



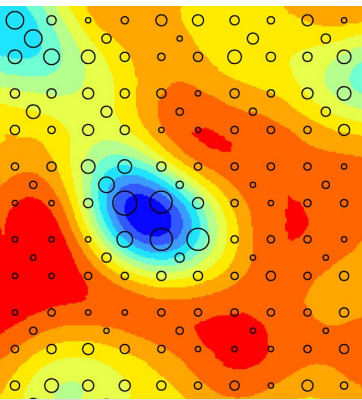
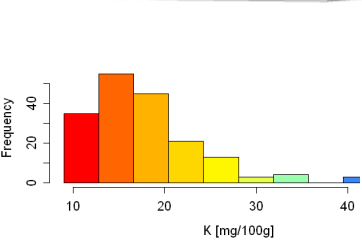
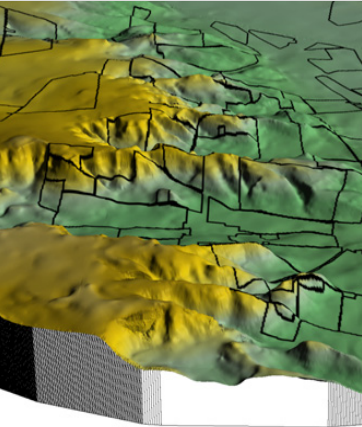
SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für
Landwirtschaft, Forsten
und Gartenbau



Dawa-Agrar

ATB
Agrartechnik Bornim



Teilflächenspezifische Grunddüngung



Gefördert durch die
Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Bornimer Agrartechnische Berichte

Heft 72

Potsdam-Bornim 2009

Teilflächenspezifische Grunddüngung

*Gefördert durch die
Deutsche Bundesstiftung Umwelt*

Bornimer Agrartechnische Berichte
Heft 72

Potsdam-Bornim 2009

Herausgeber:

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam-Bornim

☎ (0331)-5699-0
Fax.: (0331)-5699-849
E-mail: atb@atb-potsdam.de
Internet: <http://www.atb-potsdam.de>

Autoren:

Dr.-Ing. Horst Domsch
Dipl.-Geograph Michael Schirrmann

Layout:

Dipl.-Ing. (FH) Katrin Witzke

Juni 2009

Herausgegeben vom Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) auf der Grundlage eines abgeschlossenen Projektes.

Eine Weiterveröffentlichung von Teilen ist unter Quellenangabe und mit Zustimmung des Leibniz-Instituts für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. möglich.

ISSN 0947-7314

© Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Potsdam-Bornim 2009

Projekt
Teilflächenspezifische Grunddüngung

Projektleiter:	Dr.-Ing. Horst Domsch, ATB
Maßgeblicher Projektbearbeiter:	Dipl.-Geograph Michael Schirrmann, ATB
Projektmitarbeiter:	Dipl.-Ldw. Jürgen Nieter, Dawa Dipl.-Ldw. Otto Zauer, Dawa Dr. Hans-Ulrich von Wulffen, LLFG
Maßgeblich Beteiligte:	Dipl. Ing. (FH) Katrin Witzke, ATB

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB) e.V.
Abteilung Technik im Pflanzenbau
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam-Bornim
<http://www.atb-potsdam.de/>

Dawa-Agrar GmbH & Co.KG
Am Plan 3
39326 Dahlenwarsleben
<http://www.dawa-agrar.de/>

Landesanstalt für Landwirtschaft Forsten und Gartenbau (LLFG)
des Landes Sachsen-Anhalt
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg
<http://www.llg-lsa.de/>

Gefördert durch:	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
Aktenzeichen:	24044
Projektbeginn:	15. Januar 2007
Laufzeit:	2 Jahre

