

Institut für
Pflanzenbau und Bodenkunde

*Institute for
Crop and Soil Science*

Pflanzenproduktion - ein altes Arbeitsgebiet zukunftsfähig machen

Das Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde bearbeitet grundlegende und angewandte Fragen der landwirtschaftlichen Primärproduktion und des Schutzes ihrer natürlichen Ressourcen. Die Arbeitsbereiche umfassen dabei schwerpunktmäßig

- nachhaltige Pflanzenbausysteme
- angewandte Bodenkunde
- Düngung und Düngemittel
- Grünlandwirtschaft
- Pflanzenernährung und
- Klimaanpassung.

Dabei richten sich die Forschungsaufgaben vorrangig auf originäre Ziele der Nachhaltigkeit wie die Erzeugung hochwertiger Nahrungs- und Futtermittel für Mensch und Tier oder die Anpassung der landwirtschaftlichen Produktion an sich ändernde klimatische Bedingungen.

Ein wichtiges Arbeitsziel des Institutes ist es, belastbare Daten für die Forschung, Beratung und Praxis bereitzustellen. Dabei nimmt die Digitalisierung und die Verfügbarkeit

verschiedenster Datenquellen sowie die Entscheidungshilfe einen immer größeren Stellenwert bei der Entscheidungsfindung ein.

Aus diesem Grund wurde das Forschungszentrum für landwirtschaftliche Fernerkundung (FLF) geschaffen, das den Informationsbedarf aus Fernerkundungsdaten für das JKI, das Ministerium, weitere Behörden und die Praxis unterstützen kann.

Zu den Aufgaben des FLF zählen die Erstellung aktueller landwirtschaftlicher Geoinformationen. Dabei sollen insbesondere auch die Ergebnisse und Methoden aus Drittmittelprojekten mit fernerkundlichem Bezug operationell verfügbar gemacht und den jeweiligen Nutzergruppen in geeigneter Form zur Verfügung gestellt werden. Derzeit befindet sich ein Web-Portal im Aufbau, mit dem es möglich wird, Zugriff auf aktuelle Daten und Informationsprodukte zu erhalten (ff.julius-kuehn.de/webdienste/web-client.html).



Crop production - making an old field of work sustainable

The Institute for Crop and Soil Science addresses fundamental and applied research issues of primary agricultural production and the protection of its natural resources. The research covers

- sustainable cropping systems
- applied soil science
- fertilization and fertilizers
- grassland research
- plant nutrition and
- adaptation of agriculture to climate change.

The research tasks are primarily focused on fundamental sustainability goals such as the production of high-quality human food and animal feed, or the adaptation of agricultural production to changing climatic conditions.

In a digitized world, trustworthy and reliable data for research, advice and practice are the fundamental basis. Digitalization and the availability of various data sources, as well as decision support, are becoming increasingly important in decision-making.

For this reason, the JKI created the Research Centre for Agricultural Remote Sensing (FLF). Deriving information from remote sensing data, it can support the respective needs of the JKI, the Ministry, other authorities and farmers.

The working tasks of the FLF include the production of up-to-date agricultural geoinformation. In particular, the results and methods from third-party funded projects with a remote sensing background will get operational and become available to the respective user groups in a suitable form. Currently there is a web portal under construction, which will allow access to current data and information products (ff.julius-kuehn.de/webdienste/web-client.html).

Neben dem FLF sind am Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde weitere spezielle Einheiten angesiedelt wie

- die Stabstelle Grünland,
- die Arbeitsgruppe nationale Nährstoffbilanz und
- die Beratungsstelle für Biometrie.

Das Institut bearbeitet derzeit rund 50 Forschungsprojekte mit unterschiedlichsten Fragestellungen. In dieser Broschüre möchten wir Ihnen einen kleinen Einblick in die derzeitigen Aktivitäten des Instituts für Pflanzenbau und Bodenkunde geben.

