

### 3 Methodischer Ansatz

Harald Schmid, Britta Blank, Jörg Bokemeyer, Michaela Braun, Klaus-Dieter Buchwald, Olaf Christen, Helmut Frank, Eva Höhne, Kurt-Jürgen Hülsbergen, Antje Kassow, Ulrich Köpke, Patrick Lind, Harald Maier, Daniel Neuhoff, Johann Peter, Jan Plagge, Hans Marten Paulsen, Gerold Rahmann, Hans-Jürgen Reents, Hennig Rudolf, Jan Rücknagel

#### 3.1 Netzwerk Pilotbetriebe

Ein wesentliches Projektziel bestand im Aufbau des Netzwerks von Pilotbetrieben mit 40 ökologischen und 40 konventionellen Betrieben. Der erste Arbeitsschritt war die Auswahl der Pilotbetriebe.

##### Kriterien der Betriebsauswahl

Um ein breites Spektrum an Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen zu erfassen, wurden vier Projektregionen gebildet:

- Region Süd: Tertiärhügelland Bayerns (Marktfrucht- und Gemischtbetriebe) und Allgäu (Milchviehbetriebe),
- Region West: Niederrheinische Bucht (Marktfrucht- und Gemischtbetriebe) und Grünland dominierte Mittelgebirgsstandorte (Milchviehbetriebe),
- Region Nord: niederschlagsreiche und niederschlagsarme Diluvialstandorte der Nord- und Ostsee-Küstenregionen (jeweils Marktfrucht-, Gemischt- und Milchviehbetriebe),
- Region Ost: Lößstandorte des mitteldeutschen Trockengebiets (Marktfruchtbetriebe) und Diluvialstandorte der Altmark und des Spreewalds (Gemischt- und Milchviehbetriebe).

##### Betriebsauswahl

Die untersuchten Betriebstypen sind:

- Marktfruchtbetriebe (Viehbesatz < 0,1 GV/ha),
- Gemischtbetriebe mit Marktfruchtbau und Milchviehhaltung,
- Milchviehbetriebe.

In jeder der vier Projektregionen wurden auf der Basis eines einheitlichen Fragebogens 10 ökologische Betriebe und 10 benachbarte konventionelle Betriebe ausgewählt, die jeweils Betriebspaare bilden, die unter ähnlichen Standortbedingungen wirtschaften. Die Auswahl erfolgte anhand der in Tabelle 3.1-1 dargestellten Kriterien.

**Tabelle 3.1-1:** Kriterien für die Auswahl der Betriebe

Kriterium	Milchviehbetrieb	Gemischtbetrieb	Marktfruchtbetrieb
Erwerbsart	Vollerwerb		
Betriebsgröße	über dem regionalen Durchschnitt		
Ökologische Bewirtschaftungszeit	mindestens 7 Jahre		
Tierbesatz, Milchvieh (GV/ha)	> 0,5	0,1 – 0,5	< 0,1
Leistungs- und Ertragsniveau	Spreizung über die regionale Spannweite		
Anteil Grünlandfläche			< 10 %
Anteil Weizen am Ackerland			≈ 20 %
Milchviehrasse	Holstein, Fleckvieh, Braunvieh		
Haltungssystem	Laufstall mit Variationen (Weidegang, Laufhof)		
Dokumentation	Bereitschaft digitale Ackerschlagkartei zu nutzen/einzuführen		
Buchführung	Erforderlich		
Ökonomische und soziale Indikatoren	Bereitschaft, erforderliche Daten zu liefern		
Betriebspaare und Flächenpaare	Mitarbeitswillige Betriebspartner		
Bereitschaft zur langfristigen Zusammenarbeit	Erforderlich		
Synergien zu ähnlichen Projekten	Vorteil: Nutzung bereits erhobener Daten		

In einem Erstgespräch wurden die Betriebe hinsichtlich ihrer Eignung zur Projektteilnahme eingeschätzt. Den Betriebsleitern wurden die Ziele des Projekts, das methodische Vorgehen und die Mitwirkung der Betriebe während der Projektlaufzeit dargelegt.

Die konventionellen Partnerbetriebe wurden nach den gleichen Kriterien wie die ökologischen Pilotbetriebe ausgewählt. Wichtig war die räumliche Nähe zum ökologischen Partnerbetrieb (möglichst direkt angrenzende Flächen mit ähnlichen Bodeneigenschaften). Zudem sollten die ökologischen und konventionellen Partnerbetriebe auf einem vergleichbaren Leistungsniveau (jeweils für den ökologischen und konventionellen Landbau standorttypische Milchleistungen und Getreideerträge) wirtschaften und im Wesentlichen eine regionaltypische Betriebsausrichtung aufweisen.

Bei der Auswahl der ökologischen Betriebe kam es darüber hinaus darauf an, verschiedene Anbauverbände einzubeziehen (Tabelle 3.1-2), wobei auch regionale Unterschiede (Biopark, Gäa in der Region Ost, Biokreis in der Region Süd) zum Tragen kamen.

**Tabelle 3.1-2:** Anbauverbände der ökologischen Betriebe

	Region Süd	Region West	Region Ost	Region Nord	Summe
Gesamt	10	10	10	10	40
Bioland	6	6	3	6	21
Naturland	2	1	1	1	4
Demeter	1	3	2	1	6
Biopark				2	2
Biokreis, Gää, Ökohof	1		2		3
EU			2		2

Für besonders aufwändige Analysen (Messung von Treibhausgasen, Modellvalidierung, etc.) wurden zusätzlich die Versuchsstationen der beteiligten Institute/Lehrstühle einbezogen (Tabelle 3.1-3).

