprüften zehn Kulturarten sind in der Summe aller Maßnahmen bei Mais die geringsten und bei Kartoffeln die höchsten Aufwendungen festzustellen,

Tab. 14 : Behandlungsindex für die Anwendung von PSM im Ackerbau

Kultur	Anzahl Betriebe	alle Maßnahmen	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
Mais	489	1,24	0	1,22	0,03	0
Hafer	131	1,63	0,07	0,98	0,33	0,26
Sommergerste	320	2,13	0,72	1,21	0,15	0,05
Triticale	319	2,26	0,46	0,96	0,09	0,74
Winterroggen	332	2,61	0,9	0,85	0,14	0,72
Wintergerste	724	2,76	1,1	1,07	0,1	0,49
Zuckerrüben	382	2,93	0,15	2,59	0,19	0
Raps	644	3,41	0,68	1,18	1,44	0,12
Winterweizen	790	3,74	1,39	1,37	0,36	0,62
Kartoffeln	130	8,56	6,08	1,55	0,94	0

Quelle: Detaillierte Methodik und Ergebnisse zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau Deutschlands des Projektes NEPTUN 2000 sind in Heft 98 der Reihe „Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft“ (BBA) veröffentlicht. aus: <http://www.pestizidreduktion.de/behandlungsindex/behandlungsindices.html>

Abb. 13: Pflanzenschutzaufwand und Maisanteil an der LN (n = 338)

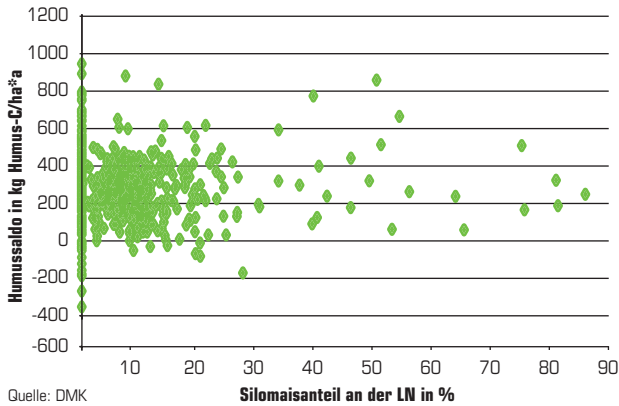
wobei dieser Behandlungsindex eine dimensionslose Größe darstellt und die verschiedenen Mittelgruppen umfasst. Die günstige Bewertung von Mais resultiert aus der Tatsache, dass diese Kultur fast nur Herbizide benötigt und nur in sehr geringem Umfang Insektizide eingesetzt werden. Mit zunehmendem Maisanteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Abb. 13) ist deshalb eine geringere Pflanzenschutzintensität zu erwarten. Die Verdrängung anderer Kulturen vermindert den Einsatz von Fungiziden, Insektiziden und Wachstumsreglern, während der Herbizideinsatz keine deutliche Abhängigkeit vom Maisanteil an der LN aufweist. Ob diese Situation auf Dauer stabil ist, bleibt vor dem Hintergrund des Klimawandels und der Zunahme maisspezifischer Schaderreger wie Maiszünsler und Maiswurzelbohrer zunächst abzuwarten.

Humussaldo und Silomaisanteil an der LN

Der Humussaldo ergibt sich als Differenz zwischen den natürlichen Humusverlusten als Folge des fruchtarten- und bearbeitungsabhängigen Abbaus und der bewirtschaftungsabhängigen Zufuhr von organischer Substanz aus Wirtschaftsdünger, Koppelprodukten der Feldproduktion, Zwischenfrüchte u.a. Die Menge und Qualität der or-

ganischen Substanzen im Boden beeinflusst über Veränderungen von physikalischen, chemischen und biologischen Merkmalen eine Reihe von Bodeneigenschaften und -funktionen. Sie hat Einfluss auf das Mineralisierungspotenzial, kann zu vermehrter unkontrollierter Stickstofffreisetzung und zu Nitratverlusten sowie zu Belastungen des Klimas durch CO_2 - und N_2O -Freisetzung führen. Das Ziel im Pflanzenbau sind ausgeglichene Humusbilanzen, wobei die Bilanzierung nach dem VDLUFA-Standpunkt (2004) erfolgt. Als allgemeine Umrechnungseinheit dient das Humusäquivalent, das 1 kg Kohlenstoff in der humifizierten organischen Trockenmasse entspricht. Damit können die Humusersatzleistungen von organischen Substanzen mit einer einheitlichen Dimension ausgedrückt werden. Aus einer Tonne reproduktionswirksamer organischer Substanz verbleiben nach der Humifizierung 200 kg Humus-C im Boden. Dies entspricht etwa einer Tonne Trockenmasse oder fünf Tonnen Frischmasse von Stalldung. Die Humuszehrung der Kulturpflanzen ist unterschiedlich. Silomais zählt wie Rüben und Kartoffeln zu den humuszehrenden Früchten. Bei optimalen Humusgehalten in den Böden wird ein Saldo von 0 bis 100 kg C/ha angestrebt mit einem Toleranzbereich von -75 bis 300 kg Humus-C/ha. Die häufig vermuteten negativen Humusbilanzen mit zunehmendem Silomaisanteil an der LN lassen sich aus den der Abbildung 14 zugrunde liegenden 651 Humusbilanzen allerdings nicht ableiten. Nur drei Prozent der Betriebe weisen einen negativen Saldo auf. Erstaunlich ist auch die breite Streuung der Humussalden in Betrieben ohne Maisanbau. In Betrieben mit zunehmendem Silomaisanbau ist dagegen die Streuung der Werte geringer. Die Verteilung der Punktwolke zeigt auch, dass der Umfang des Silomaisanbaues kaum einen Einfluss auf die Humussalden hat. Allerdings ändert sich die Zusammensetzung der Humusbilanzen mit zunehmendem Maisanteil (Abbildung 14a): Der anbaubedingte Humusbedarf steigt (Humuszehrer). Andererseits wird trotz der geringeren Humus-C-Mengen aus den immer weniger vorhandenen Koppelprodukten durch die mit dem Maisanbau zunehmende Menge an Tieren/Biogasanlagen deutlich mehr Kohlenstoff über organische Dünger zugeführt. Zusätzlich verbleibt verstärkt organische Substanz aus dem humusmehrenden Anbau von Zwischenfrüchten im Boden.

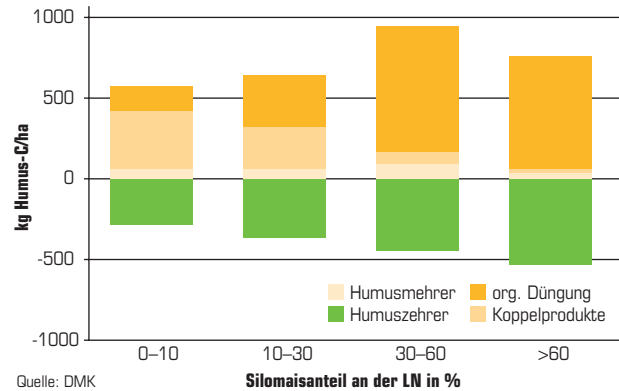
Abb. 14: Humussaldo und Silomaisanteil an der LN (n = 651)



Potenzielle Erosionsgefährdung und Maisanteil an der LN

Ein zu starkes Ausmaß der Bodenerosion mindert die Bodenfruchtbarkeit und führt zur Bodendegradation, wodurch eine nicht nachhaltige Wirtschaftsweise dokumentiert wird. Zusätzlich können Nährstoffe und Pflanzenschutzmittel in andere Ökosysteme (Gewässer) eingetragen werden. Mais ist eine erosionsfördernde Kultur durch eine zu geringe Bodenbedeckung vor dem Anbau, nach der Aussaat und während der Jugendentwicklung. Die Erosionsgefährdung wird gemindert durch pfluglose Bodenbearbeitung, durch Herbst- und Winterbegrünung oder durch Direktsaatverfahren. Berechnet wird die Erosionsdisposition mit Hilfe der „Allgemeinen Bodenabtragsgleichung“

Abb. 14a: Zusammensetzung der Humusbilanzen bei unterschiedlichen Silomaisanteilen an der LN (n = 643)



(SCHWERTMANN et al. 1987) und ermöglicht die Feldblock bezogene Bestimmung der potenziellen Erosionsgefährdung. Der mittlere jährliche Bodenabtrag A in t/ha ergibt sich aus der Multiplikation der Faktoren R (Regen- und Oberflächenabflussfaktor) x K (Bodenerodierbarkeitsfaktor) x L (Hanglängenfaktor) x S (Hangneigungsfaktor) x C (Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor) x P (Erosionsschutzfaktor). Das anzustrebende Optimum entspricht der erosiven Grundgefährdung von Saatgrasland (C-Faktor = 0,03), einer Fläche mit ganzjähriger Bodenbedeckung. Als Toleranzschwelle gilt die Beziehung Ackerzahl dividiert durch 8; z.B. AZ 80:8=10 t/ha. Mit diesen Informationen wird dem Landwirt die Gefährdung seiner Flächen verdeutlicht und Gegenstrategien können entwickelt werden, wie verbesserte Bodenbedeckung, Verkürzung von Hanglängen

Abb. 15: Erosionsgefährdung und Maisanteil an der LN (n= 370)

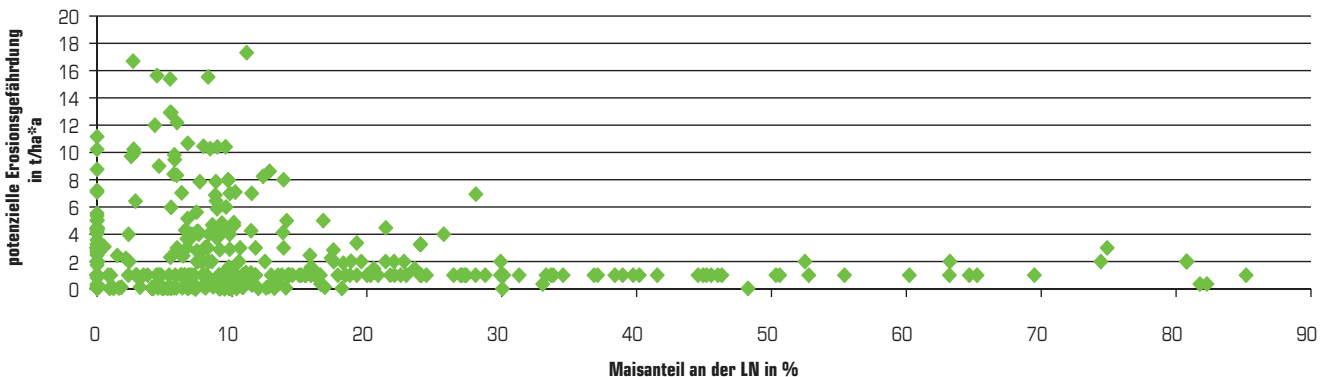
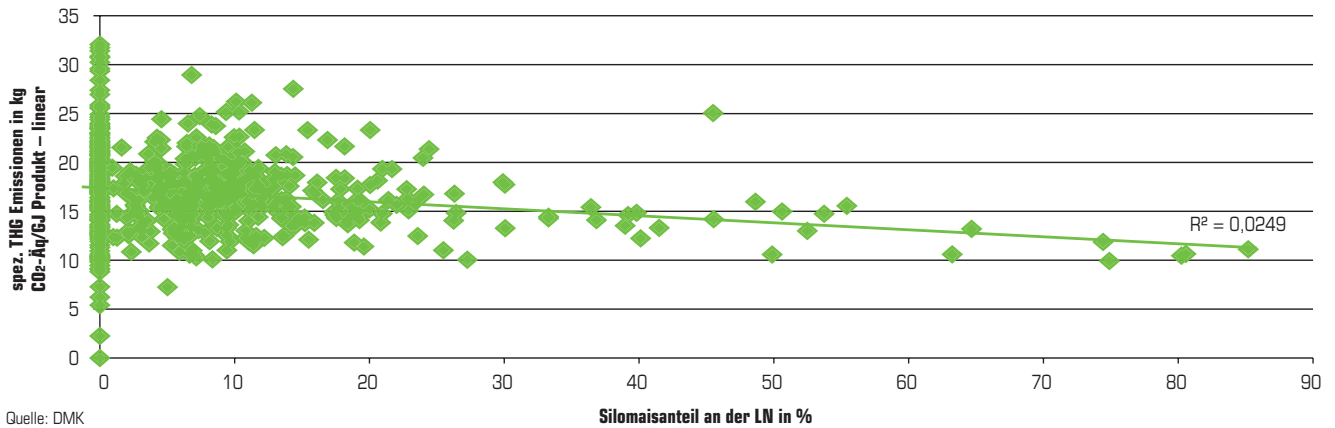