Agronomische Bewertung von (Recycling-)Düngern

Eine ausgewogene Versorgung von Kulturpflanzen ist wichtig für die Erzeugung qualitativ hochwertiger landwirtschaftlicher Erzeugnisse, wobei eine Überdüngung unbedingt vermieden werden sollte. Nur wenn es gelingt, Nährstoffkreisläufe (vorrangig die von Stickstoff und Phosphor) in der Landwirtschaft sinnvoll zu schließen, besteht die Möglichkeit, Nährstoffausträge in aquatische und terrestrische Ökosysteme und somit deren Eutrophierung langfristig zu minimieren. Die Klärschlammaufbereitung und Produktion von Recyclingdüngern aus den Fällungsproduk-

ten und Aschen stellt dabei einen Baustein dar. Wir stehen heute vor der Herausforderung, diese Recyclingprodukte sinnvoll zu bewerten, zum einen hinsichtlich ihrer agronomischen Effizienz aber auch hinsichtlich ihrer Belastung mit Schwermetallen und organischen Schadstoffen.

Das Institut arbeitet daran, die Durchführung von Gefäßversuchen zur Bewertung der agronomischen Effizienz von Düngemitteln zu standardisieren. Darüber hinaus wird untersucht, ob und inwieweit alternative chemische Labormethoden (insbesondere P-Senkenmethoden) besser geeignet sind als herkömmliche chemische Extraktionsmethoden, um die agronomische Effizienz von Recyclingprodukten reproduzierbar abzubilden. In Feldversuchen werden darüber hinaus Recyclingprodukte hinsichtlich ihrer längerfristigen Düngereigenschaften betrachtet, da auch die Nährstoffnachlieferung in den Folgejahren einen wichtigen Beitrag zur Nährstoffversorgung der Pflanzen leisten kann.



In addition to the FLF, the Institute hosts other special units such as the grassland secretary,

- the working group "national nutrient balance" and
- the biometrics advice center.

The Institute is currently working on around 50 research projects with a wide variety of issues. In this brochure, we would like to give you a little insight into our current activities.

Agronomic evaluation of recycling fertilizers

The balanced fertilization of agricultural crops is a prerequisite for the production of valuable agricultural products under environmentally friendly conditions. It is essential to avoid any surplus in nutrient application to prevent environmental problems such as eutrophication. Closing of nutrient cycles, especially those of nitrogen (N) and phosphorus (P), reveals the possibility of avoiding too high nutrient losses into adjacent aquatic and terrestrial environments and helps to prevent eutrophication of ecosystems.

Recycling of sewage sludge to produce recycling fertilizers from precipitation products and from ashes is one aspect in the sustainable use of non-renewable nutrient P and in closing the nutrient cycle of P. Today it is a challenge to evaluate such recycling fertilizers with respect to their agronomic efficiency but also to their contamination by heavy metals and organic contaminants.

Standardization of pot trials for the agronomic evaluation of fertilizers is one topic of research at the Institute. Moreover, alternative chemical extraction methods such as sink methods (DGT) are evaluated and compared to classical chemical extraction procedures. Long-term fertilizer effects of recycling fertilizer products are investigated in field trials, as such products can contribute to the nutrient supply of the following season.

Stressfaktoren beeinflussen das Pflanzenwachstum und die Inhaltsstoffzusammensetzung im Ertragsorgan

Eine Vielzahl von Stressfaktoren wirkt sich negativ auf das Wachstum und auf die Inhaltsstoffzusammensetzung von Pflanzen aus. Dabei stellt Nährstoffmangel ebenso einen Stressfaktor dar wie Trockenheit, Salz, Pathogene oder anthropogene Kontaminationen wie z. B. Schwermetalle. In den letzten Jahrzehnten wurde der enge Zusammenhang zwischen der Schwefelversorgung der Pflanze und ihrer Resistenz gegenüber Pathogenen aufgedeckt. Zahlreiche schwefelhaltige Metabolite aus dem Primär- und Sekundärstoffwechsel stiegen mit einer Pilzinfektion an und sind direkt mit der Stressantwort der Pflanze verknüpft. Basierend auf diesen Studien wurde untersucht, ob sich der Sekundärstoffwechsel von Pflanzen generell durch Stress induzieren lässt. Es konnte gezeigt werden, dass sich die Qualität von Heil- und Gewürzpflanzen durch künstlich angelegten, leichten Stress modulieren ließ, indem der Sekundärstoffwechsel der Pflanzen aktiviert wurde.

