

Klimaschutz in der EU-Landwirtschaft

Energiebilanzen, Treibhausgasbilanzen und Klimaschutzmaßnahmen auf Betriebsebene



Mit Unterstützung der Finanzierungsinstrumente LIFE+ der Europäischen Gemeinschaft



Vorwort

Bessere Landwirtschaft für besseres Klima: eine Europäische Perspektive

« Die Europäische Landwirtschaft belastbarer und klimafreundlicher zu machen ist keine Wahl, sondern eine Notwendigkeit und eine Pflicht. Der Vorschlag für die neue GAP wird den Landwirten helfen, besser mit den Herausforderungen des Klimawandels umzugehen. »

Jerzy Plewa,
Generaldirektor
für Landwirtschaft
der Europäischen
Kommission,
April 2013.



In der Landwirtschaft wie in anderen Sektoren stellt der Klimawandel eine doppelte Herausforderung dar: Reduzieren der Treibhausgasemissionen bei gleichzeitiger Anpassung an die erwarteten Folgen der globalen Klimaerwärmung, mit denen wir mehr und mehr konfrontiert werden. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, müssen auch bewährte landwirtschaftliche Anbaupraktiken überdacht werden, weil sie anfällig und von erheblicher Klima- und Umweltrelevanz sind. Die landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen in der EU sind seit 1990 um 20% gesunken, als Folge signifikant geringerer Tierzahlen und einem effizienteren Stickstoffeinsatz. Trotzdem muss die Landwirtschaft sich weiterhin bemühen, die Emissionen und der Einsatz fossiler Energieträger zu reduzieren.

Die Europäische Kommission hat begonnen ein neues Klima- und Energiepaket für 2030 zusammenzustellen, das anspruchsvollere Reduktionsmaßnahmen enthalten wird. Die Festlegung von politischen Instrumenten zur weiteren Reduktion von Treibhausgasemissionen von landwirtschaftlichen Aktivitäten und Böden ist eine der wichtigsten Aufgaben der kommenden Jahre. Ausreichende Leistungszuflüsse werden benötigt, um die Landwirte bei ihren Bemühungen zu unterstützen, landwirtschaftliche Strukturen und Methoden anzupassen. Die GAP Reform 2014-2020 konzentriert sich auf den Klimaschutz und die Erhaltung der natürlichen Ressourcen, was Teil der Bedingungen für Direktzahlungen sein wird.

Angesichts der technischen Komplexität der Maßnahmen sind Infokampagnen und Trainings für die Landwirte in der EU nötig, um sie bei der Durchführung zu unterstützen. Projekte wie *AgriClimateChange* tragen auf effektive Weise dazu bei, sowohl die Sensibilität für das Thema und mögliche Lösungen zu entwickeln als auch den Erfahrungsaustausch zwischen den Akteuren zu fördern. Dieser Leitfaden zeigt, dass Maßnahmen möglich und durchführbar sind, und wie sich einige Potenziale nutzen und erfolgreiche Initiativen vorwärtsbringen lassen. Er trägt dazu bei, die gewonnenen Informationen und die klimafreundliche fachliche Praxis im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung voranzutreiben.

María Fuentes

Project officer agriculture and climate change DG Agriculture and rural development, European Commission

Herausforderungen des Klimaschutzes meistern

Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel sind vordringliche Ziele für die Landwirtschaft.

Kaum eine andere Branche ist vom Klimawandel so stark betroffen wie die Landwirtschaft. Qualität und Erträge landwirtschaftlicher Produktion sind wesentlich vom Wetter abhängig - insbesondere von Temperatur und Niederschlägen. Gleichzeitig sieht sich die Landwirtschaft wie andere Wirtschaftsbereiche auch in der gesellschaftlichen Pflicht, ihren Energieverbrauch zu drosseln und ihre Ressourceneffizienz steigern, um damit einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Das Projekt „*AgriClimateChange*“ der Bodensee-Stiftung hat dieses Thema aufgegriffen. Durch die Verringerung des Energieverbrauchs in landwirtschaftlichen Betrieben, die Reduktion der Treibhausgasemissionen und die Steigerung der Energieeffizienz soll die Klimabilanz in der Landwirtschaft positiv beeinflusst werden.

„Mehr Klimaschutz in der Landwirtschaft“ lautet daher das Motto der Bodensee-Stiftung, die mit dem vorliegenden Praxisleitfaden eine Reihe konkreter Handlungsmöglichkeiten aufzeigen möchte, wie Landwirtinnen und Landwirte mit an ihren jeweiligen Betrieb angepassten Maßnahmen die Klimabilanz verbessern können. Die Erfassung von über 125 europäischen landwirtschaftlichen Betrieben, davon alleine 24 aus Baden-Württemberg, liefert dafür eine hervorragende Grundlage. Zusammen mit Partnern aus Spanien, Frankreich und Italien hat die Bodensee-Stiftung eine Software entwickelt, um die Energie- und Treibhausgasemissionen landwirtschaftlicher Betriebe zu analysieren. Auf Grundlage dieser Daten wurden betriebsspezifische Maßnahmenpläne entwickelt, um Einsparungen an Energie und Treibhausgasemissionen zwischen 10 und 40 Prozent zu erreichen.

Für eine gesellschaftlich akzeptierte, zukunftsorientierte und moderne Landwirtschaft brauchen wir eine praxisorientierte Forschung wie im vorliegenden Projekt. Denn sie bietet Vernetzungsmöglichkeiten zwischen Forschung und Praxis und ermöglicht eine fachübergreifende Diskussion. Dem Praxisleitfaden und den darin aufgezeigten Innovationen wünsche ich eine große Verbreitung und zahlreiche landwirtschaftliche Betriebe, die sich von der Idee des Projekts „*AgriClimateChange*“ anstecken lassen.



Alexander Bonde

Minister für Ländlichen Raum
und Verbraucherschutz
Baden-Württemberg

Inhalt

Seiten	
4	Einführung
6	Bilanzierungsmethode für landwirtschaftliche Betriebe
11	Resultate nach Betriebssystemen <ul style="list-style-type: none">• Verschiedene landwirtschaftliche Produkte• Bananen• Oliven• Obstanbau• Gemüseanbau unter Glas• Feldgemüse• Weinbau• Ackerkulturen• Reisanbau• Milch• Rindfleisch• Schweine- und Geflügelfleisch
23	Maßnahmenpläne zur Reduktion von Energie und Treibhausgas-Emissionen
	Fallstudie
27	Ackerbau <ul style="list-style-type: none">• Größere Fruchtfolgen, Direktsaat und Zwischenfrüchte• Best practices im Reisanbau• Precision Farming mit GPS Technologie
35	Milchwirtschaft <ul style="list-style-type: none">• Milchbetrieb mit Biogasanlage• Solarbetriebener Futtertrockner• Solarpanel zur Heißwasserproduktion für Käseerei
41	Obst- und Weinbau <ul style="list-style-type: none">• Zitruskulturen in der Region Valencia (E)• Obst- und Beerenanbau in Baden-Württemberg (D)• Erzeugung erneuerbarer Energie auf einem Weingut (I)
49	Schlussfolgerungen





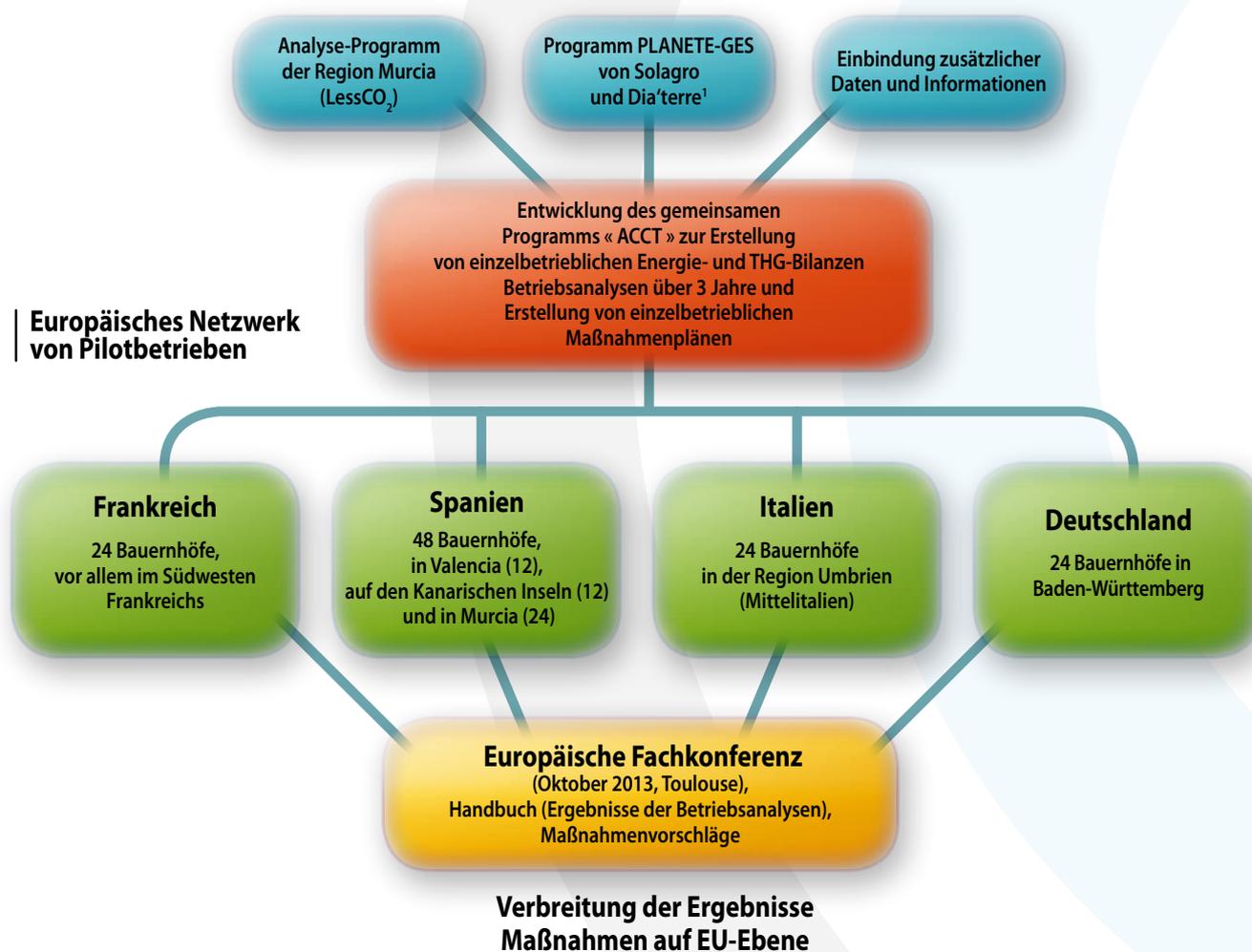
Das Projekt *AgriClimateChange* wird gemeinsam in den vier EU-Staaten Frankreich, Deutschland, Italien und Spanien zwischen September 2010 und Dezember 2013 umgesetzt. **Das Projektziel besteht darin, landwirtschaftliche Maßnahmen zu bestimmen und zu fördern, die einen hohen Nutzen für den Klimaschutz haben.**

In den kommenden Jahren sind die Verringerung der landwirtschaftlichen Treibhausgas-Emissionen sowie die Anpassung an den Klimawandel wesentliche Herausforderungen für die Europäische Landwirtschaft. Die Förderung von Klimaschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft ist ein gewichtiges Instrument um den Klimawandel zu bremsen, den Umwelt- und Naturschutz zu fördern und die wirtschaftliche Tragfähigkeit des landwirtschaftlichen Sektors zu verbessern.

Das Projekt wird durch das EU-Programm LIFE+ gefördert und koordiniert von der spanischen Naturschutz-Stiftung Fundación Global Nature, die sich seit über 20 Jahren für Naturschutz und nachhaltige Landwirtschaft einsetzt. Die Partner, öffentliche und private Organisationen mit umfassenden Erfahrungen in den Bereichen Landwirtschaft und Klimaschutz, bringen unterschiedliche Sichtweisen und Erkenntnisse in das Projekt ein. In Frankreich ist das Institut Solagro seit seiner Gründung im Jahr 1981 eine feste Größe, wenn es um die Themen nachhaltige Landwirtschaft, Energie und Management von natürlichen Ressourcen geht. Die Bodensee-Stiftung setzt sich seit 1994 für nachhaltiges Wirtschaften in der internationalen Bodenseeregion (Deutschland, Schweiz und Österreich) und darüber hinaus ein. Der italienische Kommunalverband Trasimeno-Medio Tevere ist als öffentliche Verwaltung verantwortlich für eine nachhaltige Regionalentwicklung und betreut den Regionalpark Lago Trasimeno. Die Beratungsstelle für Landwirtschaft und Gewässer ist eine Abteilung der Regionalregierung der spanischen Provinz Murcia und zuständig für Landwirtschaft, Fischerei, Wasser und Umwelt.

Aufbauend auf den Erfahrungen der Projektpartner wurde gemeinsam die **Software ACCT (AgriClimateChangeTool)** entwickelt. Federführend war hier Solagro, wo seit 1999 vergleichbare Bewertungsinstrumente entwickelt worden sind. Mit ACCT können die Energieverbräuche, Treibhausgas-Emissionen und die Kohlenstoff-Speicherung von landwirtschaftlichen Betrieben erfasst und bewertet werden. ACCT ist mit dem Anspruch entwickelt worden, in der gesamten EU anwendbar zu sein, und wird im Projekt durch den Einsatz in den vier EU-Staaten fortlaufend angepasst und verbessert.





Mehr als 120 Bauernhöfe sind während der dreijährigen Projektlaufzeit analysiert und bewertet worden. Auf der Grundlage der Ergebnisse wurde **Maßnahmenpläne** mit dem Ziel erstellt, den Energieverbrauch und die Treibhausgas-Emissionen der Betriebe um 10-40% zu verringern. Speziell für die Bereiche im landwirtschaftlichen Betrieb mit hohem Potenzial zur Einsparung von Energie und Treibhausgas-Emissionen entwickeln die Fachleute passende Maßnahmen. Wenn möglich werden gerade im Zusammenhang mit steigenden Energiepreisen auch weitergehende Einsparmöglichkeiten entwickelt. In den Maßnahmenplänen werden dann alle Maßnahmen zusammengefasst, die mit dem Landwirt abgestimmt und beschlossen wurden.

Diese Maßnahmen wurden dann mit Unterstützung der Projektpartner umgesetzt und die Effekte im Rahmen der jährlichen Analysen in 2011 und 2012 erfasst. Bei Bedarf wurden die Maßnahmenpläne angepasst und fortgeschrieben.

Mit den Ergebnissen und Erkenntnissen haben die Projektpartner **Vorschläge für Klimaschutz-Maßnahmen** auf EU-, nationaler und regionaler Politikebene entwickelt, vor allem im Zusammenhang mit der Gemeinsamen Agrarpolitik. Die Projektpartner haben sich dazu mehrfach mit der EU-Kommission und EU-Parlamentsabgeordneten getroffen, um ihre Vorschläge für eine klimafreundliche Landwirtschaft vorzustellen und zu diskutieren.

Ein fester Bestandteil des Projekts waren Öffentlichkeitsarbeit und der Erfahrungsaustausch mit verschiedenen landwirtschaftlichen Interessengruppen wie Landwirten, Berufs- und Anbauverbänden, Erzeugerzusammenschlüssen und Verbrauchergruppen.

Insgesamt wollen die Projektpartner von *AgriClimateChange* dazu beitragen, dass die Europäische Landwirtschaft international führend wird beim Thema Klimaschutz. Denn in Anbetracht der gesellschaftlichen Forderung nach einer multifunktionalen Landwirtschaft geht es nicht nur um die Herstellung von hochwertigen Lebensmitteln, sondern auch um den Erhalt der biologischen Vielfalt, der bäuerlichen Tradition, der Kulturlandschaften ... und des Klimas.

¹ Dia'terre ist ein Programm für Energie- und THG-Analysen, entwickelt von ADEME mit Unterstützung von zahlreichen landwirtschaftlichen Partnern, darunter das Landwirtschaftsministerium und Solagro. Es ermöglicht die zentrale Erfassung aller Betriebsanalysen auf nationaler Ebene in einer gemeinsamen Datenbank sowie eine einheitliche Methodik für unterschiedliche Betriebstypen.
<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=24390>

Ein EU-weiter Computerprogramm zur Bewertung landwirtschaftlicher Betriebe

Mit dem Computerprogramm ACCT (*AgriClimateChange Tool*) kann man den jährlichen Energieverbrauch, die Treibhausgas-Emissionen und die Veränderung der Kohlenstoffspeicherung für einen landwirtschaftlichen Betrieb berechnen. Die Analyseergebnisse bilden die Grundlage für die Erstellung eines individuell abgestimmten Maßnahmenplans. Die Maßnahmen sollen die Klimabelastung durch den landwirtschaftlichen Betrieb reduzieren.

Vorgehensweise

Zu Beginn werden die für die Berechnung notwendigen Daten in einem persönlichen Gespräch mit dem Landwirt erfasst. Die Berechnung mit ACCT umfasst den gesamten landwirtschaftlichen Betrieb, ermöglicht gleichzeitig aber auch eine Analyse eines ausgewählten Produktionszweigs (bis zu fünf verschiedene Produktionszweige können pro Betrieb untersucht werden). Für das Gespräch muss der Landwirt alle erforderlichen Betriebsdaten und Belege

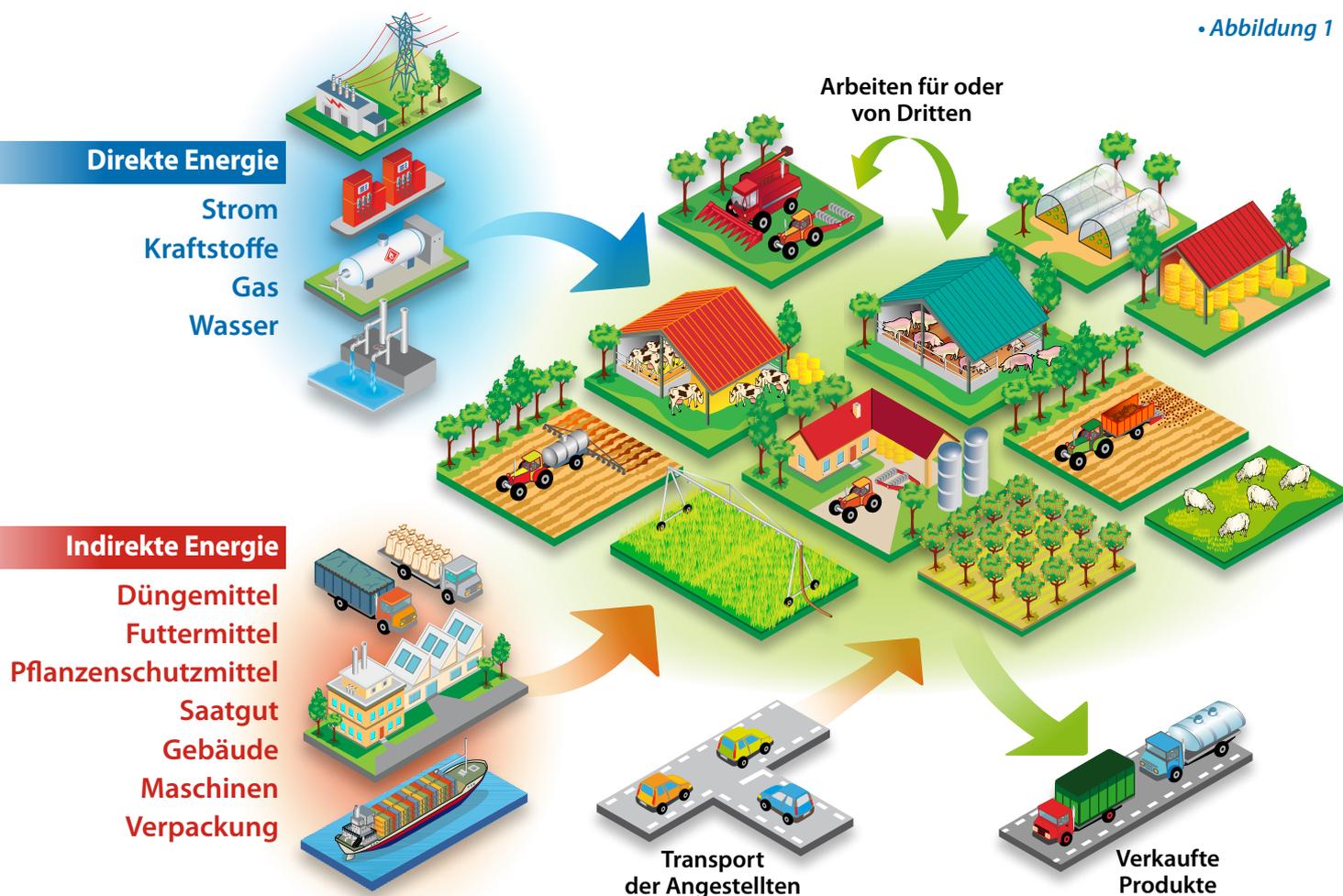
zusammentragen: Gemeinsamer Antrag, Dünge- und Spritzpläne, betriebswirtschaftliche Unterlagen sowie Rechnungen für Treibstoff, Strom und andere Rohstoffe oder Produkte, die im Betrieb eingesetzt werden. Die Berechnungen beziehen sich auf ein Jahr, so dass in der Regel die letzte Anbausaison beurteilt wird. Während der Datenerfassung sollte der Berater nicht nur den Input im Jahresverlauf aufnehmen. Er sollte sich auch Zeit nehmen, um mit dem Landwirt die Betriebsabläufe durchzusprechen. Der Betriebsbesuch hilft, die Betriebsstruktur und das Betriebsumfeld kennenzulernen und zu verstehen. Für die Datenerhebung und -eingabe werden etwa zwei Tage benötigt.

Energieverbrauch

ACCT bewertet neben dem direkten Verbrauch von nicht-erneuerbarer Energie (Treibstoff, Strom, Gas, ...) auch den indirekten Verbrauch aller Materialien und

Darstellung der direkten und indirekten Energieverbräuche, welche in ACCT berücksichtigt werden.

• Abbildung 1



Produkte, die während der Anbausaison eingesetzt werden (Mineraldünger, Zukauffutter, Maschinenpark, landwirtschaftliche Gebäude, ...). In Übereinstimmung mit den Prinzipien der LCA¹ ist jeder direkte oder indirekte Energieposten mit einem energetischen Koeffizienten verbunden. Diese Berechnungen berücksichtigen auch die Aufwendungen für Gewinnung, Herstellung und Transport. Somit fließen die dem Betrieb vorgeschalteten Schritte auch in die Bewertung mit ein.

Die Verarbeitung und der Transport von landwirtschaftlichen Produkten werden systematisch in die Berechnung integriert, sofern sie der Landwirt durchführt. Ist dies nicht der Fall, endet die Berechnung am Hoftor. Die Ergebnisse der Energieverbräuche werden in Primärenergie und mit der Einheit Gigajoule (GJ)² angegeben. Der Vorteil liegt darin, dass sowohl direkte als auch indirekte Energieverbräuche erfasst werden und somit ein umfassendes einzelbetriebliches Energieprofil erstellt werden kann.

Treibhausgas-Emissionen und Veränderungen der Kohlenstoffspeicherung

Mit ACCT werden die Treibhausgase CO₂ (Kohlenstoffdioxid), CH₄ (Methan) und N₂O (Lachgas) berechnet. Dies sind entsprechend des Kyoto Protokolls die drei wesentlichen Treibhausgase aus der Landwirtschaft. Treibhausgas-Emissionen, die beim Betrieb von Kälteanlagen und Klimaanlage entstehen (HFC, fluorierte Kohlenwasserstoffe) werden ebenfalls in den Berechnungen berücksichtigt. In der Regel sind sie in der Landwirtschaft aber von geringer Bedeutung. Die Berechnungen der Treibhausgas-Emissionen und der Kohlenstoffspeicherung werden für jedes spezifische Gas durchgeführt (CO₂, CH₄ oder N₂O) und mit Hilfe des globalen Erwärmungspotentials (GWP: global warming potential) in CO₂-Äquivalente umgerechnet (tCO₂eq). Der Indikator wird in Bezug auf einen festen Zeithorizont von 100 Jahren berechnet, um die Aufenthaltsdauer der verschiedenen Substanzen in der Atmos-

Darstellung der Treibhausgas-Emissionsquellen, Veränderung der Kohlenstoffspeicherung und der Treibhausgas-Emissionsreduktion durch Produktion erneuerbarer Energien, welche in ACCT berücksichtigt werden.