**Tabelle 3.1-3:** Nomenklatur der Pilotbetriebe

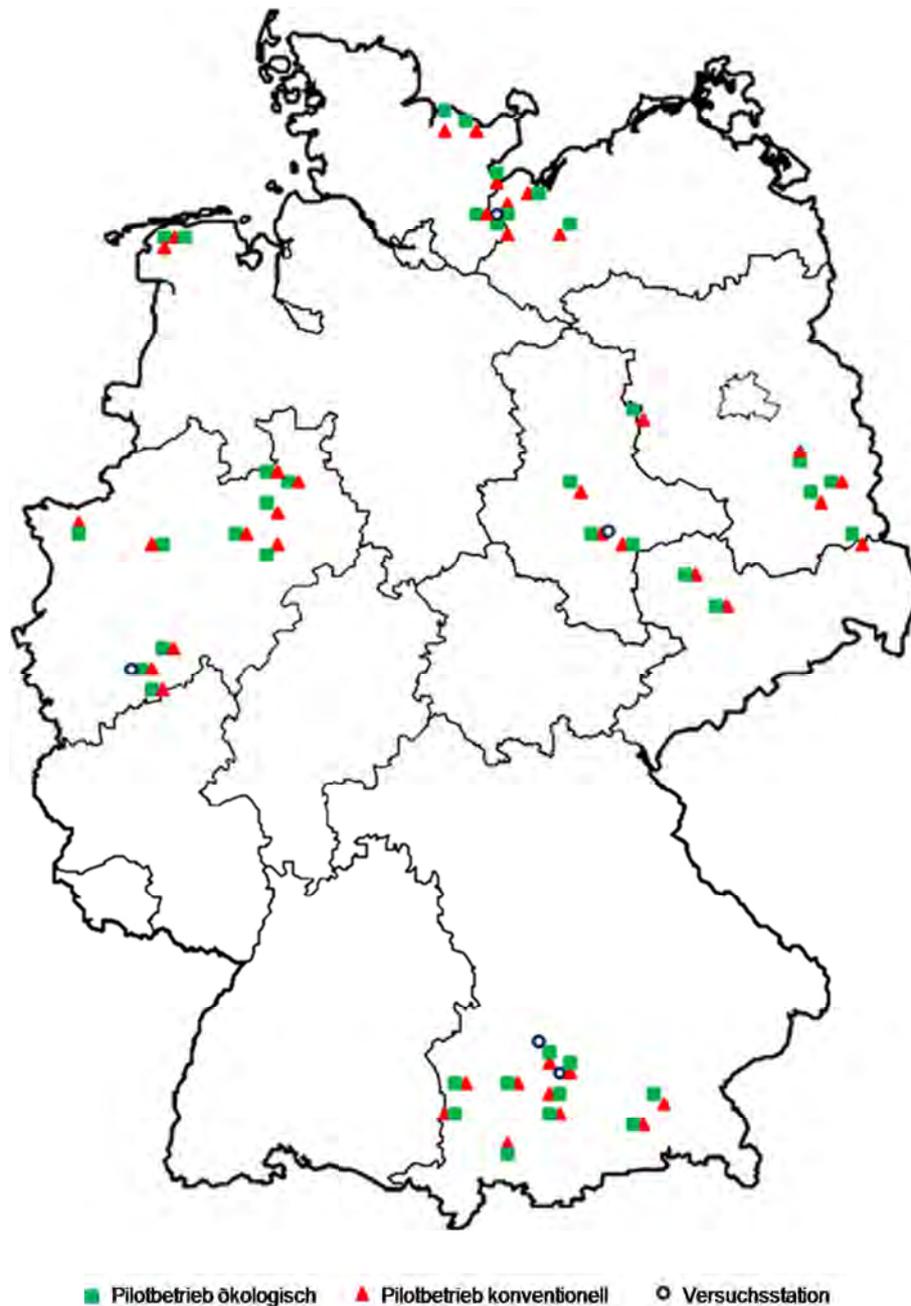
Nr.	Betrieb/Region	Bewirtschaftung
01	Versuchsstation Viehhausen (TUM)	Öko
02	Versuchsstation Scheyern (Helmholtz Zentrum München)	Öko
03	Versuchsstation Scheyern (Helmholtz Zentrum München)	Kon
04	Versuchsbetrieb Wiesengut (IOL)	Öko
06	Lehr- und Versuchsstation Bad Lauchstädt (MLU)	Öko
08	Versuchsbetrieb Trenthorst – Milch (TI)	Öko
09	Versuchsbetrieb Trenthorst – Marktfrucht (TI)	Öko
10-19	Pilotbetriebe Süd	Öko
20-29	Pilotbetriebe Süd	Kon
30-39	Pilotbetriebe West	Öko
40-49	Pilotbetriebe West	Kon
50-59	Pilotbetriebe Ost	Öko
60-69	Pilotbetriebe Ost	Kon
70-79	Pilotbetriebe Nord	Öko
80-89	Pilotbetriebe Nord	Kon

Den Pilotbetrieben wurden einheitliche Nummern zugeordnet (Tabelle 3.1-3), die während der gesamten Projektlaufzeit von allen Partnern verwendet werden.

Die Lage der Pilotbetriebe ist in Abbildung 3.1-1 dargestellt. Durch diese regionale Gliederung werden sehr unterschiedliche Boden-Klima-Regionen einbezogen. So sind die Klimabedingungen

des maritimen Nordens, der trocken-kontinentalen Mitte, des niederschlagsreichen Südens sowie des mild-feuchten Westens der Bundesrepublik Deutschland und die jeweils standorttypischen Böden berücksichtigt.

**Abbildung 3.1-1:** Lage der Pilotbetriebe und Versuchsstationen



Es kann somit nicht der Anspruch erhoben werden, flächendeckende, repräsentative Aussagen für die Landwirtschaft in Deutschland zu treffen. Vielmehr sollen charakteristische und regionstypische Betriebsbeispiele untersucht, Tendenzen aufgezeigt und allgemeine Schlussfolgerungen gezogen werden.

## 3.2 Datenerfassung, Monitoring, Analytik

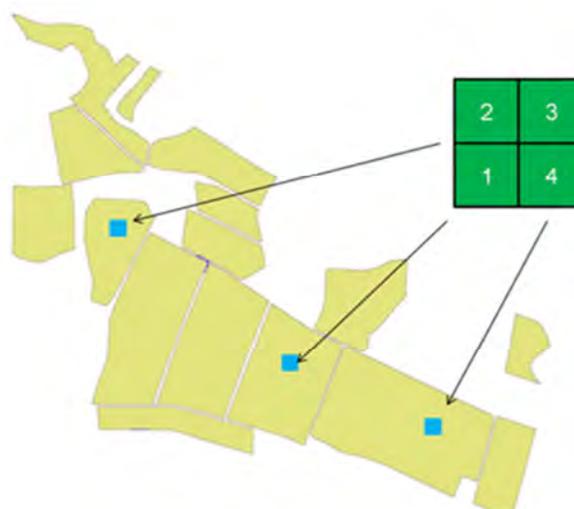
### 3.2.1 Flächenauswahl und Anlage von Testflächen

Je Pilotbetrieb wurden bis zu 9 Testflächen innerhalb größerer Schläge (> 1 ha) angelegt.

Die Auswahl der Testflächen erfolgte durch die Bearbeiter vor Ort anhand der Fruchtartenliste des Betriebs, unter Berücksichtigung von Standortkarten (Reichsbodenschätzung, Konzeptbodenkarte) und einer Geländebegehung. Die Homogenität der Testflächen wurde durch Einstiche mit einem Bohrstock überprüft.

Die Testflächen wurden stationär angelegt, d.h. sie wechseln im Untersuchungszeitraum nicht mit der Fruchtfolge. Die Kern-Testflächen, auf denen die überwiegende Zahl der Untersuchungen stattfindet, haben eine Größe von 20 x 20 m, die in vier Quadranten (Wiederholungen) zu je 10 x 10 m eingeteilt wurden. Die Testflächen wurden mittels hochgenauen GPS vermessen. Die Anordnung der Testflächen ist in Abbildung 3.2-1 dargestellt.