Da zukünftig damit zu rechnen ist, dass längere niederschlagsarme Perioden die deutsche Landwirtschaft vor neue Herausforderungen stellen, ist es wichtig, die Konsequenzen

und Möglichkeiten daraus schon heute zu analysieren. Derzeit wird am Institut in unterschiedlichen Versuchen analysiert, welche Metaboliten und enzymatischen Reaktionen Stress induzieren, wie sich Stress auch positiv nutzen lässt und welche Maßnahmen geeignet sind, negative Stressfaktoren zu minimieren.

Phänotypisierung und Sensorik

Die Züchtung von neuen Sorten ist sehr zeitaufwändig und dauert oft mehrere Jahre vom ersten Genotyp bis hin zur anerkannten Sorte. Die Bonitur und Bewertung der unterschiedlichen Genotypen im Züchtungsprozess ist besonders personalintensiv und limitiert die Anzahl der Testkreuzungen. Um den Züchtungsprozess zu beschleunigen, ist es sinnvoll, die Anzahl der Testpopulationen zu erhöhen und dabei automatische zerstörungsfreie Methoden zur Erfassung und Bewertung von Pflanzeigenschaften einzusetzen. Am Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde werden Sensorsysteme entwickelt und getestet, um mit zerstörungsfreien Methoden wie zum Beispiel Reflexionsmessungen wichtige Eigenschaften der Pflanzen wie die Biomasse, den Chlorophyllgehalt oder die Anzahl von Einzelpflanzen zu bestimmen. Dabei kommen feldgestützte Verfahren oder unbemannte Flugsysteme (Drohnen) zum Einsatz.



Environmental stress affects crop growth and qualitative composition of plant parts

Different environmental stress conditions can affect plant growth as well as the composition of the plant ingredients. Nutrient deficiency is one important stress factor besides drought, high salt concentrations, pathogens and anthropogenic contaminations such as heavy metals. In the past, the close correlation between the sulphur status of the crop and its health status was proven in numerous experiments. Several sulphur-containing metabolites of the primary and secondary metabolism are connected to the stress response of the crop to fungal pathogens. Based on the findings the Institute investigated whether the secondary metabolism can be induced by controlled stress. Results revealed the possibility of increasing the quality of medicinal and herbal plants by controlled artificial stress. These results are also important against the background of increasing drought and stress situations in the future with proceeding climate change. Currently it is a topic of research, which metabolites and enzymatic reactions indicate to stress and how to use the knowledge to minimize negative stress and to improve crop growth under harmful conditions.

Phenotyping and sensor systems

The breeding of new varieties is very time consuming and often takes several years from the first genotype to the licensed variety. The assessment and evaluation of the different genotypes in the breeding process is particularly labor-intensive and limits the number of test crossings. To speed up the breeding process, it makes sense to increase the number of test populations using automatic non-destructive methods to detect and evaluate plant traits. At the Institute, sensor systems are developed and tested to determine important plant characteristics such as biomass, chlorophyll content or the number of individual plants using non-destructive methods such as reflectance measurements. The sensor systems are field-based or mounted on unmanned aerial systems (drones).

For quality assessment of baking wheat a rapid test of baking quality, being currently estimated indirectly by content of crude protein, is desirable as well. High protein contents are often obtained by a late nitrogen fertilization. However, these high protein contents in current varieties often correlate less closely to baking quality than in previous varieties. In addition, unfavorable weather

Auch bei der Qualitätsbewertung von Backweizen ist eine Schnellbestimmung der Backqualität, die bisher indirekt über den Rohproteingehalt abgeschätzt wird, wünschenswert. Dieser oftmals über eine späte Stickstoffdüngung erzielte hohe Proteingehalt korreliert heute jedoch oftmals nicht mehr so eng wie bei früheren Sorten mit der Backqualität und kann bei ungünstigen Witterungsbedingungen zu Stickstoffausträgen in die Umwelt führen. Daher wird ein Schnelltest für die zuverlässige Ermittlung der Backqualität von Weizen mittels Nahinfrarotspektroskopie entwickelt. So schaffen wir die Voraussetzung dafür, den Einsatz von Stickstoffdüngern auf ein ressourcenschonendes Maß zu beschränken.