¹Life cycle analysis
²Gigajoule

phäre zu berücksichtigen. Eine Tonne CH₄ entspricht somit 25 tCO₂eq und 1 Tonne N₂O entspricht 298 tCO₂eq. Die Analyse berücksichtigt, dass sich die Emissionen eines Treibhausgases nicht auf eine Emissionsquelle im landwirtschaftlichen Betrieb beschränken (Abbildung 2). Die Treibhausgas-Emissionen wurden in mehrere Hauptkategorien unterteilt:

- Emissionen aus dem Einsatz direkter Energie (Treibstoff, Gas, ...) und indirekter Energie (Herstellung der verbrauchten Betriebsmittel).
- Emissionen aus der Tierhaltung: enterische Fermentation und Düngermanagement und aus dem Reisanbau.
- Direkte Boden-Emissionen (einschließlich Methan auf dem Reisanbau) aufgrund von Stickstoffverlusten beim Einsatz von Mineraldünger oder organischem Wirtschaftsdünger, durch Weidewirtschaft und durch Ernterückstände. Außerdem werden, entsprechend der atmosphärischen Deposition, indirekte Emissionen, aus dem Stickstoff-Oberflächenabfluss (run-off) und der Auswaschung von Stickstoff abgeschätzt.

Ergänzend zu der Bestandsaufnahme der Brutto-Treibhausgas-Emissionen bietet ACCT:

- Eine Einschätzung der jährlichen Kohlenstoffspeicherung, die aufgrund von Landnutzungsänderungen variieren kann (Umbruch von Grünland zu Ackerland...), die Beibehaltung von bewährten Maßnahmen um die Kohlenstoffspeicherung zu begünstigen (Direktsaat, Untersaat) oder die Erhöhung holziger Vegetationselemente (Hecken, Weinberge, Obstgärten...).
- Eine Abschätzung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch die Produktion erneuerbarer Energie auf dem Betrieb (Photovoltaik, Windkraft, Holzenergie, Biogas ...). Diese erneuerbare Energie kann auf dem Hof oder außerhalb des Betriebs genutzt werden.

Ergebnisse von ACCT

Zuerst erhält der ACCT-Nutzer einen ersten Überblick über die Energieverbräuche und THG-Emissionen des Gesamtbetriebs. Ziel ist es, die wichtigsten Quellen des Energieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen auf dem Betrieb zu identifizieren. Die detaillierte Bestandsaufnahme ermöglicht einerseits, übergeordnete Emissionen auf dem untersuchten Betrieb zu lokalisieren und ist andererseits ein notwendiger Schritt, um die Plausibilität der später vorgeschlagenen Reduzierungsmaßnahmen zu gewährleisten. Nach der Erstellung der gesamtbetrieblichen Bilanz kann der Nutzer die Energieverbräuche und die Treibhausgas-Emissionen bis zu fünf verschiedenen Betriebszweigen zuordnen. Dieser Schritt ist sinnvoll, wenn auf dem Hof mehrere Betriebszweige unterhalten werden. Die Analyse der einzelnen Betriebszweige ermöglicht es, ein oder mehrere Produkte mit hohen Energieverbräuchen oder Treibhausgas-Emissionen zu identifizieren. Dies ist ein wesentliches Werkzeug, wenn es darum geht, geeignete und wirksame Reduktionsmaßnahmen für den unter-

suchten Betrieb zu entwickeln.

Wie in Abbildung 3 ersichtlich, kann sich die Gewichtung des Energieverbrauchs und der Klimawirkung von einem landwirtschaftlichen Produkt unterscheiden. So verbraucht die Getreideproduktion anteilig nur wenig Energie (7%), emittiert aber deutlich mehr Treibhausgase (19%). Mit Hilfe dieser Analysen wird deutlich, dass oft verschiedene, sich ergänzende Maßnahmen notwendig sind, um gleichzeitig eine Reduzierung des Energieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen zu bewirken.

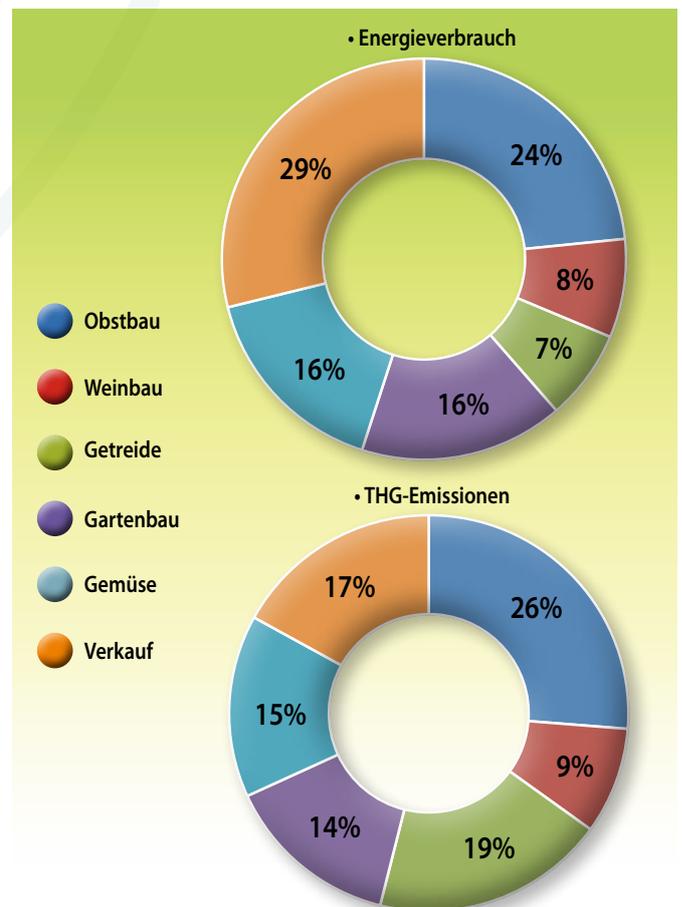


Abbildung 3: Beispielhafte Verteilung des gesamten Energieverbrauchs und der Brutto-Treibhausgas-Emissionen nach Betriebszweigen

Die ACCT-Ergebnisse liefern zudem betriebliche Kennzahlen zur Intensität des Energieverbrauchs (in GJ/ha) und der Brutto-Treibhausgas-Emissionen (in tCO₂eq/ha). Für die Analyse auf Betriebszweigebene können zusätzlich produktbezogene Kennzahlen zur Energieeffizienz (in GJ/Produkteinheit) und Klimawirkung (in tCO₂e/Produkteinheit) berechnet werden. Auf der Basis dieser Kennzahlen kann ACCT die Ergebnisse eines Betriebs oder eines Produkts mit Ergebnissen einer Referenzgruppe vergleichen. Damit ist es möglich, das betriebliche Reduktionspotenzial im Rahmen seiner Vergleichsgruppe abzuschätzen. Abbildung 4 zeigt beispielsweise für den Getreide-Betrieb einen niedrigen Energieverbrauch pro Hektar (-31% im Vergleich zur Referenzgruppe) sowie eine zufriedenstellende Energieeffizienz in GJ/t TM (-8% im Vergleich zur Referenzgruppe). Demnach sind zwar Möglichkeiten zur Reduk-

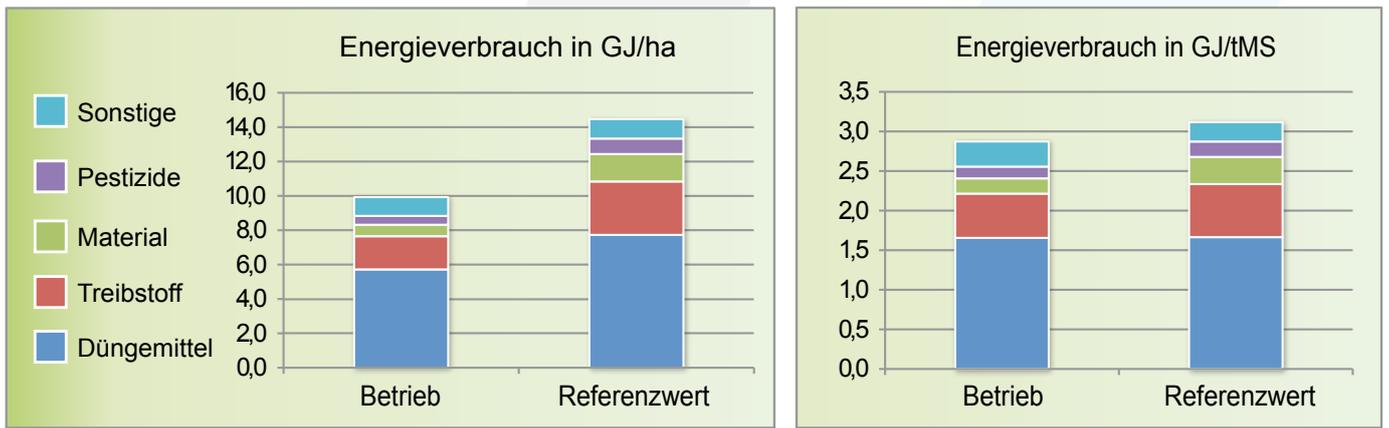


Abbildung 4: Vergleich der Energieeffizienz des landwirtschaftlichen Betriebs pro Hektar und pro Produkteinheit mit einer Referenzgruppe

tion vorhanden, aber insgesamt eher in beschränktem Maß. ACCT errechnet auch eine betriebliche Stickstoffbilanz. Sie basiert auf der Differenz zwischen der Summe der Stickstoffeinträge in Böden (Düngemittel, Tiere, Leguminosen ...) und der Menge an Stickstoff, die von den Flächen entfernt wird (Ernte ...). Die Berechnung des Stickstoffüberschusses auf dem Betrieb erlaubt eine Beurteilung der Gesamtdüngerbilanz. Im Falle eines Stickstoffüberschusses gibt es verschiedene Maßnahmen um die Energieverbräuche und Treibhausgas-Emissionen wirksam zu verringern. Demzufolge kann die Analyse des Stickstoffhaushaltes sehr hilfreich sein, wenn Maßnahmen für ein verbessertes Düngermanagement in den Maßnahmenplan aufgenommen werden sollen.

ACCT stellt sowohl die Energieverbräuche als auch die Treibhausgas-Emissionen in detaillierten Tabellen auf betrieblicher und Produktebene dar, je nachdem wie der Nutzer die Daten vorher aufgenommen hat.

In dieser Tabelle werden die Emissionen außerdem in drei Bereiche unterteilt, wobei die Unterscheidung entsprechend der Herkunft der Treibhausgas-Emissionen erfolgt: Emissionen, die auf dem landwirtschaftlichen Betrieb entstehen (scope 1), indirekte Emissionen aus der Energie (scope 2) und andere indirekte Emissionen (scope 3).

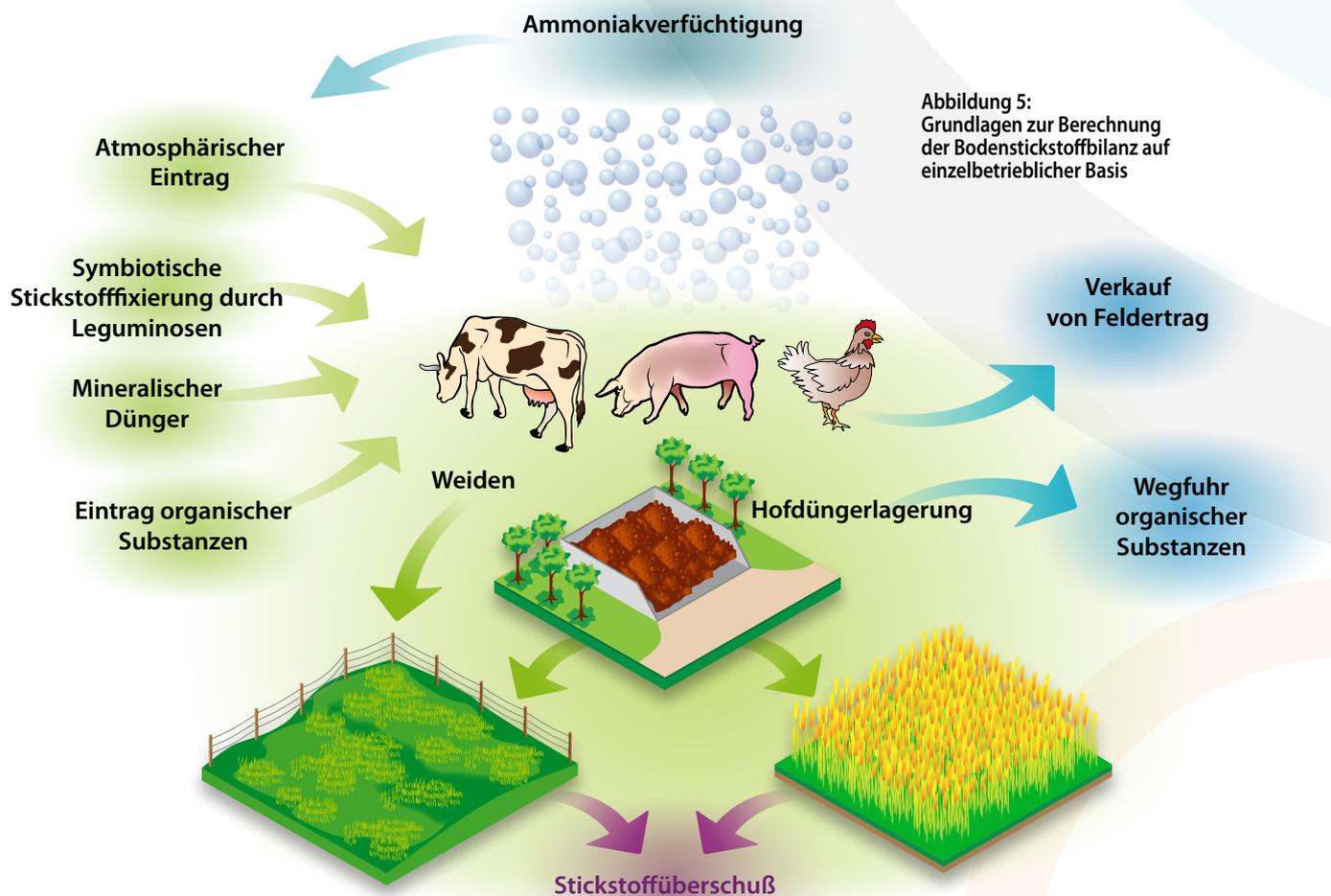


Abbildung 5: Grundlagen zur Berechnung der Bodenstickstoffbilanz auf einzelbetrieblicher Basis

Aktuelle Situation (tCO ₂ / Jahr)	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tHalogenkohlenwasserstoffe	tCO ₂ e	
Bereich 1: direkte Energieverbräuche	50,22	8,36	0,93	0,00	530,55	46%
Maschinen und Ausrüstung:	45,96	0,00	0,00	0,00	45,96	4%
bewegliche Maschinen	34,14				34,14	3%
feststehende Maschinen	11,83			0,00	11,83	1%
Emissionen aus Prozessen:	4,26	8,36	0,93	0,00	484,59	42%
Fermentation		3,07			76,86	7%
Düngermanagement		5,28	0,29		217,17	19%
Direkte Emissionen der Böden			0,44		130,54	11%
Indirekte Emissionen der Böden			0,20		60,02	5%
Reisanbau		0,00			0,00	0%
Scope 2: indirekte Energieverbräuche	17,72	0,00	0,00	0,00	17,72	2%
Strom (Zukauf)	17,00				17,00	1%
gemeinsame Bewässerung (elektrische Pumpe)	0,72				0,72	0%
Scope 3: Sonstige indirekte Energieverbräuche	676,86	0,00	0,00	0,00	608,14	53%
Mineraldünger (Herstellung und Transport)	13,37		0,00		13,37	1%
Anderer pflanzlicher Input (Pflanzen, Samen, Pestizide)	4,22		0,00		4,22	0%
Kunststoffe	1,15				1,15	0%
Futtermittel (Zukauf)	567,05				567,05	49%
Andere tierische Inputs (Zukauf von Tieren, Zucht-kosten)	1,83				1,83	0%
Gebäudeinfrastruktur	10,36				10,36	1%
Landwirtschaftliche Maschinen und Geräte	4,20		0,00		4,20	0%
Transport von Angestellten:	1,07				1,07	0%
Transport der landwirtschaftlichen Erzeugnisse:	0,00				0,00	0%
Energieverbrauch um fossile Energie nutzbar zu machen:	73,59				4,88	0%
TOTAL CO₂ / Jahr	744,80	8,36	0,93	0,00	1156,42	100%

Abbildung 6: Quellen und Mengen von Treibhausgas-Emissionen auf Betriebsebene nach ISO14064 und Treibhausgas-Protokoll



Ergebnisse aus der Analyse in Abhängigkeit der landwirtschaftlichen Produktionssysteme

Verschiedene landwirtschaftliche Erzeugnisse

Insgesamt haben 120 Betriebe aus den 4 großen Agrarstaaten der EU mit unterschiedlichen landwirtschaftlichen Systemen zum Referenzsystem für Energie- und Treibhausgas-Emissionen beigetragen (THG = Treibhausgase).

Für die Region Valencia in Spanien wurden drei repräsentative Kulturen ausgewählt: Orangen belegen über die Hälfte der bewässerten Flächen, Oliven wachsen im Landesinneren (zumeist ohne Bewässerung) und schließlich Reis als flächenmäßig unbedeutende Kultur, die jedoch einen wesentlichen Einfluss auf die Erhaltung von Feuchtgebieten hat.

In der spanischen Region Murcia wurden Obstbaubetriebe (Pfirsich, Mandarinen, Aprikosen, Mandeln...) und der Anbau von Gemüse im Freiland sowie im Gewächshaus (Salat, Paprika, Artischocken...) untersucht.

Zudem wurden mit Bananen und Tomaten (Freiland und Gewächshaus) auf Teneriffa die zwei wirtschaftlich und flächenmäßig bedeutendsten Anbausysteme der Kanarischen Inseln untersucht.

In Deutschland sind alle untersuchten Betriebe in Baden-Württemberg angesiedelt. Eine dominante Rolle nehmen hier die Milchviehwirtschaft sowie der Apfelanbau ein. Eine Besonderheit ist die große Zahl an landwirtschaftlichen Biogasanlagen, die durch die Produktion von erneuerbarer Energie eine Sonderrolle unter den Betrieben einnehmen.

Im zentralitalienischen Umbrien wurden die Analysen auf unterschiedlichen Betriebstypen durchgeführt, welche die Tradition und die Entwicklung der Landschaft wider-

spiegeln: Oliven, Qualitätsweine, Weizen, Schweine- und Rinderhaltung. Außerdem wurde das landwirtschaftliche Angebot ‚Ferien auf dem Bauernhof‘ berücksichtigt - ein Standbein, das in der Region aus ökonomischer Sicht eine wesentliche Rolle spielt.

Die französischen Betriebe befinden sich hauptsächlich im Südwesten des Landes in den Regionen Aquitaine und Midi-Pyrénées. Neben Aufzuchtbetrieben (Milchvieh, Rinder, Enten...) gibt es auch spezialisierte Acker- und Obstbaubetriebe (Getreide, Obst...).

Alle teilnehmenden Betriebe haben sich **freiwillig** und unentgeltlich am Projekt beteiligt. Die Ergebnisse sind durch dieses Verfahren zwar nicht repräsentativ, geben dafür aber einen sehr guten Einblick über Möglichkeiten und Innovationen zur Energieeinsparung und Reduktion von Treibhausgas-Emissionen.

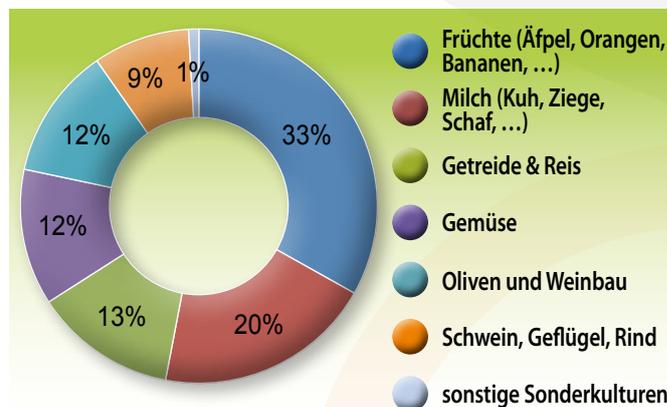


Abbildung 1: Die häufigsten Betriebstypen im Netzwerk der AgriClimateChange Pilotbetriebe

Bananenplantagen

	LN (ha)	Ertrag (Tonne/ha)	Bewässerung m ³ /ha	Mineralischer Stickstoffdünger (kg N/ ha)	Pflanzenschutz in kg Wirkstoff/ha	GJ/ha	GJ/Tonne Bananen	THG tCO ₂ eq /ha	THG tCO ₂ eq /Tonne Bananen
Durchschnitt	5,85	51	9 445	265	46	68,25	1,35	10,99	0,22
Min	0,62	33	7 204	36	7	28,67	0,49	6,95	0,12
Max	13,30	60	14 003	527	169	146,76	4,49	17,20	0,42

Ergebnisse von 9 Bananenplantagen auf den Kanarischen Inseln

Die teilnehmenden Bananen-Betriebe haben eine durchschnittliche Größe von 5,85 ha und einen durchschnittlichen Ertrag von 51 Tonnen pro Jahr und repräsentieren damit die Mehrzahl der lokalen Betriebe. Die meisten der untersuchten Betriebe arbeiten konventionell, lediglich einer arbeitet biologisch. In Abhängigkeit des Betriebsstandortes und der Windexposition können die Bananen im Freiland oder in Gewächshäusern (6 Meter hoch aus Polyethylennetzen) angebaut werden. Auf allen Betrieben kommt moderne Tröpfchenbewässerung zum Einsatz. Sobald die Bananenstaude abgeerntet wurde, wird der Stamm der Pflanze mit Insektizid behandelt, abgeschnitten und in den Boden eingearbeitet.

Die Untersuchungen zeigen deutlich, dass die größten Energieverbräuche mit der Bewässerung (9,445 m³/ha im Durchschnitt), dem Dünger (265 kg mineralischer Stickstoff/ha) und den Pestiziden (46 kg Wirkstoff/ha) zusammenhängen.

Die meisten Betriebsabläufe werden in Handarbeit durchgeführt. Dies erklärt den geringen Treibstoffverbrauch auf den Bananenplantagen. Einfluss auf die Erderwärmung hat insbesondere der Stickstoff (Emissionen der Böden und Produktion des Düngers), welcher 75 % der Gesamtemissionen ausmacht. Der durchschnittliche Energieverbrauch liegt bei 68,25 GJ/ha und die durchschnittlichen Emissionen bei 10,99 tCO₂e/ha.