Abb. 16: THG-Emissionen und Silomaisanteil an der LN (n = 651)



und Anbau weniger erosionsgefährdeter Kulturen. Auf diese Zusammenhänge dürfte zurückzuführen sein, dass in Abbildung 15 mit zunehmendem Maisanteil an der LN keine Zunahme der potentiellen Erosionsgefährdung verbunden ist. Erstaunlich hoch ist diese Gefährdung in Betrieben mit relativ geringen Maisanteilen oder auch ohne den Anbau von Mais. Das reale Gefährdungspotenzial dürfte vorwiegend von der Erosionsneigung des Einzelschlages geprägt und ein regionstypisches Merkmal darstellen. Zunehmender Maisanbau führt nicht per se zu einer stärkeren Erosionsgefährdung von Ackerflächen.

Treibhausgas (THG)-Emissionen und Silomaisanteil an der LN

Die wichtigsten THG, die bewirtschaftungsbedingt aus der Landwirtschaft emittiert werden, sind aufgrund der Besonderheiten der Produktionsprozesse CO_2 und die hinsichtlich des Treibhauseffektes potenteren THG CH_4 (Rinderhaltung) und N_2O (Stickstoffumsatz). Hinzu kommt noch NH_3 , das kein direktes Potenzial als THG besitzt, aber als sekundäres THG eine versauernde und eutrophierende Wirkung aufweist. Das „Global Warming Potenzial (GWP)“ dieser Gase beträgt $\text{CO}_2=1$, $\text{CH}_4=21$, $\text{N}_2\text{O}=310$, $\text{NH}_3=6$ (IPCC 2007). Die Umrechnung der unterschiedlichen THG in die einheitliche Bezugsgröße CO_2 -Äquivalente erfolgt mit den GWP-Faktoren. Das Grundprinzip der Berechnungen besteht darin, eine Aktivität mit einem Emissionsfaktor zu belegen:

Emissionsstrom	= Aktivität x Emissionsfaktor
CO_2 -Emissionsstrom	= Energieverbrauch in GJ x CO_2 -Emission je GJ
CH_4 -Emissionsstrom	= Anzahl Tierplätze x CH_4 -Emission je Tierplatz
N_2O -Emissionsstrom	= N-Umsatz x N_2O -Emission je kg N-Umsatz (DÄMMGEN et al. 2002)

Landwirtschaftliche THG-Emissionen entstehen auch bei natürlichen Prozessen, auf die nur begrenzt Einfluss genommen werden kann. Nur die bewirtschaftungsbedingten THG-Emissionen sind Gegenstand der Untersuchungen zur Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe. In der Abbildung 16 ist der Zusammenhang zwischen der CO_2 -Emission je GJ-Produkt und zunehmendem Silomaisanteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche aus 651 Analysen abgebildet. In den Betrieben ohne Maisanbau ist die größte Bandbreite der CO_2 -Emissionen bis über 30 kg CO_2 je GJ-Produkt festzustellen. Auch in den Betrieben mit relativ geringem Maisanbau sind erhebliche Streuungen der Werte dokumentiert. Mit zunehmend höheren Maisanteilen sinken die Werte tendenziell ab. Dies ist eine Folge der beim Maisanbau durchweg geringen spezifischen THG-Emissionen im Vergleich zu anderen Kulturarten. Während die THG-Emissionen aus dem Anbau (Düngung, Treibstoffe) denen anderer Kulturpflanzen entsprechen, sind die erntbaren Energieerträge bei Silomais deutlich höher und reduzieren dadurch THG-Emissionen je Produkteinheit.

5.2 Die ökonomische Säule der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe mit Maisanbau

5.2.1 Erläuterungen zur ökonomischen Komponente der Nachhaltigkeit

Die ökonomische Komponente der Nachhaltigkeit wird im „Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft (KSNL)“ durch den Sektor „Kriterien wirtschaftsverträglicher Landwirtschaft (KWL)“ abgebildet und umfasst die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit, den Erwerbszweck und die volkswirtschaftlichen Funktionen der landwirtschaftlichen Tätigkeit. Neben der Erzeugung von Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen sind die Erhaltung der Kulturlandschaft, der Schutz der natürlichen Ressourcen (Boden, Wasser, Luft) und die Verfügbarkeit von Arbeitsplätzen und Einkommenskapazität eine wichtige Aufgabe, die natürlich ökonomischen Kriterien folgt.

Nach BREITSCHUH et al. (2008) beinhaltet die Wirtschaftsverträglichkeit der landwirtschaftlichen Betriebe folgende Aspekte:

- Sicherung der materiellen Grundlagen und Ressourcen sowie Erhaltung des Kapitals für die landwirtschaftliche Erzeugung, Effizienz des Faktoreinsatzes, insbesondere des knappen Produktionsfaktors Boden und der eingesetzten Arbeit
- Beitrag der Landwirtschaftsbetriebe zur Lebensfähigkeit der ländlichen Gebiete (Wertschöpfung, Schaffung von Arbeitsplätzen)
- Erwirtschaftung eines angemessenen Einkommens und Teilnahme an der allgemeinen Wohlfahrtsentwicklung für die in der Landwirtschaft Beschäftigten.

Dabei unterliegen nicht nur die Unternehmensführung, sondern auch die agrarpolitischen Rahmenbedingungen einem ständigen Wandel. Auch die Weltagrarmärkte, der technische Fortschritt, Innovationen, Strukturwandel und Arbeitsteilung beeinflussen den ökonomischen Bereich der Nachhaltigkeit. Diesbezügliche Prüfkriterien sind deshalb in Zeitabständen weiterzuentwickeln und Werteskalen sowie Qualitätszielen anzupassen.

Um die Wirtschaftsverträglichkeit der Nachhaltigkeit erfassen und bewerten zu können, stehen im KWL-System vier Kategorien mit elf Kriterien zur Verfügung. Diese sind gemeinsam mit der Lenkungsabsicht der jeweiligen Kategorien in Tabelle 7, Seite 9 dargestellt. Die Kategorie Rentabilität bezieht sich mit ihren Kriterien auf die Effizienz des Faktoreinsatzes. Wichtig ist, dass die umgesetzten Produktionsfaktoren angemessen entlohnt werden.

Die Kriterien der Kategorien Liquidität und Stabilität haben als Lenkungsabsicht die Vermögenssicherung und Substanzerhaltung sowie die Aufrechterhaltung der Zahlungsfähigkeit. Die Kategorie Wertschöpfung beinhaltet eine volkswirtschaftliche Zielvorgabe, um die Einkommenssicherung sowie die Nettowertschöpfung im Betrieb abzubilden. Der Bewertungsrahmen für die ökonomischen Prüfkriterien orientiert sich an der ökologischen Auswertungsmethodik mit einem Optimum (Boniturnote 1) sowie einer Toleranzgrenze (Boniturnote 6). In der Tabelle 15 ist angegeben, welche Dimensionen die einzelnen Prüfkriterien aufweisen und welche Zielgrößen mit der Angabe „Optimum, Boniturnote 1“ oder welche Grenzwerte mit der „Toleranzschwelle, Boniturnote 6“ verbunden sind.

Tab. 15: Anzustrebende Optima und Toleranzschwellen der ökonomischen Prüfkriterien

Prüfkriterium	Dimension	Optimum BN 1	Toleranzschwelle BN 6
Verfügbares Einkommen je Arbeitskraft	Tsd. EUR/AK	> 50	25
Rentabilitätsrate (ordentlich)	%	> 10	0
Gesamtkapitalrentabilität	%	> 5	0
Eigenkapitalrentabilität	%	> 10	0
Relative Faktorentlohnung	%	> 130	90
Kapitaldienstfähigkeit	%	≤ 31	150
Cash flow III	EUR/ha LF	> 500	50
Eigenkapitalquote	%	> 95	60
Eigenkapitalveränderung (bereinigt)	EUR/ha LF	> 160	0
Betriebseinkommen	EUR/ha LF	> 1.200	700
Nettoinvestitionen	EUR/ha LF	> 150	0

Quelle: Breitschuh et al. 2008

5.2.2 Ökonomische Nachhaltigkeit der maisanbauenden Betriebe

In der Tabelle 16 sind die wirtschaftlichen Prüfkriterien der Nachhaltigkeit mit Balkendiagrammen für fünf nach dem Maisanteil ausgewählte Betriebe dargestellt. Berücksichtigt werden die Betriebe 1 (17 Prozent Mais an der LN), Betrieb 3 (19 Prozent Mais an der LN), Betrieb 5 (63 Prozent Mais an der LN), der Betrieb 2 (81 Prozent Mais an der AF), der Betrieb 4 (85 Prozent Mais an der LN) und. Die Auswertung der wirtschaftlichen Prüfkriterien für den **Betrieb 1** in Thüringen zeigt, dass alle Indikatoren sich innerhalb des

Toleranzbereiches bewegen, sich aber auch z.T. an der Toleranzgrenze befinden (Eigenkapitalanteil, Einkommen). Der **Betrieb 3** in Schleswig-Holstein befindet sich bei allen Prüfkriterien nahezu am Optimum mit Ausnahme der Nettoinvestition. Dieses Kriterium kennzeichnet Investitionen, die über die Abschreibungs- und Vermögensabgänge hinausgehen und ist damit auf das Nachhaltigkeitsziel Sicherung der materiellen Grundlagen und Ressourcen ausgerichtet. Die Aufrechterhaltung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit haben Nettoinvestitionen zur Voraussetzung. Auch der **Betrieb 5** in Bayern weist in diesem Bereich Defizite auf, während die übrigen Kriterien sich

Tab. 16: Ergebnisse der Analyse der wirtschaftsverträglichen Landwirtschaft von fünf Betrieben mit Maisanbau