**Abbildung 3.2-1:** Lage der Testflächen innerhalb der Schläge eines Pilotbetriebs



Anhand der Fruchtfolge des Pilotbetriebs erfolgte die Festlegung der Flächen. Für die Untersuchungen wurden die Testflächen auf den Betrieben einheitlich nummeriert (Tabelle 3.2-1).

**Tabelle 3.2-1:** Codierung der Testflächen

Flächennummer	Kultur	Jahr	Alternative Kultur*
1	Winterweizen	2009	Dinkel, Triticale, Winterroggen
2	Winterweizen	2010	Dinkel, Triticale, Winterroggen
3	Winterweizen	2011	Dinkel, Triticale, Winterroggen
4	Luzerne-Klee gras	2009	Luzernegras, Klee gras, Luzerne, Klee
5	Luzerne-Klee gras	2010	Luzernegras, Klee gras, Luzerne, Klee
6	Luzerne-Klee gras	2011	Luzernegras, Klee gras, Luzerne, Klee
7, 8, 9	Grünland		

\* falls kein Winterweizen vorhanden

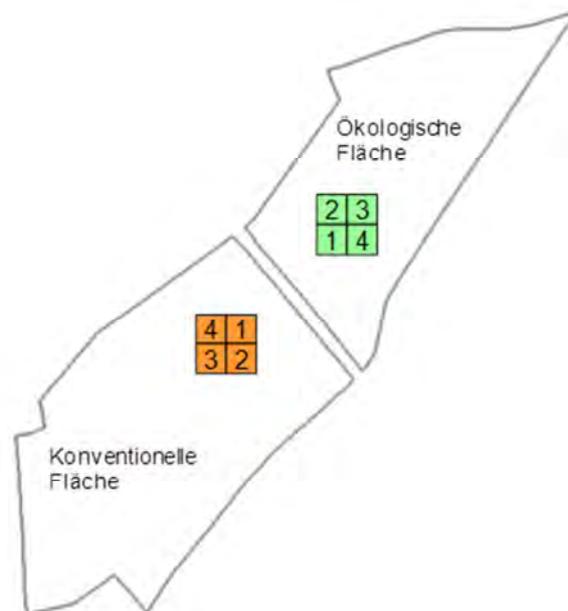
Die Auswahl der Testflächen erfolgte nach folgenden Kriterien:

- langjährige Nutzung als Ackerland (kein Grünlandumbruch in den letzten 20 Jahren) bzw. langjährige Nutzung als Grünland (keine Umwandlung von Ackerland in Grünland in den letzten 20 Jahren),
- Beachtung von typischen Standortbedingungen und Zuordnung der Bodendaten (inkl. Kartenmaterial),
- Zuordnung der Testflächenpaare (ökologisch - konventionell) anhand der Bodenkenndaten,
- Sonstige Auswahlkriterien (Besichtigung vor Ort, Befragung des Betriebsleiters):
  - homogene Fläche, typische Bodenform des Betriebes (Extreme vermeiden),
  - ebene oder nur leicht geneigte Flächen (keine Hanglage, kein Kolluvium),
  - vergleichbares Höhenniveau der Testflächenpaare,
  - kleinräumige Geländegestaltung (Hecken, Feldgehölzen, Wäldern, etc.) vermeiden,
  - Mindestabstand vom Feldrand 20 m (besser doppelter Fahrgassenabstand),
  - keine ehemalige Mietenplätze, Wege, Siedlungsplätze, Gräben, etc.,
  - keine stauernässten oder zeitweilig zur Stauernässung neigende Flächen,
  - keine Auffälligkeiten im Wuchsbild der Vegetation.
- Bodenprofilansprache der Testflächenpaare (Bohrstock): Übereinstimmung bei folgenden gemeinsamen pedogenen Merkmalen:
  - Abfolge und Mächtigkeit der Horizonte,
  - horizontweise Bodenfarbe,
  - horizontweise Bodenart,

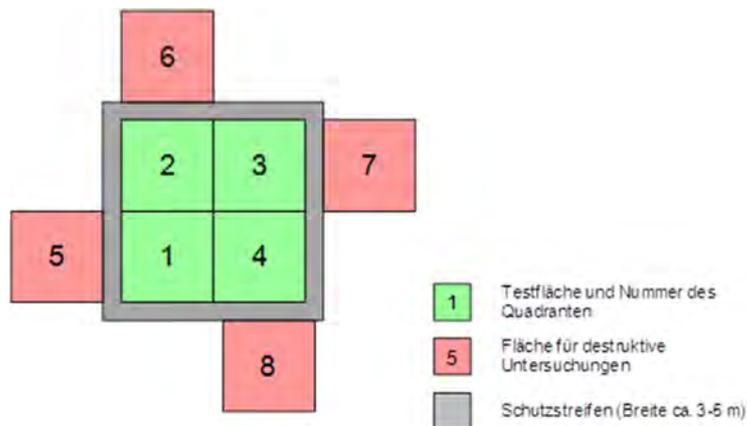
- horizontweiser Carbonatgehalt (HCL-Test),
- vergleichbare Durchwurzelungstiefe.

Auf eine möglichst enge räumliche Nähe zwischen den ökologischen und konventionellen Flächen wurde geachtet. Eine ideale Anordnung zeigt Abbildung 3.2-2.

**Abbildung 3.2-2:** Ideale Anordnung von ökologischer und konventioneller Testfläche



Um die Testflächen wurde ein Schutzstreifen von 3 bis 5 m vorgesehen. Außerhalb dieses Schutzstreifens sind die Flächen für destruktive Beprobungen, z.B. Profilgruben (Abbildung 3.2-3). Die Lage der jeweiligen Testflächen, Quadranten und Zusatzflächen wurde allen Projektbeteiligten zugänglich gemacht und wurde im Methodenhandbuch festgehalten. Jeder Quadrant erhielt eine eindeutige Kennzeichnung.

**Abbildung 3.2-3:** Anordnung der Testflächen und Zusatzflächen

## 3.2.2 Bodenuntersuchungen

### Physikalische Bodenuntersuchungen

Die bodenphysikalischen Untersuchungen wurden auf ausgewählten Testflächen (Winterweizen oder alternative Fruchtart) in den vier Regionen durchgeführt. Die Probennahme erfolgte auf den Testflächen in einer Bodentiefe 20 und 35 cm. In den Laboruntersuchungen wurden folgende Parameter analysiert (Tabelle 3.2-2).