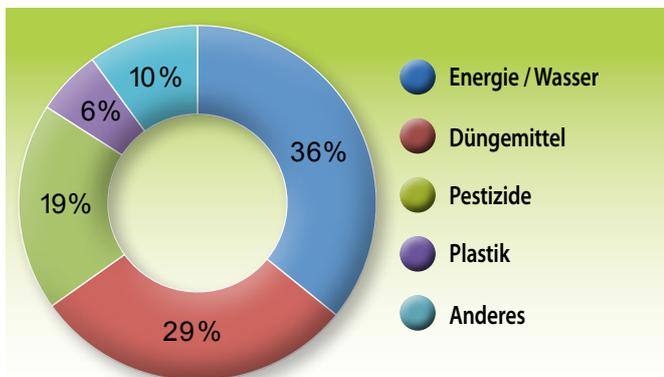
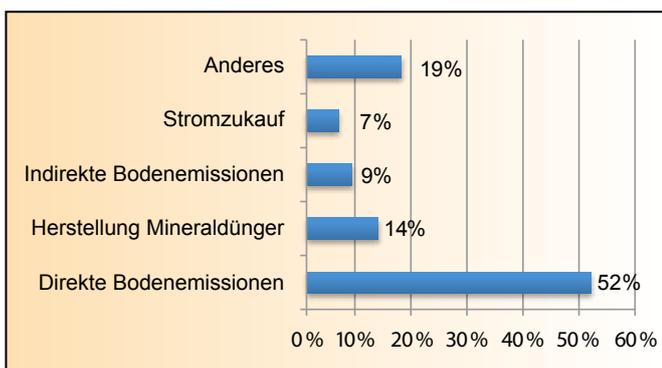


Abbildung 2: Die größten Energieverbraucher



und THG-Quellen auf Bananenplantagen

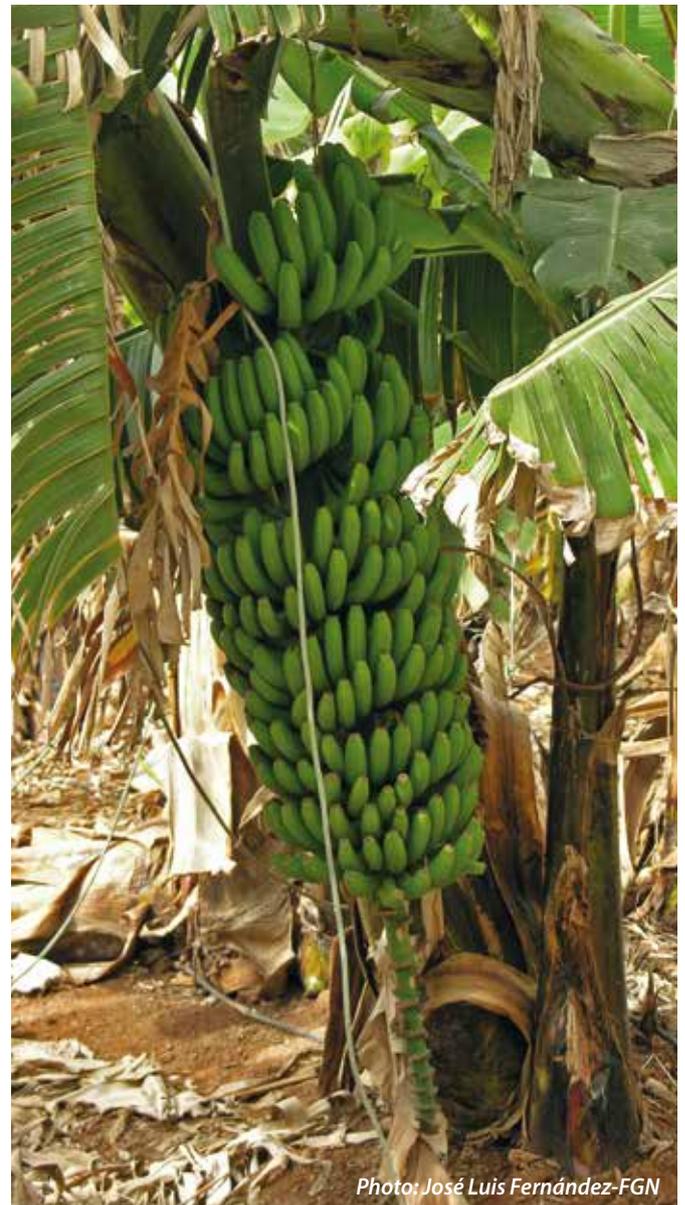


Photo: José Luis Fernández-FGN

Oliven

	LN (ha)	Ertrag (Tonne/ha)	Liter Öl/ha	Mineralischer Stickstoffdünger (kg N/ha)	Bewässerung m ³ /ha	Pflanzenschutz in kg Wirkstoff/ha	GJ/ha	GJ/Tonne Oliven	THG tCO ₂ eq/ha	THG tCO ₂ eq/Tonne Oliven
Durchschnitt	2,87	3,0	157	35	1 134	2,0	29,05	9,79	1,93	0,65
Min	0,18	0,0	39	11	0	0,0	14,25	2,95	1,17	0,24
Max	11,00	5,6	2 534	209	1 145	7,6	58,36	19,45	4,38	1,47

Ergebnisse für 16 Olivenanbaubetriebe in Spanien und Italien

Diese Betriebe haben gemein, dass sie sich auf eine traditionelle Olivenproduktion mit geringer Bestandsdichte von unter 200 Bäumen/ha spezialisiert haben.

4 Biobetriebe mit einer durchschnittlichen Betriebsgröße von 9 ha befinden sich in Italien. Diese Betriebe pressen und verarbeiten die Oliven direkt auf dem Hof und stellen Olivenöl her.

12 weitere Betriebe arbeiten konventionell und liegen in Viver (Region Castellón, Spanien). Sie arbeiten jeweils zur Hälfte ohne Bewässerung oder nutzen eine gemeinschaftliche Tröpfchenbewässerungsanlage. Die durchschnittliche Betriebsgröße liegt hier bei 0,91 ha. Die beiden Hauptenergieverbräuche in der Olivenproduktion sind

Treibstoffe mit 36% (Durchschnittsverbrauch 157 l/ha) und Strom mit 22% (im Wesentlichen für die Olivenölproduktion). Stickstoffdünger und Verpackungsmaterialien spielen mit 10% und 9% des Gesamtenergieverbrauchs eine kleinere Rolle.

Die Hauptemissionsquellen für THGs sind der Treibstoffverbrauch der mobilen Feldmaschinen (22%), die standortgebundenen Maschinen zur Ölproduktion (17%), Strom (13%) und die Herstellung des synthetischen Düngers (11%).

Der durchschnittliche Energieverbrauch liegt bei 29,05 GJ/ha und die THG Emissionen bei 1,93 tCO₂e/ha.

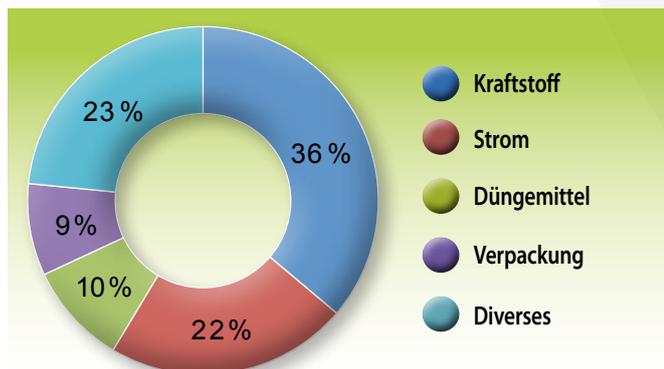
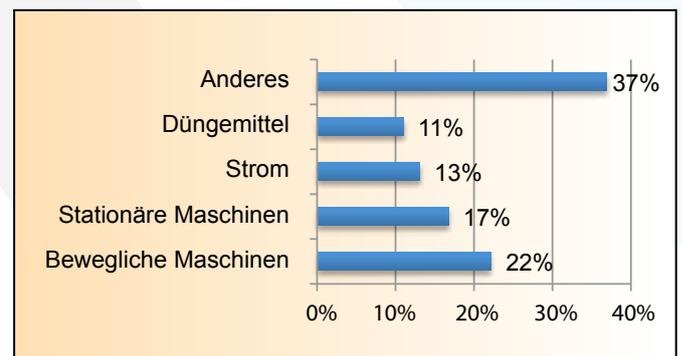


Abbildung 3: Die größten Energieverbraucher



und THG-Quellen für die Olivenproduktion



Photo: Jordi Domingo-FGN

Obstbau

	LN (ha)	Ertrag (Tonne/ha)	Liter Öl/ha	Mineralischer Stickstoffdünger (kg N/ ha)	Bewässerung m ³ /ha	Pflanzenschutz in kg Wirkstoff/ha	GJ/ha	GJ/Tonne	THG tCO ₂ eq/ha	THG tCO ₂ eq/Tonne Obst
Durchschnitt	17,00	16,2	144	34	2 368	22,6	33,55	1,91	1,91	0,12
Min	0,75	1,6	42	0	80	0,0	3,78	0,61	0,24	0,04
Max	49,20	42,7	482	136	6 428	141,1	158,28	9,67	7,40	0,95

Ergebnisse für 46 Obstbaubetriebe in Frankreich, Deutschland und Spanien

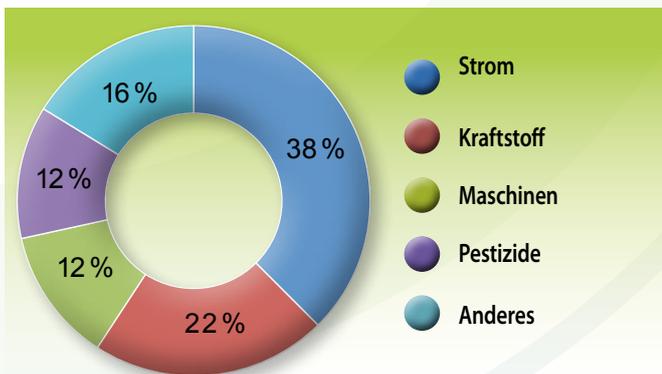
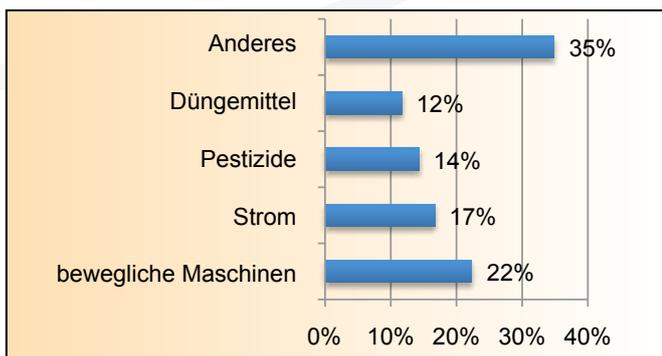


Abbildung 4: Die größten Energieverbraucher



Und THG-Quellen für Obstbaubetriebe

Diese Ergebnisse umfassen 46 Obstbaubetriebe, darunter lediglich 4 Biobetriebe.

32 Betriebe in der Umgebung von Murcia in Spanien produzieren Aprikosen, Pfirsiche, Birnen und Mandeln und nutzen Bewässerungssysteme. In der Größe unterscheiden sich diese Betriebe deutlich (von 0,75 ha bis 49 ha).

Die 12 deutschen Betriebe in der Bodenseeregion produzieren hauptsächlich Äpfel, teilweise auch Beeren (zum Beispiel schwarze Johannisbeere). Diese Betriebe, deren Größe oft zwischen 20 und 30 ha liegt, nutzen CA-Kühllager für die Lagerung ihre Früchte.

Zwei weitere Betriebe liegen im Südwesten Frankreichs mit der Besonderheit einer breiten Obstpalette auf 20 ha (Pflaumen, Kirschen, Äpfel, Pfirsiche, Aprikosen).

Der durchschnittliche Ertrag der gesamten Gruppe liegt bei 16,2 Tonnen Frischmasse/ha, lediglich ein paar Betriebe in Spanien haben eine deutlich geringere Produktivität von unter 5 Tonnen/ha.

Im Hinblick auf Energieverbräuche sticht der Strom mit 38% deutlich hervor. Der hohe Verbrauch kann ein-

deutig auf die gekühlten Lagerhallen in Deutschland zurückgeführt werden, wohingegen sich der Verbrauch in Spanien auf die Bewässerung beschränkt (2.368 m³/ha). An zweiter Stelle liegt der Treibstoffverbrauch (22%) für die mechanisierte Arbeit in den Plantagen (144 Liter/ha) und an dritter Stelle die Pestizide (12%). Bei den THG-Emissionen stehen an erster Stelle die Emissionen durch den Fuhrpark (22%), gefolgt von Strom (17%) und Pestiziden (14%). Die Düngung ist für 20% verantwortlich, wenn man die Herstellung und die Ausbringung auf den landwirtschaftlichen Flächen zusammen zählt.

Der durchschnittliche Energieverbrauch liegt bei 35,55 GJ/ha und die THG-Emissionen bei 1,91 tCO₂eq/ha.



Photo: Jordi Domingo-FGN

Mandelbäume in der Region Valencia (Spanien)



Photo: Bodensee-Stiftung

Obstbau, Bodenseeregion (Deutschland)

Gemüseanbau im Gewächshaus

	LN (ha)	Ertrag (Tonne/ha)	Liter Öl/ha	Bewässerung m ³ /ha	Pflanzenschutz in kg Wirkstoff/ha	Mineralischer Stickstoff (kg N/ ha)	GJ/ha	GJ/ Tonne Gemüse	THG tCO ₂ eq/ha	THG tCO ₂ eq/ Tonne Gemüse
Durchschnitt	15,37	118	961	4 794	89	331	174,22	1,48	13,08	0,11
Min	1,60	56	382	2 500	8	96	120,04	0,73	10,12	0,05
Max	30,00	192	1 436	8 133	424	476	271,31	3,41	17,05	0,23

Ergebnisse für 11 Gemüsebaubetriebe unter Glas auf den Kanarischen Inseln und in Murcia

Die meisten der untersuchten Betriebe auf den Kanaren produzieren Tomaten in integrierter Landwirtschaft für den Export nach Großbritannien. Die Betriebe sind mit durchschnittlich 15 ha recht groß und wirtschaften sehr intensiv mit einem hohem Maschineneinsatz und 30 bis 50 Arbeitern pro Hektar. Bewässerung und Düngung sind automatisiert und laufen computergesteuert ab, um eine gleichmäßige Bewirtschaftung zu ermöglichen. Die Tomatenanbaubetriebe auf den Kanarischen Inseln arbeiten in einem 7-8 monatigen Zyklus mit Beginn im September/Oktober. Der durchschnittliche Ertrag liegt bei 118 Tonnen pro ha. Die Tomaten werden überwiegend auf Mutterboden kultiviert, seltener auf künstlichen Substraten. Aus hygienischen Gründen werden die Ernterückstände für gewöhnlich aus den Gewächshäusern entfernt.



Photo: Jordi Domingo-FGN

Paprikaanbau in Gewächshäusern

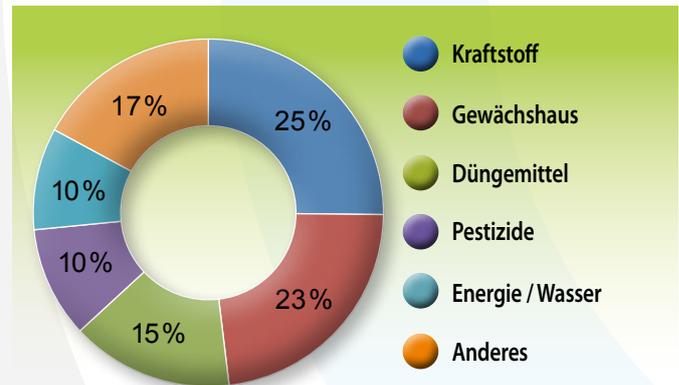
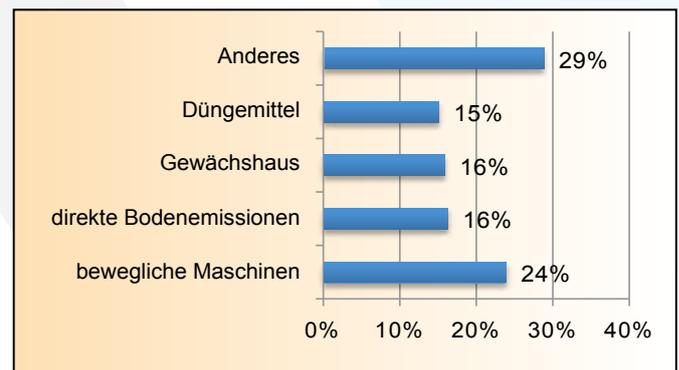


Abbildung 5: Die größten Energieverbraucher



und THG-Quellen für Gemüseanbau im Gewächshaus

Die vier Betriebe in der Region Murcia produzieren Paprika. Die Art des Anbaus ist mit dem Tomatenanbau vergleichbar (gleiche Gewächshäuser und flächendeckende Bearbeitung). Von großer Bedeutung ist, dass keines der untersuchten Gewächshäuser beheizt wird. Die zentrale Größe im Energiebereich beim Gemüseanbau ist der Treibstoffverbrauch (961 Liter/ha), gefolgt von der Herstellung der Gewächshäuser (Gebäudekonstruktion und Kunststoffe) sowie mineralischen Dünger (331 kg N/ha) und Pestiziden.

Bei den THG-Emissionen spielt die Düngung (Herstellung und Ausbringung) die entscheidende Rolle (31%) und steht noch vor dem Treibstoffverbrauch (24%) und den Gewächshäusern (16%). Nichtsdestotrotz existieren durchaus Optimierungspotenziale, die beim Blick auf die unterschiedlichen Ergebnisse innerhalb der Gruppen sichtbar werden.

Gemüse im Freilandanbau

	LN (ha)	Ertrag (Tonne/ha)	Liter Öl/ha	Bewässerung m ³ /ha	Pflanzenschutz in kg Wirkstoff/ha	Mineralischer Stickstoff (kg N/ha)	GJ/ha	GJ/Tonne Gemüse	THG tCO ₂ eq/ha	THG tCO ₂ eq/Tonne Gemüse
Durchschnitt	19,40	34	45	2 716	6	116	19,01	0,57	2,29	0,07
Min	8,00	13	19	2 480	1	46	12,63	0,31	0,97	0,04
Max	33,00	41	120	6 120	25	155	31,99	1,34	3,48	0,17

Ergebnisse für 10 Gemüsebetriebe im Freiland in Murcia

Die Ergebnisse beziehen sich auf 10 Betriebe der Region Murcia in Spanien, die sich auf den konventionellen Anbau von Gemüse im Freiland spezialisiert haben.

Grundsätzlich wird nur eine Gemüsesorte pro Betrieb angebaut (Brokkoli, Blattsalat oder Artischocken). Die durchschnittliche Größe dieser Betriebe liegt bei 19,4 ha und der Ertrag bei 34 Tonnen. Alle Betriebe müssen bewässern und wenden dafür durchschnittlich 2.716 m³/ha auf.

Der durchschnittliche Energieverbrauch dieser Freiland-Gemüsebetriebe ist mit 19,01 GJ/ha deutlich geringer als bei den Betrieben mit Gewächshäusern (174,22 GJ/ha). Auch die auf die Produktmenge bezogene Energieeffizienz (GJ pro Tonne Gemüse) ist bei den Freilandbetrieben besser.

Die Hauptenergieverbraucher sind Düngemittel (44%) mit 116 kg mineralisches N/ha, Strom zur Bewässerung (22%), Treibstoff für die Traktoren (11%) und zuletzt die aufgewendete Energie zur Herstellung der Maschinen (10%).

Auch die THG-Emissionen pro Tonne Gemüse sind im Freilandanbau wesentlich geringer (2,29 tCO₂eq/ha versus 13,08 tCO₂eq/ha).

Die Düngung (Herstellung und Ausbringung der Düngemittel sowie N-Verluste) sind für 80% der gesamten THG-Emissionen verantwortlich. Die Emissionen in Zusammenhang mit Traktoren liegen bei 6 %.

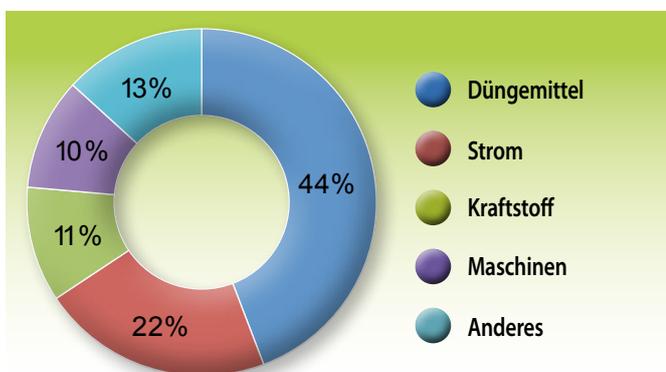
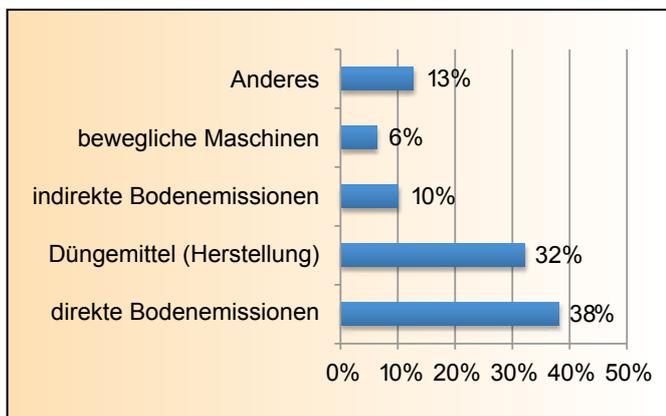


Abbildung 6: Die größten Energieverbraucher



und THG-Quellen für Gemüseanbau im Freiland



Photo: Jordi Domingo-FGN

Gemüse im Freilandanbau (Spanien)

Weinbau

	LN (ha)	Ertrag (Tonne/ha)	Liter Öl/ha	Mineralischer Stickstoff (kg N/ ha)	Strom kWh/ha	Pflanzenschutz in kg Wirkstoff/ha	GJ/ha	GJ/ Tonne Trauben	THG tCO ₂ eq/ha	THG tCO ₂ eq/ Tonne Trauben
Durchschnitt	8,67	6,2	520	19	788	16	54,51	8,75	3,71	0,60

Ergebnisse für 3 Weinbaubetriebe in Italien

Die Ergebnisse stehen für drei Weinbaubetriebe der Region Umbrien in Italien mit jeweils rund 8,67 ha. Darunter befindet sich ein Biobetrieb.

Die größten Energieverbraucher dieser Betriebe liegen beim Dieserverbrauch (39%) für die Arbeit an den Weinreben (520 Liter/ha), den unterschiedlichen Verpackungsmaterialien (28%), Stromverbrauch (17%) im Weinkeller

(126 kWh/t Trauben) und Pestiziden (5%). Klimarelevant sind in erster Linie Dieserverbrauch und Maschinenpark (37% der Gesamtemissionen), der Verpackungsprozess (36%) und der Strombedarf (9%).

Der durchschnittliche Energieverbrauch liegt bei 54,51 GJ/ha und die THG-Emissionen bei 3,71 tCO₂eq/ha.