			Betrieb 1 Thüringen Marktfrucht – Futterbau – Veredelung – Bioenergie										Betrieb 2 Baden-Württemberg Marktfrucht												
KATEGORIE Kriterium	Dimen- sion	Toleranz- bereich ¹¹	Betriebs- wert	Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓										Betriebs- wert	Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓										
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RENTABILITÄT																									
Rentabilitätsrate ¹¹	%	> 0	3,8	[Bar chart: 3.8 on scale 0-10]										20,5	[Bar chart: 20.5 on scale 0-10]										
Gesamtkapitalrentabilität ²¹	%	> 0	2,7	[Bar chart: 2.7 on scale 0-10]										6,6	[Bar chart: 6.6 on scale 0-10]										
Eigenkapitalrentabilität ³¹	%	> 0	3,2	[Bar chart: 3.2 on scale 0-10]										38,4	[Bar chart: 38.4 on scale 0-10]										
Relative Faktorentlohnung ⁴¹	%	> 90	98,8	[Bar chart: 98.8 on scale 0-10]										153,7	[Bar chart: 153.7 on scale 0-10]										
STABILITÄT																									
Eigenkapitalanteil ⁵¹	%	> 60	69,4	[Bar chart: 69.4 on scale 0-10]										87,4	[Bar chart: 87.4 on scale 0-10]										
Eigenkapitalveränderung ⁶¹	EUR/ha LF	> 0	140,3	[Bar chart: 140.3 on scale 0-10]										425,7	[Bar chart: 425.7 on scale 0-10]										
Nettoinvestition ⁷¹	EUR/ha LF	> 0	85,3	[Bar chart: 85.3 on scale 0-10]										757,1	[Bar chart: 757.1 on scale 0-10]										
WERTSCHÖPFUNG																									
Einkommen ⁸¹	Tsd. EUR/AK	> 25	29,6	[Bar chart: 29.6 on scale 0-10]										38,6	[Bar chart: 38.6 on scale 0-10]										
Betriebseinkommen ⁹¹	EUR/ha LF	> 700	1146,2	[Bar chart: 1146.2 on scale 0-10]										2638,6	[Bar chart: 2638.6 on scale 0-10]										
LIQUIDITÄT																									
Kapitaldienstfähigkeit ¹⁰¹	%	≤ 150	85,7	[Bar chart: 85.7 on scale 0-10]										524,4	[Bar chart: 524.4 on scale 0-10]										
Cash flow III ¹¹¹	EUR/ha LF	> 50	420,7	[Bar chart: 420.7 on scale 0-10]										-3029,2	[Bar chart: -3029.2 on scale 0-10]										

¹¹ Anteil des ordentlichen Ergebnisses (abz. Lohnansatz) am Unternehmensertrag ²¹ Verzinsung des eingesetzten Fremd- und Eigenkapitals ³¹ Verzinsung des eingesetzten Eigenkapitals ohne Boden

⁴¹ Wertschöpfung im Verhältnis zu den Faktorkosten für die eingesetzten Produktionsfaktoren ⁵¹ Anteil des Eigenkapitals am Gesamtkapital ⁶¹ Anteil des Eigenkapitals zum Vorjahr

⁷¹ Summe der Veränderung des Anlage-, Vieh- und Sachumlaufvermögens gegenüber dem Vorjahr ⁸¹ verfügbares Einkommen je Arbeitskraft

meist im mittleren Toleranzbereich befinden. Der **Betrieb 4** in Nordrhein-Westfalen hat bei sechs von elf Prüfkriterien die Toleranzschwelle überschritten und ist hinsichtlich der wirtschaftlichen Nachhaltigkeit kritisch zu beurteilen. Dadurch wird Handlungsbedarf signalisiert. Der **Betrieb 2** in Baden-Württemberg mit ähnlich hohem Maisanteil an der Ackerfläche weist dagegen eine völlig andere wirtschaftliche Situation auf. Neun Prüfkriterien sind in ihrer Ausprägung nicht zu beanstanden, die Kapitaldienstfähigkeit und der Cashflow III haben jedoch ein bedenkliches Ausmaß erreicht, wie die Angabe für den Betriebswert und die entsprechenden Boniturnoten ausweisen.

5.2.3 Beziehungen zwischen wirtschaftlichen Prüfkriterien und dem Maisanteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN)

Für die wirtschaftliche Situation eines landwirtschaftlichen Betriebes sind in der Regel das Betriebsmanagement und die betriebsspezifischen Voraussetzungen (Pacht/Eigentumsflächen, vorhandene Bausubstanz oder Neubau usw.) von größerer Bedeutung als alleinige Aussagen zur Anbaustruktur im Feldbau. Dennoch soll die Frage geprüft werden, ob

	Betrieb 3 Schleswig-Holstein Marktfrucht – Futterbau											Betrieb 4 Nordrhein-Westfalen Futterbau – Veredelung – Bioenergie											Betrieb 5 Bayern Marktfrucht – Futterbau – Bioenergie										
	Betriebswert		Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓									Betriebswert		Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓									mittlerer Betriebswert		Ende des Toleranzbereiches Bonitur ↓								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	21,2	█										-2,9	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	5,8	█	█	█	█	█					
	6,5	█										-0,5	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	3,3	█	█	█	█	█					
	13,7	█										34,1	█										9,1	█	█	█	█	█					
	159,4	█										93,8	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	117,3	█	█	█	█	█					
	94,7	█	█									19,6	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	90,4	█	█	█	█	█					
	329,9	█										-79,4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	280,6	█	█	█	█	█					
	-23,1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	234,6	█										-47,1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	69,1	█										18,8	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	51,7	█	█	█	█	█					
	1165,5	█	█									913,6	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	1072,5	█	█	█	█	█					
	20,9	█										2,5	█										89,4	█	█	█	█	█					
	257,0	█	█	█	█							-105,9	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	230,9	█	█	█	█	█					

⁹⁹ Beitrag des Betriebes zur Wertschöpfung (erwirtschaftetes Entgelt; zur Entlohnung der Produktionsfaktoren) ¹⁰⁰ Verhältnis des Kapitaldienstes (Tilgung plus Zinsen) zur mittelfristigen Kapitaldienstgrenze
¹⁰¹ erwirtschaftetes und zur Neufinanzierung verfügbares Finanzmittel █ Toleranzüberschreitung (nicht gewertet) █ Toleranzüberschreitung k.A. = keine Angabe k.W. = keine Wertung

Abb. 17: Einkommen (Tsd. EUR) je AK und Maisanteil

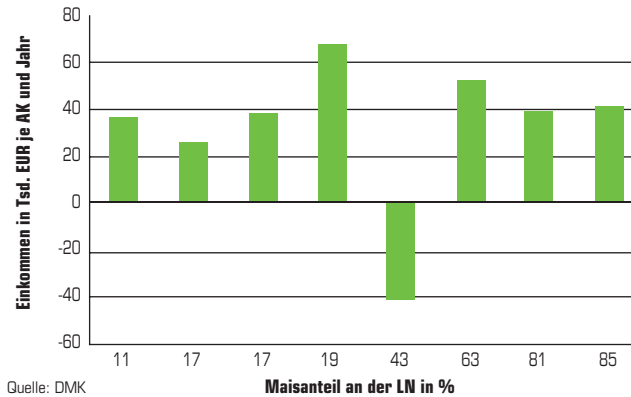


Abb. 18: Rentabilitätsrate und Maisanteil

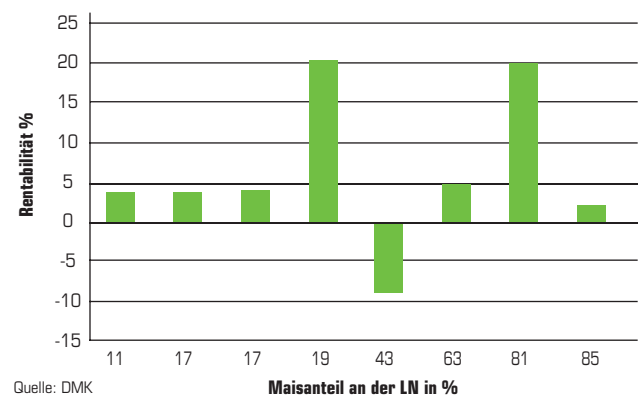


Abb. 19: Einkommen je Hektar (EUR/Jahr) und Maisanteil

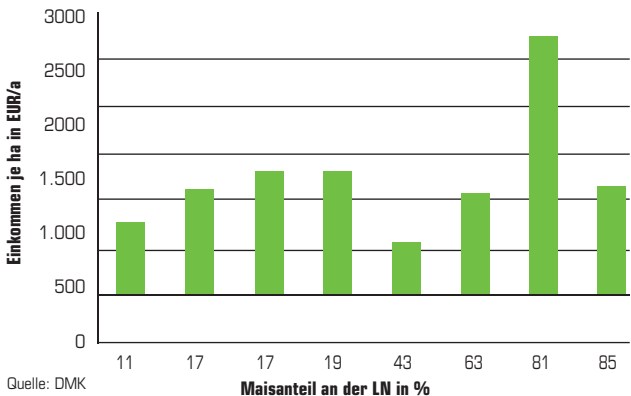
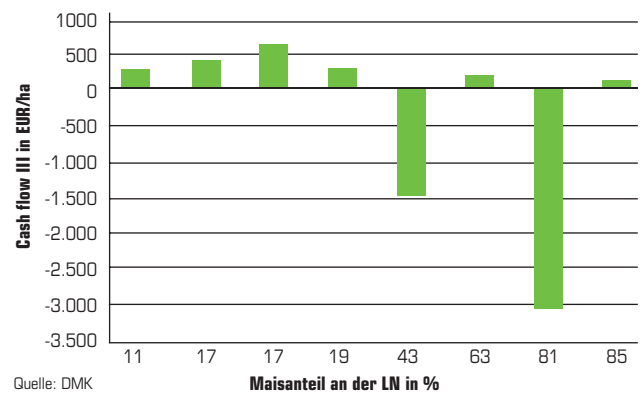


Abb. 20: Cash flow III (EUR/ha) und Maisanteil



zwischen wirtschaftlichen Prüfkriterien der Nachhaltigkeit und dem Maisanteil an der LN Abhängigkeiten bestehen. Die Abbildung 17 zeigt die Einkommenssituation je Arbeitskraft in acht der neun teilnehmenden Betriebe in Abhängigkeit vom Maisanteil. Ein Zusammenhang ist nicht abzuleiten, da bei niedrigen und hohen Maisanteilen ähnliche Ergebnisse erzielt werden. Die Abbildung 18 „Rentabilitätsrate und Maisanteil“ zeigt ebenfalls keine Abhängigkeit der Prüfparameter voneinander. Bei den Prüfkriterien „Einkommen je Hektar und Maisanteil“ (Abb. 19) und „Cash flow III und Maisanteil“ (Abb. 20) zeigen die Trends in verschiedene Richtungen. Während das Einkommen je Hektar mit zunehmendem Maisanteil steigt, fallen die erwirtschafteten und zur Neufinanzierung verfügbaren Finanzmittel (Cashflow III) mit höheren Maisanteilen in den Betrieben ab. Diese Trendlinien sollten aber

nicht überbewertet werden, da in den Betrieben mit den höchsten Maisanteilen sehr unterschiedliche Situationen vorliegen. So sind die Situationen in den beiden Betrieben mit 81 bzw. 85 Prozent Mais völlig verschieden: Während der eine reinen Marktfruchtanbau mit Körnermais betreibt und den Rest der Fläche intensiv zum Gemüseanbau nutzt, hat der andere bei ausschließlicher Ernte des Maises zur Silagebereitung in dem ausgewerteten Zeitraum beträchtliche Summen in eine neue Biogasanlage investiert. Insgesamt ist festzustellen, dass der Maisanteil an der Fläche eines Betriebes nur in einem sehr lockeren oder keinem Zusammenhang mit den wirtschaftlichen Prüfkriterien der Nachhaltigkeit steht. Dennoch ist die Berechnung der Indikatoren sinnvoll, um den Betrieben mit dieser Säule der Nachhaltigkeit für betriebliche Entscheidungen notwendige Informationen zu vermitteln.

