

Aus dem Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde

Ewald Schnug

**Lokales Ressourcen-Management
landwirtschaftlicher Böden**

Manuskript, zu finden in www.fal.de

**Braunschweig
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Erscheinungsjahr 1996**

Also available at: <http://www.pb.fal.de/en/library/publications/pb1114.htm>

Lokales Ressourcen-Management landwirtschaftlicher Böden

Ewald Schnug

ABSTRACT

Many efforts are made to evaluate the fertiliser demands of crops by analysing soils and plants and to establish recommendation schemes. But when it comes to the application of nutrients in the field all operations are done more or less blindfolded because a: the analysed samples are taken randomly distributed they can never reflect the true spatial variability in the soil environment and b: fertilisers are distributed evenly which result in a side by side of ecological and economical unsatisfying over- and undersupply of the plants. Local Resource Management (LRM) is a more consistent term for what is handled outside Germany as "Precision Farming". LRM is based on the idea that addressing the spatial variability of soil fertility parameters is the most promising approach to improve the utilisation of inputs towards a more sustainable agriculture. The use of nutrients for instance is a good example to highlight the problems for which LRM will be the future solution.

Fruchtbare Böden sind eine der wichtigsten natürlichen Ressourcen unserer Erde. Sie dienen höheren Pflanzen als Standort und bilden damit die Grundlage des Lebens für Menschen und Tiere. Was wir in unserer Landschaft als geschlossene Bodenoberfläche wahrnehmen ist kein einheitliches Gebilde, sondern besteht in Wirklichkeit aus einer Vielzahl kleiner Bodenkörper (Pedons), die sich, je nachdem wie Faktoren und Prozesse der Bodenbildung auf sie eingewirkt haben, in ihren Merkmalen und Eigenschaften von ihren benachbarten Pedons unterscheiden. Das Pedon selbst ist die kleinste, im Hinblick auf bodenkundliche Klassifikationsmerkmale und Eigenschaften der Stoffdynamik homogene Einheit einer Landschaft.

Die Größe eines Pedons ist von Landschaft zu Landschaft verschieden. Sie bestimmt schließlich das Ausmaß an raumbezogener Variabilität der Bodenfruchtbarkeit innerhalb eines Feldes, dessen Fläche ja ein Vielfaches eines Pedons ist und dessen Grenzen mehr von Besitzverhältnissen denn von ökologischen Gegebenheiten abhängen. Die heute noch übliche einheitliche Behandlung von Feldern hat somit zur Folge, daß all diejenigen Produktionsmittel, deren Einsatz von einem oder mehreren Bodenmerkmalen abhängen, bislang nicht optimal eingesetzt werden konnten. Für den Einsatz von Nährstoffen bedeutet dies zum Beispiel, daß bei der konventionellen Form der einheitlichen Düngung umweltbeeinträchtigende und gewinnschmälernde Überversorgung gleichzeitig mit nicht ausreichend produktiver Unterversorgung auf einer Fläche auftreten können. Das Problem hat sich dabei in der Vergangenheit im Zuge des agrarstrukturellen Wandels durch zunehmende Größe der Felder kontinuierlich vergrößert. Fast allen Landwirten ist die Heterogenität der Fruchtbarkeit ihrer Böden und die daraus resultierenden Probleme für die Ausnutzung von Produktionsmitteln über Generationen hinweg bewußt gewesen.

Die zwei wesentlichsten Schlüsselprobleme, die in der Vergangenheit zumindest die technische Bewältigung dieses unbefriedigenden Umstandes verhinderten, sind heute gelöst: Das einfache und exakte Positionieren und Navigieren im Raum durch die allgemeine Verfügbarkeit des Globalen Positionierungs Systemes (GPS) und die Aufnahme, Verarbeitung und Speicherung großer Datenmengen durch die enormen Fortschritte in der elektronischen Datenverarbeitung.

Hierdurch ist es möglich geworden, Merkmale der Bodenfruchtbarkeit im Raum in nahezu beliebiger Auflösung zu erfassen, zu speichern und zu verarbeiten und schließlich mit hoher Genauigkeit den Ort ihrer Entstehung wiederzufinden. Konzeptionell sind diese Techniken in das Konzept des "Lokalen Ressourcen-Managements (LRM)" integriert. Der Begriff LRM steht für ein am Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode (FAL) entwickeltes interdisziplinäres Konzept zur Landbewirtschaftung, in dem traditionelle Methoden der Feld- und Laborbodenkunde zusammen mit den Möglichkeiten moderner Verfahren und Techniken der Geostatistik, Informationsverarbeitung und satellitengestützter Positionsbestimmung (GPS) für innovative Ansätze der Forschung und in zukunftsorientierte praktische Anwendungen für Standortbewertung, Produktionsmitteleinsatz und Bodenschutz umgesetzt werden.