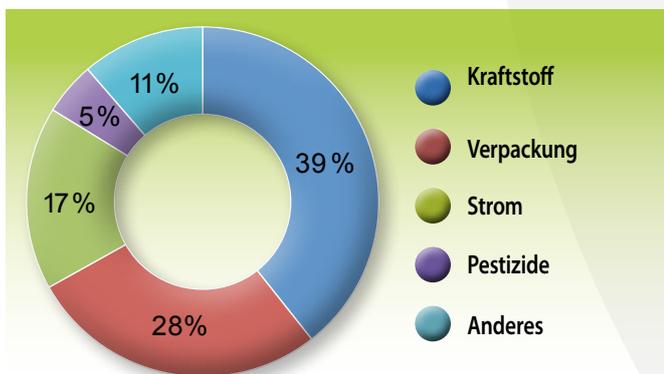
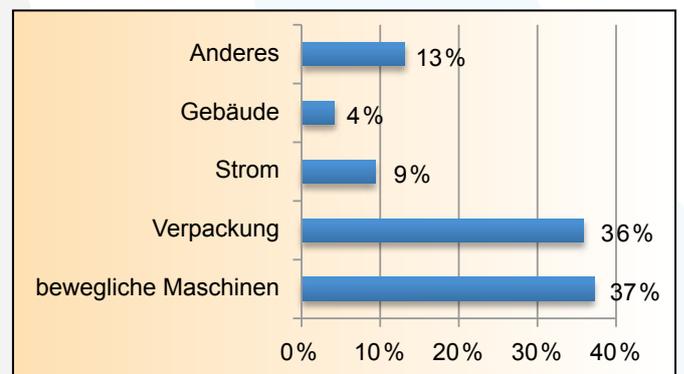


Abbildung 7: Die größten Energieverbraucher



und THG-Quellen für Weinbaubetriebe



Photo: Solagro

Ackerbau

	LN (ha)	% Feldfrüchte/LN	Ertrag (Tonne TM/ ha)	Liter Öl/ha	Mineralischer Stickstoff (kg N/ ha)	Pflanzenschutz in kg Wirkstoff/ha	GJ/ha	GJ/ Tonne TM	THG tCO ₂ eq/ha	THG tCO ₂ eq/ Tonne TM
Durchschnitt	126,92	91%	3,2	121	92	1,5	17,94	6,20	1,90	0,66
Min	26,50	62%	1,3	44	0	0,0	6,46	2,54	0,66	0,27
Max	520,00	100%	5,2	221	160	5,0	33,59	22,79	3,29	1,57

Ergebnisse für 19 Ackerbaubetriebe in Frankreich und Italien

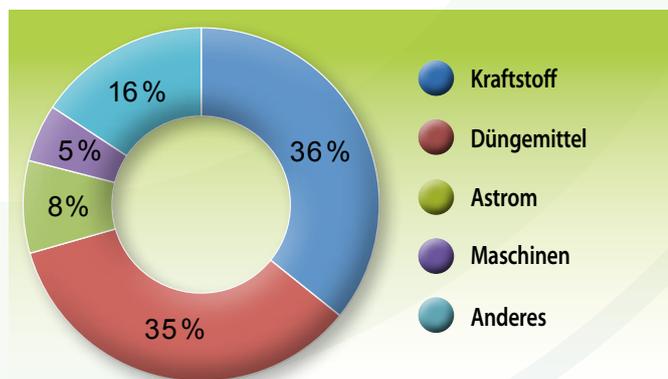


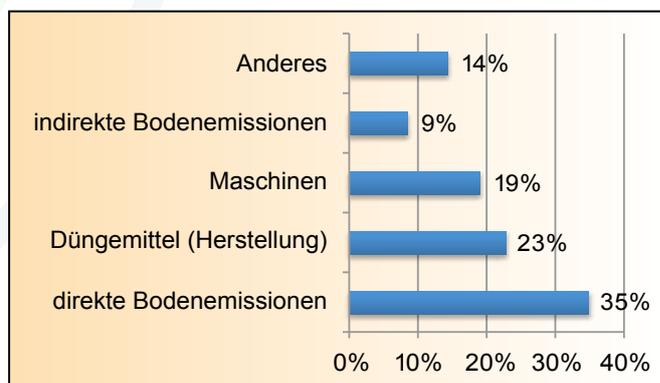
Abbildung 8: Die größten Energieverbraucher

Die Ergebnisse umfassen 10 Ackerbaubetriebe im Südwesten Frankreichs (Getreide und Eiweißpflanzen) und 9 Betriebe in Umbrien mit Schwerpunkt Getreideanbau (62-83% der Ackerfläche) und weiteren Sekundärfrüchten (Wein, Oliven, Gemüse...). Jeweils zwei Betriebe in Frankreich und Italien arbeiten biologisch.

Die durchschnittliche Größe liegt bei 126 ha, jedoch ist die Spannweite der beteiligten Betriebe sehr groß (26 bis über 500 ha).

Bewässerung findet nur auf 6 Betrieben statt und ist grundsätzlich auf weniger als 20% der Fläche beschränkt.

Der Treibstoffverbrauch und der mineralische Stickstoffdünger sind mit je 35% die zwei wesentlichen Energieverbraucher im Ackerbau.



und THG-Quellen für Ackerbaubetriebe

Der durchschnittliche Dieserverbrauch liegt bei 121 Liter/ha, kann aber je nach Bewirtschaftungssystem und Bodenbearbeitung sehr stark variieren (volle, reduzierte oder keine Bodenbearbeitung). Abgesehen von den 4 biologischen Betrieben nutzen alle Betriebe synthetischen Stickstoffdünger (durchschnittlich 92 kg N/ha). Strom wird im Wesentlichen für die Bewässerung genutzt und steht für 8% des Energieverbrauchs, der Maschinenpark für 5%.

Die THG-Emissionen hängen stark vom Düngereinsatz ab (Herstellung, Ausbringung und N-Verluste) und machen rund 67% aus. Die Emissionen aus dem Maschineneinsatz summieren sich auf 19% der Gesamtemissionen.

Durchschnittlich liegen der Energieverbrauch bei 17,94 GJ/ha und die Emissionen bei 1,90 tCO₂eq/ha.



Photo: Eric Péro (spyro)

Reisanbau

	LN (ha)	Ertrag (Tonne TM/ha)	Liter Öl / ha	Stickstoffzufuhr kg N/ha	GJ/ha	GJ/ Tonne Reis	THG tCO ₂ eq/ha	THG tCO ₂ eq /Tonne Reis
Durchschnitt	11,35	5,5	90	86	12,80	2,34	5,07	0,93
Min	1,24	4,2	48	59	9,74	1,97	4,54	0,66
Max	39,00	9,3	120	210	23,42	3,73	6,91	1,11

Ergebnisse für 8 Reisanbaubetriebe im Naturpark Albufera (Valencia, Spanien)

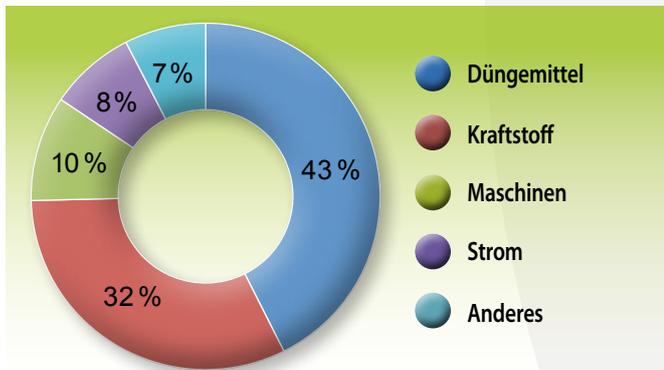


Abbildung 9: Die größten Energieverbraucher

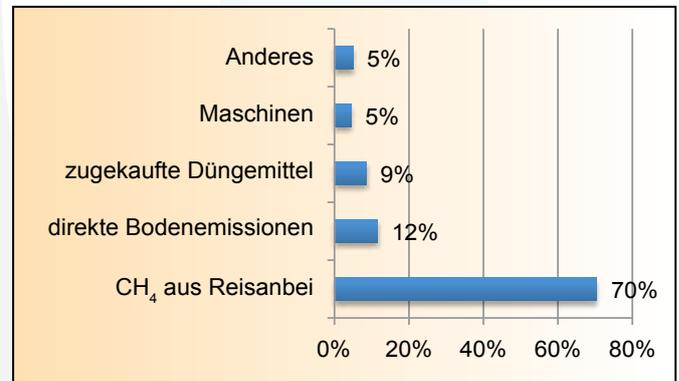
Die durchschnittliche Größe der Reisanbaubetriebe beträgt 11,35 ha. Der Ertrag der Sorte Bomba liegt bei 5 t/ha, für J.Sendra und Gleva bei 9,5 t. Die durchweg konventionell arbeitenden Betriebe nutzen unterschiedliche Bewässerungssysteme: elektrische Pumpen zur Flutung und Trockenlegung oder traditionelle Bewässerung mittels Schwerkraft für das Wassermanagement.

Die Düngung ist auch bei diesen Betrieben der wichtigste energetische Faktor (43%). Auffällig ist jedoch, dass die Düngermenge in direktem Zusammenhang mit der Produktivität der Reissorte steht. So liegt der Bedarf bei J.Sendra und Gleva bei 177 kg N/ha und für Bomba bei 69 kg N/ha.

Der Treibstoffverbrauch (32%) ist ebenfalls von Bedeutung, da der Reisanbau unterschiedliche Arbeiten auf gefluteten Böden mit sich bringt (durchschnittlicher Dieserverbrauch 90 Liter/ha). Der Maschinenpark ist sehr spezifisch und ungewöhnlich hoch motorisiert für solch kleine Betriebe, daher trägt auch dieser Bereich 10% zum Gesamtenergieverbrauch bei. Der Anteil durch Stromverbrauch liegt im Mittel bei 8%, variiert jedoch von 0% bei Schwerkraftbewässerung bis zu 11% bei der Nutzung elektrischer Pumpen.

Methanemissionen aus den Böden stellen erwartungsgemäß den größten Teil der THG-Emissionen (70%). An zweiter Stelle liegen die direkten Stickoxid-Emissionen der Böden.

Die Methanemissionen hängen mit der Überflutungspraxis zusammen, da die Überflutungsperioden kombiniert mit organischem Material und Ernterückständen ideale Voraussetzungen für die Methanogenese bilden. Der Großteil des entstehenden Methans gelangt in die Atmosphäre.



und THG-Quellen für den Reisanbau

Stickstoffdünger trägt 21% zu den gesamten THG-Emissionen bei, aufgeteilt auf die direkten Emissionen aus den Böden (12%) und der Herstellung des Düngers (9%).



Photo: Jordi Domingo-FGN

Milchviehhaltung

	LN (ha)	Ertrag (Tonne TM/ha)	Liter Öl / ha	Stickstoffzufuhr kg N/ha	GJ/ha	GJ/ Tonne Reis	THG tCO ₂ eq/ha	THG tCO ₂ eq/ Tonne Reis	GES tCO ₂ e/ha	GES tCO ₂ e/ 1000 litres lait
Durchschnitt	88,54	51	5 941	301 988	643	15%	23,66	6,94	5,00	1,46
Min	30,00	20	2 000	40 000	282	0%	6,68	3,33	1,96	0,80
Max	175,00	141	8 135	1 049 463	1246	100%	84,33	33,80	9,80	2,96

Ergebnisse für 24 Milchviehbetriebe in Frankreich und Deutschland

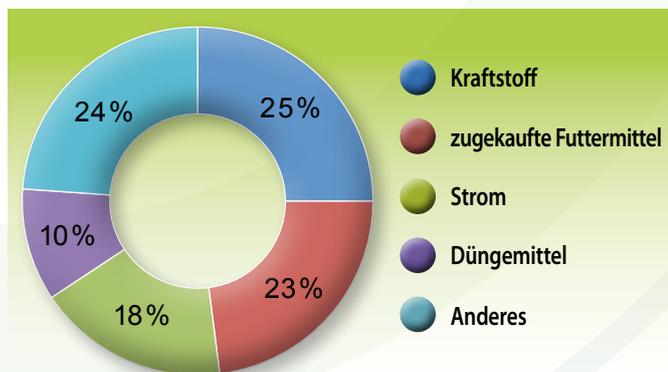


Abbildung 10: Die größten Energieverbraucher

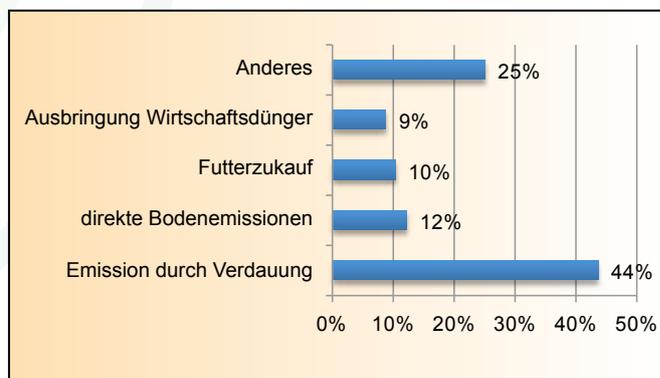
Die Ergebnisse umfassen 24 Milchviehbetriebe, von denen 11 biologisch arbeiten und 13 konventionell. 15 Betriebe liegen in der Bodenseeregion und 9 Betriebe im Südwesten Frankreichs. Die durchschnittliche Größe dieser Betriebe liegt bei 88,54 ha und 51 Milchkühen. Die Jahresleistung pro Kuh und Jahr beträgt 5.941 Liter Milch. Die Produktivität der einzelnen Betriebe schwankt jedoch stark - zwischen 2.000 und 8.000 Litern.

Eine häufige Kombination in Deutschland ist Milchviehhaltung mit einer Biogasanlage, daher wurden auch in die Auswahl sechs Biogasbetriebe aufgenommen. Die Raufutterunabhängigkeit dieser Betriebe ist in zumeist gering (15% im Durchschnitt), lediglich 2 Betriebe weisen mit rund 85% eine größere Unabhängigkeit auf.

Drei Energieverbraucher stechen hervor: Diesel (25%) für Feld- und Stallarbeiten, Zukauffutter (23%) aufgrund der geringen Raufutterunabhängigkeit und Strom (18%), der insbesondere für den Melkstand und die Milchkühlung eingesetzt wird (643 kWh/Kuh/Jahr).

Die gekauften Mineraldünger repräsentieren 10% des gesamten Energieverbrauchs (hier wirken sich die biologischen Betriebe positiv auf den Durchschnittswert aus). Der größte Teil der THG-Emissionen kommt aus der Tierhaltung (44%). Direkte Emissionen aus den Böden (12%) hängen mit dem Stickstoffmanagement zusammen (Weide, Wirtschaftsdünger, Mineraldünger). Zukauffutter sind für 10% und Güllelagerung für 9% verantwortlich.

Bemerkenswert ist der Einfluss, den das vorhandene Grünland auf die Kohlenstoff-Speicherung und die THG-Bilanz eines Betriebs haben kann (bis zu 40% der Gesamtemissionen). Im Durchschnitt benötigen die Betriebe 23,66 GJ/ha und emittieren 5,0 tCO₂e/ha.



und THG-Quellen für Milchviehbetriebe

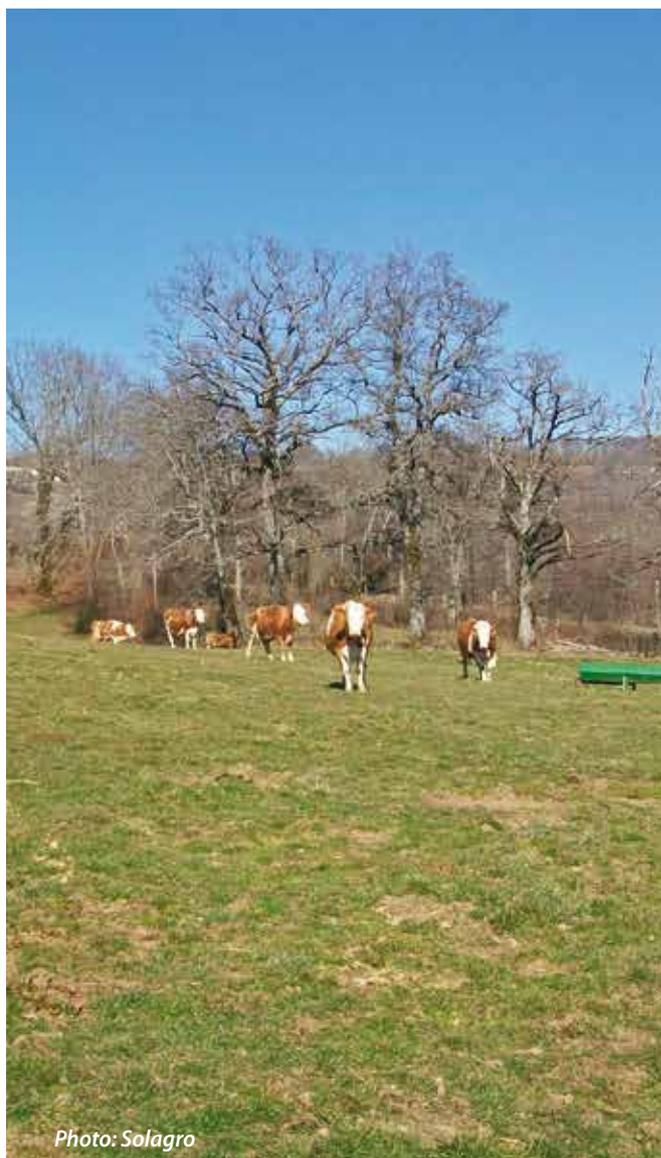


Photo: Solagro

Rindermast

	LN (ha)	Menge Lebend-gewicht (kg)	Lebend-gewicht (kg/ha)	% Kraftfutter-unabhängigkeit	kg Kraftfutter/ kg Lebensgewicht	Liter Öl/ ha	GJ/ha	GJ/ Tonne Lebendgewicht	THG tCO ₂ eq/ha	THG tCO ₂ eq/ Tonne Lebensgewicht
Durchschnitt	53,24	145 040	341	55%	4,50	130	16,78	49,29	7,24	21,25
Min	27,80	3 940	61	0%	0,00	30	4,90	29,25	2,20	10,76
Max	64,73	44 000	688	93%	6,78	325	27,64	138,44	20,22	40,57

Ergebnisse für 8 Rindermastbetriebe in Frankreich, Deutschland und Italien

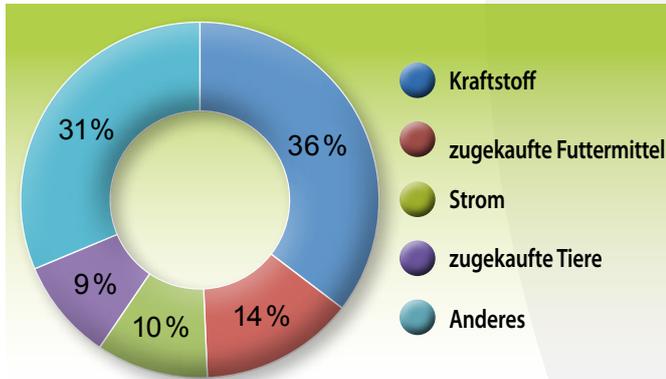
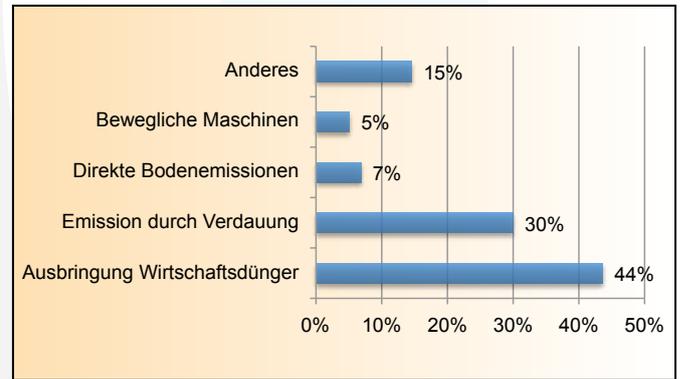


Abbildung 11: Die größten Energieverbraucher

Die Ergebnisse fassen 5 Betriebe in Umbrien, 2 in Deutschland und 1 in Frankreich mit einer durchschnittlichen Größe von 53,24 ha zusammen.

Die Betriebe sind in erster Linie Mutterkuhbetriebe, lediglich 2 Betriebe haben sich auf die Kälbermast spezialisiert. Die Raufutterunabhängigkeit der Betriebe ist extrem unterschiedlich. Es lassen sich zwei Gruppe unterscheiden – zum Einen extrem abhängig (unter 12% Unabhängigkeit) und nur in geringem Umfang abhängig von Futterzukaufen (80% Unabhängigkeit). Mit einem Verbrauch von 130 Liter/ha ist der Dieserverbrauch der



und THG-Quellen für Rindermastbetriebe

Hauptenergieverbraucher (36%). Danach folgen Zukauf-futter (14%) mit einem durchschnittlichen Bedarf von 4,5 kg Kraftfutter/kg Lebensgewicht, Strom (10%) und dem Zukauf von Jungtieren (9%).

Der Großteil der THG-Emissionen ist auf die Tierhaltung zurückzuführen. Wirtschaftsdünger (44%) und tierische Verdauung (30%). Stickstoffdünger sorgt lediglich für 7% der THG-Emissionen und der Betrieb des Maschinenparks für 5%. Der durchschnittliche Energieverbrauch liegt bei 16,78 GJ/ha und die THG-Emissionen bei 7,24 tCO₂e/ha.

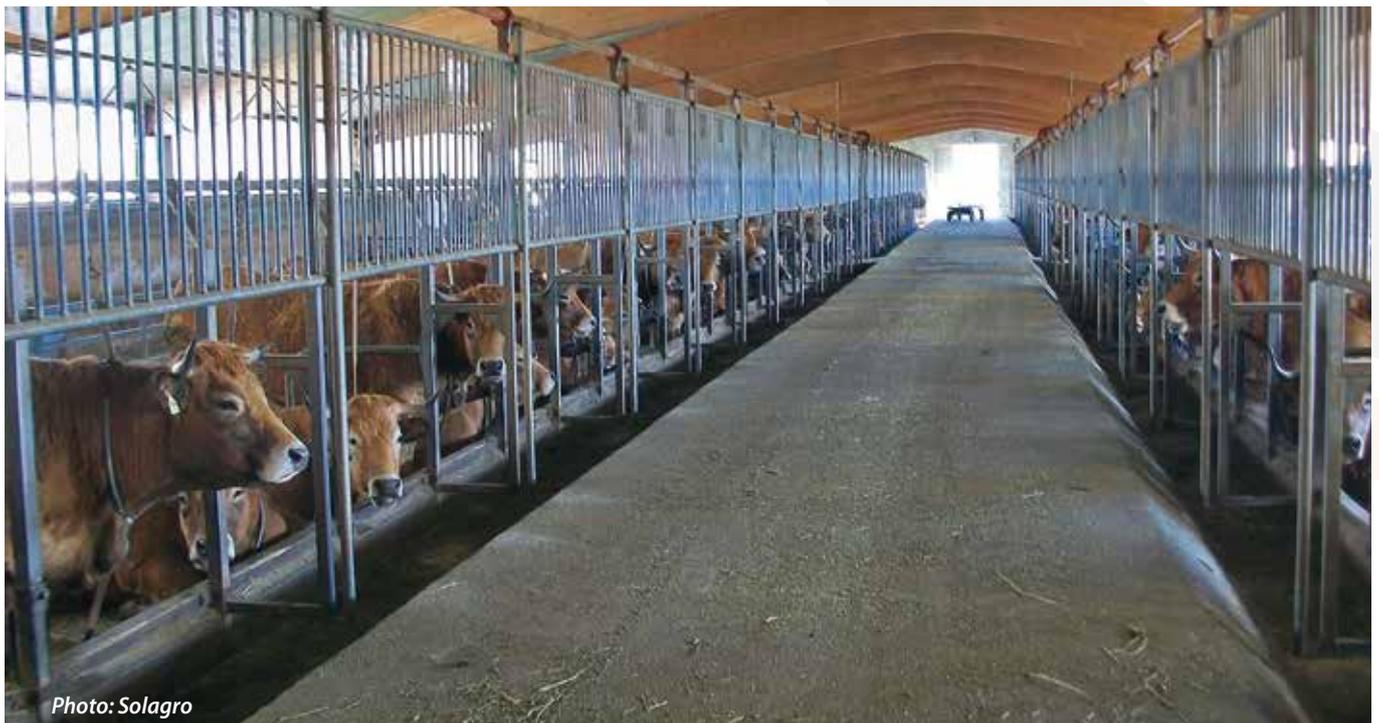


Photo: Solagro

Schweine- und Geflügelhaltung

	LN (ha)	Menge Lebendgewicht (kg)	% Kraftfutter unabhängigkeit	kg Kraftfutter/ kg Lebendgewicht	GJ/ha	GJ/ Tonne Lebendgewicht	THG tCO ₂ eq/ha	THG tCO ₂ eq/Tonne Lebendgewicht
Schweine, Durchschnitt	66,09	856 250	29%	2,21	53,48	16,51	6,90	2,13
Geflügel, Durchschnitt	62,56	760 337	8%	1,83	57,53	33,13	4,28	2,47

Ergebnisse für 4 Schweinemastbetriebe und 7 Geflügelmastbetriebe



Photo: Solagro

Die Ergebnisse für Schweinemast stehen für drei konventionelle Betriebe in Deutschland und einen in Frankreich. Ein Teil (29%) des benötigten Kraftfutters (2,21 kg/kg Lebendgewicht) wird in der Regel auf dem Betrieb produziert. Von den 7 Geflügelmastbetrieben (Enten und Hühner) liegen 6 in Frankreich und einer in Italien. Der Eigenanteil am Kraftfutter liegt lediglich bei 8%.