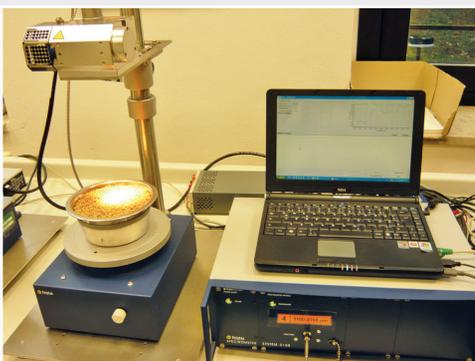
Nachhaltige Pflanzenbausysteme

Nachhaltige Anbausysteme sind die Basis für eine effiziente und ressourcenschonende Landbewirtschaftung, sichern die ökonomische Basis der landwirtschaftlichen Betriebe und erhalten oder verbessern gleichzeitig die Fruchtbarkeit der Böden. Diese Forschungsaufgabe gestaltet sich zunehmend komplexer durch neue und vielfältigere Ansprüche an die pflanzlichen Produkte (Nahrung, Futter, Rohstoff, Energie).

Eine Landwirtschaft mit effizienter Flächenbewirtschaftung erfordert Grundsätze, die eine standortangepasste Bewirtschaftungsweise, einen sachgerechten Fruchtartenwechsel und einen bedarfsorientierten Dünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz einschließen. Nur eine derartige nachhaltige Rohstoffproduktion sichert langfristig den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und die Bereitstellung sicherer und gesunder Nahrungs- und Futtermittel.

Alternative Proteinquellen

Die Produktion von proteinreichen Futterpflanzen wird zukünftig aufgrund weltweit wachsender Fleischnachfrage stark ansteigen. Gegenwärtig wird der Proteinbedarf in Deutschland und der Europäischen Union überwiegend durch importierte Sojabohnen gedeckt. In laufenden Forschungsansätzen werden daher Gräser- und alternative Leguminosenarten als Proteinquelle in Reinsaat und im Mischbau (z. B. Mais/Bohne, Mais/Andenlupine, Hafer/weiße Lupine) geprüft.



conditions may result in increased nitrogen losses to the environment. Therefore, we develop a rapid test for the reliable estimation of wheat baking quality by near infrared spectroscopy. Thus, we lay the foundations for a limitation of the use of nitrogen fertilizers to a resource preserving scale.

Sustainable crop production systems

Sustainable crop production systems are the basis for an efficient and less resource consuming agriculture, ensure the economic base of farms and preserve or even improve simultaneously soil fertility. This research task becomes more and more complex by new and manifold demands on plant products (food, feed, raw material, energy). An agriculture with efficient land management requires principles including a site adapted crop production, an appropriate crop rotation, and a demand-oriented use of fertilizers and crop protection products. Only such a sustainable raw material production guarantees the preservation of soil fertility and supply of safe and healthy food and feed over a long term.

Alternative protein sources

The production of forage crops rich in protein will increase considerably in future due to the rising global meat consumption. Currently, imports of soybeans cover most of the protein requirements in Germany and the European Union. Therefore, in ongoing research approaches we examine grasses and alternative legume species as potential protein source grown in pure stand and mixed cultivation (e.g. maize/beans, maize/anden lupin, oats/white lupin).

Energiepflanzen

Der Beitrag der Landwirtschaft zur Energiewende erfordert die Erweiterung bestehender Anbausysteme um Energiepflanzen. Der zunehmende Anbau von Biogasmais wirkt sich jedoch nachteilig auf den Humushaushalt, die Bodenstruktur und die Biodiversität aus. Weiterhin wird die Bodenerosion erhöht, die Infiltration der Böden vermindert und die Entwicklung und Etablierung von Pflanzenpathogenen begünstigt. Daher wird untersucht, ob der alternative Anbau neuer Energiepflanzen wie z. B. der Durchwachsenen Silphie und *Miscanthus* zur Minderung dieser Probleme und damit zum Schutz der Ressource Boden beitragen kann.