Der Begriff "Lokal" steht dabei für den räumlichen Bezug, der Begriff "Ressourcen" unterstreicht den schutzwürdigen Charakter der die Bodenfruchtbarkeit bestimmenden Merkmale und "Management" den ökologisch und ökonomisch erträglichen Umgang als Ziel verantwortlichen Handelns in der landwirtschaftlichen Praxis.

LRM ist zyklisch organisiert, was bedeutet, daß der Erfassung und Beschaffung von Informationen eine Phase der Interpretation und Planung von Entscheidungen folgt, die von raumorientiert operierendem Gerät ausgeführt und deren Erfolg schließlich zur Abstimmung und Optimierung des Systemes kontrolliert wird.

Die technische Umsetzung von LRM ist ein Beispiel gelungenen Technologietransfers. Alle zum erfolgreichen Einsatz von LRM in der Praxis notwendigen Komponenten sind seit 1995 im engen Kontakt zwischen Forschung und Anbietern professionell realisiert, voll am Markt verfügbar, untereinander datenkompatibel und teilweise bereits im mehrjährigen Einsatz erprobt.

Informationen von besonderem Wert liefern Ertragskarten, die mit Hilfe von Position und Masse registrierender Erntemaschinen gewonnen werden. Mit den Technologien des LRM ist der Landwirt erstmals in der Lage, Einflüsse von Wachstumsfaktoren und Wirkungen produktionstechnischer Maßnahmen am eigenen Standort zu quantifizieren und als valide Information zur Grundlage produktionstechnischer Entscheidungen zu machen.

Die geokodierte, d.h. räumlich definierte Entnahme von Bodenproben ermöglicht die Erfassung der räumlichen Variabilität von fruchtbarkeitsbestimmenden Bodenfaktoren wie z.B. dem pH-Wert des Bodens in sogenannten Digitalen Agro-Ressourcen Karten (DARK). Diese liefern Informationen, die einerseits zur Erklärung von Unterschieden im Flächenertrag dienen und andererseits Datengrundlage für die Erstellung von Applikationskarten, z.B. für die raumorientierte Ausbringung von Düngern und Pflanzenschutzmitteln sind. Mit GPS unterstützter Probenahme ist es aber auch möglich, gezielt Schwachstellen im Flächenertrag zu beproben und durch eingehende Untersuchungen Minimumfaktoren aufzudecken.

Für den Umgang mit geokodierten Daten in der Landwirtschaft wurde das "Lokale Ressourcen Informations System (LORIS)" entwickelt. LORIS ist ein speziell für die Bedürfnisse landwirtschaftlicher Praxis und Beratung ausgerichtetes "Geographisches Informations System (GIS)" mit umfangreichen Möglichkeiten zur Erfassung, Aufbereitung und Auswertung geokodierter Daten. LORIS unterstützt die Interpretation von DARK's und die Planung raumorientierter produktionstechnischer Maßnahmen.

Bei nahezu jeder pflanzenbaulichen Maßnahme kann die flächenbezogene Effizienz durch die Berücksichtigung der räumlichen Variabilität von Bodenmerkmalen gesteigert werden. In besonderem Maße gilt dies für die Anwendung von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln und aber selbstverständlich auch für Bodenbearbeitung und Sätechnik. Die Anwendung von LRM auf die Düngung verspricht über die Verbesserung der Nährstoffausnutzung eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und eine Verringerung unerwünschter Umweltbelastungen. Die räumlich und zeitlich kontinuierlich flächenbezogene Bilanzierung von Stoffströmen im LRM erfüllt dabei in besonderem Maße die Anforderungen der nationalen Düngeverordnung und den internationalen Vorgaben der Nitratrichtlinie der EU und den Empfehlungen der PARCOM für die "beste ökologische Praxis".

LRM ist ein lernfähiges und sich selbst weiterentwickelndes System. Die Resultate raumorientiert geplanter Produktionstechnik präsentieren sich zur Ernte in Ertragskarten und diese stehen wiederum einer neuen und ggf. auf Basis vorheriger Ergebnisse angepaßten Planung für die nächste Bestellung zur Verfügung. Mit zunehmender Zeit des Einsatzes von LRM auf einem Betrieb nimmt die im LORIS gesammelte Menge an Informationen und Erfahrungen und damit die Sicherheit der Entscheidungen zu.