In der Schweinemast liegen der durchschnittliche Energieverbrauch bei 53,48 GJ/ha und die THG-Emissionen bei 6,90 tCO₂eq/ha. Hauptverantwortlich für den Energieverbrauch sind Zukauffutter (26%), Strom (26%) für die Aufzuchtbereiche (1.487 kWh/Sau), Diesel (15%) und Mineraldünger

(8%). Für die THG-Emissionen sind Zukauffutter (37%), Emissionen der Böden (15%), Wirtschaftsdüngerlagerung (12%) und der Betrieb der Maschinen (7%) verantwortlich.

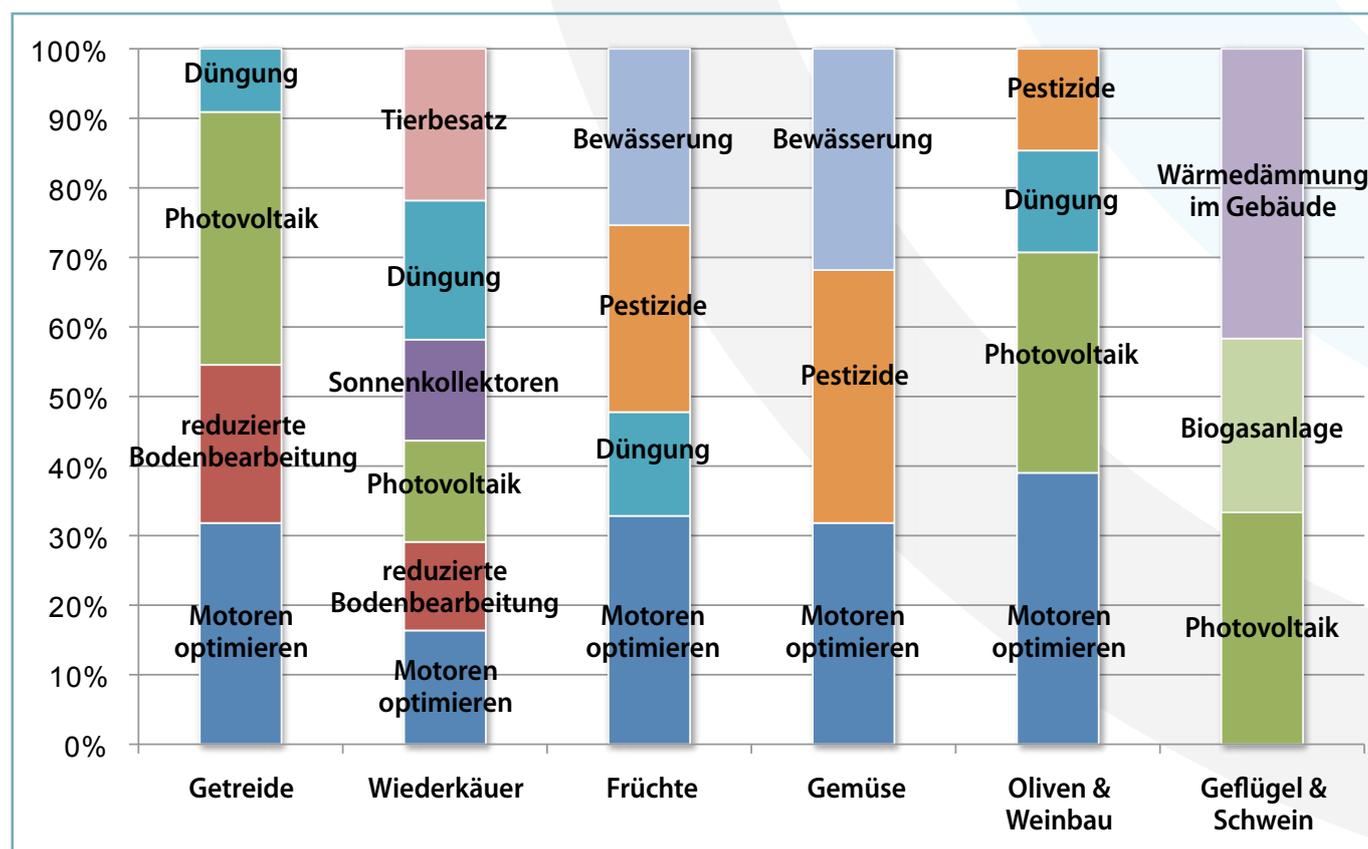
In der Geflügelmast liegen der durchschnittliche Energieverbrauch bei 57,53 GJ/ha und die THG-Emissionen bei 4,28 tCO₂eq/ha. Hauptverantwortlich für den Energieverbrauch sind Strom (29%), Zukauffutter (15%), Erdgas zu Heizzwecken (14%) und Diesel (10%).

Für die THG-Emissionen sind die Böden (17%), Zukauffutter (16%), Betrieb der Maschinen (11%) und die Herstellung des Düngers (9%) verantwortlich.

Maßnahmenplan zur Energieeinsparung und Reduzierung von THG-Emissionen

Die einzelnen Untersuchungen der 120 Betriebe im europäischen Netzwerk fokussieren die Themenbereiche Energie und Klima. Auf dieser Grundlage erarbeitet jeder Netzwerkpartner die Erstellung eines Maßnahmenplan, dessen Ziel es ist, eine signifikante Reduktion (zwischen 10% und 40%) für Energie- und Treibhausgas-Emissionen zu erreichen.

Im Durchschnitt enthält ein Maßnahmenplan, aus einem Gesamtvolumen von 45 verschiedenen Maßnahmen, vier passende Maßnahmen für einen landwirtschaftlichen Betrieb. Im Gegensatz zu anderen Branchen besteht die Besonderheit der Landwirtschaft darin, dass ein wesentlicher Teil der THG-Emissionen nicht im Zusammenhang mit dem Energieverbrauch steht (N_2O und CH_4). Der Kampf gegen den Klimawandel kann durch Minderung der Treibhausgase sowie durch Kohlenstoffbindung erreicht werden. Weitere Möglichkeiten eröffnet die Produktion von erneuerbarer Energie in der Landwirtschaft (Sonnenenergie, Biomasse, ...). Somit steht ein signifikantes Reduktionspotential für Energieverbräuche und THG-Emissionen auf landwirtschaftlichen Betrieben zur Verfügung.



Verteilung der wichtigsten Maßnahmen pro Anbausysteme

Die vorgeschlagenen Maßnahmen können in vier große Kategorien eingeteilt werden. Ackerbau, Viehzucht, Energie (fossil und erneuerbar) und Kohlenstoffspeicherung. Einige dieser Maßnahmen betreffen z.B. die Optimierung der Anbauverfahren oder die Nutztierhaltung (Optimierung der Düngung, Anpassungen Tierzahl...), andere erfordern eine Investition für ihre Umsetzung (Biomassekessel, Biogasanlage,...). In ähnlicher Weise können einige Aktionen kurz- bis mittelfristig umgesetzt werden, während andere mehr Zeit und ein klares Interesse der Betriebsleitung benötigen (z.B. Direktsaat, vielfältige Fruchtfolge, Änderungen im Fütterungssystem, ...).

Mehr als die Hälfte der vorgeschlagenen Maßnahmen, die die Landwirte in den vier Ländern im Rahmen des *AgriClimateChange* Projekts umgesetzt haben, standen gleichzeitig in einem förderrechtlichen Kontext (GAP, ...) oder wurden durch Investitionshilfen unterstützt. In der Regel sprechen sich die Landwirte eher für Maßnahmen zur Energieeinsparung als zur THG-Reduktion aus – dies ist bedingt durch den direkten finanziellen Effekt. Die wichtigsten Hindernisse bei der Umsetzung von Klimaschutz-Maßnahmen sind entweder wirtschaftlicher (kein nationales Investitionsbeihilfenprogramm, hohe Verkaufspreise für Getreide, fehlende Anreize zur N-Reduzierung, ...) oder technischer Art (fehlende Beratungsmöglichkeiten, hohe betriebliche Risiken wegen fehlender Unterstützung).

Ackerbau

- Stickstoffbilanz
- Reduzierte Bodenbearbeitung
- Weite Fruchtfolgen
- Anbau von Leguminosen
- Anbau von Zwischenfrüchten
- ...

Viehhaltung

- Effiziente Geräte im Melkbereich
- Dämmung von beheizten Stallanlagen (Schweine, Geflügel)
- Angepasste Kraftfuttermitteln
- Steigerung des Weideanteils
- Solare Futtertrocknung
- ...



Kohlenstoffspeicherung

- Mehr Dauergrünland
- Direktsaat
- Möglichst ganzjährige Bodenbedeckung
- Heckenpflanzung
- Agroforstsysteme
- ...

Erneuerbare Energien

- Photovoltaik und Solarthermie
- Biogasanlagen
- Nutzung von Biomasse
- Schleppereinstellungen optimieren
- Energiesparendes Fahren
- ...

• Beispiele für Klimaschutzmaßnahmen aus den Maßnahmenplänen •

Die Evaluationsergebnisse zeigen, dass erhebliche Unterschiede zwischen den Betrieben existieren können, obwohl sie dem gleichen Anbausystem angehören. Regelmäßig wird für die Indikatoren „Energieverbrauch pro ha“ und „THG-Emissionen pro ha“ ein Faktor von 3 bis 5 in allen Anbausystemen zwischen den Extremwerten (Minimum und Maximum) beobachtet.

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen und sind unterteilt entsprechend den vier Hauptkategorien. Im daran anschließenden Kapitel werden auf Basis der Erfahrungen in den europäischen Pilotbetrieben Klimaschutzmaßnahmen und deren Wirkungen für verschiedene Betriebstypen detailliert vorgestellt.

Ackerbau

Massnahmen	Zielsetzung	Gewinne Energie – THG - Einsparung	Umsetzung
Stickstoffbilanz	Bestimmen realistischer Ernteerträge um Mineraldüngermengen zu reduzieren	+++ Stickstoffüberschuss muss unter 50 kg N / ha sein	Fachberatung Kurzfristig
Reduzierte Bodenbearbeitung - Direktsaatverfahren	Reduziert den Kraftstoffverbrauch im Vergleich zu konventionellem Pflugeinsatz	+++ Energetische und ökonomische Gewinne, niedrigere THG-Auswirkungen Reduktionspotential für Kraftstoff zwischen 20% und 40%	Technische Beratung (Investitionsbedarf nur bei Direktsaatverfahren) Kurz- bis Mittelfristig (Langfristig im Direktsaatverfahren ¹)
Einsatz von Leguminosen / Hülsenfrüchte in Wiesen und Ackerland	Hülsenfrüchte tragen durch ihre symbiotische Stickstofffixierung zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und somit zur Verringerung der Abhängigkeit von Mineraldüngern bei	++ > 10% der Flächen im Getreide > 40% der Flächen im Futterbau	Fachberatung Kurz- bis Mittelfristig
Gründüngung	Speichert den Stickstoffüberschuss am Ende der Vegetationsperiode für die folgenden Kulturen	++ Kein unbedeckter Boden im Winter Reduziert das Risiko der Wasserverschmutzung und Bodenerosion	Fachberatung Kurz- bis Mittelfristig
Optimierte Bewässerung	Verringert den Stromverbrauch, Mengensteuerung durch z.B. Bewässerungssensoren	Energetische und ökonomische Gewinne Unverzichtbar für Betriebe mit einem höheren Anteil an bewässerter Fläche	Investition Kurzfristig
Reduzierung der Aussaatdichte	Mögliche Reduktion des Stickstoffbedarfs der Pflanzen und verminderte Empfindlichkeit gegen Pilzkrankheiten	+ Energetische und ökonomische Gewinne Anwendbar in allen Getreidekulturen	Fachberatung Kurzfristig

Kohlenstoffbindung

Massnahmen	Zielsetzung	Gewinne Energie – THG - Einsparung	Umsetzung
Grünland	Erhaltung und Stärkung der Kohlenstoffspeicherung in Grünlandböden	+++ Potential auf allen Betrieben mit Wiederkäuern	Fachberatung Kurzfristig
Direktaussaat kombiniert mit Gründüngung	Erhöhung des Gehalts an organischer Substanz im Ackerboden	+++ Einsparungspotential auf allen Ackerböden	Fachberatung Mittelfristig
Anpflanzen von Hecken	Verbessern der ökologischen Infrastrukturen, Möglichkeit zur Verwertung von Biomasse	+ Zahlreiche positive Effekte für die Umwelt	Fachberatung, Investition Kurzfristig
Agroforst			Fachberatung, Investition Mittelfristig

¹ Direktsaat muss mit einer entsprechenden Fruchtfolge kombiniert werden, um erfolgreich zu sein

Energieeinsparung und erneuerbare Energien

Massnahmen	Zielsetzung	Gewinne Energie – THG - Einsparung	Umsetzung
Photovoltaik und Solarthermie	Vergrößerung der Dachflächen zur Erzeugung von Strom oder Warmwasser	++ Hohe Variabilität des kWh -Preises zwischen den einzelnen EU-Ländern	Investition Kurzfristig
Biogas	Vermeiden von THG-Emissionen aus Gülle, bessere Kontrolle der Düngung, Erzeugung von erneuerbarer Energie	Energetischer Gewinn ist noch größer, wenn die erzeugte Wärme genutzt wird Gülle von Rinder- oder Schweinebetriebe ist generell geeignet	Investition Mittelfristig
Biomassennutzung	möglicher Kraftstoffersatz	++ Potential ist abhängig von der Wichtigkeit der Wärmenutzung	Investition Kurz- bis Mittelfristig
Ersetzen von alten Geräten	Verbesserung der Energieeffizienz von Geräten (Traktoren, Elektromotoren ...)	++ Erhebliches Potenzial bei alten Maschinen im Bestand	Investition Kurz- bis Mittelfristig
Motoreneinstellung am Traktor und wirtschaftliches Fahren	Überprüfen der Traktoren und Informationen zur Optimierung des Kraftstoffverbrauchs	++ Prüfstand für Traktoren erforderlich	Fachberatung, Training Kurzfristig

Viehhaltung und Gebäude

Massnahmen	Zielsetzung	Gewinne Energie – THG - Einsparung	Umsetzung
Effiziente Geräte für den Melkstand	Stromverbrauch verringern: Wärmerückgewinnung, Milchkühler, Vakuumpumpe	+ THG- Reduktion ist abhängig vom nationalen Emissionsfaktor, wirtschaftlicher Gewinn ist abhängig vom nationalen Preis für die kWh	Investition Kurzfristig
Dämmung von beheizten Stallgebäuden	Verringerung von Gas- oder Stromverbrauch	Energetischer und ökonomischer Gewinn Hohes Potential bei Altbauten	Investition Kurzfristig
Menge und Art der Kraftfuttergaben	Fütterung optimieren (Abfälle vermeiden), weniger hochkonzentriertes Futter einsetzen (z.B. Soja durch Raps ersetzen)	++ Gutes Reduktionspotential auf Betrieben mit Tierhaltung	Fachberatung, Kurzfristig
Höherer Weideanteil	Ermöglicht auf dem Betrieb ein einfacheres Energiesystem (weniger Kraftstoff, weniger Kraftfutter, weniger Maschinen...)	++ Entwicklung von Weideflächen in der Nähe der Stallgebäude	Fachberatung, Mittelfristig
Solartrocknung des Futters	Verbesserung der ernährungs-physiologischen Qualität des Futters	++ Signifikante Reduktion des Zukauffutters	Investition und Fachberatung Mittel- bis Langfristig

Fallstudie Ackerbau

Die besten Möglichkeiten um den Energieverbrauch und die THG-Emissionen zu verringern sind ackerbauliche Maßnahmen. Wesentlich sind dabei der Treibstoffverbrauch und der Düngemiteleinsatz. Die folgenden drei Beispiele erläutern einige der zahlreichen Möglichkeiten zur Verringerung:

- Ein Ackerbaubetrieb hat seine Fruchtfolge deutlich erweitert und dies mit Direktsaat und Gründüngung kombiniert.
- Beim Reisanbau in Spanien werden neben generellen Fragestellungen im Ackerbau auch spezielle Probleme der Überflutungsflächen behandelt.
- Am Beispiel eines italienischen Ackerbaubetriebs wird der Einsatz der GPS-Technik zur Verringerung des Betriebsmitteleinsatzes gezeigt, insbesondere für Treibstoff und Mineraldünger.

Ackerbauliche Anbaumethoden

Weite Fruchtfolgen, Direktsaat und Gründüngung

Dieser Ackerbaubetrieb liegt im Südwesten von Frankreich (25 km südlich von Toulouse), in der landwirtschaftlichen Region von Lauragais. Unter dem Einfluss der GAP haben sich die lokalen Betriebe kontinuierlich auf die Produktion von Hartweizen, Winterweizen und Sonnenblumen spezialisiert.



Photo: Solagro

Informationen zum Betrieb

- 177 ha Getreide (nicht bewässert) und Ölsaaten.
- Zwei Arbeitskräfte (zwei Brüder).
- Tonige Kalkstein-Böden und nicht-kalkhaltige Ton- und Sandböden, 50% undrainierte, vernäßte Böden.
- 10 bis 25% bewirtschaftete Hänge, hohe Erosionsgefährdung.
- Durchschnittlicher Jahresniederschlag von 638 mm, 200 Tage pro Jahr windig (vent d'Autan).
- Teils besiedeltes Gebiet: einige Flächen liegen in der Nähe von Häusern.

Die Landwirte hatten aufgrund der sehr engen Fruchtfolge immer mehr Probleme im Getreideanbau, vor allem im Frühjahr. Sowohl die klimatischen Bedingungen und das hohe Bodenerosionsrisiko als auch die wirtschaftlichen Risiken durch die schwankenden Getreidepreise erschwerten zunehmend einen wirtschaftlich erfolgreichen und umweltschonenden Getreideanbau. Als Konsequenz wurde die gesamte Fruchtfolge umgestellt und deutlich erweitert.

Änderungsschritte

Verzicht auf Pflügen
Bearbeitung quer zum Hang
Pflanzen von Hecken

Verkleinerung der Schläge
Einführen neuer Ackerkulturen
inklusive Leguminosen
reduziertes Pflügen

Kleinräumige
Gründüngungsversuche
Direktsaatversuche

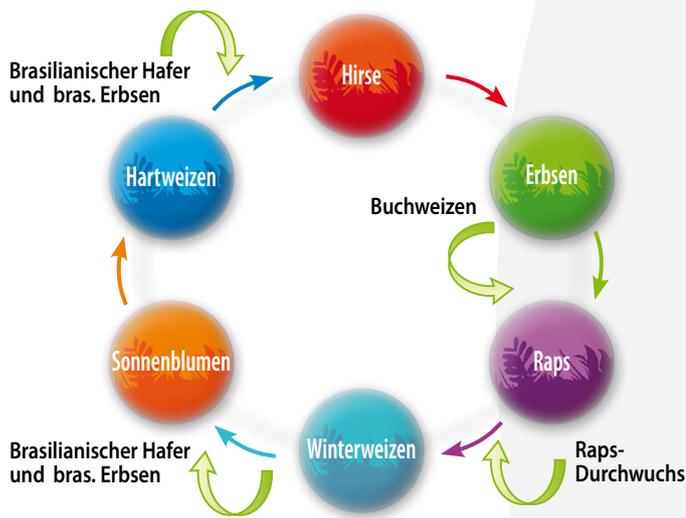
Direktsaat auf 100% LN
Hohe Bodenbedeckung
(Gründüngung)
Erhöhung
des Leguminosenanteils
Agroforst auf 10 ha

Aktuelle Fruchtfolge des Betriebs

Das Anpassen der Größe der Schläge des Betriebs in sechs identisch große Flächen ließ das Zusammenstellen einer ausgeglichenen Fruchtfolge mit sechs Hauptfrüchten zu. Winterkulturen im Wechsel mit Sommerkulturen sowie Getreide im Wechsel mit Ölsaaten und Eiweißkulturen (Hafer, Erbsen, Buchweizen) oder der gezielte Durchwuchs von Raps führen zu einer höheren Bodenbedeckung als vorher. Die aktuelle Fruchtfolge wurde schrittweise eingeführt, um die Kulturen den Bodeneigenschaften

und Klimabedingungen entsprechend auszuwählen und dabei auch die wirtschaftlichen Ziele und die Umweltziele des Landwirts zu berücksichtigen:

- Hirse: Kopf der Fruchtfolge, trockenheitsresistente Pflanze, starke Wurzelbildung und damit Bodenstruktur-Verbesserer.
- Erbsen: Erhöhte Bodenfruchtbarkeit durch Stickstofffixierung, geringe Wurzelbildung und Wasserberücksichtigung werden durch Vorkultur (Hirse) kompensiert.



- Buchweizen: Schnelles Wachstum, Trockenheitsresistenz, schneller Ernterückständeabbau, Honiglieferant für Bestäuber.
- Raps: Hohe Effizienz bei der Umsetzung der Stickstoff-Ernterückstände der Erbsen, der Durchwuchs nach der Ernte dient einerseits als bodenbedeckende Zwischenkultur und andererseits auch als Nahrung für potentiell gefährliche Schnecken der Folgekultur.
- Winterweizen: Direktsaat in den Raps-Durchwuchs, Ernterückstände werden auf dem Feld gelassen.
- Gründüngung zusammengesetzt aus Erbsen und brasilianischem Hafer: Bodenschutz (lange Gründüngung von neun Monaten), atmosphärische Stickstoffbindung durch Erbsen, frühe Gründüngungseinarbeitung, um die Bodentemperatur zum Säen von Sonnenblumen zu erreichen.
- Hartweizen: Gesät in die Sonnenblumen-Ernterückstände, Weizenrückstände werden auf dem Feld gelassen, anschließend wird Gründüngung aus Erbsen und brasilianischem Hafer gesät.

Energie- und Treibhausgasbilanzen des Betriebs

Die zwei größten Energieverbräuche auf dem Betrieb sind mineralische Dünger für die Ackerkulturen (54%) und Treibstoff für den Traktor (21%). Zusammen stellen sie $\frac{3}{4}$ des gesamten Energieverbrauchs des Betriebs dar. Der Betrieb zeichnet sich durch einen sehr tiefen Energieverbrauch pro Landwirtschaftliche Nutzfläche aus. Mit nur 9,7 GJ/ha liegt dieser 33% tiefer als der durchschnittliche Wert von 14,5 GJ/ha, berechnet aus einer Gruppe von 155 französischen Ackerbaubetrieben.

Auch der Indikator Energie pro Tonne Trockenmasse (t TS), der die Energieeffizienz der Ackerbaubetriebe darstellt, liegt mit 3,16 GJ/t TS, etwas tiefer als der Durchschnittswert der Referenzgruppe¹ (3,21 GJ/t TS). Das eingeführte landwirtschaftliche System ermöglicht daher einen niedrigen Energiekonsum pro Hektar und eine hohe Energieeffizienz pro Produkt.

Der Betrieb emittiert jährlich 245,15 tCO₂eq, was einer jährlichen Emission von 1,43 tCO₂eq pro Hektar LN entspricht. Diese Werte liegen 30% tiefer als der durchschnittliche Emissionswert der Referenzgruppe (2,03 tCO₂eq/ha LN).

57% der emittierten THGs stammen vom Boden (Mineralische Stickstoffdüngung, Stickstoff der Ernterückstände). Die restlichen Emissionen (43%) werden durch den direkten Energieverbrauch (Treibstoff für Traktoren, Düngerherstellung, u.a.) verursacht. Der größte Teil der THG-Emission wird direkt auf dem Betrieb emittiert (66%), die restlichen 34% entstehen indirekt.

Die Kombination verschiedener Maßnahmen (keine Bodenbearbeitung, Gründüngung, Pflanzen von Hecken) erlaubt es dem Betrieb, mehr Kohlenstoff zu binden und bis zu 61% der jährlichen THG-Emission zu kompensieren. Diese miteinbezogen bleibt noch eine Nettoemission von 0,56 tCO₂eq/ha.