5.3 Die soziale Säule der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe mit Maisanbau

5.3.1 Erläuterungen zur sozialen Komponente der Nachhaltigkeit

Für die Bewertung der sozialen Nachhaltigkeit in einem Betriebsbewertungssystem sind die individuelle Arbeitssituation, das betriebliche Arbeitsplatzangebot, die beruflich-soziale Sicherheit und die soziale Integration als besonders relevant zu bezeichnen. Diese Indikatorenbereiche gelten für Familien- und Lohnarbeitsbetriebe und sind sehr breit angelegt, um spezifischen Nutzungsbedürfnissen gerecht zu werden. Dennoch können aus Gründen der Handhabbarkeit und der finanziellen Aufwendungen nicht alle denkbaren Aspekte der sozialen Nachhaltigkeit in ein Betriebsbewertungssystem aufgenommen werden.

Nach dem Konzept der Europäischen Union (2001) müssen bei der Wahl von Indikatoren für eine sozialverträgliche Landwirtschaft Nachhaltigkeitsschwerpunkte wie „Erhaltung der Kapitalbestände“ (natürliches Kapital, Humankapital, reproduziertes Kapital), „Effizienz“ (Bildung, Anzahl der Beschäftigten, Altersstruktur u.a.) und „Gerechtigkeit“ (soziale Gruppen, Ethik u.a.) berücksichtigt werden. Die soziale Dimension bezieht sich hier auf Möglichkeiten zur Beschäftigung und den Zugang landwirtschaftlicher Haushalte zu Ressourcen und Dienstleistungen. Auch die Chancengleichheit und Ethik werden der sozialen Säule zugeordnet. Unter dem Begriff Ethik werden hier Aspekte der Arbeitsbedingungen und der Produktionsverfahren in der Landwirtschaft eingeordnet. Das Bewertungssystem KSNL (Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft) hat für den sozialen Sektor der Nachhaltigkeit einen Bewertungsansatz von derzeit neun Indikatoren aus drei Kategorien erstellt. Als Ziele werden herausgestellt:

- Schutz von Grundbedürfnissen (Gesundheit, Arbeit, Einkommen)
- Sicherung der gesellschaftlichen Entwicklungs- und Funktionsfähigkeit (Qualifikation, Chancengleichheit u.a.)

- Beteiligung an gesellschaftlichen Gestaltungsprozessen (Partizipation).


Die Kategorien und Prüfkriterien zur Ermittlung der Sozialverträglichkeit eines Betriebes im KSNL-System sind in der Tabelle 8 (Seite 9) aufgeführt. Dazu wurde ein Bewertungsrahmen für die Kriterien und Unterkriterien entwickelt. In der Tabelle 17 sind die den Kriterien zugeordneten Dimensionen und die Kennziffern für den Optimumbereich eines Kriteriums (Boniturnote 1) und die Kennziffern für die Toleranzschwelle (Boniturnote 6) aufgeführt. Deren Bestimmung erfolgte nach Zielstellungen

Tab. 17: Anzustrebende Optima und Toleranzschwellen der Kriterien des Sektors Sozialverträglichkeit

Kriterium/ Unterkriterium	Dimension	Boniturnote 1 (Optimum)	Toleranzschwelle
Arbeitsplatzangebot	%	≥ 100	70
Altersstruktur	%	Bewertungs- matrix ¹⁾	Bewertungs- matrix ¹⁾
- Beschäftigte jünger als 30 J. (A1)	%	A1 ≥ 10	
- Beschäftigte zwischen 30 und 50 J. (A2)	%	(A1 + A2) ≥ 70	(A1 + A2) = 50
- Beschäftigte älter als 50 J. (A3)	%		
- Durchschnittsalter (dA)	Jahre	und ⁴⁾ A1 ≥ A3	und ⁴⁾ 55
Anteil Frauen	%	43-57	23; 74
Qualifikation ²⁾	%	Bewertungs- matrix ¹⁾	Bewertungs- matrix ¹⁾
- Beschäftigte mit Ausbil- dung (Q 1)	%	100	75
- Beschäftigte mit landw. Ausbildung (Q 2)	%	75 bis 79	50
- Beschäftigte mit höherer Ausbildung (Q 3)	%	≥ 10	
Urlaub	Tage ³⁾	≥ 30	20
Arbeitsbedingungen	Punkte	≥ 12	6
Bruttolohnniveau	%	≥ 95	70
Aktivitäten	Punkte	≥ 11	6
Anteil Eigentümer	%	≥ 66	51

¹⁾ Entsprechend Bewertungsmatrix weitere Beispiele möglich. ²⁾ Anteile bezogen auf ständig Beschäftigte, bei Qualifikationen auf die um Azubis korrigierte Anzahl ständig Beschäftigter. ³⁾ Arbeitstage je ganzjähriger Beschäftigter. ⁴⁾ Alle Bedingungen müssen erfüllt werden. Quelle: BREITSCHUH et al. 2008

Tab. 18: Ergebnisse der Analyse der Sozialverträglichkeit von fünf Betrieben mit Maisanbau

			Betrieb 1 Thüringen Marktfrucht – Futterbau – Veredelung – Bioenergie										Betrieb 2 Baden-Württemberg Marktfrucht									
			Betriebswert	Ende des Boniturnote	Toleranzbereiches ↓	Betriebswert	Ende des Boniturnote	Toleranzbereiches ↓														
KATEGORIE	Dimen-sion	Toleranz-bereich ¹⁾	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12										0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12									
BESCHÄFTIGUNG (NIVEAU UND STRUKTUR)																						
Arbeitsplatzangebot ¹⁾	% ²⁾	≥ 70	97	█							81	█										
Altersstruktur ³⁾	% ⁴⁾	≥ 50	A1 : 18 A2 : 47 A3 : 35	█							A1 : 0 A2 : 100 A3 : 0	█										
Anteil Frauen	% ⁴⁾	23 - 78	44	█							33	█										
Qualifikation (Q1, Q2) ⁵⁾	% ⁴⁾	Q1 ≥ 75; Q2 ≥ 50	Q1 : 100 Q2 : 86 Q3 : 39	█							Q1 : 100 Q2 : 50 Q3 : 0	█										
BESCHÄFTIGUNG (BEDINGUNGEN)																						
Urlaub ⁶⁾	dstB(P)	≥ 20	20	█							25	█										
Arbeitsbedingungen	Punkte	≥ 6	7	█							4	█			█							
Einkommensniveau	% ⁷⁾	≥ 70	73	█							k. A.											
PARTIZIPATION																						
Aktivitäten	Punkte	≥ 6	17	█							10	█										
Anteil Eigentümer	% ⁴⁾	≥ 51	86	█							100	█										

¹⁾ Auslastung des betrieblichen Beschäftigungspotenzials Korrekturfaktoren: Feldgröße, Weideanteil am Grünland und Tierbestand

²⁾ Ist-Beschäftigung (AK) prozentual von betriebsnotwendigen Arbeitskräften ($\frac{AK_{Ist}}{AK_{not}}$) ³⁾ Summe der prozentualen Anteile der Altersstufen A1 (jünger als 30 Jahre) und A2 (30- bis unter 50-Jährige) Korrekturfaktoren: durchschn. Alter der ständig Beschäftigten; prozent. Anteile der Altersgruppen (A1: < 30; A2: 30-50; A3 >50) ⁴⁾ prozentual von ständig beschäftigten Personen ($\frac{AK}{B(P)}$)

der deutschen und europäischen Agrarpolitik (BREIT-SCHUH et al. 2008).

5.3.2 Soziale Nachhaltigkeit maisanbauender Betriebe

Für die Darstellung der „sozialen Nachhaltigkeit“ landwirtschaftlicher Betriebe mit Maisanbau wurden die Betriebe ausgewählt, die bereits mit ihren wirtschaftlichen Indikatoren der Nachhaltigkeit beschrieben wurden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 18 zusammengefasst. Die Kategorien mit ihren Prüfkriterien, Dimensionen und Toleranzbereichen sind angegeben.

Bei dem **Betrieb 1** aus Thüringen befinden sich alle Prüfkriterien im grünen Bereich der Toleranzbewertung. Bei der Kategorie „Beschäftigung“ (Struktur und Niveau) erreichen die Betriebswerte fast vollständig die Toleranzschwelle und sind deshalb in der weiteren Betriebsentwicklung besonders zu beachten. Alle übrigen Indikatoren sind nicht zu beanstanden. Der **Betrieb 3** befindet sich in Schleswig-Holstein, hält Rindvieh und produziert Silomais auf 19 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Von den neun Indikatoren sind drei durch rote Balkenanteile gekennzeichnet. Kritisch bewertet wird das betriebliche Arbeitsplatzangebot, das die Ist-Beschäftigung in Prozent der betriebsnotwendigen Arbeitskräfte darstellt. Der Betriebswert überschreitet sehr deutlich die Toleranzschwelle, d.h. es werden im Verhältnis zum normativen Arbeitsaufwand deutlich we-

Betrieb 3 Schleswig-Holstein Marktfrucht – Futterbau													Betrieb 4 Nordrhein-Westfalen Futterbau – Veredelung – Bioenergie													Betrieb 5 Bayern Marktfrucht – Futterbau – Bioenergie																		
Betriebswert		Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓											Betriebswert		Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓											mittlerer Betriebswert		Ende des Toleranzbereiches Boniturnote ↓																
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
43		[Bar chart: 0-5 green, 6-12 orange]											53		[Bar chart: 0-5 green, 6-12 orange]											43		[Bar chart: 0-5 green, 6-12 orange]																
A1 : 25 A2 : 50 A3 : 25		[Bar chart: 0-1 green]											A1 : 0 A2 : 67 A3 : 33		[Bar chart: 0-5 green]											A1 : 67 A2 : 0 A3 : 33		[Bar chart: 0-1 green]																
40		[Bar chart: 0-2 green]											33		[Bar chart: 0-4 green]											50		[Bar chart: 0-1 green]																
Q1 : 100 Q2 : 100 Q3 : 0		[Bar chart: 0-1 green]											Q1 : 100 Q2 : 50 Q3 : 10		[Bar chart: 0-1 green]											Q1 : 100 Q2 : 100 Q3 : 100		[Bar chart: 0-1 green]																
16		[Bar chart: 0-7 green, 8-9 orange]											4		[Bar chart: 0-5 green, 6-12 orange]											10		[Bar chart: 0-7 green, 8-12 orange]																
4		[Bar chart: 0-7 green, 8-9 orange]											3		[Bar chart: 0-5 green, 6-9 orange]											8		[Bar chart: 0-4 green]																
k. W.													k. W.													k. W.																		
9		[Bar chart: 0-3 green]											11		[Bar chart: 0-2 green]											12		[Bar chart: 0-2 green]																
60		[Bar chart: 0-3 green]											67		[Bar chart: 0-1 green]											25		[Bar chart: 0-5 green, 6-12 orange]																