Schlüsseltechnologien wie GPS und leistungsstarke Datenverarbeitung haben im LRM den Weg zur Optimierung eines uralten Strebens landwirtschaftlichen Wirtschaftens bereitet, nämlich Böden mit der Sorgfalt und Individualität behandeln zu können, die ihrer Bedeutung als eine der wichtigsten natürlichen Ressourcen entspricht. Mit LRM steht die Landwirtschaft an einer technologischen Schwelle, die in ihrer historischen Bedeutung der Einführung von Traktoren oder chemischem Pflanzenschutz nicht nachstehen wird.

Literatur zum Thema (chronologisch nach Erstellung):

1. **Knoop, F., Lamp, J. und Schnug, E.:** Regionale Variabilität von Merkmalen der Bodenfruchtbarkeit. I. Modelle zur Erfassung und Darstellung. Mitt. Dt. Bodenk. Ges., 43/II, 655-660, 1985.
2. **Schnug, E., Lamp, J. und Knoop, F.:** Regionale Variabilität von Merkmalen der Bodenfruchtbarkeit. II. Beispiele, Ursachen und praktische Bedeutung. Mitt. Dt. Bodenk. Ges., 43/II, 679-684, 1985
3. **Lamp, J. und Schnug, E.:** Rechnergestützte Düngung mit Hilfe digitaler Hofbodenkarten. Schriftenreihe Agrarwiss. Fak. Kiel (Ed. Parey) 69, 61 - 70, 1987.
4. **Schnug, E., Paulsen, H.-M. und Lamp, J.:** Berücksichtigung der kleinräumlichen Variabilität von Merkmalen der Bodenfruchtbarkeit bei der Anlage von Feldversuchen. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 59/II, 795-796, 1989.
5. **Gottfriedt, K., Lamp, J. und Schnug, E.:** Entwicklung und Anwendung digitaler Hof-Bodenkarten als Grundlage rechnergestützter Pflanzenproduktion. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 59/II, 1057-1062, 1989.
6. **Schnug, E., Haneklaus, S. and Lamp, J.:** Economic and ecological optimization of farmchemical application by "Computer Aided Farming" (CAF). Proc. Int. Conf. on Agric. Engineering Berlin pp. 163-164, 1990.
7. **Lamp, J. und Schnug, E.:** CAF, Rechnergestützte Pflanzenproduktion - Möglichkeiten, Methoden, Management. DLG-Tagungsbericht Fulda, 92-105, 1990.
8. **Haneklaus, S., Lamp, J. und Schnug, E.:** Erfassung der räumlichen Variabilität von Rapsertemengen in Ertragskarten. Raps 9, 142-143, 1991.