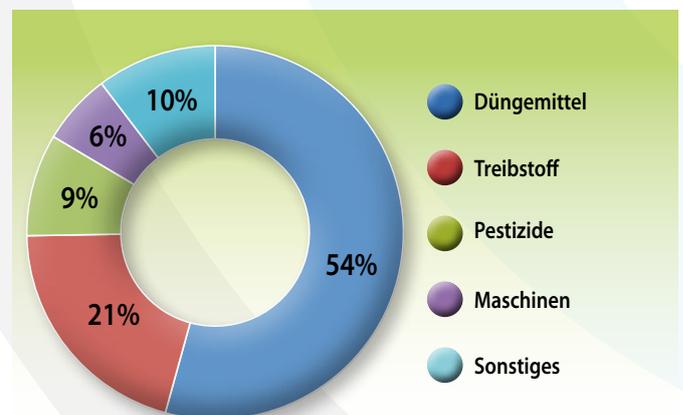


Abbildung 1: Energieprofil des Betriebs

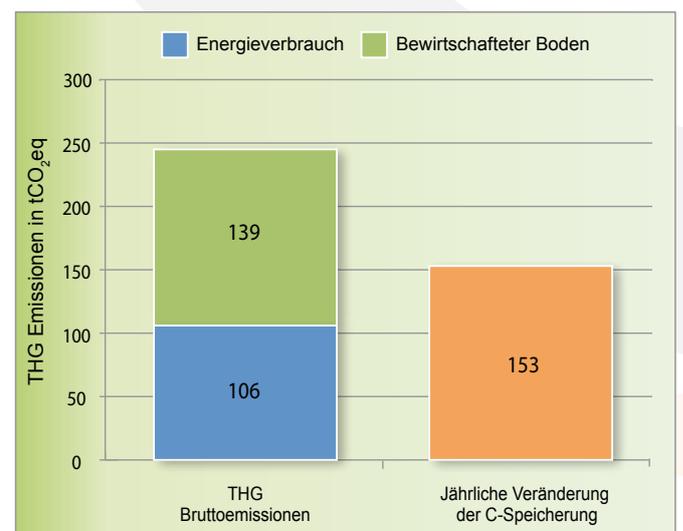


Abbildung 2: Gesamte jährliche Treibhausgasemission und Kohlenstoffspeicherung des Betriebs in tCO₂eq

¹ METAYER N., BOCHU J-L., BORDET A-C., TREVISIOL A. Références PLANETE 2010, Fiche 3- Production «Grandes cultures strict», Toulouse : SOLAGRO, 2010, 33 p. <http://www.solagro.org/site/424.html>

Vorteile der umgesetzten Reduktionsmaßnahmen

Die umgesetzten Maßnahmen führten zu einer Reduktion des Energieverbrauchs um **42%** und einer Reduktion der THG-Emissionen um **42%**, mit einer deutlichen Erhöhung der jährlichen Kohlenstoffspeicherung auf dem Betrieb, die zu einer Kompensation **der Treibhausgasemissionen von 61% geführt hat**.

Maßnahme	Energieeinsparung	THG-Einsparung	Beitrag zur jährlichen C-Speicherung
Direksaat	24%	11%	74%
Gründüngung (52 ha)	3%	5%	20%
Leguminosen (16% LN)	9%	15%	0%
Stickstoffbilanz	6%	12%	0%
Anpflanzung von Hecken	0%	0%	1%
Agroforstsystem (10 ha)	0%	0%	2%
SUMME	42%	42%	97%

Durch das Einführen der Direktsaat auf der gesamten betrieblichen Fläche konnte der Treibstoffverbrauch um 65% gesenkt werden. Mit aktuell 45 Liter Treibstoff pro Hektar LN wurde dieser Input auf das maximal technisch Mögliche optimiert. Auf Betriebsebene ist die Anwendung der Direktsaat eine entscheidende Maßnahme zur Reduktion von Energie und Treibhausgasemissionen und der Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung in Böden. In 10 Jahren konnte die Menge organischer Substanz im Boden verdoppelt werden. Zusätzlich wurde die biologische Bodenaktivität gefördert und die Bodendurchlüftung verbessert.



Photo: Solagro

Landwirte haben kleinräumige Feldstreifen angelegt, um verschiedene Gründüngungen zu testen und ihren Bedingungen entsprechend auszuwählen.

Die Auswahl der Gründüngungsart hängt von vielen Faktoren ab: Saatgutproduktion (Unabhängigkeit bei der Saatgutgewinnung), Ergänzung der Kulturen, Keimfähigkeit, Bodenstruktur, Einarbeitung der Biomasse in den Boden. Die Wahl der Gründüngung ist nicht festgelegt, sie kann abhängig von den jährlichen klimatischen Bedingungen gewechselt werden.



Photo: Solagro

Durchwachsener Raps als Deckfrucht

Gründüngungen bedecken 52 ha LN und schützen den Boden gegen Risiken wie Erosion und Stickstoff-Auswaschung während der Wintermonate.

Die damit produzierte Biomasse erhöht die Bodenfruchtbarkeit und stellt der Folgekultur etwa 20 kg Stickstoff pro Hektar zur Verfügung, was gleichzeitig eine Einsparung von mineralischem Dünger bedeutet. Gründüngungen haben einen bedeutenden Einfluss auf die Vergrößerung der Kohlenstoffspeicherung auf Betriebsebene.



Baumpflanzung in einem Getreidefeld

Photo: Solagro

Die alte Fruchtfolge enthielt keine Leguminosen. Die Einführung der Erbsen reduzierte die Abhängigkeit des Betriebs von mineralischem Stickstoffdünger. Die ersetzte Kultur wurde mit 150 kg mineralischem Stickstoff pro Hektar gedüngt. Eiweißkulturen haben einen weiteren Vorteil: Sie überlassen der Folgekultur (hier Raps) Stickstoff im Boden, was zu einer weiteren mineralischen Stickstoffreduktion von etwa 30 kg N/ha führt. Der Anteil von 16% Eiweißkulturen auf der gesamten LN reduziert die THG-Emissionen und den Energieverbrauch des Betriebs deutlich.

Die Düngeplanung basiert auf einer jährlichen Stickstoffbilanz und ist notwendig zur Kalkulation der Stickstoffüberschüsse. Auf diese Weise konnte der Landwirt die Ausbringung von Stickstoff schrittweise reduzieren und eine ausgeglichene Bilanz erreichen. Dabei ist es wichtig, nicht mit zu hohen Erträgen zu rechnen, weil sonst auch der Stickstoffüberschuss steigen kann. Infolge der Umsetzung dieser Maßnahmen sank der Stickstoffüberschuss von 50 auf 10 kg N/ha. Durch die Kontrolle der Stickstoffbilanz kann die indirekte THG-Emission aus dem Boden deutlich vermindert werden.

In 10 Jahren wurden mehr als 2000 Laufmeter mit Hecken gepflanzt, um die Schlaggröße zu verringern und dadurch das Erosionsrisiko zu minimieren. Diese ökologische Maßnahme fördert zudem die Biodiversität und die Bodenfruchtbarkeit durch die Einarbeitung der Hackschnitzel, die beim Holzschnitt entstehen. Seit Anfang 2013 wird zusätzlich eine Fläche von 10 ha LN mit 400 Bäumen bepflanzt und als Agroforst genutzt.

Weitere Vorteile:

- Verbesserte Böden durch Verminderung der Bodenerosion, Erhöhung der Wasserkapazität des Bodens (z.B. bei Starkniederschlägen) und Erhöhung des Ertragsfähigkeit.
- Bessere Unkrautkontrolle, begrenzter Schneckendruck auf der Hauptkultur.
- Erhöhung der Biodiversität durch Pflanzen von Hecken.
- Reduktion der Arbeitszeit und des finanziellen Aufwands (Treibstoff für Traktor, mineralischer Dünger).
- Freizeit kann genutzt werden für Ausbildung, Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit für die Landwirtschaft, zum Beispiel durch Hofführungen.

Empfehlungen der Landwirte

Die Umsetzung erfolgt schrittweise und unter Berücksichtigung der Probleme und Veränderungen. Priorität hat der Aufbau einer guten biologischen Bodenaktivität durch das Ersetzen von Pflug-Bodenbearbeitung durch die pfluglose Bewirtschaftung und den Anbau von Gründüngungen. Dabei ist zu beachten, dass alle diese Schritte Zeit in Anspruch nehmen. Sobald der Boden reaktiviert ist, können weitere Schritte unternommen werden: Neue Ackerkulturen, Reduktion von Pestiziden und mineralischen Düngemitteln. Um den Erfahrungsaustausch zu fördern und gemeinsam

Probleme zu lösen, haben die Landwirte die Genossenschaft AOC Sol² gegründet. Ziel ist es, Wissen und Maßnahmen zum Schutz des Bodens zu fördern.

Aufkommende Veränderungen auf dem Betrieb:

- Verdopplung des Anteils von Eiweißkulturen in der Fruchtfolge durch den Anbau von Kichererbsen als Ersatz für Sonnenblumen als Hauptkultur.
- Einführung von Kulturen zur Gründüngung, die marktgängig sind (z.B. Buchweizen, Sonnenblumen) zur Stärkung der betrieblichen Produktivität.

¹ <http://aocsols.free.fr/>

Bessere Methoden für den Reisanbau



Ort: Albufera Nationalpark
(Provinz Valencia, Spanien)

Bodenbearbeitung nach der Winterüberflutung

Photo: Jordi Domingo-FGN

Maßnahme	Energiereduktion	THG Reduktion
Reduktion der Stickstoff-Düngung	8%	6%
Betriebsübergreifende Zusammenarbeit (Maschinen, Arbeit)	4%	1%
Geringere Aussaatdichte	2%	0%
Anlage von ökologischen Ausgleichsflächen	2%	0%
Verbessertes Stroh- und Wassermanagement	0%	23%
SUMME	15%	31%

Die Emissionen aus dem weltweiten Reisanbau hängen mit dem Wassermanagement und den Überflutungsmethoden (CH_4 Emissionen) sowie mit der Stickstoffdüngung (N_2O Emissionen) zusammen. Das liegt vor allem an den komplexen Wechselwirkungen zwischen anaeroben Gärungsprozessen, nitrifizierenden und denitrifizierenden Bakterien, dem zusätzlichen Stickstoffdünger sowie den Anbaumethoden. Für diese Probleme sind praktikable Lösungsansätze notwendig, damit im Reisanbau erfolgreich Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden können.

Zudem braucht es für eine erfolgreiche Umsetzung die Landwirte, denn deren Akzeptanz hängt meist davon ab, dass die Maßnahmen bezahlbar sind, sich der zeitliche

Aufwand in Grenzen hält und die Erträge nicht sinken. So ist z.B. die Reduzierung der Stickstoffdüngung im Falle von erheblichen Stickstoffüberschüssen eine sehr wirksame Maßnahme zur Minderung der THG-Emissionen. Allerdings bedeutet das in der Region Albufera nur eine sehr geringe Kosteneinsparung (20-30 €/ha) für den Landwirt. Entsprechend wurde die Maßnahme kaum umgesetzt, obwohl bei mehreren Veranstaltungen gezeigt wurde, dass Landwirte mit extremen Stickstoffüberschüssen oft geringere Erträge hatten. Im Fallbeispiel der Region Albufera verzeichneten 4 von 8 Betrieben einen Stickstoffüberschuss zwischen 30 und 78 kg N/ha, was einem Anteil zwischen 17% und 37% des gesamten Stickstoff-Inputs bedeutet. Wie bei anderen Anbausysteme-

men ist auch im Reisanbau zu beobachten, dass oft zu viel Stickstoff gedüngt wird, weil man glaubt, damit die Erträge zu sichern und zu erhöhen. Dabei bewirken zu hohe Stickstoffgaben eher das Gegenteil.

Die Reisbauern akzeptieren eher Maßnahmen mit direkter Energieeinsparung und geringem THG-Einsparpotenzial wie z.B. die gemeinsame Maschinennutzung und eine geringere Aussaatdichte. Im Fallbeispiel konnten Einsparungen von 10l Diesel/ha (plus Vorteile durch geringere Wartungskosten und Zeitersparnis) und 34-50€/ha Saatgutkosten (plus Zusatznutzen durch weniger Fungizidbehandlungen) erreicht werden.

Einige Landwirte in der Region Albufera setzten auch Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Infrastruktur um (gemeinsam mit der Fundació Assut und der Fachhochschule Valencia). Untersuchungen vor Ort haben gezeigt, dass mit autochthoner Vegetation bepflanzte Feldränder (hier *Spartina versicolor*) ein wichtiger Rückzugsraum für Antagonisten von Reisschädlingen sind. Auf diese Weise können der Pestizideinsatz verringert und die damit verbundenen Energieverbräuche und THG-Emissionen reduziert werden.

Allerdings lag die wesentliche Motivation der Bauern darin, dass diese natürlich bewachsenen Feldränder weniger zeitaufwändig und billiger waren im Vergleich zu Heckenpflanzungen, die jedes Jahr gepflegt und mit Herbiziden behandelt werden müssen und entsprechend Zeit und Geld kosten.

Wasser- und Strohmanagement sind, wie weltweit bewiesen, die wirksamsten Maßnahmen zur Verringerung von Treibhausgasen. Die Methan-Emissionen sind abhängig von der Dauer des Anbauzeitraums, von der Bewässerungsmethodik vor und während des Anbaus sowie vom Management des Reisstrohs und weiterer organischer Materialien. Insgesamt sind die Landwirte offen für andere Bewässerungsmethoden, wenn damit keine Investitionen, zusätzliche Kosten oder erhebliche Veränderungen in der Anbautechnik verbunden sind. Trotzdem hat das Fallbeispiel Albufera gezeigt, dass diese Methoden nur schwierig einzuführen sind.

Die wesentliche Einschränkung ist, dass das historische Bewässerungssystem kaum Möglichkeiten lässt, die Wasserstände und Anbauzeiträume zu kontrollieren, weil das Wasser für über 20.000 Hektar gemeinsam reguliert wird. Entsprechend können die THG-Emissionen nur über die Strohwirtschaft verringert werden.

Bisher üblich war das Verbrennen des Reisstrohs, was aber inzwischen durch die GAP und örtliche Regelungen nicht mehr möglich ist. Deshalb wurden verschiedene Versuche unternommen, das geerntete Stroh nutzbar zu machen, z.B. als Einstreu für Tiere. Aber der Nutzwert des Strohs ist eher gering und die Erntekosten steigen. Eine weitere Möglichkeit ist das Häckseln, aber auch das erhöht die Erntekosten und erfordert zusätzliche Investitionen.



Photo: Bosco Dies-Fundació Assut

Anlage von ökologischen Strukturen (*Spartina versicolor*) in der Region Albufera



Photo: Jordi Domingo-FGN

Traditionell wird das Reisstroh verbrannt

Schlussendlich hat sich ein angepasstes Wassermanagement nach der Ernte als die wirksamste Maßnahme herauskristallisiert: durch Wegspülen des Strohs und/oder einer Überflutungspause von mehreren Wochen wird verhindert, dass frisches organisches Material unter Wasser steht. Aber zum Teil verursacht diese Methode höhere Pumpkosten, kann wegen Regenperioden gar nicht umgesetzt werden oder die Landwirte setzen andere Prioritäten und überfluten die Flächen um später dort zu jagen. Deshalb hängt die Umsetzung dieser Maßnahmen im Wesentlichen vom Engagement des einzelnen Landwirts ab.

GPS-Technologie für precision farming



Ort: Perugia,
Region Umbrien, (Mittelitalien)

Photo: Pietro Peccia - Az. Agricola Peccia

Informationen zum Betrieb

- 110 ha LN, vor allem Ackerkulturen: Hart- und Winterweizen, Mais, Gerste, Sonnenblumen.
- Jährliche Produktion: 407 t Weizen, 38 t Mais, 17,5 t Sonnenblumen.
- Weitere Tätigkeiten: Aussaat als Lohnarbeit für andere Betriebe.

Der Betrieb befindet sich am Rande der Gemeinde Perugia, auf 250 Meter NN. Das Mikroklima wird durch den nahe gelegenen Trasimenosee beeinflusst.

Die hohen Dieselposten aufgrund der eigenen 110 ha und der Lohnarbeiten auf mehr als 400 ha, motivierte die Betriebsleiterfamilie, ihre bestehende Flotte durch effizientere landwirtschaftliche Maschinen zu ersetzen. Sie kaufte einen neuen Traktor mit einem GPS-System: ein GPS-Empfänger auf dem Traktordach liefert Daten zu einem Bildschirm in der Schlepperkabine. Mit GPS-Technologie können die Schlepper genau geführt werden. Dies hat den Vorteil, dass Arbeitszeit und Ressourcen für die verschiedenen Feldarbeiten signifikant eingespart werden können. Die Anwendung der GPS-Technologie führt, bei relativ geringen Investitionskosten,

sofort zu signifikanten betrieblichen Einsparungen. Die Kosten um einen Traktor mit GPS auszustatten liegen bei etwa 8.000 €. Bei fast jedem Traktor ist dies möglich da es sich um ein sehr anpassungsfähiges System handelt. Während der Saison 2011/2012 konnte der Betrieb bei Perugia durch GPS rund 5% Kraftstoff, ca. 10% Mineraldünger, ca. 5 % Saatgut und rund 5% der Arbeitszeit einsparen. Dies bedeutete eine sofortige Kosteneinsparungen von über 2.500€ - dieser Wert bezieht sich nur auf die eigenen 110 ha des Betriebes.

Ein wesentlicher Mehrwert der GPS-Technik besteht darin, dass georeferenzierte Daten aufgezeichnet und gesammelt werden. Mit diesen schlagbezogenen Daten können die Ernteerträge in Zusammenhang mit den verschiedenen Einflußfaktoren auf der Fläche wie z.B. Bodentyp, Nährstoffverfügbarkeit, Relief oder Bodenfeuchte gesetzt werden. Entsprechend können dann im nächsten Jahr die Erkenntnisse genutzt werden, um die Erträge und die Rentabilität zu optimieren und gleichzeitig die negativen Umweltwirkungen zu verringern.

Fallstudie Milchwirtschaft

In der Milchwirtschaft gibt es in der Regel vielfältige Reduktionsmöglichkeiten (Treibstoff, Zukauffuttermittel, Strom, Dünger). So ergeben sich Maßnahmen in den Bereichen Tierhaltung, Kohlenstoffspeicherung, Energieeinsparung und Erzeugung erneuerbarer Energien. Die Vielfalt der Verbesserungsmaßnahmen wird hier an drei Beispielen aufgezeigt:

- Ein spezialisierter Milchviehbetrieb in Deutschland, der gleichzeitig eine Biogasanlage betreibt.
- Ein Schafmilchbetrieb in Südfrankreich, der sein Futtermanagement mit Hilfe einer Solartrocknung verbessert.
- Betriebe mit Verarbeitungsstufen wie z.B. der Käseherstellung benötigen oftmals mehr direkte Energie. Am Beispiel eines Betriebs in einer französischen Mittelgebirgsregion wird gezeigt, wie interessant unterschiedliche Möglichkeiten zur Nutzung von erneuerbaren Energien sein können.

Milchwirtschaftsbetrieb mit Biogasanlage



Ort: Landkreis Konstanz
(Bundesland Baden-Württemberg)

Photo: Bodensee-Stiftung

In Deutschland wurde durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz der Bau von Biogasanlagen zur Stromproduktion in den letzten Jahren gefördert. Da der Einsatz von Gülle honoriert wird, sind Biogasanlagen für Betriebe mit Viehhaltung ein attraktives Standbein. In den meisten Biogasanlagen werden neben Gülle auch Energiepflanzen vergoren, die eigens für diesen Zweck angebaut werden.

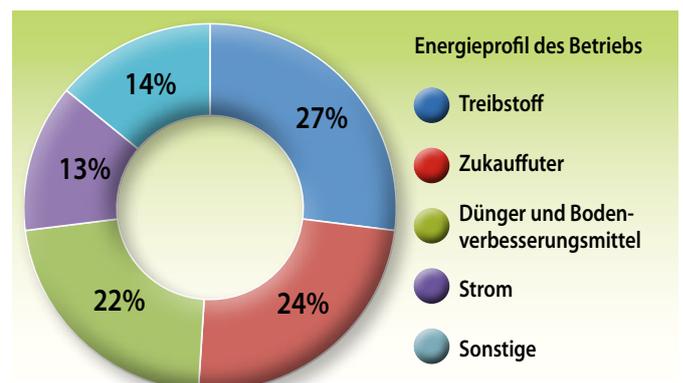
Im Landkreis Konstanz wurde die erste Biogasanlage 1997 in Betrieb genommen. Derzeit sind im Landkreis rund 30 Biogasanlagen an das öffentliche Stromnetz angeschlossen.

Informationen zum Betrieb

- Durchschnittlicher Jahresniederschlag: 650 mm, Höhe: 650 m ü.M.
- 86,1 ha LN
 - 44 ha Dauergrünland
 - 8 ha Weidelgras
 - 30 ha Mais (davon 9 ha nach Grünroggen)
 - 9 ha Grünroggen und 8 ha Weizen für den Verkauf.
- Milchviehhaltung
 - 51 Milchkühe zur Aufzucht
 - jährliche Milchproduktion von 370 t
 - etwa 7.250 Liter/Kuh/Jahr.
- Biogasanlage seit 2003 mit 150 kW elektrisch, Substrate sind Gülle, Maissilage, Grassilage und Roggensilage.
- Konventionelle Bewirtschaftung.

Energie- und Treibhausgasbilanzen des Betriebs

Der Energieverbrauch des Betriebs setzt sich zusammen aus Treibstoffverbrauch (27%), Zukauffutter (24%), Dünge- und Bodenverbesserungsmittel (22%), Stromverbrauch (13%) und sonstigen Verbräuchen (14%). Folglich benötigen die vier größten Posten 86% des gesamten Energieverbrauchs.



Nutzung von Energieressourcen

Treibstoff wird zu 40% in der Milchviehhaltung und zu 40% für die Biogasanlage benötigt. Die verbleibenden 20% verteilen sich auf den Anbau von Marktfrüchten und den Betrieb der Besenwirtschaft. Etwa 55% der Energie für Zukauffutter (Energiepflanzen) verbraucht die Biogasanlage, 45% die Milchviehhaltung. Dünge- und Bodenverbesserungsmittel werden hauptsächlich in der Milchviehhaltung (65%) verbraucht. Die Biogasanlage schlägt hier mit 25% zu Buche und der Anbau von Marktfrüchten mit 10%. Des Weiteren werden 80% des Stromverbrauchs aus dem öffentlichen Netz in der Milchviehhaltung benötigt. Die verbleibenden 20% werden hauptsächlich in der Besenwirtschaft (vier Monate im Sommer geöffnet) verbraucht, wo überwiegend Produkte des Betriebs angeboten werden. Die Biogasanlage nutzt den produzierten Eigenstrom.

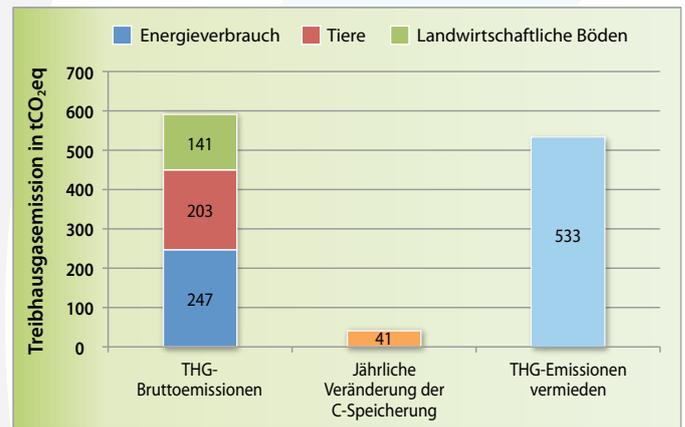
Energieverbrauch der Betriebszweige

Der Energieverbrauch lag im Jahr 2011 bei 3.338 GJ. Dies entsprach einem Verbrauch von 38,8 GJ pro Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche. Der Energieverbrauch der unterschiedlichen Betriebszweige lässt sich wie folgt beschreiben:

- Die Milchproduktion verbraucht etwa 50% des gesamten Energieverbrauchs, hauptsächlich für Treibstoff, Strom, Düngemittel und Zukauffutter.
- Die Biogasanlage benötigt etwa 37% des Gesamtenergieverbrauchs, in erster Linie für Treibstoff, zugekaufte Energiepflanzen und für Düngemittel. Betrachtet man die Energieproduktion der Biogasanlage (Strom und Wärme), lässt sich feststellen, dass die Anlage effizient arbeitet und 2,8 Mal so viel Energie produziert, wie sie verbraucht.
- Die verbleibenden 13% des Gesamtenergieverbrauchs sind auf die Marktfruchtproduktion und die Besenwirtschaft zurückzuführen.