⁵¹ Q1 = prozentualer Anteil qualifizierter Beschäftigter; Q2 = prozentualer Anteil st. Beschäftigter mit ldw. Qualifikation; Q3 = prozentualer Anteil st. Beschäftigter mit höherer Qualifikation u. entsprechender Tätigkeit Korrekturfaktoren: Ausbildungsverhältnisse, langjährige Beschäftigung, Anteil ständig Beschäftigter mit höherer Ausbildung (G3) ⁵² realisierter Urlaub in Arbeitstagen je ständig beschäftigter Person (stB(P)) Korrekturfaktoren: % in Anspruch genommener Urlaub im Verhältnis zu durchschnittlichem Urlaubsanspruch Dtl. ⁷¹ prozentual vom Bruttolohn je Arbeitnehmer in Deutschland (oder zum Arbeitnehmerentgelt) Korrekturfaktoren: regionaler Vergleichslohn alte/neue Bundesländer [orange] Toleranzüberschreitung (nicht gewertet) [red] Toleranzüberschreitung k.A. = keine Angabe k.W. = keine Wertung

niger Arbeitskräfte beschäftigt. Dies hat Rückwirkungen auf die Kategorie Bedingungen der Beschäftigung. Der realisierbare Urlaub je ständig beschäftigter Person (gemessen in Arbeitstagen) ist zu gering, die Arbeitsbedingungen lassen den vorbeugenden Gesundheitsschutz sowie den Abbau und die Vermeidung physischer Belastungen kaum zu. Alle übrigen Indikatoren sind in der Bewertungsskala kaum auffällig.

Der **Betrieb 5** liegt in Bayern, hält 1,1 GV/ha (Schweine) und bewirtschaftet 63 Prozent seiner LN mit Silomais. Bei der Analyse der Kriterien für die soziale Nachhaltigkeit des Betriebes ist festzustellen, dass in drei Kategorien erhebliche Überschreitungen der Toleranzschwellen festzustellen sind. Das Kriterium „Arbeitsplatzangebot“ ist ein Bindeglied zwischen der gesellschaftlichen und in-

dividuellen Ebene, steht deshalb im Zentrum der sozialen Dimension der Nachhaltigkeit und zielt auf die Erhaltung, Sicherung und Erweiterung des Arbeitsplatzangebotes im ländlichen Raum. Im Betrieb werden nicht ausreichend Arbeitsplätze ausgewiesen. Rückwirkungen bestehen beim Prüfkriterium „Urlaub“. Der Urlaubsanspruch wird nicht ausreichend realisiert und kann demzufolge seinen Zweck nicht erfüllen. Handlungsbedarf dürfte auch beim Kriterium „Arbeitsbedingungen“ bestehen, da die Bewertungsskala fast an die Toleranzschwelle heranreicht.

Der **Betrieb 4** befindet sich in Nordrhein-Westfalen, hat einen Viehbesatz von 1,74 GV/ha und baut auf 85 Prozent der LN Silomais für die Rinderhaltung und zur Produktion von Biogas an. Die Sozial-Analyse der Nachhaltigkeit weist Defizite im Niveau und der Struktur sowie bei den Bedin-

gungen der Beschäftigung auf. Das Arbeitsplatzangebot entspricht nicht den Möglichkeiten des betrieblichen Beschäftigungspotenzials. Daraus folgen weitere Kritikpunkte bei der Realisierung von Urlaubsansprüchen und im Bereich der Arbeitsbedingungen. Dies lässt auf Mängel in der Arbeitsorganisation, in der Zeitbindung, beim technischen und sozialen Arbeitsschutz sowie bei potentiellen Auslösern physischer Belastungen schließen. Der **Betrieb 2** befindet sich in Baden-Württemberg und baut auf 81 Prozent seiner LN Mais an. Im Hinblick auf die soziale Nachhaltigkeit werden fast alle Kriterien positiv bewertet. Ursache für eine kritische Bewertung gibt es aufgrund häufiger Überschreitungen der täglichen und wöchentlichen Regelarbeitszeiten lediglich bei den Beschäftigungsbedingungen. Hier ist Handlungsbedarf angesagt, um die Gesundheit und die Arbeitsfähigkeit der Beschäftigten zu erhalten.

5.3.3 Beziehungen zwischen sozialen Prüfkriterien in den Betrieben mit unterschiedlichen Maisanteilen an der Ackerfläche

Die Boniturnoten zur Ermittlung der Sozialverträglichkeit maisanbauender Betriebe sind in der Tabelle 19 aufgelistet, wobei das Ordnungskriterium erneut der zunehmende Maisanteil in den Betrieben darstellt. In der Kategorie „Niveau und Struktur der Beschäftigung“ befinden sich vier Indikatoren, deren ermittelte Boniturnoten die Situation im Betrieb widerspiegeln. Während das Arbeitsplatzangebot in den Großbetrieben (Betriebe 6 und 1) mit geringen Maisanteilen an der Ackerfläche nahezu optimal ist, ist mit steigendem Maisanteil dieser Indikator häufig defizitär ausgeprägt. Ausnahmen stellen die Betriebe 7 und 2 dar, die diese scheinbare Abhängigkeit in Frage stellen. Eine Abhängigkeit der Altersstruktur der Beschäftigten vom Maisanteil ist kaum zu erwarten und wird auch in der vorliegenden Analyse bestätigt. Auch der Indikator „Anteil Frauen“ in den Betrieben zeigt kaum Abhängigkeit vom Maisanteil. Erfreulich gut ist die „Qualifikation“ in allen untersuchten Betrieben.

Die Prüfkriterien für die Kategorie „Bedingungen der Beschäftigung“ lassen keinen Rückschluss auf den Maisanteil

Tab. 19: Maisanteil (%) an der Ackerfläche in den neun untersuchten Betrieben und Ausprägung der Indikatoren für die Sozialverträglichkeit der Betriebe (Angabe des Toleranzbereiches, Boniturnote bis 6 innerhalb und über 6 außerhalb des Toleranzbereiches)

Maisanteil an der AF %	Betrieb Nr.	Arbeitsplatzangebot	Altersstruktur	Anteil Frauen	Qualifikation	Urlaub	Arbeitsbedingungen	Einkommensniveau	Aktivitäten	Anteil Eigentümer
14	6	2	5	10	1	6	3	1	1	1
20	1	2	4	1	1	5	5	6	1	1
26	8	8	1	1	1	2	2	–	4	7
37	3	12	1	2	1	8	8	–	3	3
48	9	12	1	2	1	3	7	–	3	1
59	7	1	8	12	2	–	5	–	5	12
64	5	12	1	1	1	11	4	–	2	12
82	2	5	3	6	1	3	8	–	3	1
85	4	12	5	4	1	12	9	–	2	1

in den Betrieben zu. Urlaubsdefizite sind in allen Betriebstypen mit niedrigen, mittleren und hohen Maisanteilen vertreten. Auch der Großbetrieb kann hier Defizite aufweisen. Die „Arbeitsbedingungen“ als wichtigster sozialer Maßstab sind in etwa der Hälfte der Betriebe nicht optimal gewährleistet. Die Höhe des Maisanteils an der Ackerfläche spielt diesbezüglich keine Rolle. Das Einkommensniveau als sozialer Indikator konnte in der Analyse nur unzureichend erfasst und demzufolge nicht weiter interpretiert werden. In der Kategorie „Partizipation“ werden die Indikatoren „Aktivitäten“ und „Anteil Eigentümer“ erfasst. Ob sich Landwirtschaftsbetriebe in ihr Umfeld und in Entwicklungsprozesse, z.B. im Dorf, einbringen, beeinflusst auch die Lebensqualität in ländlichen Räumen. Öffentlichkeitsarbeit, aktives Mitgestalten und die Identifizierung mit gesellschaftlichen Wertevorstellungen sind wichtige Kenngrößen für die Sozialverträglichkeit landwirtschaftlicher Betriebe. Die Rangierung der Betriebe in der Tabelle 19 zeigt, dass der Indikator „Aktivitäten“ in allen Betrieben einen hohen Stellenwert aufweist. Das Prüfkriterium „Anteil Eigentümer“ drückt die materielle Beteiligung der Beschäftigten aus. Nicht nur in den Großbetrieben 1 und 6 ist dieses Merkmal optimal bewertet, auch mittlere und kleinere Betriebe sind ähnlich positioniert. Andere wiederum zeigen erhebliche Überschreitungen der Toleranzschwelle. Vom Maisanteil wird dieser Indikator nicht beeinflusst.

6. Diskussion und Zusammenfassung

Mais (*Zea mays* L.) ist eine der ältesten und hinsichtlich der Erzeugungsmenge vor Weizen und Reis die wichtigste Kulturpflanze für die Verwertungsbereiche Lebensmittel, Futtermittel, technische Verwertung und in neuerer Zeit auch für die energetische Nutzung. In Deutschland ist die ursprünglich aus Amerika stammende Pflanze eine vergleichsweise junge Kulturart. Die mechanisierungsfähigen Anbaueigenschaften der Maispflanze haben in Verbindung mit der Züchtung zu immer besser angepassten Sorten und – verstärkt durch die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten – zu einer rasanten Zunahme der Anbaufläche seit etwa 60 Jahren geführt. 2010 wurden ca. 2,3 Mio. ha Mais in Deutschland angebaut, das sind 19,5 Prozent der Ackerfläche. Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der politischen Reaktionen darauf ist die Landwirtschaft aufgefordert, über nachwachsende Rohstoffe Bioenergie zu erzeugen. Dies hat zu einer zusätzlichen Ausweitung des Maisanbaues geführt, da sich Mais als die biologisch und ökonomisch am besten geeignete Kultur für die Produktion von Methan und Biogas erwiesen hat. In Verbindung mit dem Einsatz von Gülle und Mais in Biogasanlagen haben sich stärkere Anbaukonzentrationen von Mais besonders in Veredelungsregionen entwickelt, die von der Öffentlichkeit unter dem Blickwinkel einer nachhaltigen Entwicklung der Landwirtschaft in Frage gestellt werden.

