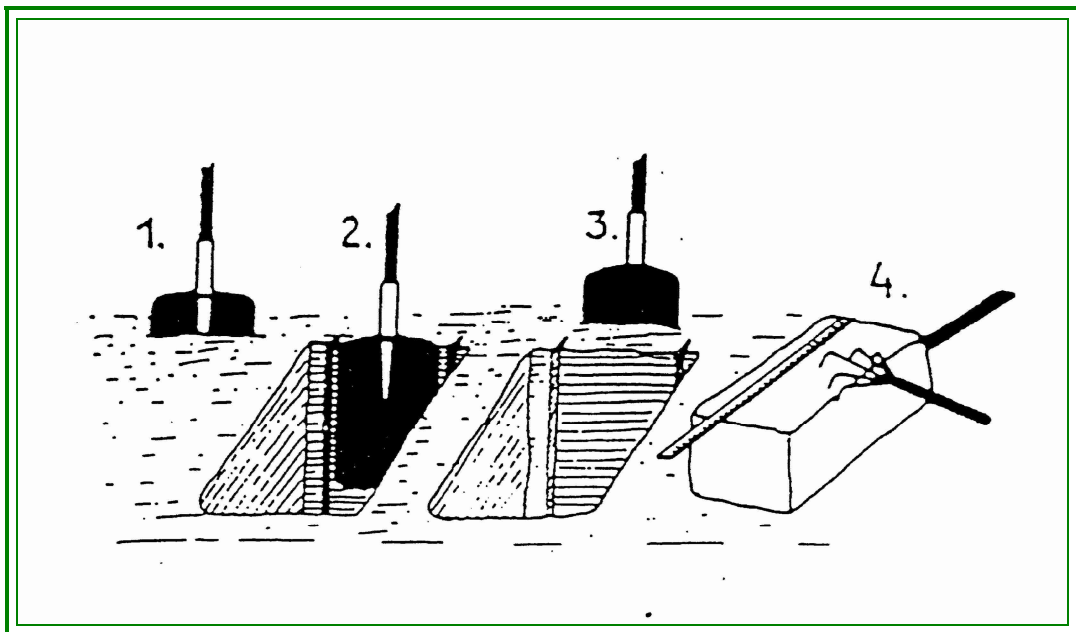


# Further Development and Improvement of Spade Diagnosis as Field Method for the Evaluation of Ecological Significant Structure Parameters of Soils under Agricultural Management

*Andrea Beste*

## Summary



PhD-Thesis

Institute of Crop Management, University of Gießen

## Summary

The soil, like water, air, and energy, is one of our most important resources. Our future living conditions will depend most fundamentally on how well we manage this nourishing resource. A serious endangerment of ecological soil vitality caused by the effects of pollution and high external input management systems in agriculture, can be confirmed at a global level. Besides the contamination of soil, groundwater and drinking water with foreign substances, the rapid decrease of soil biota - biological degradation - and, amplified by this, the high susceptibility of soils for compaction and erosion - physical degradation, represent two more syndromes which have been termed frequently as a serious threat for the global resources of food production (UNEP/ISRIC 1990, WBGU 1994, HURNI 1996, BESTE/HAMPL 1999). Some conclusions made by the Conference of the International Soil Conservation Organisation in Bonn 1996 summarised the urgent necessity of research to step further in combating soil degradation. There it has been emphasised that to document the effects of soil and land management systems on ecological soil functions, sensitive indicators and simple suitable scientific methods have to be defined respectively developed, which are able to show the influence of management systems on soil vitality:

*„Not only sophisticated methods but also quick methods that can be applied by non-researchers should be developed. [...] Although there is a dominant interest in quantitative data, qualitative data often is more relevant and revealing. [...]. There is an urgent need to involve farmers in technology development and adjustment so that their local experiences and knowledge can be focused into the research.“ (ISCO 1996).*

In this research paper the proposal is made to use soil structure as indicator for sound soil functions because of its close connections to water circulation, soil life activity and transformation capacity. With the Extended Spade Diagnosis (ESD) - a combination of soil investigation-methods initially developed by HAMPL/KUSSEL (1994) - a methodology is presented, which corresponds closely with the demands of ISCO especially in a low technical expenditure and a simple communicability. ESD contains a new developed structure evaluation, a new developed simple test of aggregate stability, the count of root density in the subsoil with a stencil, measurement of soil moisture, pore volume, bulk density with short core samplers and the measurement of shearing resistance. Thus ESD combines structure evaluation schemes developed on current knowledge about sound soil structure conditions (qualitative data, but countable) and measurement of common soil structure parameters (quantitative data). At the beginning of the investigation the structure evaluation scheme and the test of aggregate stability were improved by BESTE (1997).