Agroforstsysteme

Auch schnell wachsende Gehölze sind eine interessante Option, um Biomasse für die energetische Verwertung bereit zu stellen. Im Rahmen von Verbundforschungsprojekten wird daher die Wirtschaftlichkeit der Produktion von holzartiger Biomasse und landwirtschaftlichen Kulturen in Agroforstsystemen in Form eines streifenförmigen Anbaus von Energiehölzern und Ackerkulturen (sogenanntes „Alley-Cropping-System“) untersucht. Der kombinierte Anbau von Forst- und Ackerkulturen in einem modernen Agroforstsys-

tem schafft außerdem neue Landschaftselemente, leistet einen Beitrag zur strukturellen und genetischen Vielfalt eines Standorts und fördert dadurch die Vielfalt von Lebensräumen.

Klimawandel / Dürremonitoring

Die Landwirtschaft ist wie kein weiterer Wirtschaftszweig von der Witterung abhängig. Wetterextreme haben in den letzten Jahren deutlich zugenommen und die Landwirtschaft muss sich auf diese neuen Bedingungen einstellen. Der Einfluss von Wetter und Witterung ist aber räumlich oft sehr unterschiedlich.

Mit Hilfe von Satelliten ist eine deutschlandweite Beobachtung des Vegetationszustandes möglich. Damit können einerseits Frühwarnsysteme vor Ereignissen wie zum Beispiel Dürre entwickelt werden, andererseits können die Regionen erkannt werden, die zukünftig am stärksten unter dem Klimawandel zu leiden haben. Für diese Regionen können dann neue Anbauverfahren entwickelt werden oder auch neue Kulturen und Fruchtfolgen getestet werden.



Energy crops

The contribution of agriculture to the change in energy supply requires the extension of existing cropping systems by energy crops. However, the increasing cultivation of maize for biogas production affects negatively the humus balance, soil structure, and biodiversity. Furthermore, the soil erosion is increased, the soil infiltration reduced, and the development and establishment of plant pathogens favored. Therefore, we investigate if the alternative cultivation of new energy plants like *Streaky Silphie* and *Miscanthus* can contribute to the reduction of these problems and the preservation of the resource soil.

Agroforestry systems

Fast growing trees are also an interesting option for the production of biomass for energetic use. In the frame of collaborative projects, we investigate the profitability of the production of woody biomass and agricultural crops in agroforestry systems designed as strips of trees and crop species side by side (so called 'Alley-Cropping-System'). The combined cultivation of silvicultural

and agricultural crops together in a modern agroforestry system creates new landscape elements, contributes to structural and genetic diversity of a given site, and thus promotes the range of habitats.

Climate change / drought monitoring

Agriculture is dependent on the weather like no other industry. Weather extremes have increased significantly in recent years and agriculture needs to adapt to these new conditions. The influence of weather is often very site-dependent. With the help of satellites, a nation-wide observation of the vegetation state is possible.

On the one hand, this allows early warning systems to be developed against events such as drought; on the other hand, regions that will suffer the most from climate change in the future can be identified.

For these regions, new cultivation methods can then be developed or new crops and crop rotations can be tested and established.

Grünlandwirtschaft

Grünlandwirtschaft wird auf landwirtschaftlichen Flächen mit einer ganzjährigen Vegetation aus Gras und Kräutern betrieben, die entweder beweidet und/oder gemäht werden. Die Flächen dienen der Produktion von Futter- und Nahrungsmitteln sowie von nachwachsenden Rohstoffen. Neben diesen Versorgungsleistungen erbringt das Grünland zahlreiche Regulierungsleistungen wie die Erhaltung und Förderung der Biodiversität, der Bodenfruchtbarkeit, der Filtrationsleistung und des Hochwasser- und Erosionsschutzes. Ziel der Forschungsaktivitäten ist es, die Attraktivität und Rentabilität der landwirtschaftlichen Nutzung von Grünland zu erhöhen und die Ökosystemleistungen von Grünland nachhaltig zu sichern und zu steigern.