**Tabelle 3.2-2:** Parameter der bodenphysikalischen Analysen

Parameter	Verfahren	Quelle
Korngrößenverteilung	Gestörte Bodenproben, Sieb- und Pipettmethode	DIN ISO 11277 (2002), AG Bodenkunde (2005)
Festsubstanzdichte (FSD)	Gestörte Bodenproben, Heliumpyknometer	Hartge und Horn (1989)
Trockenrohddichte (TRD)	Stechzylinder, Trocknung bei 105 °C	DIN ISO 11272 (2001)
Luftkapazität (LK)	Luftkapazität der Stechzylinder (Saugspannung: -6 kPa)	DIN ISO 11274 (2001)
Gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf-Wert)	Stechzylinder, stationären Anlage	DIN 19683 (1998)
Mechanische Vorbelastung (pV)	Graphische Bestimmung nach Druck-Trockenrohddichtefunktionen aus eindimensionalem drainierten Kompressionsversuch	Casagrande (1936), DIN 18135 (1999)
Aggregatdichte (ARD)	Gestörte Bodenproben, Aggregate (8-10 mm), Wasserspannung von -6 kPa	Rücknagel et al. (2007)



**Tabelle 3.2-3:** Parameter der bodenchemischen Analysen

Parameter	Verfahren	Quelle
TS	Trockenschrankverfahren bei 105°C	VDLUFA Methodenbuch I Kap. A 2.11
pH	pH Elektrode, 0,01 M CaCl <sub>2</sub> , Verhältnis Boden : Lösung (1:2,5)	Schachtschabel (1971)
C <sub>org</sub>	Verbrennungsverfahren nach Dumas	DIN ISO 10694 Tabatabai und Bremner, (1991)
N <sub>t</sub>	Verbrennungsverfahren nach Dumas	DIN ISO 10694 Tabatabai und Bremner (1991)
P <sub>CAL</sub>	Extraktion mit CAL, photometrisch Ammoniummolybdat, Kaliumantimonoxidtartrat und Ascorbinsäure	Schüller (1969), Murphy u. Riley (1962), VDLUFA Methodenbuch I.A Kap. 6.2.1.1
K <sub>CAL</sub>	Extraktion mit CAL, Flammenphotometer	Schüller (1969), VDLUFA Methodenbuch I.A Kap. 6.2.1.1
C <sub>HWL</sub>	Hydrolysat durch 1-stündiges Erhitzen (100 °C), Verhältnis Boden : dest. Wasser = 1:5, katalysatorgestützten Pyrolyse (800 °C)	DIN ISO 10694 VDLUFA Methodenbuch I.A Kap. 4.3.2
N <sub>HWL</sub>	Hydrolysat durch 1-stündiges Erhitzen (100 °C), Verhältnis Boden : dest. Wasser = 1:5, thermokatalytisch Oxidation, Chemolumineszenzdetektor	DIN ISO 10694 VDLUFA Methodenbuch I.A Kap. 4.3.2
C <sub>MIK</sub>	substratinduzierten Respiration, Heinemeyer-Apparatur	Heinemeyer et al. (1989), Alef (1991), DIN ISO 16072

### 3.2.3 Pflanzenanalysen

#### Bonitur und Ertragsfassung von Winterweizen

In den Getreide-Testflächen (Winterweizen oder alternative Fruchtart) wurden zu verschiedenen Zeitpunkten Bonituren der Bestandesdichte und des Krankheitsbefalls durchgeführt. Zur Reduzierung des Fahrtenaufwands wurden diese zeitgleich mit dem 1. und 2. Schnitttermin in Klee gras bzw. Grünland durchgeführt.

Die Schätzung des Bodendeckungsgrades erfolgte mit Hilfe eines Göttinger Schätzrahmens auf mindestens zwei zufällig ausgewählten Schätzflächen je Quadrant.

Krankheitsbonituren fanden an mindestens vier zufällig ausgewählten Stellen je Quadrant statt. Die zu erfassenden Krankheiten waren:

- *Puccinia striiformis* (Gelbrost),
- *Puccinia recondita* (Braunrost),
- *Erysiphe graminis* (Echter Mehltau),
- *Septoria* spp. (Blattdürre bzw. -bräune).

Bis zu einer Woche vor dem zu erwartenden Erntetermin wurden im Bestand Pflanzenproben genommen. Ziel war die Bestimmung von Ertragsstruktur und Ertrag.

Mit einer Handschere wurden je Quadrant zwei zufällig ausgewählte, repräsentative Teilstücke zu insgesamt 2 m<sup>2</sup> geschnitten und folgende Parameter bestimmt:

- Anzahl der Ähren je m<sup>2</sup>,
- Frisch- und Trockenmasse von Korn und Stroh,
- Tausendkorngewicht (TKG).

Anschließend wurden die Proben gemahlen und am IOL auf die Nährstoffe N, P, K und C untersucht.

### **Bonituren und Ertragserfassung von Luzerne-Kleegras und Grünland**

Die Bonitur und Ertragserfassung erfolgte etwa eine Woche vor der geplanten Nutzung durch den Landwirt. Mit einer Handschere wurden je Quadrant, an vier zufällig ausgewählten Schätzflächen jeweils 0,25 m<sup>2</sup> geschnitten. Am geernteten Pflanzenmaterial wurde die Frisch- und Trockenmasse bestimmt und eine Teilprobe zu Analyse (N, P, K und C-Gehalt) an das IOL geschickt.

Vor dem Schneiden wurde mit Hilfe des Schätztrainers von Stein-Bachinger et al. (2004) der Anteil der Fraktionen Gräser, Kräuter und Leguminosen geschätzt.

### **Pflanzenanalytik**

Die Analytik erfolgt im Labor des IOL, an getrocknetem und auf < 2 mm gemahlene Probenmaterial. Folgende Parameter werden analysiert (Tabelle 3.2-4):

**Tabelle 3.2-4:** Parameter der Pflanzenanalyse

Parameter	Verfahren	Quelle
TS	Trockenschränkverfahren bei 105°C	VDLUFA Methodenbuch I Kap. A 2.11
C <sub>t</sub>	Verbrennungsverfahren nach Dumas	Tabatabai und Bremner (1991)
N <sub>t</sub>	Verbrennungsverfahren nach Dumas	Tabatabai und Bremner (1991)
P	Säureaufschluss am Mikrowellengerät, photometrisch mit Ammoniumheptamolybdat und Ascorbinsäure	
K	Säureaufschluss am Mikrowellengerät, AAS	

### 3.2.4 Analyse von Futtermitteln und Futterrationen

Die in viehhaltenden Betrieben eingesetzten Futtermittel wurden mengenmäßig erfasst und beprobt. Zusätzlich wurden Daten über die Futtermittellager (Lagerart, -bauform und Lagerbedingungen) sowie zur Fütterung und Futtermittelnutzung erhoben.

#### Probenahme

Die Beprobung von Silagen erfolgte bei Flachsilos mit einem Silobohrstock vertikal in den Silostock. Die Mischprobe aus mehreren repräsentativen Einstichen wurde sofort gekühlt, anschließend tiefgefroren. Bei anderen Silobauarten (Tiefsilos, Hochsilos) wurde die Probenahme entsprechend angepasst.