Die Bezeichnung „Nachhaltigkeit“ bzw. „nachhaltige Entwicklung“ bedarf einer begrifflichen Klarstellung. Als „nachhaltig“ ist eine Entwicklung zu beschreiben, „die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten zukünftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“ (UBA 2000). Das Dokument der Rio-Konferenz von 1992 befasst sich im Kapitel 14 mit der „Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft und ländlichen Entwicklung“. In den Folgekonferenzen wurden die Handlungsvorschläge ausgebaut und in nationale Strategien auf der Ebene des Bundes, der Länder und Kommunen weiter umgesetzt. Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucher-

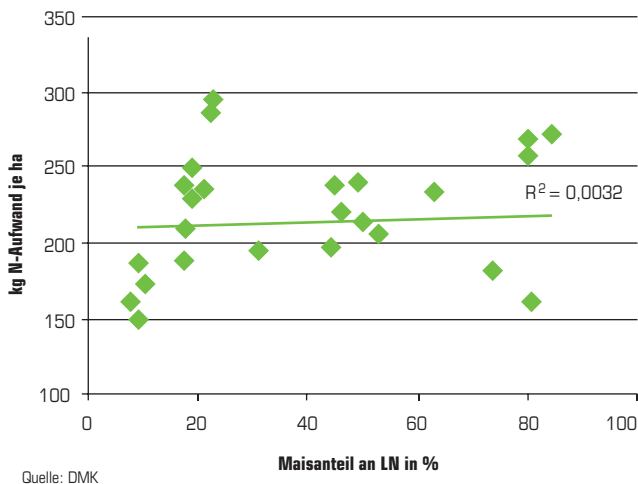
schutz (BMELV) hat 2008 eine ressorteigene „Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland“ (Kap. 2) vorgelegt und Handlungsbereiche für eine nachhaltige Entwicklung formuliert. Zur Konkretisierung ist es erforderlich, die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe zu erfassen und mit Maß und Zahl auszudrücken.

In der Studie „Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe mit Maisanbau“ geht es insbesondere um die Frage, ob ein zunehmender Maisanbau mit größer werdenden Risiken in der Umweltverträglichkeit einhergeht und damit die ökologische Säule der Nachhaltigkeit beeinträchtigt sowie gleichzeitig auch Rückwirkungen auf die ökonomische und soziale Säule der Nachhaltigkeit aufweist. Der gesamte Fragenkomplex erfordert die Definition und Anwendung von Indikatoren oder Prüfkriterien, mit denen die betriebliche Situation in den Nachhaltigkeitsbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales erfasst und bewertet werden kann.

Für diese Studie in maisanbauenden Praxisbetrieben wurde das Verfahren KSNL (Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft) verwendet, das in Deutschland bereits weite Anwendung gefunden hat (BREITSCHUH et al. 2000 und 2008). An der Untersuchung beteiligten sich neun Betriebe aus dem gesamten Bundesgebiet mit unterschiedlichen Anbau- und Verwertungskonzepten für den Mais. Die Erhebung der Daten auf den Betrieben erfolgte über Fragebogen, Einsichtnahme in die Buchführung und Gespräche vor Ort mit eingeschalteten Plausibilitätsprüfungen. Die Betriebsdaten wurden über einen Zeitraum von drei Jahren erhoben. Das aus den Einzeljahreswerten errechnete dreijährige Mittel der Betriebe wurde mit im wissenschaftlichen Konsens festgelegten Zielgrößen verglichen und mit einem Bonitursystem und Angaben von Toleranzbereichen dargestellt.

Die Tabelle 12 (Seite 16) zeigt die Ergebnisse der Analyse der ökologischen Säule der Nachhaltigkeit. Die Einhaltung von Toleranzbereichen bei den angegebenen Prüfkri-

Abb. 21: N-Aufwand und Maisanteil (n=27)



terien in den sechs Kategorien bzw. deren Überschreitung weist aus, dass in den Betrieben unterschiedliche Prüfkriterien zu beanstanden sind bzw. sich im Toleranzbereich befinden. Der Nährstoffhaushalt mit seinen Prüfkriterien ist relativ häufig kritisch zu hinterfragen, ähnliches gilt für die Intensität des Pflanzenschutzmitteleinsatzes und die Fruchtartendiversität, die insbesondere in kleineren bis mittleren Betrieben zu verbessern ist. In keinem Fall ist aber eine Abhängigkeit vom Maisanteil an der Ackerfläche (Ausnahme Fruchtartendiversität) zu erkennen. Die geringe Anzahl von neun maisanbauenden Betrieben reicht für grundsätzliche Aussagen über die Umweltrelevanz von

Betrieben mit Maisanbau nicht aus. Erst eine Vielzahl von Betriebsanalysen eröffnet die Ableitung von Beziehungen zwischen dem Maisanteil an der Ackerfläche oder landwirtschaftlichen Nutzfläche und spezifischen Umweltparametern. Dieses Datenmaterial steht im KSNL-System bei der Thüringer Landesanstalt zur Verfügung und konnte für diese Studie ausgewertet werden. Die Abbildungen 7, 9, 10 und 13 bis 16 zeigen direkte und indirekte Zusammenhänge zwischen dem Maisanteil und umweltrelevanten Indikatoren. So steigt die Energieeffizienz eines Betriebes mit zunehmendem Maisanteil an der Fläche. Der Phosphor-Saldo nimmt zu, wobei die große Streuung in Betrieben ohne Mais und die starke Ausprägung von Betrieben mit negativen Salden im Bereich niedriger Maisanteile auffällig ist. Silomaisanteil und Tierbesatz zeigen eine Abhängigkeit an. Gleiches gilt für die sinkende Behandlungsintensität mit Pflanzenschutzmitteln bei steigendem Maisanteil. Die Humussalden und die Erosionsgefährdung zeigen eher keinen Zusammenhang zum Maisanteil in der Fruchtfolge, obwohl Mais als Pflanzenart bei beiden Kriterien deutlich andere Eigenschaften als z.B. Getreide aufweist. In beiden Fällen wird in den ausgewerteten Betrieben den zu erwartenden negativen Auswirkungen des Maisanbaus durch gezielte Aktivitäten des Landwirts hinsichtlich der Standortauswahl (Relief) und der agronomischen Maßnahmen (Zwischenfrüchte, Mulchsaat, organische Düngung) ausreichend entgegen gewirkt.

Abb. 22: Quellen der betriebsbezogenen N-Düngung, jahresspezifischer N-Aufwand und mittlerer Maisanteil an der LN (n=27)

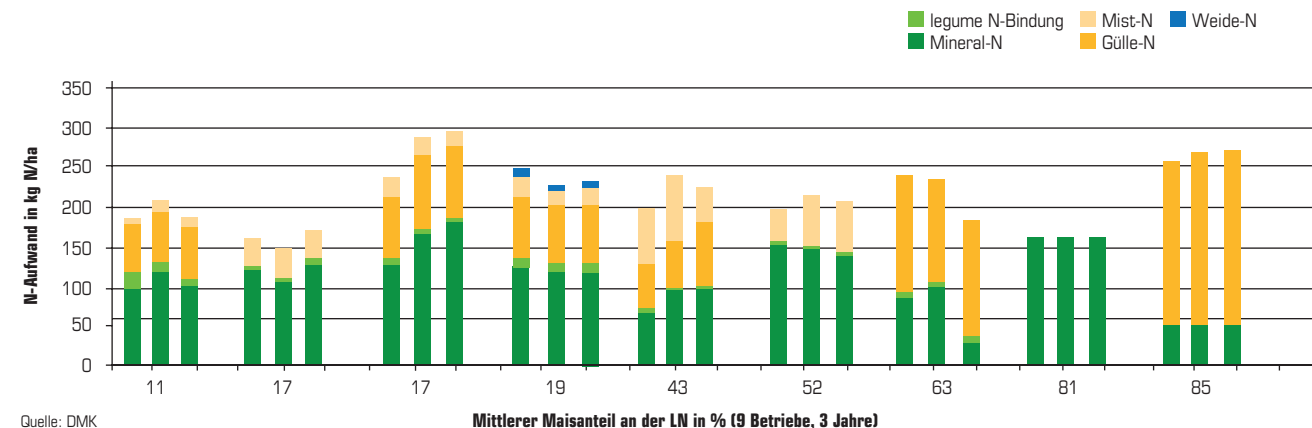
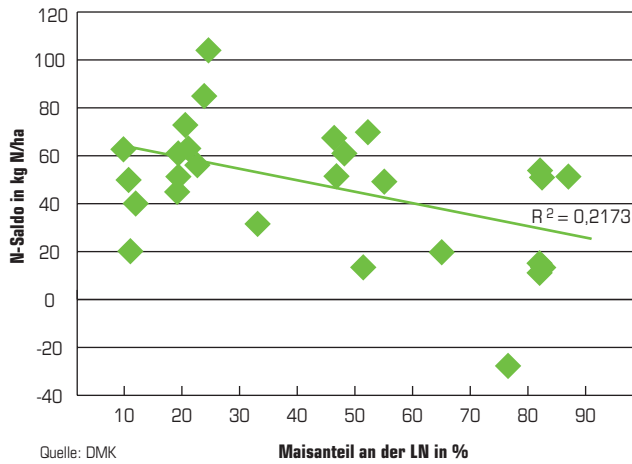


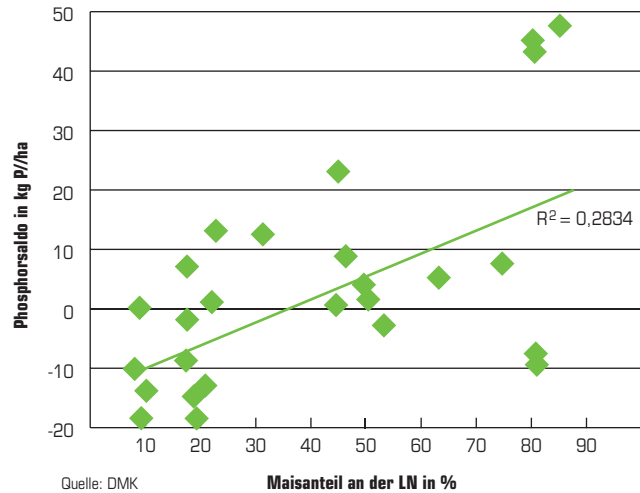
Abb. 23: Maisanteil und N-Saldo (n=27)



In den Abbildungen 21 bis 25 werden die im Kapitel 5.1 dargestellten Sachverhalte der in den Jahren 2007–2009 ausgewerteten neun Betriebe durch spezifische Analysen vertieft. Von besonderer Bedeutung in der öffentlichen Diskussion ist die N-Düngung zum Mais und davon abhängig vermutete Belastungen anderer Ökosysteme. Die Abbildung 21 verdeutlicht, dass zwischen dem Maisanteil an der LN und dem N-Aufwand keine Beziehung besteht, da unabhängig vom Maisanteil zwischen 150 und 300 kg N/ha aufgewendet wurden. Die Quellen der betrieblichen N-Düngung und den Aufwand in Betrieben mit stark unterschiedlichen Maisanteilen verdeutlicht Abbildung 22. Dass die Düngermengen in einigen Betrieben noch deutlich zu hoch sind, ist an den Salden zu erkennen, die zwischen -27 und +104 kg N/ha und Jahr liegen. Im Mittel aller 27 Auswertungen wird jedoch mit +46 kg der Toleranzwert von +50 kg N-Saldo je ha eingehalten (Abb. 23). In der ausgewerteten Gruppe nutzen die Betriebsleiter das Potenzial des Mais, mit ausgeglichenen N-Salden hohe Biomasseerträge zu erreichen. Die sinkenden N-Salden bei steigenden Maisanteilen belegen, dass dies möglich ist.