Nachhaltige standortabhängige Produktionssysteme

Zur Verbesserung des Produktionssystems Grünlandwirtschaft untersucht das Institut u. a., wie sich Schnittzeitpunkte, die Häufigkeit von Schnitten und das Düngeregime auf die Qualität und Quantität von Biomasseaufwüchsen verschiedener Futtergräser auswirken. Neben der Optimierung

der Grundfutterleistung fokussieren die Forschungsansätze auf die Biogasausbeute als alternative Nutzungsoption. Dazu wird ein Modell für die sortenspezifische Ertrags- und Qualitätsentwicklung unter Berücksichtigung der entscheidenden Standorteigenschaften weiterentwickelt und validiert.

Leistungsfähigkeit von Gräsern und Leguminosen

Das Institut befasst sich mit der Leistungsfähigkeit von Gräsern und Leguminosen in einer effizienten Grünlandwirtschaft. Dazu werden Gräser bzw. Gras-Leguminosen-Mischungen unterschiedlicher Diversität im Hinblick auf ihre Ertragsstabilität, Wassernutzung sowie Inhaltsstoffe und Anpassung an veränderte Klimabedingungen untersucht. Zudem führt das Institut Wertprüfungen für das Bundesortenamt durch.

Ein weiterer Fokus liegt auf endo- und epiphytischen Mikroorganismen, die in engen Wechselwirkungen mit Gräsern und Leguminosen stehen. Diese Wechselwirkungen führen unter anderem zu einer erhöhten Toleranz gegenüber biotischen und abiotischen Stressfaktoren. Ein besonderes Augenmerk gilt hier den eng mit Gräsern vergemeinschafteten Pilzen der Gattung *Epichloë*.



Grassland management

In Germany, grassland management is carried out on agricultural areas with year-around vegetation of grass and herbs being grazed and/or cut. The areas are used for the production of food, feed, and renewable resources. Aside from these services, grassland delivers numerous regulatory services like the preservation and promotion of biodiversity, soil fertility, infiltration potential, and flood and erosion protection. The aim of research approaches is to increase the attractiveness and profitability of the agricultural use of grassland and to preserve and increase the ecosystem services of grassland sustainably.

Sustainable location dependent production systems

For the improvement of the grassland production system, the Institute investigates e.g. the effect of cutting time, frequency of cuttings, and fertilizer regime on quality and yield of biomass of different forage grasses. Aside from the optimization of feed efficiency, the research focusses on biogas yield as alternative option of use. To that, a model for variety specific yield and quality devel-

opment is refined and validated considering the most important site properties.

Performance of grasses and legumes

The Institute addresses the performance of grasses and legumes in an efficient grassland management. Therefore, we evaluate grasses and grass-legume mixtures differing in respect of yield stability, water use efficiency, valuable ingredients, and adaptation to changed climatic conditions. Additionally, the Institute carries out the official variety assessment for the Federal Plant Variety Office.

Another focus is on endo- and epiphytic microorganisms closely interacting with grasses and legumes. These interactions amongst others lead to an increased tolerance against biotic and abiotic stress factors. Special attention is on species of the genus *Epichloë*.

Leitung Head

Prof. Dr. Jörg Michael Greif

Adressen Addresses

Julius Kühn-Institut (JKI)
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde

Julius Kühn Institute (JKI)
Federal Research Centre for Cultivated Plants
Institute for Crop and Soil Science

Bundesallee 58
38116 Braunschweig, Germany

Bodenkunde
Tel./Phone : +49 (0)531 596-2102/-2104/-2105
Fax: +49 (0)531 596-2199
pb@julius-kuehn.de

Pflanzenbau
Tel./Phone : +49 (0)531 596-2302/-2303
Fax: +49 (0)531 596-2399
pb@julius-kuehn.de

Das JKI vereint unter seinem Dach 18 Fachinstitute an 9 Standorten.

The JKI combines the competence of 18 specialized institutes at 9 different sites.



<https://www.julius-kuehn.de/pb>
<https://www.julius-kuehn.de>

DOI 10.5073/20241024-151806-0
Oktober/October 2024