Die Entnahme von Heuproben erfolgte ebenfalls mit dem Bohrstock. Bei den Probenahmen war darauf zu achten, dass alle Feinteile erhalten bleiben. Die Heuproben wurden in Plastikbeutel gefüllt, überschüssige Luft herausgestrichen, der Beutel verschlossen. Die Probe wurde bis zum Versand kühl und dunkel gelagert.

Bei Grün- und Weidefutter wurde eine repräsentative Mischprobe gebildet, die nach der Probenahme in Plastiktüten gefüllt, sofort gekühlt und anschließend tiefgefroren wurde.

Kraftfutter und Kraftfuttermischungen wurden repräsentativ als Teilproben mit einem Probennehmerspeer aus den jeweiligen Vorratsbehältern beprobt, wobei eventuelle Schichtungen der Mischung im Behälter berücksichtigt wurden. Die Teilproben wurden anschließend zu einer Mischprobe vermengt, in Plastikbeutel gefüllt und bis zur Analyse gekühlt gelagert.

#### Analytik

Die Futtermittel werden im Labor des OEL-TI untersucht. Proben mit einem hohem Feuchtigkeitsgehalt (Silagen, Frischfutter) wurden vor dem Vermahlen (1 mm) auf einen Feuchtigkeitsgehalt von 8-12 % vorgetrocknet. In Tabelle 3.2-5 sind die analysierten Parameter und die zugehörigen Verfahren aufgelistet.

**Tabelle 3.2-5:** Analysierte Parameter der Futtermittel

Parameter	Verfahren	Quelle
TS	Trockenschrankverfahren, 105°C	VDLUFA Methodenbuch III (1997) Kap. 3.1
Rohprotein	Verfahren nach Kjeldahl	VDLUFA Methodenbuch III (1997) Kap. 4.1.1
Rohasche	Veraschung bei 550°C	VDLUFA Methodenbuch III (1997) Kap. 8.1
Rohfett	saure Hydrolyse mit anschließender Petrolether-Extraktion	VDLUFA Methodenbuch III (1997) Kap. 5.1.1
Rohfaser	Glühverlust nach Säure- und Laugebehandlung	VDLUFA Methodenbuch III (1997) Kap. 6.1.1
N-freie Extraktstoffe	Rechnerisch	VDLUFA Methodenbuch III (1997) Kap. 7

### Futterrationen

Die Futterrationen für die verschiedenen Leistungsgruppen der Milchkühe und der Nachzucht (Jungvieh, Färsen, Kälber) wurden erfasst. Hierbei wurde zwischen Sommer- und Winterfütterung, Weide- und Stallfütterung unterschieden. Auf den Betrieben vorhandene Ergebnisse von Futtermittelanalysen wurden einbezogen.

### 3.2.5 Analyse von Wirtschaftsdüngern

Auf den viehhaltenden Betrieben wurden alle anfallenden und eingesetzten Wirtschaftsdünger (auch zugekaufte organische Dünger) beprobt. Zusätzlich wurde die jährlich anfallende Menge der verschiedenen Wirtschaftsdünger erhoben.

Die Proben für Gülle und andere flüssige Wirtschaftsdünger wurden aus den Lagerstätten entnommen. Soweit möglich, wurde die Gülle zuvor durch Rühren homogenisiert. Anschließend wurden an mehreren Stellen mit einem Eimer Proben entnommen. Aus der Mischprobe wurden zwei Wiederholungen (ca. 0,75 l) abgefüllt, sofort gekühlt und anschließend tiefgefroren.

Feste Wirtschaftsdünger wurden auf dem Stapel beprobt. An mehreren Stellen wurden repräsentative Proben entnommen und zu einer Mischprobe (ca. 1 kg) vereint. Diese Mischproben wurden sofort gekühlt und anschließend tiefgefroren.

### Analytik

Die Wirtschaftsdüngerproben werden im Labor des OEL-TI auf nachfolgende Parameter analysiert (Tabelle 3.2-6).

**Tabelle 3.2-6:** Parameter der Wirtschaftsdüngeranalyse

Parameter	Verfahren	Quelle
Trockensubstanz	Trockenschrankverfahren bei 105°C	VDLUFA Methodenbuch I Kap. A 2.11
C <sub>t</sub>	Elementaranalyse	ISO 10694 (1995)
org. Substanz	Glühverlust bei 550°C	VDLUFA Methodenbuch II.1 2. Erg. (2004) Kap. 10.1
N <sub>t</sub>	Verfahren nach Kjeldahl	VDLUFA Methodenbuch II.1 2. Erg. (2004) Kap. 3.5.11
NH <sub>4</sub> -N	Destillation mit Natronlauge	VDLUFA Methodenbuch II.1 2. Erg. (2004) Kap. 3.2.1.
P	trockene Veraschung, Säureaufschluss, photometrisch Bestimmung nach Anfärbung (Vanadat-Molybdat)	VDLUFA Methodenbuch II.1 2. Erg. (2004) Kap. 4.3.2
K	Trockene Veraschung, Säureaufschluss, AAS	VDLUFA Methodenbuch II.1 2. Erg. (2004), Kap. 5.1.3
basisch wirksame Bestandteile, CaO	Lösung mit HCl, Titration des Säureüberschusses	VDLUFA Methodenbuch II.1 2. Erg. (2004), Kap. 6.3.2
pH	pH Elektrode, direkt oder Verdünnung mit Wasser (1:2)	VDLUFA Methodenbuch II.2 Kap. 4.3

### 3.2.6 Betriebsdatenerfassung

Auf den Pilotbetrieben wurden allgemeine Betriebs- und Standortdaten sowie jahresspezifische Bewirtschaftungsdaten erfasst. Die Datenaufnahme umfasste die Daten auf der untersten Bewirtschaftungsebene im Pflanzenbau (Schlag bzw. Teilschlag) und in der Tierhaltung (Stallbereich: Tiere gleicher Leistungs-, Alters-, Fütterungsklasse). Die Daten sind in Tabelle 3.2-7 aufgelistet.

