

Standardisierte Bewertungsmethode für die Wirkung von Rezyklaten auf das Pflanzenwachstum

N. Domurath und M. Lincke
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

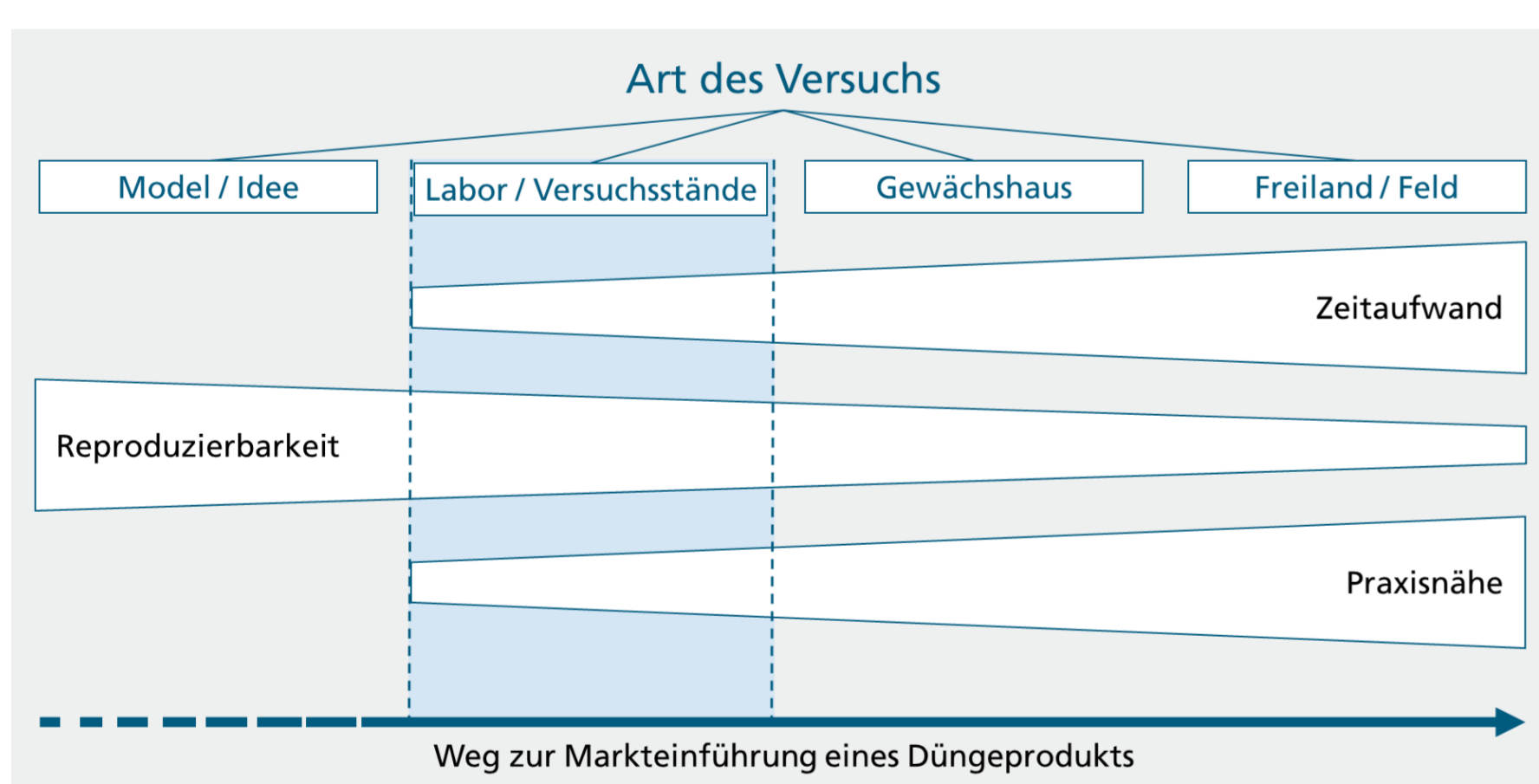
Hintergrund

Der Klimawandel, die Verknappung von Ressourcen und landwirtschaftlichen Flächen sowie eine wachsende Weltbevölkerung sind globale Herausforderungen, die eine neue, nachhaltige Wertschöpfung erfordern. Gleichzeitig bringt die Nutzung von Rohstoffen Umweltbelastungen wie die Freisetzung von Treibhausgasen, Schadstoffeinträge in Luft, Wasser und Boden oder den Rückgang der Artenvielfalt mit sich. Durch die Etablierung und regionale Nutzung von Nährstoffrezyklaten können große Mengen an konventionellen Düngeprodukten aus Rohphosphaten oder auf chemisch-synthetischem Wege gewonnene Stickstoffformen ersetzt werden. Um den Einsatz von ressourcenschonend hergestellten Rezyklaten in landwirtschaftlichen Produktionssystemen zu ermöglichen, ist es notwendig, die Umweltauswirkungen von anthropogen eingebrachten Stoffen vor der Wiederverwendung zuverlässig zu beschreiben