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	5
1 Einleitung	8
2 Bodenprobenahme	10
2.1 Problemstellung	10
2.2 Einfluss der Verteilung der Einstichpunkte auf der Probenahmefläche	13
2.2.1 Methoden.....	13
2.2.2 Ergebnisse.....	13
2.2.2.1 Die Häufigkeitsverteilungen der Nährstoffgehalte auf den Untersuchungsflächen	13
2.2.2.2 Korrelation zwischen den mit verschiedenen Probenahmevarianten ermittelten Nährstoffgehalten.....	14
2.2.2.3 Die absoluten Abweichungen zwischen den mit verschiedenen Probenahmevarianten ermittelten Nährstoffgehalten.....	15
2.2.2.4 Die räumlichen Verteilungen der mit verschiedenen Probenahme- varianten ermittelten Nährstoffgehalte	16
2.2.2.5 Der Normalfehler der Nährstoffgehalte bei variierenden Probenahmevarianten	17
2.2.3 Diskussion und Schlussfolgerungen	18
2.3 Einfluss des Zeitpunktes der Probenahme	19
2.3.1 Methoden.....	19
2.3.2 Ergebnisse.....	19
2.3.2.1 Die Häufigkeitsverteilungen der Nährstoffgehalte auf der Schlaggruppe 1..	19
2.3.2.2 Korrelationen zwischen den Nährstoffgehalten verschiedener Probenahmezeitpunkte	19
2.3.2.3 Die absoluten Abweichungen zwischen den Nährstoffgehalten verschiedener Probenahmezeitpunkte	20
2.3.2.4 Die räumliche Verteilung der zu verschiedenen Probenahmezeitpunkten ermittelten Nährstoffgehalte	20
2.3.2.5 Der Normalfehler der Nährstoffgehalte bei variierenden Probenahmezeitpunkten.....	21
2.3.3 Diskussion und Schlussfolgerungen	22
3 Erzeugung von Karten	22
3.1 Problemstellung	22
3.2 Basisvarianten zur Erzeugung von Karten.....	27
3.2.1 Methoden.....	27
3.2.2 Ergebnisse.....	28
3.2.3 Diskussion und Schlussfolgerungen	29

3.3	Einfluss der Größe sowie der Lage des Probenahmerasters.....	31
3.3.1	Methoden.....	31
3.3.2	Ergebnisse.....	31
3.3.3	Diskussion und Schlussfolgerungen.....	33
3.4	Vergleich von Rasterflächen mit Klassenflächen.....	33
3.4.1	Vergleich auf Schlagebene.....	33
3.4.1.1	Methoden.....	33
3.4.1.2	Ergebnisse.....	34
3.4.2	Vergleich innerhalb einer Region.....	35
3.4.2.1	Methoden.....	35
3.4.2.2	Ergebnisse.....	35
3.4.3	Beziehung zwischen den Nährstoffgehalten und der elektrischen Bodenleitfähigkeit.....	36
3.4.4	Diskussion und Schlussfolgerungen.....	37
3.5	Interpolation mit Kovariablen.....	37
3.5.1	Methoden.....	37
3.5.2	Ergebnisse.....	38
3.5.3	Diskussion und Schlussfolgerungen.....	39
4	Simulation.....	40
4.1	Problemstellung.....	40
4.2	Methoden.....	40
4.3	Ergebnisse.....	40
4.4	Schlussfolgerungen und Diskussion.....	41
5	Alternativen zur konventionellen Nährstoffkartierung.....	41
5.1	Problemstellung.....	41
5.2	Simulation eines on-the-go-Verfahrens.....	44
5.2.1	Methoden.....	44
5.2.2	Ergebnisse.....	44
5.3	Diskussion und Schlussfolgerungen.....	46
6	Kontrolle des Düngungsergebnisses.....	47
6.1	Problemstellung.....	47
6.2	Kurzfristige Veränderungen.....	47
6.2.1	Methoden.....	47
6.2.2	Ergebnisse.....	48

6.3	Mittelfristige Veränderungen	49
6.3.1	Methoden.....	49
6.3.2	Ergebnisse.....	49
6.4	Diskussion und Schlussfolgerungen	50
7	Teilflächenspezifische Phosphorbilanzen.....	51
7.1	Problemstellung	51
7.2	Methoden.....	52
7.3	Ergebnisse.....	53
7.4	Diskussion und Schlussfolgerungen	56
8	Wirtschaftlichkeit.....	57
8.1	Problemstellung	57
8.2	Methoden.....	57
8.3	Ergebnisse.....	58
8.4	Diskussion und Schlussfolgerungen	60
9	Zusammenfassung.....	61
	Literaturverzeichnis	67
	Abbildungsverzeichnis.....	72
	Tabellenverzeichnis.....	76
	Abbildungen.....	77
	In der Reihe Bornimer Agrartechnische Berichte sind bisher erschienen	127

1 Einleitung

Die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen bildet die Grundlage für die Bereitstellung einer hinreichenden Menge von Nahrungsgütern und Rohstoffen für die stetig zunehmende Bevölkerung der Erde. Ziel der Düngung sind der Ersatz der Nährstoffe, die dem Boden durch die Abfuhr der Ernteprodukte entzogen werden sowie die Einstellung bzw. Aufrechterhaltung einer für die Pflanzenproduktion optimalen Nährstoffversorgung des Bodens. Wenn nicht vollständiger Ersatz für die in den geernteten Früchten dem Boden entzogenen Stoffe stattfindet, müssen die für die Ernährung der Pflanzen wichtigen Mineralstoffe, die im Boden nur in beschränkter Menge vorhanden seien, endlich erschöpft werden. Dies sei „Raubbau“ argumentierte Justus Liebig bereits im Jahr 1840 (LIEBIG 1840).