9. **Schnug, E.:** Computer Aided Farming (CAF) für den Weg in die Zukunft der Pflanzenproduktion. KTBL-Arbeitspapier 175, 132-134, 1994.
10. **Schnug, E. und Junge, R.:** Strukturierung des Interpretationsmoduls und Konzeption des LORIS (Local Resource Information System) für die Anwendung im 'Computer Aided Farming' (CAF). KTBL-Arbeitspapier 175, 150-154, 1994.
11. **Schnug, E. und Holst, P.:** CAF - Realisierung einer ökologischen und ökonomischen Landwirtschaft. KTBL-Arbeitspapier 175, 175-178, 1994
12. **Kloepfer, F., Haneklaus, S. und Schnug, E. (Hrsg.):** Ergebnisse aus dem Projekt "Computer Aided Farming" (CAF). KTBL-Arbeitspapier 175, 132-178, 1994.
13. **Schnug, E., Murphy, D., Evans, E., Haneklaus, S., and Lamp, J.:** Yield mapping and application of yield maps to computer aided local resource management. Proc. Workshop Soil Specific Crop Management, 87-93, ASA-CSSA-SSSA Madison 1993.
14. **Thoustrup, A., Haneklaus, S. und Schnug, E.:** Möglichkeiten der kontinuierlichen Erfassung, Speicherung und Auswertung von Ertragsdaten bei der Beerntung von Mähdruschfrüchten. KTBL-Arbeitspapier 175, 170-174, 1994
15. **Kloepfer, F., Murphy, D. und Schnug, E.:** Ertragskartierung zur gezielteren Düngung. Landtechnik 47, 177-178, 1992.
16. **Murphy, D. and Schnug, E.:** The development of machinery systems for targeting crop inputs. Irish Farmers Journal June, 16-17, 1992.
17. **Schnug, E., Murphy, D., Evans, E. and Haneklaus, S.:** Advanced approaches to local resource management in crop production. Proc. 2. ESA Conf. Warwick (UK), 372-373, 1992.
18. **Schnug, E., Murphy, D., E. J. Evans and Haneklaus, S.:** Evaluation of yield mapping techniques for use in combinable crops. Proc. 2. ESA Conf. Warwick (UK), 206-207, 1992.
19. **Schnug, E., Murphy, D., Evans, E. and Haneklaus, S.:** Local Resource-Management in computer aided farming: A new approach for sustainable agriculture. In: Frago, M. A. C. and Beusichem, M. L. van (eds.), Optimization of Plant Nutrition, p. 657-663, Kluwer Acad. Publ. Dordrecht 1993.
20. **Schnug, E.:** Ökosystemare Auswirkungen des Einsatzes von Nährstoffen in der Landwirtschaft. Angewandte Wissenschaft 426, 25-48, 1994.
21. **Schnug, E., Haneklaus, S. and Murphy, D.:** Equifertiles - an innovative concept for efficient sampling in the local resource management of agricultural soils. Aspects of Applied Biology 37 'Sampling to make decisions', 63-72, 1994.
22. **Schnug, E., Murphy, D.P. and Haneklaus, S.:** Innovative soil sampling and analysis procedures for the local resource management of agricultural soils. Proc. XV Int. Soil Sci. Conf. Vol. 6a, 613- 630, Acapulco Mexico 1994.
23. **Schnug, E.:** Ertragsmessung per Satellit. Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung. 146 (33), 13, 1993.
24. **Schnug, E. und Murphy, D.:** Satellitenorientierte Pflanzenproduktion (Lokales Ressourcen- Management). Raps 12, 141,1994.
25. **Murphy, D. P., Oestergaard, H. und Schnug, E.:** Lokales Ressourcen-Management - Ergebnisse und Ausblick. - KTBL Arbeitspapier 214 "Technik für die kleinräumige Bestandesführung" 90-101, 1995
26. **Schnug, E, Oswald, P.and Haneklaus, S.:** Organic manure management and efficiency: Role of organic fertilizers and their management practices. Proc. VIII CIEC Conference Salamanca 1994 (E) (in press)
27. **Murphy, D. P., Schnug, E. and Haneklaus, S.:** Yield mapping - a guide to improve techniques and strategies Proc. Workshop Soil Specific Crop Management, ASA-CSSA-SSSA Madison, 33-47,1995.

28. **Schnug, E., Heym, J. and Murphy, D.P.:** A boundary line determination technique (BOLIDES). Proc. Workshop Soil Specific Crop Management, ASA-CSSA-SSSA Madison, 899-908, 1995.
29. **Schnug, E. and Haneklaus, S.:** Challenges of Local Resource-Management for sustainable oilseed rape production. Proc. 9th Int. Rapeseed Congress 1, 350-352, Cambridge 1995
30. **Haneklaus, S., Rühling, I. and Schnug, E.:** Evaluation of the spatial variability of seed yield and its meaning for improving the efficient use of natural resources and inputs in oilseed rape cropping. Proc. 9th Int. Rapeseed Congress 1, 353-355, Cambridge 1995
31. **Schnug, E., Achwan, F. and Heym, J.:** Establishing critical values for soil and plant analysis by means of the Boundary Line Development System (BOLIDES). Comm. Soil Sci. Plant Nutr. 1995 (in press)
32. **Schnug, E.:** Quality of soil and plant analysis in relation to sustainable agriculture. Comm. Soil Sci. Plant Nutr. 1995 (in press)
33. **Schnug, E. and Haneklaus, S.:** Application of the Local Resource-Management (LRM) of agricultural soils to fertilisation. Report Series of The Danish Institute of Plant and Soil Sciences 26, 115- 121, 1995.
34. **Kücke, M. und Schnug, E.:** Lokales Ressourcen Management. Forschungsreport Ernährung, Landwirtschaft Forsten 11, 26-29, 1995.
35. **Schroeder, D. and Schnug, E.:** Application of yield mapping to large scale field experimentation. Aspects of Applied Biology 43, 117-124, 1995.
36. **Heym, J. and Schnug, E.:** A mathematical procedure for the development of boundary lines from XY scattered data. Aspects of Applied Biology 43, 137-142, 1995.
37. **Schnug, E., Panten, K., Schweinfurth, G., Schroeder, D. and Haneklaus, S.:** Strategies for fertiliser recommendations based on digital agro resource maps (DARM's). Proc. 3rd Int. Conf. on Precision Agriculture, ASA-CSSA-SSSA Madison Abstr. Pckt., 1996.
38. **Haneklaus, S., Bloem, E., Schroeder, D. and Schnug, E.:** Spatial variability of mineral nutrient concentrations in soil and plant samples. Proc. IX Int Plant Coll. Prague 1996 (in press).