The objective of research in this paper is it to test the evidence of the soil investigation methods applicated in the ESD with regard to the effects of soil and land management systems on ecological soil functions.

Current tests of aggregate stability are not able to show if the aggregate stability is caused by biological stabilisation (which is important for the soil functions) or by physical compaction (which has stated to be a sign of functional degradation). This can lead to incorrect evaluations about functional structure conditions. Therefore apart from ESD there has been also implemented an evaluation of aggregate morphology in this experimentation trial. With that a distinct investigation of the connections between aggregate stability caused by biological stabilisation or by physical compaction, the building up of agricultural desirable crumbly and porous aggregates and the actual structure conditions has been intended.

The sensitivity of the parameters applicated in ESD to the influence of site factors and management systems or techniques and their evidence for the ecological affection of soil functions through management factors has been tested with two designs of investigation.

The first design was drawn to document the influence of a typical crop rotation in an organic management system (Summer-Barley, Green Manure, Winter-Wheat - with intercrops) on soil conditions. Investigation parameters were soil structure evaluation, evaluation of aggregate morphology, test of aggregate stability and soil moisture. Samples were taken in March, May, July and September.

The second design was drawn to compare the soil conditions under Winter-Rye and Green Manure in the organic management system. In this design a complete ESD was implemented, so the parameters were structure evaluation, test of aggregate stability, count of root density in the subsoil, measurement of soil moisture, pore volume, bulk density with short core samplers and the measurement of shearing resistance as mentioned above. In addition to that the evaluation of aggregate morphology was implemented too.

Both designs of investigation contained the separate survey of three different tillage techniques:

Layer-Cultivator (conservation tillage, non inverting, loosening to 30 cm depth),

Two-Layer Plough (reduced tillage, inverting to 15 cm depth and loosening to 30 cm depth),

Plough (intensive tillage, inverting to 30 cm depth). The experimentation last three years (1996-1998).

**The investigations of sensitivity of the parameters to the site factors soil profile, pedogenic properties and soil moisture (experimental patches in organic farming) show the following results:**

### **Soil profile**

1. Aggregate stability and aggregate morphology show the typical differentiation of soil layers in biological activity according to current state of the art: Aggregate stability and amount of crumbly, highly porous aggregates are diminishing with soil depth.
2. The structure mark which has been computed for the upper crumb shows developing potential to reach optimum conditions. For the lower crumb susceptibility for compaction has been stated as tendency. This already has been observed frequently when inverting tillage was changed to non inverting tillage as it is the fact in this case (change 1994) for thirty percent of the experimental patches. The subsoil has been marked as to have structure conditions near the optimum (the scale of demanded structure conditions for a sound soil in the structure evaluation scheme varies with soil depth because of the bioecologically variation of light, moisture and density with soil depth. The attached structure mark shows the distance between optimum condition and actual condition).
3. Results of bulk density and shearing resistance confirm corresponding experiences with agricultural soils: They are augmenting with the soil depth.

### **Pedogenic properties**

4. The two separate observed groups of soils (I.: Loess/Loess over Marl, II.: calcic and silty Marl) show their influence in higher structure marks in case of the more stony material (calcic and silty Marl). This is comprehensible according to functional ecology because of the higher amount of macro pores in stony material.
5. The augmentation of aggregate stability with higher contents of Calcium and Silt (calcic and silty Marl) which is already known could be confirmed too.
6. The amount of crumbly, highly porous aggregates could not be stated as to be influenced by one of the two soil groups.
7. Results of bulk density and shearing resistance show no difference dependent on different soil groups.