In Deutschland regelt die Düngeverordnung die Rahmenbedingungen für die Durchführung der Düngung. Die neueste Fassung stammt vom 27. Februar 2007. Da neben einer Aushagerung auch eine Überdüngung zu vermeiden ist, wird gefordert, vor der Aufbringung wesentlicher Nährstoffmengen die im Boden verfügbaren Nährstoffmengen zu ermitteln. Die Probenahmen und Untersuchungen sind nach Vorgaben der nach Landesrecht zuständigen Stelle durchzuführen (ANONYM 2007). Die einzelnen Länder haben zur Umsetzung der novellierten Düngeverordnung Hinweise erarbeitet, in denen die Anforderungen der Düngeverordnung umgesetzt wurden.

Die Vorgaben der Bundesländer sind, obwohl sie im Wesentlichen übereinstimmen, nicht einheitlich, um sich den jeweiligen Standortbedingungen optimal anpassen zu können. Wenn erforderlich, wird im Weiteren schwerpunktmäßig auf die Vorgaben des Landes Sachsen-Anhalt Bezug genommen.

Obwohl die Düngeverordnung als Mindestanforderungen nur die Bodenuntersuchungen der pflanzenverfügbaren N- und P-Gehalte regelt, wird doch eine Bestimmung aller Grundnährstoffe (P, K, Mg) sowie des pH-Wertes im 4- bis 6-jährigen Turnus von der Officialberatung dringend empfohlen. Nach dem Gesetz sind die im Boden verfügbaren Phosphormengen durch Untersuchung für jeden Schlag ab 1 ha mindestens alle 6 Jahre zu ermitteln. Prinzipiell sind alle Betriebsinhaber verpflichtet, jährlich betriebliche Nährstoffvergleiche anzufertigen. Entgegen der bisherigen Düngeverordnung müssen die Nährstoffvergleiche jedoch nur noch für Stickstoff und Phosphor erstellt werden. Im Sinne der „Guten fachlichen Praxis der Düngung“ wird empfohlen, auch für Kalium die Berechnung der jährlichen Nährstoffbilanzen vorzunehmen (VON WULFFEN *et al.* 2007).

Neben den gesetzlich vorgeschriebenen Probenahmen kann eine umfassende Nährstoffgrundinventur erfolgen. Diese verfolgt das Ziel, eine Aussage über die Unterschiede in der Nährstoffversorgung von landwirtschaftlichen Flächen zu erhalten. Empfehlungsgemäß sollte sie nur anlassbezogen durchgeführt werden, z.B. wenn die Heterogenität der Nährstoffversorgung völlig unbekannt ist, die Gehaltsunterschiede zwischen Probenahmeflächen (Teilflächen, auf denen eine Mischprobe gezogen wird) vorangegangener Bodenuntersuchungen auf eine große Variabilität auf der Fläche hinweisen

oder wenn deutliche Wachstumsunterschiede in den Pflanzenbeständen des jeweiligen Feldes beobachtet werden (AUTORENKOLLEKTIV 2000). Die Nährstoffgrundinventur basiert auf einer Bodenuntersuchung in einem sehr kleinräumigen, gleichmäßig angelegten Raster.

In der Diskussion befindet sich auch das Testparzellenverfahren. Bei diesem werden nur ausgewählte Parzellen einer größeren Teilfläche untersucht und als repräsentativ für die Gesamtfläche unterstellt. Für die teilflächenspezifische Düngebedarfsermittlung ist es nicht geeignet (AUTORENKOLLEKTIV 2000).

Das Testparzellenverfahren kann aber sinnvoll als Nährstoff-Monitoring sein und die Nährstoffgrundinventur ergänzen. Durch häufigere Untersuchungen an wenigen Stellen, die vor allem auf der Grundlage einer Nährstoffgrundinventur ausgewählt werden sollten, ließe sich die zeitliche Dynamik der Nährstoffe besser erfassen (GEBBERS 2004).

Der Begriff der teilflächenspezifischen Düngung in seiner allgemeinsten Form wird als Gegensatz zur schlageinheitlichen Düngung gebraucht. Jede Unterteilung des Schlages bei der Düngung genügt bereits dieser Anforderung.

Eine teilflächenspezifische Düngung im engeren Sinne hat zum Ziel, die Nährstoffverteilung innerhalb eines Schlages auszugleichen. Das setzt eine Nährstoffgrundinventur voraus, um die vorhandene Verteilung der Nährstoffgehalte erkennen zu können (AUTORENKOLLEKTIV 2000).