Gegenüber der positiven Entwicklung bei den N-Salden geht die zunehmende Düngung mit Wirtschaftsdüngern mit teilweise deutlich überhöhten Phosphorsalden (bis zu +48 kg P/ha) einher. Dies zeigt, dass in Betrieben mit hoher Viehdichte und großdimensionierten Biogasanlagen die

Abb. 24: Maisanteil und Phosphorsaldo (n=27)



anfallenden organischen Düngern oft nicht mehr optimal genutzt werden können. Ursache dieser Probleme ist nicht der Maisanbau, wie Beispiele von Betrieben mit hohen Maisanteilen zeigen, sondern der zu geringe Export von Wirtschaftsdüngern in aufnahmefähige Betriebe und Regionen. Sie können dort dazu dienen, negative P-Salden (in der ausgewerteten Gruppe bis zu -18 kg P/ha) auszugleichen. Die bessere energetische Effizienz (Abb. 25) von Betrieben mit hohen Maisanteilen ist eine Folge der hohen Erträge im

Abb. 25: Maisanteil, Energieinput und Energiesaldo (n=27)

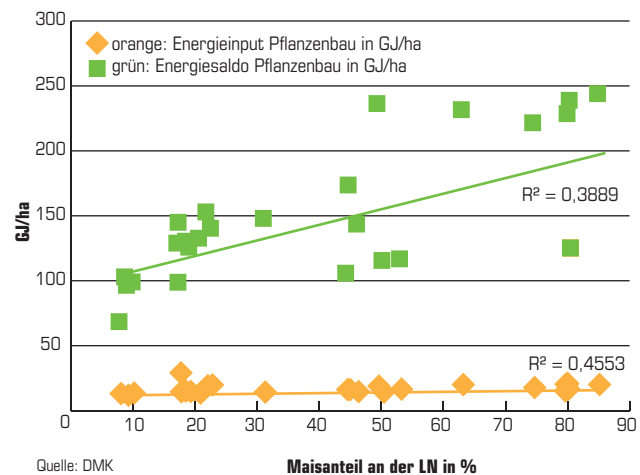
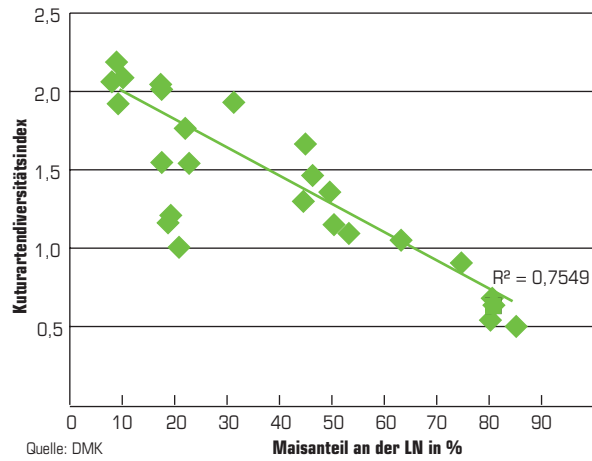


Abb. 26: Maisanteil und Kulturartendiversität (n=27)



Maisanbau und erlaubt den Hinweis auf die Selbstverträglichkeit dieser Kultur. Die Rückwirkung des Maisanteiles auf die Kulturartendiversität zeigt Abbildung 26. Es wird deutlich, dass der Koeffizient der Kulturartendiversität mit zunehmendem Maisanteil an der Ackerfläche geringer ausgeprägt ist. Dieses Defizit an Diversität ist bei allen Kulturen mit hohen Flächenanteilen in ähnlicher Weise vertreten. Ob eine Verbesserung der Koeffizienten, d.h. eine Erhöhung der Kulturarten im Landwirtschaftsbetrieb (z.B. mindestens vier Arten) auch zu einer deutlichen Erhöhung der Artenvielfalt in Fauna und Flora beiträgt, ist nicht eindeutig zu belegen. Denn auch z.B. in Getreidefeldern kann aus Gründen der Produktionsanforderungen nicht von einer Vielzahl verschiedener zusätzlicher Pflanzenarten ausgegangen werden. Hohe Flächenanteile einzelner Kulturen erfordern deshalb kompensatorische Maßnahmen zur Schaffung von Biodiversität durch Zwischenfrüchte oder Rand- und Zwischenstrukturen als Blühstreifen. Der notwendige Anteil dieser „Biodiversitäts-Streifen“ in Betrieben mit hohen Anteilen einzelner Kulturen ist eine offene Frage. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass auch die in der Landschaft vorhandenen Strukturelemente (Hecken, Säume, Gehölze u.a.) in die Überlegungen zur Schaffung von Biodiversität in landwirtschaftlichen Vorranggebieten eingebunden werden.

Die ökonomische Säule der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe mit Maisanbau ist für die in der Studie analysierten Betriebe in der Tabelle 16 mit vier Kategorien und elf Prüfkriterien bewertet. Es zeigt sich, dass in den ausgewählten fünf Betrieben mit sehr unterschiedlichen Maisanteilen an der Ackerfläche nur wenige Prüfkriterien Überschreitungen der Toleranzbereiche (Nettoinvestition, Kapitaldienstfähigkeit und Cash flow III) aufweisen. Eine Ausnahme stellt der **Betrieb 4** dar. Überschreitungen der Toleranzbereiche bei sechs Prüfkriterien deuten darauf hin, dass die ökonomische Effizienz des Betriebes stark verbesserungsbedürftig ist. Diese Situation kann weder auf die Struktur des Betriebes noch auf die Verwertungsrichtung des Maises zurückgeführt werden. Der Lösungsansatz dürfte primär im Betriebsmanagement zu finden sein. Aus den unterschiedlichen Maisanteilen der untersuchten Betriebe lassen sich keine Hinweise zur Rückwirkung auf die wirtschaftliche Nachhaltigkeit ableiten. Diese Aussage wird auch durch die Darstellung der Beziehungen zwischen dem Maisanteil an der LN und einzelnen wirtschaftlichen Prüfkriterien (Abb. 17 bis 20) belegt. Da einzelne Betriebe mit ihren spezifischen Ergebnissen bei den Prüfkriterien die Regression verzerren, kann eine Abhängigkeit vom Maisanteil an der LN nicht bestätigt werden. Für die Betriebe selbst sind die Bewertungen der Prüfkriterien von sehr hohem Wert, um betriebliche Entscheidungen im Management beizubehalten oder zu korrigieren. Die Analyse der sozialen Säule der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe mit Maisanbau ist mit den drei Kategorien (Niveau und Struktur der Beschäftigung, Bedingungen der Beschäftigung, Partizipation) und neun Indikatoren in Tabelle 18 für fünf ausgewählte Betriebe aufgeführt. Tabelle 19 enthält die Boniturnoten der Toleranzbewertung aller Prüfkriterien in den drei Kategorien der Sozialverträglichkeit der Betriebe. In den größeren Betrieben ist festzustellen, dass die Toleranzgrenzen der Sozialverträglichkeit meist eingehalten werden. Grenzwertig sind die Gewährung von Urlaub und das Einkommensniveau. In den übrigen Betrieben ist das Arbeitsplatzangebot, das die Ist-Beschäftigung in Prozent der betriebsnotwendigen Arbeitskräfte ausweist, häufig defizitär. Dies gefährdet den vorbeugenden Gesundheitsschutz, kann physische Belastungen hervorrufen und führt zu kritischen Bewertungen

Abb. 27: Kritisiersystem Nachhaltige Landwirtschaft für Betrieb 1 mit 20 Prozent Maisanteil an der Ackerfläche

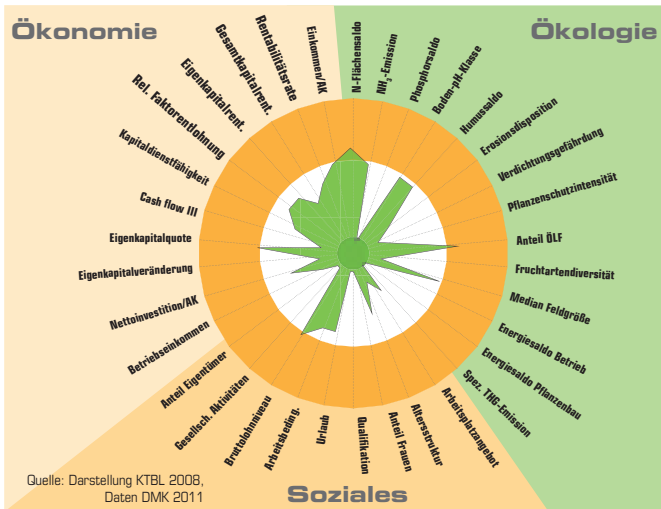
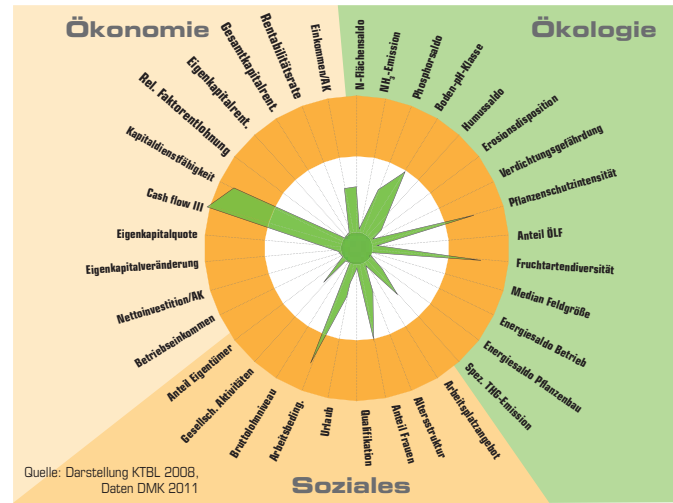


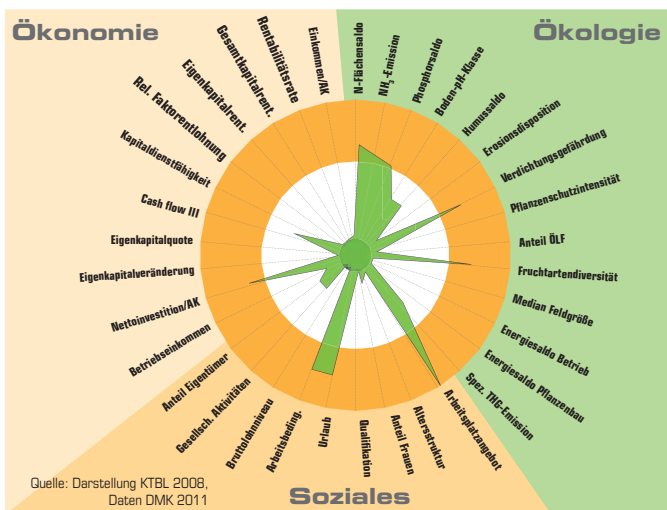
Abb. 29: Kritisiersystem Nachhaltige Landwirtschaft für Betrieb 2 mit 82 Prozent Maisanteil an der Ackerfläche



bei den Prüfkriterien „Urlaub“ und „Arbeitsbedingungen“. Sehr gut ausgeprägt sind die Indikatoren „Qualifikation“ und „Aktivitäten“. Öffentlichkeitsarbeit, aktives Mitwirken in der Kommune und die Vermittlung gesellschaftli-

cher Wertevorstellungen sind wichtige Stellgrößen für den Bereich der Sozialverträglichkeit der landwirtschaftlichen Betriebe. Es dürfte aus der Ergebnisdarstellung der Kriterien einer sozialverträglichen Landwirtschaft abzuleiten sein, dass der Maisanteil an der Ackerfläche des Betriebes nicht das entscheidende Merkmal zur Ausprägung der geprüften Indikatoren ist. Wie bei den ökologischen und wirtschaftlichen ist auch bei den sozialen Kriterien das Betriebsmanagement der ausschlaggebende Faktor.