**Tabelle 3.2-7:** Parameter der Betriebsdatenerfassung

Analyseschwerpunkt	Erfasste Betriebsdaten
Standortparameter	
Schlagdaten	Schlagnummer, -name, Größe, Entfernung zum Hof, Schlagkonturen (GIS)
Standort- und Bodendaten	Bodenart, Bodenzahl, Ackerzahl/Grünlandzahl, Zustandsstufe, Bodenform
Bodenchemie	Bodenuntersuchungsdaten (incl. Termin und Tiefe): pH, P, K,
Pflanzenbau	
Fruchtarten	Haupt-, Zwischenfrüchte, Untersaaten, Sorte
Saatguteinsatz	Herkunft, Termin, Menge, Art des Saatgutes
Düngung	mineralisch und organisch Düngung: Mittel, Termin, Menge Zukauf und Verkauf (org. Dünger)
Pflanzenschutz	Mittel, Termin, Menge
Ertrags- und Qualitätskennzahlen	für Haupt-, Nebenprodukt, Zwischenfrüchte, Untersaaten Anzahl der Ernten (Schnitte bzw. Nutzungen); Leguminosenanteil Termin, Menge (optional Inhaltsstoffe)
Produktverwendung	für Haupt-, Nebenprodukt, Zwischenfrüchte, Untersaaten Verwendung: z.B. Gründüngung, Originalsubstanz, Silage, Heu, etc. Verbleib: z.B. Verkauf, Lager, Saatgut, Futter, Biogasanlage, etc.
Verfahren	Bearbeitung: Termin, Schlepper, Maschinen und Geräte Arbeitsbreite und -tiefe Leistung, Leergewicht, Nutzlast, Tankvolumen Bereifung, Luftdruck (optional Kraftstoffverbrauch)
Lagerhaltung	
Produktlager, PS-Lager, Düngemittellager	Ort, Lagerbeschreibung Termin, ein- und ausgelagerte Menge (Lagerprotokoll) Lagerung, Lagerbedingungen, Lagerdauer
Tierhaltung	
Tierbestand und Tierartenstruktur	Tierart und -rasse, Produktionsrichtung Aufstellungsart, Haltungssystem, Melksystem Auszüge aus der HIT-Datenbank
Tierleistung	Lebendgewicht, Anfangs- u. Endgewicht, Tageszunahme, Mastdauer Leistung bzgl. Milch, Eier, Wolle, Inhaltsstoffe, etc. Anzahl der Nachkommen, Durchgänge, Säugetage
Zu- und Verkauf, Verluste	Tiere und tierischer Produkte Termin, Menge (optional Inhaltsstoffe)
Tiergesundheit	Gesundheitliche Probleme, Medikamenteneinsatz
Futtereinsatz	Weidetage (Termin) Fütterungssystem, Futtereinsatz Weide und Stall, Futterrationen Eigen- und Zukaufsfutter (incl. Mineralfutter), Menge (optional Inhaltsstoffe)
Stallhaltungssystem	Aufstallung, Bauart, Stroheinsatz Anfall organischer Dünger, Verarbeitung (Zwischenlager), Menge, (optional Inhaltsstoffe, TS)

### 3.2.7 Klima- und Witterungsdaten

Die Klima- und Witterungsdaten wurden vom Deutschen Wetterdienst bereitgestellt.

Es werden aktuelle Witterungsdaten, beispielsweise zur Modellierung der Bodenfeuchtedynamik auf ausgewählten Testflächen als Eingangsgrößen für das Modell zur Bodenschadverdichtung sowie als Information zur Interpretation der Ertragsdaten benötigt.

- Langjährige Daten:
  - Temperatur (°C)
  - Niederschlag (mm)
  - R-Faktoren u. R-Faktorenverteilung
  
- Langjährige und aktuelle Daten für die Bodenfeuchtedynamik (0 – 60 cm):
  - FK (Vol%)
  - PWP (Vol%)
  - nFK (Vol%)
  - nFK (%)
  
- Aktuelle Daten:
  - Temperatur (°C)
  - Niederschlag (mm)
  - Luftfeuchtigkeit (%)
  - Sonnenscheindauer (h) bzw. Globalstrahlung ( $\text{J cm}^{-2}$ )
  - Windgeschwindigkeit ( $\text{m s}^{-1}$ )
  - Potentielle und aktuelle Evapotranspiration (mm)

### 3.2.8 Literatur

- AG Bodenkunde (2005) Bodenkundliche Kartieranleitung, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 5. Auflage, Hannover 2005
- Alef K (1991) Methodenhandbuch Bodenmikrobiologie Ecomed, Landsberg am Lech
- Casagrande A (1936) The determination of preconsolidation load and its practical significance. Proc. of the 1st Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng., Cambridge 3:60-64
- Diez T (1991) Beurteilung des Bodengefüges im Feld. Möglichkeiten, Grenzen und ackerbauliche Folgerungen. In: Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit 2, BMELF (Hrsg.), Hamburg und Berlin, 96-103
- DIN 18135 (1999) Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Eindimensionaler Kompressionsversuch
- DIN 19682-10 (2007) Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau – Felduntersuchungen - Teil 10 Beschreibung und Beurteilung des Bodengefüges
- DIN 19683 (1998) Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau - Physikalische Laboruntersuchungen - Teil 9: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit in wassergesättigten Stechzylinderbodenproben
- DIN ISO 10694 (1996) Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von organischem Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung (Elementaranalyse). Beuth Verlag, Berlin, Wien, Zürich

- DIN ISO 11272 (2001) Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der Trockenrohdichte. Beuth Verlag, Berlin, Wien, Zürich
- DIN ISO 16072 (2005) Bodenbeschaffenheit – Laborverfahren zur Bestimmung der mikrobiellen Bodenatmung. Beuth Verlag, Berlin, Wien, Zürich
- Hartge K, Horn R (1989) Die physikalische Untersuchung von Böden. Enke Verlag, Stuttgart
- Heinemeyer O, Insam H, Kaiser EA (1989) Soil microbial biomass and respiration measurements: An automated technique based on infrared gas analysis. *Plant Soil* 116:191-195
- ISO 10694 (1995) Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von organischem Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung (Elementaranalyse). Beuth Verlag, Berlin, Wien, Zürich
- Murphy J, Riley JP (1962) A modified single solution method for determination of phosphat in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 27:31-36
- Rücknagel J, Hofmann B, Paul R, Christen O (2007) Estimating precompression stress of structured soils on the basis of aggregate density and dry bulk density. *Soil Till. Res.* 92:213-220
- Schachtschabel P (1971) Methodenvergleich zur pH-Bestimmung von Böden. *Z. Pflanzenern. Bodenk.* 130:37-43
- Schüller H (1969) Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates im Boden. *Z. Pflanzenern. Bodenk.* 123:48-63
- Stein-Bachinger K, Bachinger J, Schmitt L (2004) Nährstoffmanagement im ökologischen Landbau – ein Handbuch für Beratung und Praxis. KTBL-Schrift 423. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt
- Tabatabai MA, Bremner JM (1991) Automated instruments for determination of total carbon, nitrogen, and sulfur in soils by combustion techniques. In SMITH, K. A. (ed.): *Soil Analysis – Modern instrumental techniques*, 261-285
- VDLUFA Methodenbuch I (1991) Die Untersuchung von Böden, 4. Aufl. 1991, inkl. 2. bis 5. Teillieferungen: 1197/2002/2004/2007
- VDLUFA Methodenbuch II. 1 (1995) Die Untersuchung von Düngemitteln, 4. Aufl., inkl. 1. bis 4. Ergänzungslieferung 1999/2004/2007
- VDLUFA Methodenbuch II. 2 (2000) Die Untersuchung von Sekundärrohstoffdüngern, Kultursubstraten und Bodenhilfsstoffen, 1. Auflage 2000
- VDLUFA Methodenbuch Band III (1997) Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 1976 mit Ergänzungslieferungen 1983, 1988, 1993, 1997. VDLUFA-Verlag Darmstadt