und zu bewerten. Dazu sind Methoden zur Einbeziehung und ganzheitlichen Bewertung von chemisch-physikalischen Analysedaten und die Kombination von explorativen und deskriptiven Datensätzen aus biologischen Nachweisen erforderlich.

Nährstoffverfügbarkeitstests zeigen die Pflanzenverfügbarkeit essenzieller Nährstoffe in Böden, Erden und Substraten auf. Die Interaktion zwischen Substrat, zugegebenen Nährstoffen und Pflanzen wird in standardisierten Tests beschrieben. Chemische Analytik zur Substratzusammensetzung und des Pflanzensafts sowie physikalische Untersuchungen ergänzen die visuelle Dokumentation von Entwicklungsständen. Ziel ist es, eine verbesserte Kenntnis über Standorte und Maßnahmen zur Nährstoffversorgung zu erlangen und mögliche Maßnahmen für ein dauerhaft optimiertes Pflanzenwachstum abzuleiten.

Einordnung in bestehende Testverfahren

Das pflanzenbauliche Versuchswesen kann entlang der Produktentwicklung von Düngemitteln und deren Bewertung in drei Stufen untergliedert werden, die sich in Umfang, Zeitaufwand, Praxisnähe aber auch Reproduzierbarkeit unterscheiden.