Abb. 28: Kritisiersystem Nachhaltige Landwirtschaft für Betrieb 3 mit 37 Prozent Maisanteil an der Ackerfläche



Eine Gesamtauswertung aller drei Bereiche der Nachhaltigkeit für Betriebe mit 20 Prozent, 37 Prozent und 82 Prozent Maisanteil an der Ackerfläche zeigen die Abbildungen 27, 28 und 29. Welche Indikatoren zur Beschreibung verwendet werden, zeigen die Angaben in der Spinnengrafik, farblich abgesetzt zwischen den drei Sektoren Ökologie, Ökonomie und Soziales. Sofern die Ergebnisse der einzelnen Indikatoren sich im inneren Kreis befinden, ist die Betriebssituation positiv im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung zu bewerten.

7. Fazit

Mais ist nach Weizen die bedeutendste Kultur in Deutschland. 2,3 Mio. ha in 2010 nehmen 19,5 Prozent der Ackerfläche ein. In den aus Gründen des Standortes und der Agrarstruktur stark spezialisierten Betrieben (Körnermais, Veredelung mit Rinder- und/oder Schweinehaltung, Bioenergie) und der notwendigen Flächenleistung (Ertrag, Energie, Methan) ist Mais unverzichtbar. Deshalb ist auch in Zukunft regional mit hohen Maisanteilen an der Ackerfläche zu rechnen. Die Diskussion um vermutete Mängel in der Nachhaltigkeit des Maisanbaues und maisanbauender Betriebe wurde durch die Öffentlichkeit aufgegriffen, ohne jedoch Mängel konkret belegen zu können.

Die vorliegende Studie zur „Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe mit Maisanbau“ hat das Ziel, mit Hilfe von wissenschaftlich abgesicherten Indikatoren und deren Bewertungsmaßstäben die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe mit unterschiedlichen Maisanteilen an der Ackerfläche zu überprüfen. Als Arbeitshypothese sollte geklärt werden, ob vielfach geäußerte Mängel in der Nachhaltigkeit Abhängigkeiten vom Maisanteil aufweisen. Dazu wurde das in Deutschland meist verbreitete Indikatorensystem KSNL (Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft) mit den Untereinheiten der Umwelt-, Wirtschafts- und Sozialverträglichkeit entsprechend dem Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit angewendet. Die größte Bedeutung kommt in der öffentlichen Diskussion der Umweltverträglichkeit des Maisanbaues zu. Die Analyse von neun Betrieben mit Maisanteilen von 14 bis 85 Prozent an der Ackerfläche hat ergeben, dass bei allen wichtigen Indikatoren aus sechs Kategorien (Nährstoffhaushalt, Bodenschutz, Pflanzenschutz, Landschafts- und Artenvielfalt, Energiebilanz, Treibhausgase) nicht zwangsläufig negative Auswirkungen durch einen zunehmenden Maisanbau auf die Schutzgüter Boden, Luft und Wasser zu verzeichnen sind. Überschreitungen zulässiger Toleranzschwellen sind häufiger im Bereich des Nährstoffhaushaltes anzutreffen. Die Ursache dafür liegt in der Regel in der Düngungspraxis, die den Bedarf des Maises überschätzt und somit eine Frage des

Betriebsmanagements darstellt. Für die übrigen Kategorien mit den zugeordneten Indikatoren, die in einzelnen Teilen Toleranzüberschreitungen aufweisen, gelten ähnliche Aussagen. Die Berechnung und Darstellung von Abhängigkeiten einzelner Indikatoren vom prozentualen Maisanteil an der Ackerfläche und der landwirtschaftlichen Nutzfläche zeigt weiterhin, dass der N-Aufwand in den Betrieben nicht vom Umfang des Maisanbaues abhängig ist und dass optimal gedüngte Maisbestände zu geringeren N-Salden in den Betrieben führen. Mais ist – bei richtiger Düngung – eine N-Salden senkende Kultur. Die Kulturartendiversität geht mit steigenden Maisanteilen zurück, sodass kompensatorische Maßnahmen (Zwischenfrüchte, Blühstreifen u.a.) unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Strukturelementen in der Landschaft empfohlen werden.

Die Wirtschafts- und Sozialverträglichkeit landwirtschaftlicher Betriebe wird nicht vom Maisanteil an der Ackerfläche bestimmt, sondern ist in erster Linie auch hier eine Frage des Betriebsmanagements. Mehr und bessere Informationen im Vergleich mit Zielgrößen sind ein wichtiges Hilfsmittel, um die ökologische, wirtschaftliche und soziale Säule der Nachhaltigkeit in den Betrieben zu gewährleisten. Weder geringe noch hohe Maisanteile an der Ackerfläche sind dafür entscheidend. In den nächsten Jahren wird die Bedeutung des Maisanbaus weiter zunehmen. Es gibt gegenwärtig keine alternativen Kulturarten, die mit einer vergleichbar guten Faktoreffizienz (Wasser, Boden, Klimagase, Energieeinsatz, Ökonomie) ähnlich hohe und multifunktional nutzbare Erträge liefern wie der Mais. Bei Einhaltung der guten fachlichen Praxis sind kaum Rückwirkungen des Maisanbaus auf Anforderungen nachhaltig gestalteter Produktionssysteme zu erwarten.

Die Diskussion um größer werdende Maisflächen in und um Betriebe mit Veredelungswirtschaft und/oder Bioenergieerzeugung ist oft mehr als diffus. Die vorliegenden Ergebnisse sollen mit einer möglichst umfassenden Information und Situationsdarstellung des Maisanbaus in Praxisbetrieben zu einer Versachlichung des öffentlichen Meinungsaustausches beitragen.

8. Literatur (Auswahl)

Agenda 21, 1992: Dokumente der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung, Rio de Janeiro, Juni 1992

Beck, J., Gröblichhoff, F. F., Lütke Entrup, N. 2006: Kriterien zur Dokumentation von Cross-Compliance-Verpflichtungen landwirtschaftlicher Betriebe und weiterer Anforderungen zur Entwicklung einzelbetrieblicher Managementsysteme. Forschungsbericht Nr. 22, Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft Soest, 126 S.

Blum, W. E. H. 2002: Indikatoren als Brücke zwischen Wissenschaft und Politik – aus globaler und europäischer Sicht. In: Blum, Kaemmerer, Stock (Hrsg.): Neue Wege zur nachhaltigen Bodennutzung. Erich Schmidt Verlag, Berlin

Bockstaller, C., Gaillard, G., Baumgartner, D., Freiermuth Knuchel, R., Reinsch, M., Brauner, R., Unterseher, E. 2006: Betriebliches Umweltmanagement in der Landwirtschaft: Vergleich der Methoden INDIGO, KUL/USL, REPRO und SAL-CA. Abschlussbericht zum ITADA-Projekt 04 „COMETE“ 2003–2005.

Breitschuh, G. und Eckert, H.: 2000: Probleme und Lösungsansätze für eine nachhaltige Entwicklung in der Landwirtschaft, IN VDLUFA-Kongressband Stuttgart-Hohenheim: Nachhaltige Landwirtschaft, Teil 1, VDLUFA-Schriftenreihe 55: 17-22

Breitschuh, G., Eckert, H., Heissenhuber, A. 2001: Ökonomische, ökologische und soziale Kriterien zur Beurteilung einer nachhaltigen Landwirtschaft. KTBL-Schrift 400, S. 7–21.

Breitschuh, G. Eckert, H., Matthes, I., Bachmann, G. und Breitschuh, T. 2008: Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft, KTBL-Schrift 466, 139 S.

Breitschuh, G., Eckert, H., Matthes, I., Strümpfel, I., Breitschuh, Th. 2008: Nachhaltig wirtschaften mit KSNL. KTBL-Heft 78, Darmstadt, 36 S.

Breitschuh, G., Eckert, H., Matthes, I., Strümpfel, J. 2008a: Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft (KSNL). Ein Verfahren zur Nachhaltigkeitsanalyse und Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben. KTBL-Schrift 466, 137 S.

Brundtland, G.H. Ed. 1987: World Commission on Environment and Development. Our Common Future. Oxford
Bundesregierung 2002: Perspektiven für Deutschland Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Abruf Internet 10.04.2009

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2008: Nachhaltigkeit konkret. Berlin, 36 S.
Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft 2005. Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz, Berlin

Christen, O., 1999: Nachhaltige Landwirtschaft – Von der Ideengeschichte zur praktischen Umsetzung. Schriftenreihe des Institutes für Landwirtschaft und Umwelt, Bonn, Heft 1

Christen, O., Ó Halloran-Wietholz, Z. 2002: Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft, ILU Heft 3, Bonn.

Deutscher Bauernverband (DBV) 2008: Situationsbericht 2008. Trends und Fakten zur Landwirtschaft. DBV, Berlin, 286 S.

Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft 2009: DLG-Nachhaltigkeitsstandard. <http://www.nachhaltige-landwirtschaft.info/kriterien.html>

EU 2001: Europäische Kommission Generaldirektion Landwirtschaft. Ein Konzept für Indikatoren der wirtschaftlichen und sozialen Dimensionen einer nachhaltigen Landwirtschaft und Entwicklung des ländlichen Raums

Eckert, H. und Breitschuh, G. 1994: Kritische Umweltbelastungen Landwirtschaft (KUL) - eine Methode zur Analyse und Bewertung der ökologischen Situation von Landwirtschaftsbetrieben. Arch. Acker-und Pflanzenbau u. Bodenkd. 38, 349–359

Feige, H., Gröblichhoff, F.-F., Lütke Entrup, N. 2002: Analyse von Umwelt- und Effizienzindikatoren nordrhein-westfälischer landwirtschaftlicher Betriebe mit dem Verfahren „Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung“. Forschungsberichte des Fachbereiches Agrarwirtschaft, Nr. 14, Soest

Gernand, U., Eckert, H., Rossberg, D. 2005: Bewertung der Pflanzenschutzintensität landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen des Umweltsicherungssystems Landwirtschaft. Gesunde Pflanze 57, 105–109


Schaffner, A. und Hövelmann, L. 2007: Der DLG-Nachhaltigkeitsstandard „Nachhaltige Landwirtschaft – zukunftsfähig“, Beitrag aus dem Tagungsband zur Tagung „Nachhaltige Landwirtschaft“, Juni 2007, Zentrum für Umweltkommunikation Osnabrück

Danksagung:

Die Autoren danken

Manuela Flade, Verband für Agrarforschung und Bildung e.V., Jena, sowie

Ulrich Gernand, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, für die Durchführung der Betriebsauswertungen mit KSNL.



Deutsches Maiskomitee e.V. · Brühler Straße 9 · 53119 Bonn · dmk@maiskomitee.de
www.maiskomitee.de
Oktober 2011