### **3.3 Kommunikationsstruktur**

#### **3.3.1 Datendrehscheibe**

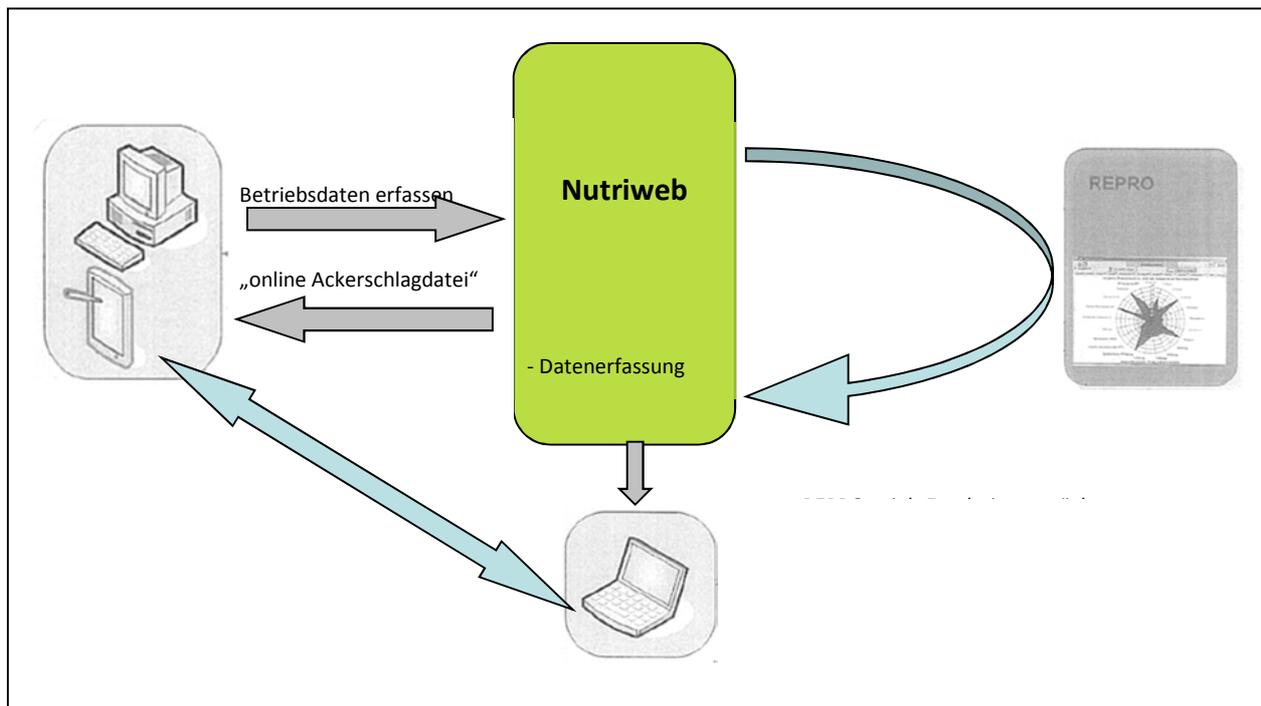
Im Projekt wird die Datendrehscheibe Nutriweb als zentrale Datenbank für alle erhobenen Daten verwendet. Sie dient der effizienten Datenerfassung in den Betrieben und dem Datentransfer. Nutriweb ist ein von der Firma Intact (Österreich) entwickeltes internetbasiertes Dokumentationssystem. Ausschlaggebend für diese Wahl war die dreijährige Praxiserfahrung durch die BBG,

bei der sich diese Datenbank im Qualitätsmanagementsystem des Pflanzenbaus und der Milch bewährt hat.

Alle für das Projekt relevanten landwirtschaftlichen Primärdaten wurden im System Nutriweb schlagbezogen erfasst. Jeder Landwirt kann (Passwort geschützt) seine eigenen, betriebsbezogenen Daten einsehen und kontrollieren. Alle Projektmitarbeiter können Daten in Nutriweb einstellen und für Auswertungen darauf zugreifen.

Die betrieblichen Bewirtschaftungsdaten des Pflanzenbaus werden in Form einer Ackerschlagkartei aufbereitet und abgelegt. Die zur weiteren Bearbeitung und Auswertung im Modell REPRO zur Stoff- und Energiebilanzierung notwendigen Daten können exportiert werden. Zwischen Nutriweb und dem Modell REPRO besteht eine Schnittstelle (Abbildung 3.3-1). REPRO übernimmt die auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüften Betriebsdaten, führt die Berechnungen zur Ermittlung der ökologischen Indikatoren durch und übergibt die Ergebnisdaten zurück an Nutriweb. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden in der zentralen Datenbank abgelegt, einschließlich der Auswertungsergebnisse des Modells REPRO.

**Abbildung 3.3-1:** Schema zum Datentransfer mit der Datendrehscheibe Nutriweb



Die Datendrehscheibe trug dazu bei, die Datenauswertung deutlich zu vereinfachen und die beteiligten Landwirte wesentlicher enger in das Vorhaben einzubinden. Neben der Möglichkeit aller Beteiligten, die Datenerfassung zurückzuverfolgen und auf Plausibilität zur prüfen, ist der Einblick in den Stand der Ergebnisse vom großen Vorteil. Hier kann ein Benchmarking (Vergleich eines Betriebes mit der Gesamtheit aller Betriebe (oder Teilen hiervon)) durchgeführt werden. Jeder Pilotbetrieb hat einen persönlichen Zugang zur Datenbank, so dass betriebspezifische Daten

eingesehen werden können und Vergleiche zu den anderen Betrieben durchgeführt werden können.

### 3.3.2 Intranet

Mit dem Projektstart wurde auch eine interne Kommunikationsplattform eingerichtet. Jeder Projektmitarbeiter hat einen persönlichen Zugang zu dieser Plattform. Diese beinhaltet:

- Projektkalender zur Arbeits- und Zeitplanung,
- Ablagefächer Protokolle, Berichte, etc.