Der Betrieb emittiert jährlich 591 tCO₂eq, dies entspricht einer jährlichen Emission von 6,86 tCO₂eq pro Hektar LN. Rund die Hälfte der Emissionen (42%) stammt aus der eingesetzten Energie, 34% entstehen durch die Viehhaltung. Die restlichen 24% machen Emissionen vom Boden aus. Durch Zwischenfruchtanbau, Erhalt von Dauergrünland und Hecken können insgesamt 41 tCO₂eq als Kohlenstoff gespeichert werden. Dies entspricht 7% der jährlichen Bruttoemissionen.

Durch die Biogasanlage werden jährlich etwa 900 MWh Strom produziert. Dieser Strom ersetzt in Deutschland einen Strommix aus Kohle, Atom, Gas und erneuerbaren Energien, was zu einer Reduktion der CO₂ Emission von 485 tCO₂eq führt (nicht einzeln in der Abbildung aufgeführt). Durch die teilweise Nutzung der Abwärme, die bei der Stromproduktion aus Biogas entsteht, werden jährlich weitere 45 tCO₂eq eingespart. Mit der Abwärme werden das Wohnhaus und die Besenwirtschaft beheizt



Jährliche Brutto-Treibhausgasemissionen, Kohlenstoffspeicherung und durch erneuerbare Energie eingesparte Treibhausgasemissionen des Betriebs

und sie wird zur Heißwasserproduktion im Melkstand eingesetzt. Somit sind die Kohlenstoffspeicherung und die eingesparten Emissionen durch erneuerbaren Strom und Wärme in etwa gleich hoch wie die Bruttoemissionen des Betriebs.

Wesentliche Änderungsschritte

Auf diesem Milchwirtschaftsbetrieb wurden im Laufe der letzten drei Jahre kleinere und größere Maßnahmen umgesetzt, die sich allesamt als sehr wirksam herausgestellt haben. Die Maßnahmen fokussierten sich auf die Hauptemissionsquellen des Betriebs (Einsatz von Treibstoff, Strom, Futtermittelzukauf und Mineraldünger). Als wesentliche Klimaschutzmaßnahme mit deutlichen Auswirkungen auf die Bewirtschaftung des Betriebes kann der Bau eines zusätzlichen Fermenters angesehen werden, welcher Ende 2012 fertig gestellt wurde. Diese baulich anspruchsvolle und finanziell einschneidende Maßnahme führt durch eine Verlängerung der Verweildauer des Substrats zur besseren Ausnutzung des Energiegehalts und damit zur Erhöhung der Stromproduktion bei gleichem Substrateinsatz. Die größere Lagerkapazität führt auch zu einer größeren Flexibilität bei der Ausbringung des Gärrestes als Wirtschaftsdünger, welcher somit ebenfalls effizienter und emissionsärmer eingesetzt werden kann. Eine weitere umgesetzte Maßnahme ist die Anpassung der Kraftfutterreduktion und die Anpassung der Stickstoffbilanz.

Vorteile der umgesetzten und in Planung befindlichen Reduktionsmaßnahmen

Die beschriebenen Maßnahmen führen zu einer Reduktion des Energieverbrauchs beziehungsweise einer Gutschrift durch die Nutzung erneuerbarer Energien um 44,6% und einer Reduktion der Treibhausgasemissionen von 30,3%.

Die Biogasanlage dieses Betriebs besteht seit 2003. Sie wird mit Gülle der Milchkühe, Gras-, Getreide und Mais-silage (eigenes und zugekaufte) bestückt. Der Betrieb der

Maßnahme	Energieeinsparung	THG Einsparung
Biogasanlage (BGA)	0%	8%
Geplante Maßnahme Abwärmenutzung	40%	15%
Stromeinsparungen	1%	0%
Ersetzen der alten Maschinen	0%	0%
Anpassung Stickstoffbilanz	2%	2%
Verringerung des energetisch aufwändigen Kraftfutteranteils durch mehr Beweidung	1%	4%
SUMME	45%	30%

Biogasanlage ist ein wesentlicher Schritt, um Treibhausgase aus der Düngerlagerung zu reduzieren, hauptsächlich Methan (-54 tCO₂eq).

Ende des Jahres 2010 wurden zwei kleine BHKWs (63 und 35 kW) durch ein größeres BHKW (150 kW) ersetzt, was zwar einen um 10% erhöhten Energieinput mit sich brachte (hauptsächlich Zukauffutter), aber im Gegenzug auch den gesamten Energieoutput (Strom) um 30% erhöhte.

Der Bau eines zusätzlichen Fermenters in 2012 führte dazu, dass die Methanmenge und damit die Stromproduktion gesteigert werden konnte.

Eine weitere Optimierung der Abwärmenutzung des Blockheizkraftwerks (BHKW) kann Heizöl ersetzen, im Falle des untersuchten Betriebs etwa 40.000 Liter. Hierfür muss ein Wärmeabnehmer außerhalb des Betriebs gefunden werden, da der Wärmebedarf des Betriebs bereits mit einem Teil der Abwärme der Biogasanlage gedeckt ist. Denkbar wäre eine Beheizung von Arbeiterwohnungen oder

auch die Produktion von Eis für Kühlzwecke. Dies ermöglicht einen theoretischen Energiegewinn von 1.407 GJ und eine Reduktion der THG-Emissionen um 107 tCO₂eq.

Die Umsetzung dieser Maßnahme wird vom Betriebsleiter begrüßt, die Realisierung erfordert jedoch eine komplexe Planung.

Auf dem Betrieb wurden diverse Maßnahmen zur Stromeinsparung getroffen. So wurden sukzessive ältere Wärmepumpen durch effizientere Modelle ersetzt, die Stallentmistung wurde unter Berücksichtigung des Tierwohls auf ein geringeres Intervall gestellt und die Belüftung des Milchkühlraumes optimiert. Diese Maßnahmen verringern den jährlichen Energieverbrauch um 10% (4.000 kWh) bzw. 41,6GJ und 2,1 tCO₂eq.

Der Ersatz zweier alter Maschinen (Schlepper 21 Jahre und Radlader 40 Jahre) durch zwei neue Modelle spart Diesel ein und führt zu einer Energieeinsparung von etwa 12 GJ bzw. einer THG-Einsparung von rund 3 tCO₂eq.

Durch den Anbau von Leguminosen als Gründüngung lässt sich ein gewisser Anteil des zugekauften Mineraldüngers ersetzen (8%). Die Reduktion um ca. 3,5 t N-Dünger, führt zu einer Energieeinsparung von 55 GJ und einer THG-Einsparung von 14 tCO₂eq.

Im Bereich der Milchviehhaltung liegt ein Einsparpotenzial bei der Reduktion des Energieaufwandes aus der Kraftfutterproduktion. Etwa 72 t Fertigmischfutter mit einem Rohproteingehalt von 40% könnten theoretisch durch dieselbe Menge Fertigmischfutter mit einem Rohproteingehalt von 20% und zusätzlichem Weidegang der Tiere ersetzt werden. Dies ermöglicht eine Reduktion um 41 GJ beziehungsweise 12% und eine Minderung der Treibhausgasemissionen um 28 tCO₂eq oder 28%.

Weitere Umweltleistungen

Neben dem Erhalt und der Pflege von Dauergrünland (50% der landwirtschaftlichen Nutzfläche) arbeitet der Betrieb auf 43 ha ohne Pflug. Des Weiteren engagieren sich die Betriebsleiter im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit und unterstützen das Projekt AgriClimateChange auf vielfältige Weise.



Photo: solarcomplex AG

BHKW der Biogasanlage

Solare Heutrocknung



Ort: Departement Tarn
(im Südwesten Frankreichs),
Herkunftsregion des Roquefort Käse

Photo: EDE du Tarn

Informationen zum Betrieb

- 42 ha LN, nur Futterfläche.
- 300 Mutterschafe (Lacaune Rasse) und 80 Lämmer.
- Jährliche Produktion von 67.200 Litern Milch und 276 Lämmern.
- Das Energieprofil des Betriebs: Zukauffutter (44%), Treibstoff (17%), Strom (16%).
- Hauptemissionsquellen für THGs: tierische Verdauung und Wirtschaftsdüngerlagerung (73%), Emissionen aus den Böden (10%), Zukauffutter (9%).

Aufgrund regelmäßiger Dürreperioden, welche die Futterautonomie des Betriebes stark einschränkten und die Milchproduktion beeinträchtigten, haben die Landwirte sich dazu entschlossen, eine solare Heutrocknung zu bauen. Dadurch kann die Qualität des Futters gesteigert werden (höherer Eiweißgehalt) und gleichzeitig die Abhängigkeit von externem Kraftfutter reduziert werden. Der Solartrockner nutzt heiße Luft, die sich in sonnigen Perioden unter dem speziell isolierten Dach sammelt. Die Besonderheit des Daches liegt in der Kombination mit einer 1300 m² großen Solaranlage, wodurch die Sonnenenergie gleichzeitig auch noch zur Stromproduktion genutzt werden kann. Die heiße Luft wird unter dem Dach mittels eines großen Ventilators in zwei große Trocknungsabteile transportiert (Gesamtkapazität von 1500t). In diesen Trocknungsabteilen lagert das lose Heu und kann mit einer hydraulischen Greifzange auf Schienen in der Erntezeit eingelagert und im Winter direkt zu den Tieren gebracht werden.

Dieses solare Trocknungssystem sichert die Qualität des geernteten Futters, da es die Trocknungszeit halbiert. Gleichzeitig konnte das Zukauffutter, welches für 44% des

Gesamtenergieverbrauchs verantwortlich ist, halbiert werden sobald das solar getrocknete Futter verwendet wurde. Zudem wurden die Futterzukäufe gestoppt und der Dieselverbrauch der Traktoren reduzierte sich um 30%.

Das hochwertige Futter führte zu einer Steigerung der Milchleistung um 15%. Im Gegenzug nahm der Stromverbrauch des Betriebs durch die elektrische Greifzange und den Ventilator deutlich zu (von 10.000 kWh/Jahr auf 25.000 kWh/Jahr). Der höhere Verbrauch wird jedoch durch die Produktion von 200.000 kWh Solarstrom auf dem Scheunendach weitgehend ausgeglichen. Abschließend kann festgehalten werden, dass der Betrieb den Gesamtenergieverbrauch um **46%** reduzierte und eine Einsparung der THG Emissionen von **6%** realisierte.



Photo: Solagro
Greifzange auf Schienen für das Heu

Solarthermie zur Heißwassererzeugung in einer Käserei



Ort: Departement Aveyron
(im Südwesten Frankreichs),
Herkunftsregion des Laguiole Käse

Aubrac Kühe in der Region Laguiole

Photo: Solagro

Informationen zum Betrieb

- Seit 2011 Bio zertifiziert.
- 55 ha LN, nur Dauergrünland.
- 27 Milchkühe (Simmentaler).
- Jährliche Produktion von 120.000 Litern Milch.
- Das Energieprofil des Betriebs: Strom (47%), Zukauffutter (20%), Treibstoff (18%).
- Hauptemissionsquellen für THGs: tierische Verdauung und Wirtschaftsdüngerlagerung (71%), Emissionen aus den Böden (9%), Zukauffutter (8%).

Dieser Milchviehbetrieb liegt auf der Hochebene von Aubrac auf einer Höhe von 1.000 Metern und gehört zum Produktionsgebiet AOC Laguiole Käse, welches insgesamt 80 Betriebe umfasst. Als der Sohn in den Familienbetrieb einstieg, wurde eine Vergrößerung notwendig. Dies war der Ausgangspunkt für ein Käsereiprojekt mit Reife-raum, welches die gesamte Milchproduktion veränderte. Die Energiebilanzierung hatte schon vor dem Bau der Käserei ergeben, dass der Stromverbrauch den Hauptanteil

von 48% des Gesamtenergieverbrauchs ausmacht. Die Hauptquellen waren der hohe Heißwasserverbrauch, die Milchkühlung und die Vakuumpumpe.

Die Käseproduktion wird den Heißwasserverbrauch von 200 auf 400 Liter pro Tag verdoppeln. Um die Stromkosten in den Griff zu bekommen, entschieden sich die Betriebsleiter für eine solarthermische Anlage, welche die Stromkosten um 50-60% reduziert.

Die Milchproduktion erfolgt während des ganzen Jahres. Im späten Frühjahr erreicht die Milchproduktion eine Spitze und zur gleichen Zeit ist mit einer hohen Sonneneinstrahlung zu rechnen. Dies garantiert eine gute Grundabdeckung durch die Solarthermie. Die Investition wird sich für den Betrieb in 10 Jahren amortisiert haben. Dieser Berechnung liegt die Annahme zugrunde, dass der Betrieb einen Zuschuss über 50% der Gesamtkosten erhalten hat.

¹ Der Energieeffizienz-Plan des französischen Ministeriums für Landwirtschaft und Fischerei möchte die gesamte Energieeffizienz der Betriebe verbessern. Weitere Informationen: <http://agriculture.gouv.fr/plan-performance-energetique-des>

Fallstudie Obst- und Weinbau

Normalerweise handelt es sich bei den Verbesserungsvorschlägen um anbautechnische Maßnahmen. Allerdings sind für Sonderkulturen (Lagerung, Wein, ...) spezielle und ergänzende Maßnahmen möglich. Drei unterschiedliche Beispiele in Bezug auf Betriebsgröße, Betriebstyp und Klimawirkung zeigen die Verbesserungsmöglichkeiten auf:

- In einem klein strukturierten Anbaugelände für Zitrusfrüchte in Spanien wurden anbautechnische Maßnahmen (Düngung, Bewässerung, Gründüngung) in verschiedenen Anbausystemen getestet.
- Ein Obstbaubetrieb in Deutschland nutzt die Abwärme seines Kühllagers.
- Ein italienisches Weingut nutzt seine Dächer zur Erzeugung von Solarstrom und wird damit energie-autarker.

Anbau von Zitrusfrüchten in der Region Valencia



Ort: Osten Spaniens
(Valencia und Castellón)

Photo: Jordi Domingo-FGN

Insgesamt wurden 20 Orangenbaubetriebe im Osten Spaniens (Valencia und Castellón), einer von Orangenplantagen dominierten Landschaft, untersucht. Im Rahmen des Regionalplans wurden einige der traditionell auf Gravitationsbewässerung basierenden Plantagen auf Tröpfchenbewässerung umgestellt. Diese Systeme nutzen normalerweise eine zentrale Pumpstation und können große Gebiete bewässern.

Die Orangenbäume benötigen große Mengen an Stickstoffdünger. Die steigenden Preise für synthetische Stickstoffdünger und die Abhängigkeit der Landwirte haben in den letzten Jahren zu empfindlichen Gewinneinbußen geführt.

Informationen zum Betrieb

- 20 Betriebe mit unterschiedlichen Sorten an Orangen und Mandarinen.
- Durchschnittliche Betriebsgröße: 0,8 ha LN.
- 12 Betriebe mit Oberflächenbewässerung durch Gravitation und 8 Betriebe mit Tröpfchenbewässerung.
- Durchschnittlicher Ertrag: 22,5 Tonnen pro Jahr/ha.
- Durchschnittlicher Mineraldüngerverbrauch auf konventionellen Betrieben: 213 kg N/ha.

Orangen, Mandarinen und andere Zitrusfrüchte wurden in den subtropischen Gebieten Südasiens und einigen anderen Gebieten der Erde schon seit dem Altertum kultiviert. Traditionell wurden sie als Zierpflanzen und für medizinische Zwecke genutzt. Der moderne Anbau von Zitrusfrüchten, im Wesentlichen die Produktion von Orangen und Mandarinen zu Nahrungszwecken, begann in der Region Valencia Ende des 18. Jahrhunderts. Ein Jahrhundert später und insbesondere in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde dadurch die gesamte Agrarlandschaft verändert. Heute gibt es in der Region 180.000 ha Zitrusfrüchte (35% der Agrarfläche). Die Veränderungen der Landschaft gingen einher mit einer ökonomischen Revolution und einer Ausweitung des Welthan-

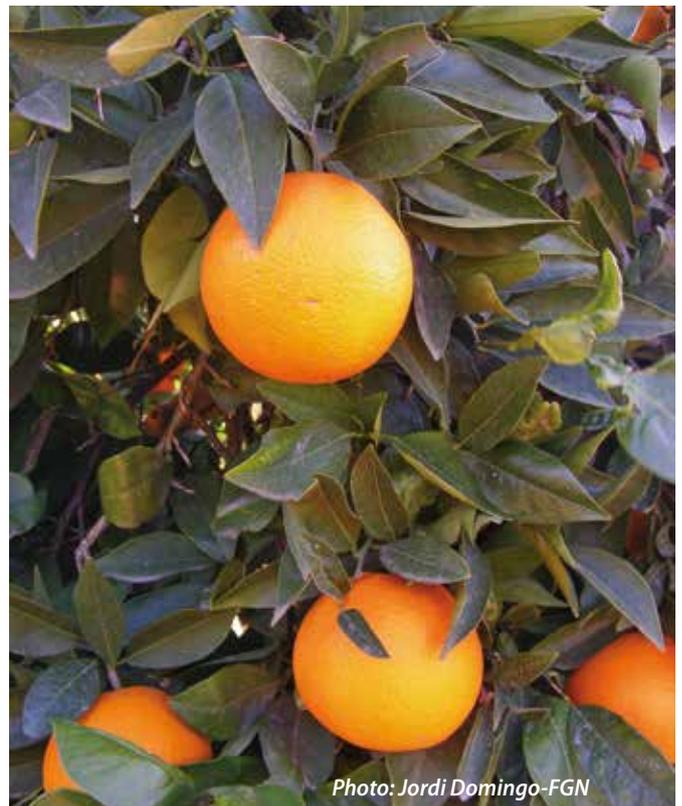


Photo: Jordi Domingo-FGN

dels. Der Orangenhandel erwirtschaftet einen Umsatz in Höhe von 622 Millionen Euro und deckt damit 16 % des Gesamtexports in der Region Valencia.

Die größten Veränderungen und die aktuelle Situation

Der traditionelle Orangenanbau veränderte sich in den 50er Jahren dramatisch. Bis dahin wurde der hohe Stickstoffbedarf durch Wirtschaftsdünger aus der lokalen Tierhaltung gedeckt. Herbizide und Pestizide wurden nicht eingesetzt, die natürliche Bodenbedeckung trug zum Schutz des Bodens bei und der Einsatz von Maschinen war noch nicht verbreitet. Die Orangenplantagen profitierten noch immer von den traditionellen Bewässerungssystemen die zwischen dem 13. und dem 19. Jahrhundert entwickelt wurden. Das Wasser der Flüsse wurde mittels der Schwerkraft auf die Felder geleitet und so konnten große Flächen energieeffizient bewässert werden. Als logische Folge daraus ergab sich ein auf das Minimum reduzierter Energie- und Betriebsmitteleinsatz der Betriebe. Internationale Exporte und günstige Betriebsmittel führten zu einem gut etablierten und mächtigen Bauernverband. Bis zu dieser Zeit konnten Landwirte von 1,5 ha Nutzfläche leben.

Um den Ertrag und die Gewinne der Landwirte zu steigern, wurden ab den 1960er Jahren bedeutende Änderungen umgesetzt, die in einem direkten Zusammenhang mit der Produktion standen. Die „Grüne Revolution“ brachte mineralischen Dünger, Herbizide, Pestizide und neue, produktivere aber auch anspruchsvollere Züchtungen mit sich. Außerdem wurden nun diverse Maschinen zur Arbeitserleichterung eingesetzt. Jedoch machten all

diese Veränderungen die Landwirte stark von externen Hilfs- und Betriebsmitteln abhängig.

Im letzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts fand eine weitere wichtige Veränderung statt. Regionale Institutionen und Bauernorganisationen förderten den Ausbau moderner Bewässerungssysteme, um den Wasserverbrauch zu reduzieren. Die Tröpfchenbewässerung ersetzte vielerorts die traditionelle Oberflächenbewässerung, was neben der Arbeitserleichterung auch eine höhere Effizienz des Düngers gewährleistete. Um das benötigte Wasser in Rohren zu den Betrieben zu transportieren, werden elektrische Pumpen eingesetzt.

Düngungs- und Bewässerungszeiten kontrolliert die Bewässerungsgemeinschaft (Landbesitzer der bewässerten Gebiete) und die Landwirte tragen neben den Kosten für ihr eigenes Material auch die Kosten der Pumpstation und für den Düngerservice.

Dieser kontinuierliche Modernisierungsprozess hat sicherlich die Gewinne der Landwirte gesteigert und ihre Arbeit vereinfacht. Andererseits führte sie zu der schwierigen Situation, in der die Landwirte heute zunehmend von externen Betriebsmitteln abhängig sind und die kontinuierlich sinkenden Verkaufserlöse das Überleben vieler kleiner Betriebe gefährden.