Hervorgerufen werden kann eine große Variabilität in der Nährstoffversorgung nicht nur durch die Standortbedingungen, sondern auch durch die langjährige schlageinheitliche Düngung. So kann es z. B. nach ALBERT & SUNTHEIM (2004) bei schlageinheitlicher Düngung in Bereichen niedriger Erträge und somit auch geringerer P-Abfuhr zu einer allmählichen P-Anreicherung kommen. In Hohertragsbereichen hingegen übersteigen die Abfuhr regelmäßig die gedüngten P-Mengen, so dass die Nährstoffvorräte stark in Anspruch genommen werden. Hier ist eine teilschlagspezifische Düngung auf der Basis von georeferenzierten Ertragspotenzial- und Nährstoffkarten durchaus sinnvoll. Sie trägt zu einem effizienten Nährstoffmanagement bei und führt längerfristig zu einer ausgeglichenen Bodenversorgung.

Ziel des Projektes war es, unterschiedliche Aspekte einer teilflächenspezifischen Grunddüngung zu untersuchen. Dazu gehörte

- Varianten der Probenahme und der Erstellung von Flächenkarten der Nährstoffgehalte bzw. Nährstoffgehaltsklassen als die wesentliche Grundlage für Applikationskarten für die teilflächenspezifische Grunddüngung zu werten¹,
- zukünftige Probenahmeverfahren zu analysieren,

¹ Düngungsstrategien als weitere Voraussetzung für die Erstellung der Applikationskarten waren nicht Gegenstand der Untersuchung.

- die Kontrollmöglichkeiten durchgeführter Düngungsmaßnahmen abzuschätzen,
- für unterschiedliche Teilflächengrößen Phosphorbilanzen für 1 ha-Prüfflächen zu erstellen und
- für unterschiedliche Teilflächengrößen die Wirtschaftlichkeit einer teilflächenspezifischen Phosphordüngung zu kalkulieren.

Die experimentellen Untersuchungen fanden im Betrieb Agrar GmbH & Co.KG Dahlenwarsleben (Dawa) statt. Die Dawa bot auf Grund ihrer langjährigen kleinräumigen Datenerfassung und der bereits seit längerem praktizierten teilflächenspezifischen Grunddüngung die Voraussetzungen, um direkt oder mittels Simulation die interessierenden Teilprobleme gründlich analysieren zu können.

Die Schläge der Dawa liegen im Schwarzerdegürtel der Magdeburger Börde. Die nördlichen Teile befinden sich am Rande der Letzlinger Heide bzw. im Urstromtal der Ohre. Der Schwarzerdegürtel unterteilt sich im Betrieb in drei unterschiedliche Bereiche: in eine Ebene, die der Elbe und Ohre als Urstromtal diene, die so genannte „Niedere Börde“, in einen bergigen Bereich mit unterschiedlichen Ausgangsmaterialien und in einen Bereich der Hochflächen, der „Hohen Börde“ (**Bild 1**). Flächenmäßig überwiegt der bergige Bereich mit den Seitentälern der Elbe. Dort streichen unterschiedlichste Schichten von kiesigen Sanden über verschiedenen Lehmen bis hin zu schweren Tonen aus. Löss war im gesamten Gebiet mit großer Mächtigkeit vorhanden. Dieser ist aber sehr unterschiedlich erodiert bzw. wieder abgelagert worden.

Die erste komplette Bodenprobenahme im 1 ha-Raster auf den Flächen der Dawa erfolgte in den Jahren 1999-2002 durch unterschiedliche Dienstleistungsunternehmen. Die AGROCOM GmbH & Co. Agrarsysteme KG Bielefeld, vertreten durch das Regionalbüro Landsberg, war Hauptauftragnehmer für die Bodenprobenahme im Rahmen dieses Projektes. Als Nachauftragnehmer fungierte teilweise das Unternehmen Agrar Innovation Schier AIS Zeithain.

2 Bodenprobenahme

2.1 Problemstellung

Die Bodenprobenahme kann auf der Grundlage von Raster- oder Klassenflächen erfolgen. Als Klassenflächen werden in diesem Bericht Teilflächen bezeichnet, die auf der Grundlage eines bestimmten Merkmals durch Klassierung ausgegrenzt werden. Für die pflichtgemäße Probenahme werden Klassenflächen empfohlen, für deren Ausgrenzung im Wesentlichen Informationen zu nutzen sind, die bekannt oder leicht abgeschätzt werden können. Genannt werden Bodenart bzw. Bodenschätzdaten, Nutzungsvorgeschichte, Relief, Wasserverhältnisse, Ertragsdaten, Nährstoffgehalte früherer Probenahmen, insbesondere, soweit vorhanden, Daten einer durchgeführten Grundinventur, Daten der elektrischen Bodenleitfähigkeit usw. (AUTORENKOLLEKTIV 2000; KAPE *et al.*