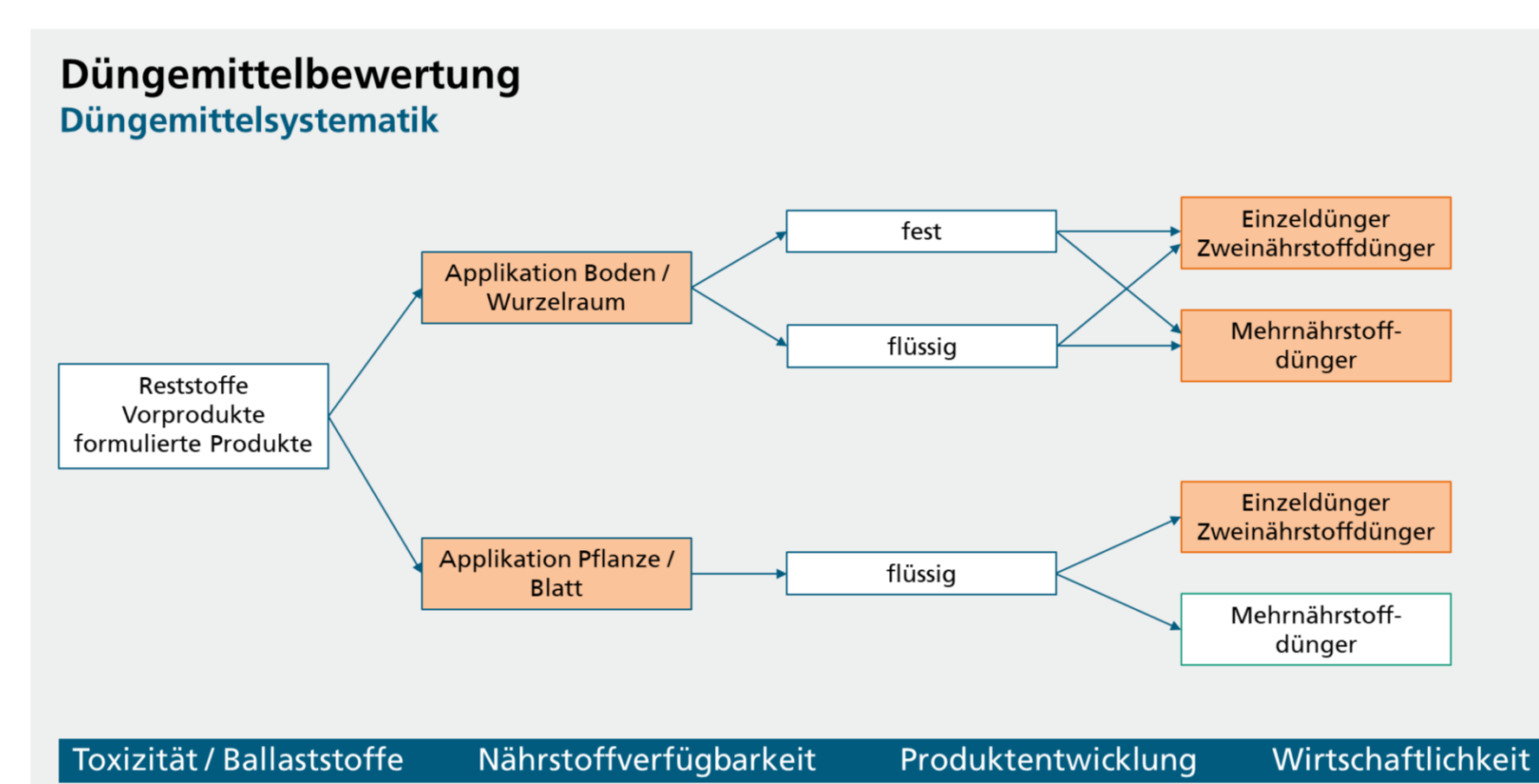


Pflanzenbauliches Versuchswesen entlang der Produktentwicklung von Düngeprodukten, IKTS-Ansatz blau hinterlegt.

Während Untersuchungen in Gewächshäusern und im Freiland als etabliert gelten, haben sich durch technische Entwicklungen neue Gestaltungsmöglichkeiten in Hinblick auf Pflanzenversuche im Labormaßstab ergeben. Diese neuen Technologien wurden in zwei Pflanzenversuchsständen im Fraunhofer-Institut für Keramische Systeme und Technologien IKTS implementiert. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, folgt die IKTS-Methodik für Pflanzenversuche den relevanten internationalen Vorschriften (DIN, OECD, ISTA, u.a.).

Versuchsstände am IKTS

Durch den Einsatz von standardisierten Testständen werden jahreszeitenunabhängige, reproduzierbare Pflanzenversuche im Labormaßstab ermöglicht. Die Unabhängigkeit von der Vegetationsperiode ist der entscheidende Vorteil bei der Testung einer Vielzahl von Stoffen mit Nährstoffpotenzial aus Recyclingprozessen als auch bei der weiteren Definition zum anwendungsspezifischen Düngemittelprodukt, da sie sowohl Screening-Aufgaben als auch reproduzierbare Ergebnisse für Produktdefinition und Qualitätsmonitoring erlaubt. Diese Funktionalität wird durch die Kontrolle der einflussreichen Wachstumsparameter Lichtintensität ($105, 140, 235, 360, 465 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), Photoperiode, Temperatur ($\Delta T < 0,5 \text{ K}$), Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchte erreicht. Einflüsse auf das Pflanzenwachstum können mit Hilfe dieser Infrastruktur auf die direkten Wirkungen der Variation von Düngemittel bezogen und statistisch ausgewertet werden.



Systematik zur Düngemittelbewertung am IKTS inklusive der vier Bewertungsdimensionen.

Pflanzenversuche

Die Pflanzenversuche werden mit jeweils einem Vertreter für ein- und zweikeimblättrige Pflanzen durchgeführt. Die konkrete Pflanzenwahl richtet sich nach den zu prüfenden Stoffen. Um die verschiedenen Anwendungen der Düngemittel bedienen zu können, stehen dem IKTS Versuchsstände zur Testung von klassischen Produkten zur Applikation im Boden als auch für flüssige Formulierungen zur Verwendung als Blatt-dünger oder in Nährlösungen zur Verfügung.