Energie- und Treibhausgasbilanzen des Betriebs

Um einen guten Überblick über die Energieverbräuche und der THG-Emissionen im Zitrusfrucht-Anbau zu bekommen, wurden 20 Betriebe ausgewählt. Diese repräsentieren die aktuelle Situation, da die Auswahl unterschiedliche Bewässerungssysteme sowie biologischen

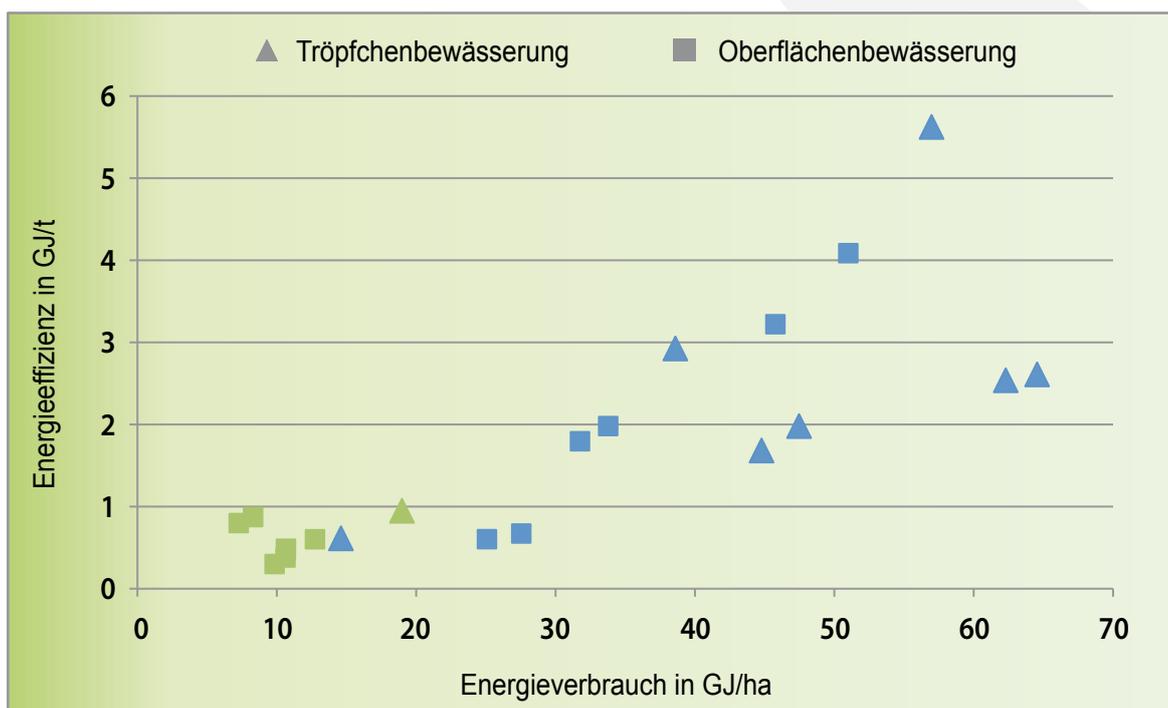


Abbildung 1: Energieverbrauch pro Hektar und pro Tonne für Tröpfchenbewässerung und Oberflächenbewässerung. Blau steht für konventionelle Betriebe und grün für Biobetriebe

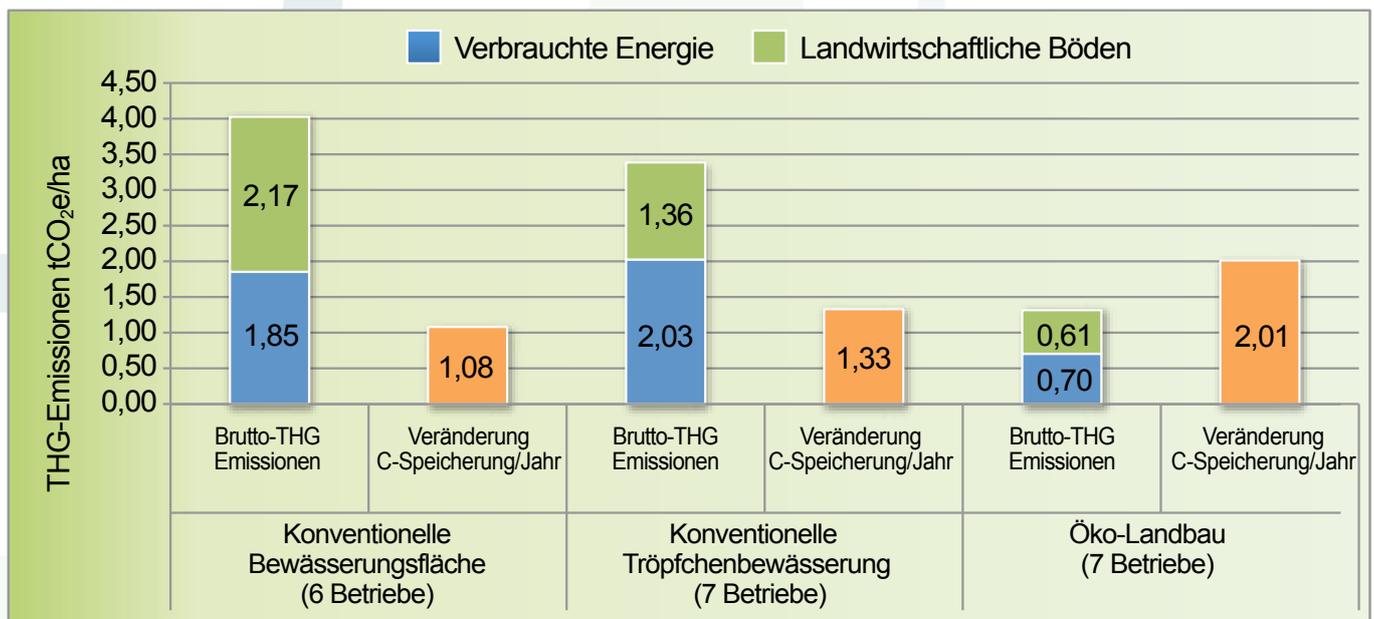


Abbildung 2: THG-Emissionen und C-Speicherung von konventionellen Betrieben mit Oberflächenbewässerung, konventionellen Betrieben mit Tröpfchenbewässerung und biologisch wirtschaftenden Betrieben

(7 Betriebe) und konventionellen Anbau (13 Betriebe) abdeckt. Betriebe mit Oberflächenbewässerung (12 Betriebe) haben sich im Durchschnitt als energieeffizienter herausgestellt, sowohl bei einer Betrachtung pro ha (22,4 GJ/ha) als auch pro produzierte Menge (0,95 GJ/t). Im Gegensatz benötigen die Betriebe mit Tröpfchenbewässerung durchschnittlich 29,98 GJ/ha und 1,35 GJ/t (hier traten jedoch große Unterschiede zwischen den untersuchten Betrieben auf) (Abbildung 1).

Bei den Betrieben mit Oberflächenbewässerung (8 Betriebe) stellen Düngemittel (52%) und Treibstoff (32%) die Hauptquellen für den Energieverbrauch dar. Maschinen (9%) und Pestizide (5%) spielen eher eine untergeordnete Rolle. Bei Betrieben mit Tröpfchenbewässerung macht alleine das Bewässerungssystem 55% des Verbrauchs aus, gefolgt von Düngemitteln mit 14%.

Da die Düngung durch die Düngegemeinschaft zentral geregelt wird, hat der einzelne Landwirt keinen Einfluss auf die Menge und somit auch nicht auf die entstehenden Energieverbräuche. Das bedeutet, dass der Landwirt rund 70% des Energieverbrauchs nicht beeinflussen kann. Der restliche Verbrauch teilt sich auf Treibstoff (19%), Kunststoffe und Bewässerungsrohre (7%), Maschinen (4%) und Pestizide (1%) auf.

Biologisch arbeitende Betriebe stellten sich als deutlich energieeffizienter heraus als konventionell wirtschaftende Betriebe - sowohl in der Betrachtung pro Hektar als auch pro produzierte Menge. Abbildung 2 zeigt, dass Bio-Betriebe einen geringeren Energieverbrauch pro Hektar und pro Tonne haben, was sich in erster Linie auf den Einsatz von Wirtschaftsdünger an Stelle von synthetischen Stickstoffdünger zurückführen lässt. Durch den langjährigen Einsatz spezieller Oberflächenbegrünung konnten einige Biobauern sogar eine Abnahme des Düngedarfs registrieren. Positiv wirkt sich zudem aus,

dass keine Herbizide eingesetzt werden und zur Insektenbekämpfung lediglich eine Behandlung mit Mineralöl im Sommer erfolgt.

Der Treibstoffverbrauch (87%), Plastiksäcke (8%) und Düngemittel (5%) sind die wichtigsten Energieverbrauchsquellen auf diesen Betrieben. Lediglich auf einem untersuchten Biobetrieb wurde Strom zur Bewässerung eingesetzt, was in diesem Falle 59% des Gesamtenergieverbrauchs ausmachte.

Die THG-Emissionen aus der eingesetzten Energie ähneln sich bei den beiden Bewässerungstypen (1,85 tCO₂e/ha für Oberflächenbewässerung und 2,03 tCO₂e/ha für Tröpfchenbewässerung). Bei den Emissionen aus den Böden zeigen sich größere Unterschiede (2,17 tCO₂e/ha für Oberflächenbewässerung und 1,36 tCO₂e/ha für Tröpfchenbewässerung).

Deutliche Unterschiede zeigen konventionelle und biologische Betriebe. Bio-Betriebe emittieren durchschnittlich 1,31 tCO₂e/ha und konventionelle Betriebe 3,7 tCO₂e/ha. Ein ganz ähnliches Bild ergibt sich bei der Betrachtung der Kohlenstoffspeicherung. Durch die systematische Bodenbedeckung auf Bio-Betrieben wird etwa doppelt so viel Kohlenstoff gespeichert wie auf konventionellen Betrieben mit zumeist nacktem Boden.

Die Vorteile der umgesetzten Maßnahmen

Aufgrund der unterschiedlichen Managementsysteme mussten die Maßnahmen für Orangenbetriebe differenziert betrachtet werden. Bei der Tröpfchenbewässerung konnten Bewässerungssensoren eingebaut und dadurch 29% des Gesamtenergieverbrauchs und 14% der Treibhausgas-Emissionen eingespart werden.

Bei den Betrieben mit Oberflächenbewässerung fokussieren die Maßnahmenpläne die Reduzierung des Stickstoffdüngers, die Einführung von Bodenbedeckung

Maßnahme	Tröpfchenbewässerung Konv		Oberflächenbewässerung Konv			Ökologischer Landbau		
	Energieeinsparung	THG-Minderung	Energieeinsparung	THG-Minderung	Beitrag zur C-Speicherung	Energieeinsparung	THG-Minderung	Beitrag zur C-Speicherung
Stickstoffbilanz	-	-	10%	11%	0%	1%	4%	0%
Untersaat	-	-	9%	9%	40%	8%	2%	10%
Bewässerungssensoren	29%	14%	kein Einfluss	kein Einfluss	kein Einfluss	kein Einfluss	kein Einfluss	kein Einfluss
SUMME	29%	14%	19%	20%	40%	9%	6%	10%

(was auch die Reduzierung des Herbizid-Einsatzes und des Dieserverbrauchs mit sich bringt) und den Aufbau ökologischer Infrastruktur. Für konventionelle Betriebe konnte durch diese Maßnahmen der Energieverbrauch um 19% und die THG-Emissionen um 20% gesenkt werden. Zudem wurde die Kohlenstoffspeicherung gesteigert. Bei den Bio-Betrieben sind die positiven Effekte mit 9% Energieeinsparung und 6% weniger THG-Emissionen geringer ausgefallen, was sich durch den effizienteren Ausgangszustand erklärt.

Eine ausgeglichene Stickstoffbilanz konnte kaum erreicht werden, da die meisten Landwirte auf den Erhalt ihrer Produktivität abzielen und eine gewisse Beratungsresistenz aufwiesen. Im Schnitt könnten 5-15% des N-Düngers eingespart werden, jedoch sind die Preise für den Dünger noch immer zu niedrig und die geringe Flächengröße (0,8 ha LN) verspricht nur geringe finanzielle Einspareffekte.

Die Einführung von bodenbedeckenden Pflanzen ist hingegen eine erfolgsversprechende Maßnahme, die sich durch vielfältige Vorteile auszeichnet. Der Einsatz von Herbiziden kann deutlich bis vollständig reduziert werden, die Bodenbearbeitung fällt weg. Damit verbunden sind ein hohes Energieeinsparpotenzial und finanzielle Vorteile. Die meisten Landwirte erinnern sich selbst noch daran, wie sie ihre Betriebe erfolgreich ohne Herbizideinsatz geführt haben und sind daher leichter zu überzeugen, sich wieder dieser Arbeitsweise zuzuwenden.

Die Schaffung ökologischer Strukturen durch die Pflanzung neuer Hecken wird nicht sofort, sondern mittelfristig für eine erhöhte Kohlenstoffspeicherung sorgen.

Die Installation von Bewässerungssensoren hat sich als eine sehr effiziente Maßnahme erwiesen, um Energieverbräuche und THG-Emissionen zu reduzieren, da die eingesparten Stromkosten die notwendigen Investitionskosten schon in wenigen Jahren kompensieren. Bei dieser Methode werden die Bewässerungssensoren mit einem zentralen Computer verbunden, der den Wasserbedarf und den Durchfluss kontrolliert.

Ein weiterer, bisher nicht überprüfter Vorteil, ergäbe sich aus der Verbesserung des Stickstoffmanagements durch die Reduktion der Auswaschung.



Photo: Jordi Domingo-FGN

Bodenbedeckung unter Orangenbäumen

Kern- und Steinobstanbau



Ort: Landkreis Bodenseekreis
(Bundesland Baden-Württemberg)

Photo: Bodensee-Stiftung

Informationen zum Betrieb

- 18,4 ha LN, Vollerwerbsbetrieb Kern- und Steinobstproduktion (15,2 ha Äpfel, 2,9 ha rote + schwarze Johannisbeeren, 0,3 ha Pflaumen).
- Jährliche Obstproduktion von ca. 555 t.
- Eigenes Controlled-Atmosphäre (CA)-Kühlager für Äpfel.
- Energieprofil: 60% Strom, 16% Kraftstoff, 8% Kunststoffe, 6% Gebäude.
- Hauptquellen der Treibhausgas-Emissionen: Strom 34%, Kraftstoff 23% und Gebäude 10%.

Nutzung der Abwärme aus den Kühllagern

60% des gesamten betrieblichen Energieverbrauchs entstehen durch den Strombedarf des CA-Kühlagers. Deshalb lohnt es sich hier besonders, Maßnahmen zur effizienteren Stromnutzung zu entwickeln. Mit der speziellen CA-Lagertechnik können die heimischen Äpfel von der Ernte im Herbst bis in das späte Frühjahr ohne Qualitätsverlust gelagert werden. Neben einer hohen Luftfeuchtigkeit, einem hohen CO₂- und einem niedrigen Sauerstoffgehalt in den Kühlkammern ist dafür eine konstant niedrigere Temperatur von 2-3°C erforderlich. Für diese mehrmonatige Kühlung benötigt der Betrieb sehr viel Energie. In den vergangenen 3 Jahren lag der

Umgesetzte Maßnahmen

Maßnahme	Energiereduktion	THG Reduktion
Nutzung der Abwärme aus den Kühllagern	26%	15%
Kombinierte Fahrten mit Mulchgerät und Spritze	1%	2%
Neuer Schlepper mit Energiesparteknik	3%	5%
TOTAL FARM	30%	21%

Energieverbrauch für die Obstkühlung bei rund 70.000 kWh pro Jahr. Die bei der Kühlung entstehende Abwärme musste mit Ventilatoren aus der Halle abgeführt werden. Um die vorhandene Abwärme zu nutzen hat der Betriebsleiter Wärmetauscher installiert, welche die Wärme aus der Abluft aufnehmen. Das damit vorgewärmte Wasser wird für die Warmwasserbereitung mit einer Holzhackschnitzelanlage verwendet. Das Warmwasser wird mittels Nahwärmeleitungen zur Heizung von zwei Wohnhäusern genutzt. Außerdem sind Unterkünfte für die Erntehelfer geplant. Damit kann auch das große Wärmeaufkommen im Herbst bei der Obsteinlagerung noch besser genutzt werden (Heizung und Warmwasserduschen). Die Anlage wurde Anfang März 2013 in Betrieb genommen. Die Investitionskosten betragen rund 65.000 Euro (Planung, Wärmetauscher, Pufferspeicher, Holzhackschnitzelanlage, Nahwärmeleitungen). Der Energiegewinn wird auf jährlich 30.000 kWh geschätzt, dies entspricht 7,05 tCO₂eq, die durch den eingesparten Verbrauch an Strom nicht emittiert werden.

Insgesamt kann der Landwirt durch die Umsetzung dieser Maßnahme 34% des gesamten Energieverbrauchs und 15% der gesamten Treibhausgas-Emission reduziert.

Kombinierte Fahrten mit Mulchgerät und Spritze

Mit 16% ist der Dieselverbrauch der zweite große Energieträger des Betriebs. Die häufigen Überfahrten in den Obstanlagen führen zu einem Jahresverbrauch von rund 200 Litern Diesel pro Hektar.

Die Kombination von Arbeitsgängen (Spritzen und gleichzeitiges Mulchen) kann pro Jahr zwischen 5 und 7 Überfahrten auf der Obstfläche einsparen. Kombiniertes Fahren benötigt zwar etwa 20% mehr Diesel, dafür spart man aber eine Fahrt. Der Betriebsleiter wird dies ab 2013 testen und mit seinem neuen Schlepper auch genau messen können. Kombiniertes Fahren ist auf etwa 12 Hektar möglich, tendenziell im Zeitraum Juni - September.

Dies entspricht einer Gesamtersparnis von ca. 290 Litern Diesel, entsprechend rund 13 GJ Energie (ca. 1,1%) und 0,84 tCO₂eq (ca. 10,5%). Für diese technische Innovation müssen ca. 20.000 Euro investiert werden.

Neuer Schlepper mit Energiespartetechnik

Der bisherige Obstbauschlepper war 30 Jahre alt. Das Diesel-Einsparpotenzial durch einen neuen verbrauchsarmen Obstbau-Schlepper liegt bei schätzungsweise 20%. Dies ermöglicht eine Einsparung von ca. 800 Litern Diesel, entsprechend rund 41GJ Energie (ca. 3%) und 2,6 tCO₂eq (ca. 32%). Der neue Schlepper wurde 2012 gekauft (Investitionsvolumen rund 60.000 Euro).

Zusammen ergeben diese beiden Maßnahmen ein Einsparpotenzial von 27% des gesamten Dieserverbrauchs. Gesamtbetrieblich bedeutet das eine Energieeinsparung von **4%** und eine Verringerung der THG-Emissionen von **7%**.



Photo: Jochen Griebel (WOG Öhringen)

Produktion von erneuerbarer Energie für einen Weinkeller in Italien



Ort: Castiglione del Lago,
Region Umbrien, (Mittelitalien)

Photo: Anna Gattobigio – Vitivinicola 'Il Poggio'

Informationen zum Betrieb

- 8 ha LN Weinberg, verschiedene Rebsorten.
- Jährliche Produktion: 50 t Trauben, 300 Hektoliter Wein.
- Energieprofil: Verpackung/Flaschen 43%, Strom 23%, Treibstoff 20%.
- Zentrale THG-Emissionsquellen: Verpackung/Flaschen 53%, Treibstoff 17%, Strom aus dem öffentlichen Netz 13%.
- Jährlicher Energieverbrauch (vor der Installation der Photovoltaikanlage): 12.500 kWh/Jahr.

Das kleine Weingut liegt im südlichen Hügelland am Trasimenosee auf einer Höhe von 260m. Aufgrund der hochwertigen Traubenqualität ist das Weingut Mitglied im gemeinnützigen Verein „Trasimeno Hills Wine Road“, der sich für die Regionalentwicklung einsetzt.

Im Jahr 2005 entschied sich der Betriebsleiter für eine Erneuerung der Fässer in der Kellerei, um die Besonderheiten des Weins zu fördern. Jedes Fass ist für eine bestimmte Weinqualität vorgesehen, um so den Geschmack und den typischen Geruch bestmöglich zu erhalten. Etwas später

wurde noch ein Kühlsystem für die Fermentation eingerichtet, was zu einer Erhöhung der Stromkosten führte. Dementsprechend repräsentiert der Stromverbrauch 23% des gesamten Energieverbrauchs auf dem Betrieb. Aus diesem Grund und aufbauend auf den politischen Förderungen für die Produktion von erneuerbarer Energie in Italien, wurde 2011 auf dem Dach der Weinkellerei eine Photovoltaikanlage installiert.

Die installierte Leistung beträgt 46,20 kW auf einer Fläche von 350m² und die Module bestehen aus polykristallinem Silizium. Die produzierte Energie, 52.000 kWh pro Jahr, deckt 70% des gesamten Energieverbrauchs des Weinguts ab. Ein kleinerer Teil wird in das öffentliche Netz eingespeist und ermöglicht den Betreibern ein zusätzliches Einkommen. Die Investition amortisiert sich nach 12 Jahren (gesamtes Investitionsvolumen: 154.000 Euro). Gleichzeitig reduzierte der Betrieb den Gesamtenergieverbrauch um **16%** und die Treibhausgasemissionen um **9%**.

Schlussfolgerungen

Durch die Entwicklung des gemeinsamen Programms ACCT zur Analyse der Energieverbräuche und THG-Emissionen konnten in vier großen EU-Agrarstaaten mehr als 120 landwirtschaftliche Betriebe erfasst und bewertet werden. Innerhalb der dreijährigen Monitoringphase haben die AgriClimateChange-Projektpartner ACCT bei sehr unterschiedlichen Betriebstypen angewendet und an verschiedene Produktionssysteme angepasst.

Mit der Erstellung einer Energie- und THG-Bilanz erhielten viele Landwirte einen neuen Blickwinkel auf ihren Betrieb und neue Erkenntnisse zu betrieblichen Zusammenhängen und Abläufen. Mit Hilfe dieser „Klimaschutzbrille“ stieg oft die Motivation, Klimaschutzmaßnahmen zu planen und umzusetzen.

Mit Hilfe der Energie- und THG-Bilanz können die Reduktionspotenziale abgeschätzt werden und so ein sinnvoller und individueller Maßnahmenplan entwickelt werden. Die Analyseergebnisse haben gezeigt, dass es in Bezug auf Energieverbrauch und THG-Emissionen auch innerhalb vergleichbarer Betriebsstrukturen sehr große Unterschiede geben kann. Welche Verbesserungspotenziale tatsächlich möglich sind, hängt auch sehr eng mit der aktuellen Klimaschutz-Performance zusammen. Betriebe mit eher geringem Verbrauch und niedrigen Emissionen haben eher bescheidene Möglichkeiten zur Verringerung (10%). Betriebe mit hohen Verbräuchen und Emissionen können dagegen zwischen 30 und 40% einsparen.

Klimaschutz in der Landwirtschaft bedeutet nicht zwangsläufig, dass große Investitionen getätigt werden müssen. Damit zukünftig die Einsparpotenziale in der Landwirtschaft besser genutzt werden können, ist insbesondere eine fundierte Unterstützung durch landwirtschaftliche Berater notwendig, vor allem im Ackerbau. Entsprechend müssen die Berater in Sachen Klimaschutz ausgebildet und weiterqualifiziert werden.

In betrieblichen Maßnahmenplänen sollten nicht nur kurz- und mittelfristig umsetzbare Maßnahmen enthalten sein, sondern es sollten auch Klimaschutzmaßnahmen aufgenommen werden, die Perspektiven für eine langfristige und nachhaltige Betriebsentwicklung aufzeigen. Dazu zählt unter anderem, dass zukünftig der Anteil organischer Substanz in den landwirtschaftlich genutzten Böden erhöht wird.

Insgesamt bedeutet aktiver Klimaschutz für die Landwirtschaft auch, dass die Betriebe wettbewerbsfähig bleiben, vor allem wenn sie weniger abhängig von fossiler Energie werden. In den kommenden Jahren werden Klimaschutzmaßnahmen zunehmend Bestandteil der Agrarförderpolitik werden. Dabei werden die Behörden (EU, national und regional) sowohl strengere Vorschriften in Bezug auf Klimaschutz erlassen als auch Förder- und Finanzierungsinstrumente entwickeln, damit auch die Landwirte ihren Beitrag zum Klimaschutz leisten können. Auch die Verbraucher entscheiden sich mehr und mehr für umweltschonende und klimafreundliche Lebensmittel, so dass hier für klimaschonend wirtschaftende Landwirte neue Vermarktungsmöglichkeiten entstehen können.



Kontakt

Solagro (Frankreich)

Nicolas Métayer
75 Voie du TOEC
CS 27608 – 31076 TOULOUSE Cedex 3. France.
Tel: +33 5 67 69 69 69
nicolas.metayer@solagro.asso.fr
www.solagro.org



Fundación Global Nature (Spanien)

Eduardo de Miguel
C/Real 48
28231 Las Rozas (Madrid). Spain.
Tel: +34 91 710 44 55
edemiguel@fundacionglobalnature.org
www.fundacionglobalnature.org



Bodensee-Stiftung, Lake Constance Foundation (Deutschland)

Patrick Trötschler
Fritz-Reichle-Ring 4
78315 Radolfzell. Germany.
Tel.: +49 (0)7732-9995-41, Fax: +49 (0)7732-9995-49
p.troetschler@bodensee-stiftung.org
www.bodensee-stiftung.org



Comunità Montana
Associazione dei Comuni
"Trasimeno - Medio Tevere"

Comunità Montana (Italien)

Louis Montagnoli
Viale Dante Alighieri 2
I-06063 Magione, Perugia. Italy.
Tel. +39 075 847411 Fax:+39 075 8474120
lmontagnoli@cmtrasimento.it
www.montitrasimeno.umbria.it



Región de Murcia (Spanien)

Francisco Victoria
C/ Catedrático Eugenio Ubeda, 3
30008 Murcia. Spain.
Tel.: +34 968 22 88 65
Francisco.victoria@carm.es
www.lessco2.es



www.agriclimatechange.eu

Dankragung

Die Partner des Projekts AgriClimateChange möchten den 120 Landwirten in Deutschland, Italien, Frankreich und Spanien, die freiwillig an diesem Projekt teilgenommen haben, ganz herzlich danken.

Während der über dreijährigen Projektlaufzeit war ihre Mitarbeit und ihr Einsatz ein zentraler Erfolgsfaktor für die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen in den unterschiedlichen Regionen und Betriebstypen.

Dank ihrem Interesse und ihrer Mitarbeit entstand ein konstruktives Miteinander, das die Qualität der Umsetzung von Maßnahmen spür- und messbar verbessert hat.

Dank diesem Engagement der Pilotbetriebe können zukünftig viele weitere Landwirte von den praktischen Erfahrungen profitieren und aktiv zum Klimaschutz beitragen.

Redaktion:

AgriClimateChange Projektpartner

Graphikdesign, Illustrationen:

Eric Péro (spyro) - www.imageric.fr

September 2013

© Solagro

Co-Finanziers