### 3.3.3 Projekttreffen

Die regelmäßig stattfindenden Projekttreffen werden vom Koordinationsteam geplant und abwechselnd in den verschiedenen Regionen durchgeführt. Teilnehmer dieser Treffen sind alle Projektmitarbeiter und eingeladene Gäste. Die Projekttreffen dienen

- zur Abstimmung von Arbeits- und Zeitplänen,
- zum Abgleich der Methoden,
- zur interne Vernetzung der Projektarbeiten,
- zum kritischen Hinterfragen und Diskutieren der Methodik und der Projektergebnisse,
- zur Abstimmung von Optimierungsmöglichkeiten.

Folgende Projekttreffen haben bisher stattgefunden:

- 12./13.11.08 Freising Arbeitstreffen zum Start des Projektes
- 03./04.02.09 Halle Arbeitstreffen zum Abgleich der Methodik
- 17./18.06.09 Bonn Arbeitstreffen zur interne Vernetzung
- 21./22.01.10 Freising Optimierungsmöglichkeiten und Vernetzung mit Partnern
- 21./22.09.10 Trenthorst Stand der Datenerfassung/Optimierungsmöglichkeiten
- 22./23.04.11 Augsburg Stand der Auswertung und Verlängerung des Projektes
- 26./27.10.11 Halle Datenübergabe und Abschlussbericht
- 18.04.12 Bonn erreichter Stand und Planung Folgeprojekt
- 10.10.12 Freising erreichter Stand, Abschlussbericht und Planung Folgeprojekt
- Okt. 13 Augsburg geplant

### 3.3.4 Regionale Workshops

In den einzelnen Untersuchungsregionen wurden regionale Workshops durchgeführt, an denen die beteiligten Landwirte in der Region, die beteiligten Berater (BBG) und Wissenschaftler sowie eingeladene Gäste teilnahmen, um gemeinsam die ersten Projektergebnisse zu diskutieren.

Folgende regionale Workshops haben 2010 stattgefunden:

- 26.02.10 Trenthorst (Landwirte: 11)
- 02.03.10 Freising (Landwirte: 16)
- 04.03.10 Halle (Landwirte: 3)
- 12.03.10 Haus Düsse (Region West) (Landwirte: 7).

Im ersten Jahr (2010) bestand ein Hauptziel dieser Treffen, die beteiligten Landwirte über den Umfang des Projektes und die ersten Ergebnisse zu informieren, sie transparent daran teilhaben zu lassen, und Ihnen die Möglichkeit zu geben, sich mit kritischen Anregungen daran zu beteiligen und ihre Vorschläge konstruktiv ins Projekt einfließen zu lassen. Ein weiterer Schwerpunkt lag darin, neben den projektbezogenen Fachvorträgen sich auszutauschen und kennenzulernen.

Die Reaktionen der Landwirte auf den Workshops waren durchweg positiv.

Ziel der zweiten Runde der regionalen Workshops (2011) war es, die Pilotbetriebe über den aktuellen Stand des Gesamtprojektes zu informieren. In diesem Zusammenhang wurden die aktuellen Ergebnisse der Arbeitsgruppen vorgestellt und diskutiert. Jeder Pilotbetrieb erhielt die vorliegenden betriebsspezifischen Auswertungen (Analysenwerte von Futtermittel und Wirtschaftsdünger, Inhaltstoffe und Erträge von Klee gras/Grünland und Getreide, Energie- und Nährstoffkreisläufe, Bilanzierungsergebnisse); zudem wurden horizontale Betriebsvergleiche vorgestellt. Die teilnehmenden Landwirte waren sehr interessiert und es fand ein reger Austausch mit konstruktiven Diskussionen aller Beteiligten statt. Alle teilnehmenden Landwirte äußerten den ausdrücklichen Wunsch, das Projekt über den bisherigen Zeitraum hinaus fortzuführen.

Folgende regionale Workshops haben 2011 stattgefunden:

- 07.02.11 Freising (Landwirte: 15)
- 15.02.11 Halle (Landwirte: 3)
- 16.02.11 Trenthorst (Landwirte: 10)
- 23.02.11 Bonn (Landwirte: 10).

Aufgrund des großen Interesses der Pilotbetriebe wurde in den Regionen Nord, Süd und West im Jahr 2011 ein zusätzlicher Praxisworkshop organisiert. Ziel des Tages war die praxisnahe Diskussi-

on der aktuellen Ergebnisse, incl. Schwachstellenanalyse anhand des Betriebes auf dem der Workshop stattfand:

- 07.06.11            Region Süd
- 21.06.11            Region West
- 23./24.11.11        Region Nord (Ostfriesland und Mecklenburg).

Im November 2012 wurde in der Region Süd ein regionaler Workshop mit 15 Landwirten durchgeführt. Die in den anderen Regionen geplanten Workshops konnten nicht abgehalten werden.

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes wurden am 27.02.2013 am Thünen-Institut in Braunschweig in Form einer wissenschaftlichen Tagung vorgestellt. Diese Tagung war mit über 120 Teilnehmern gut besucht und fand auch in der Presse gute Resonanz. In den darauffolgenden Monaten erschienen in der Fachpresse mehrere Artikel zum Projekt und seinen Ergebnissen.

# **Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme - Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben**

**Kurt-Jürgen Hülsbergen, Gerold Rahmann (Hrsg.)**

**Thünen Report 8**

**Bibliografische Information:**  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

*Bibliographic information:*  
*The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliography; detailed bibliographic data is available on the Internet at [www.dnb.de](http://www.dnb.de)*

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter [www.ti.bund.de](http://www.ti.bund.de)

*Volumes already published in this series are available on the Internet at [www.ti.bund.de](http://www.ti.bund.de)*

**Zitationsvorschlag – Suggested source citation:**

**Hülsbergen K-J, Rahmann G (eds.)** (2013) Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme - Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 412 p, Thünen Rep 8

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

*The respective authors are responsible for the content of their publications.*



THÜNEN

## Thünen Report 8

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*

Johann Heinrich von Thünen-Institut  
Bundesallee 50  
38116 Braunschweig  
Germany

[thuener-report@ti.bund.de](mailto:thuener-report@ti.bund.de)  
[www.ti.bund.de](http://www.ti.bund.de)

ISSN 2196-2324  
ISBN 978-3-86576-108-8  
DOI:10.3220/REP\_8\_2013  
urn:nbn:de:gbv:253-201311-dn052695-5

# **Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme - Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben**

**Kurt-Jürgen Hülsbergen, Gerold Rahmann (Hrsg.)**

**Thünen Report 8**

**Prof. Dr. Kurt-Jürgen Hülsbergen** (Hrsg.)  
Technische Universität München  
Alte Akademie 12  
85350 Freising-Weihenstephan  
E-Mail: sekretariat.oekolandbau@wzw.tum.de

**Prof. Dr. Gerold Rahmann** (Hrsg.)  
Thünen-Institut für Ökologischen Landbau  
Trenthorst 32  
23847 Westerau  
E-Mail: gerold.rahmann@ti.bund.de

### **Thünen Report 8**

Weihenstephan/Trenthorst, im November 2013