Versuchsstände am IKTS zur Prüfung von Rezyklaten (links oben: Verträglichkeitsprüfung Mais; links unten: Nährstoffverfügbarkeit von Phosphor-Rezyklaten; rechts oben: Salzverträglichkeitsprüfung; rechts unten: Verträglichkeitsprüfung organischer Flüssigdünger).

Leistungsumfang und Auswertung

Die Versuchsdauer beträgt 12 bis 22 Wochen. Die üblicherweise von Böden und Erden sowie dem darin befindlichen Mikrobiom ausgehenden Pufferwirkungen können bei Bedarf durch die Verwendung eines inerten und nährstoffarmen Spezialsubstrates (Firma HGoTECH GmbH) weitestgehend reduziert werden.



Parameter	Einheit	Vergleichswerte	Messwert (unten) / Referenzwert (oben)	
			Kontroll	SEM 02
Leichte	%	0,4 - 1,2	0,8	0,8
BT	%	0,7 - 1,5	0,5	0,4
N	mg/kg	1140 - 13,5	1,317	20,4
P	mg/kg	4180 - 1000-1000	1,383	979
Ca	mg/kg	470 - 1,400	1,8	20,2
K	mg/kg	290 - 150	499	492
Mg	mg/kg	40 - 18	2	8
Mn	mg/kg	125 - 250	75	275
Ni	mg/kg	<20	2,819	1,58
N aus Mist	mg/kg	<72	555	164
N Gesamtstickstoff	mg/kg	1450 - 2000	1,955	1,620
Cl	mg/kg	390 - 1010	1,391	3,767
Si	mg/kg	190 - 290	216	337
P	mg/kg	280 - 500	215	298
Si	mg/kg	45,4 - 69,0	187	26,6
Fe	mg/kg	1,85 - 3,25	3,46	1,08
Mn	mg/kg	4,80 - 9,20	9,17	2,01
Zn	mg/kg	1,50 - 2,20	2,15	4,00
Si	mg/kg	0,60 - 1,80	1,27	6,32
Cu	mg/kg	1,05 - 1,70	0,60	0,48
Mn	mg/kg	0,05 - 0,15	<0,05	<0,05
Al	mg/kg	<0,50 - 0,62	<0,50	<0,50

Auszug aus einer Wachstumsbewertung von Mais und Weizen.

Während des Wachstums werden die Pflanzen manuell mit den zu prüfenden Materialien in verschiedenen Düngestufen versorgt. Ergänzenden Nährlösungen zur Nachführung der nicht enthaltenen Nährstoffe sorgen für eine bedarfsgerechte Pflanzenernährung. Um am Versuchsende neben der Eignungsprüfung auch eine Düngewirkung der Rezyklate im Vergleich zu einer konventionellen Düngung angeben zu können, werden für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor Mineraldüngeräquivalente angegeben. Durch diese Angabe kann die Wirkung von Düngemitteln auf den Ertrag im Vergleich zu mineralisch gedüngten Varianten ausgedrückt werden.

Umfang von Pflanzenverträglichkeits- und Nährstoffverfügbarkeitstests am IKTS

Zwischenauswertungen

- Entwicklungsdokumentation anhand von BBCH-Werten
- quantitative Bewertung der Blattfärbung
- beschreibende phänotypische Beurteilung

Abschlussbewertung

- erfasste Frisch-, Trockenmassen, Wuchshöhen
- quantitative Bewertung der Blattfärbung
- beschreibende phänotypische Beurteilung
- Berechnung von Nährstoffbudgets anhand von Pflanzensaftanalysen (Zucker, pH, EC, NH_4 , NO_3 , Gesamt-N, P, K, Ca, K / Ca, Mg, Fe, S, Mn, Zn, Cu, Mo, Si, Al, Na, Cl) und Substratanalysen (pH, Salzgehalt, N, NH_4 -N, NO_3 -N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cl)
- Berechnung Mineraldüngeräquivalent für N, P