### **Soil moisture**

8. Soil moisture shows the highest influence on the parameters in the results of the first investigation design (sampling four times yearly - seasonal periodicity of soil moisture). A corresponding tendency could be also stated for the second investigation design: With a soil

moisture over 20% the samples gained higher structure marks, the aggregate stability was lower and the amount of crumbly, highly porous aggregates higher. This results are due to the occurrence of arising „pseudo-crumbles“ with high soil moisture in early springtime. There could be observed a high amount of crumbly, highly porous aggregates when soil moisture was high, which leads to a good spatial soil structure. But this structure condition is highly susceptible against water siltation because of the „pseudo-crumbles“ which already not have been stabilised by biological factors but by meniscal water-tension only in the early springtime. Apart from this some observations about the reaction of polyeders, subpolyeders and crumbly, highly porous aggregates in different conditions of soil moisture and also in their annual rhythm have been explored.

9. Bulk density and shearing resistance don't show any influence depending on soil moisture. The influence of soil moisture around field capacity on the shearing resistance mentioned in the literature could not be documented in this case because of the dry moisture conditions which have not reached 30% (which is the field capacity of the soil type investigated here).
10. Root density is proportionally inverse to soil moisture which is explained with the higher growing intensity of roots searching for water in soil (KÖNEKAMP/ZIMMER 1954).

**The investigations of sensitivity of the parameters to management techniques show the following results:**

#### **Influence of Green Manure in the crop rotation and in comparison to Winter-Rye:**

1. Augmentation of structure mark.
2. Augmentation of aggregate stability up to the following crop.
3. Increasing formation and stabilisation of crumbly, highly porous aggregates.
4. Tendency to less shearing resistance and lower bulk density under Green Manure vegetation.

#### **Comparison of tillage techniques**

1. No statistically safe differences in structure marks.
2. Distinct higher aggregate stability with non inverting tillage (Layer Cultivator).
3. No statistically safe differences in the amount of crumbly, highly porous aggregates.
4. Higher stability of crumbly, highly porous aggregates in the upper crumb with non inverting tillage (Layer Cultivator).
5. No differences in the results of bulk density. Regular increase of shearing resistance with soil depth when tillage has been non inverting (Layer Cultivator). Abrupt increase of shear-

ing resistance from the lower crumb to the subsoil when tillage has been inverting (Plough), as it has been investigated frequently before.

6. No differences in root density.

### **Evidence of methodology**

The evidence of the improved structure evaluation has been confirmed by the gained results which correspond with literature. The structure mark shows the distance of actual soil condition to optimum conditions or degraded conditions. The difference in quality of soil conditions is taken into account in a very comprehensive way of evaluation. This qualitative evaluation could not be achieved by methodologies which gain results with the measurement of single parameters only. Whatever the result is a simple evaluation mark which facilitates statistical calculation. Soil condition is represented clearly and comparison with other parameters can be done simple and fast.

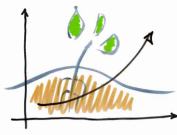
The new developed test of aggregate stability which is implemented with aggregates of actual soil moisture between 3 and 5 mm of size delivers results which show sensitiveness to the factors which are causing aggregate stability according to current knowledge. Apart from this it is easy to do and with the improved evaluation scheme of aggregate silting it is less depending on subjective assessment of the implementing person. The test delivered clear differences between the surveyed management variations and can therefore be recommended for investigations about the influence of agricultural management on aggregate stability.

The evidence of the counting out of root density by means of a stencil in the subsoil seems to be indifferent when samples are few. Therefore in case of implementing the whole ESD and taking few samples only it is preferable to use a qualitative root evaluation scheme instead of the quantitative root counting. When ESD is implemented only partly (e.g. only structure evaluation and test of aggregate stability) and many samples are taken the root counting in the subsoil by means of the stencil can be kept.

The evidence of the physical standard parameters bulk density and shearing resistance has been confirmed with the results according to literature.

The parameters and methods used in combination as a part of ESD show - as the most soil investigation methods - dependence on pedogenic properties and soil moisture. This experience has been intended to be taken into account by giving some advises fore implementation of ESD. Apart from this suggestions for some structure evaluation schemes and silting evaluation schemes which are adapted to sandy soils and silt soils as well as a rooting evaluation scheme have been worked out and presented.

ESD in its improved version can achieve to document scientifically but without high technology expenditure effects of management systems or techniques on soil vitality. It combines the actual and comprehensive impression of soil condition in the field with exact quantitative data information of soil parameters. Advantages moreover that are facility and communicability because of its vividness and close connection to farmers knowledge about soil. Thus it can help to facilitate decisions about soil management planning and practice also in regions and projects where investigations with high-technology methods are too expensive or not well adapted for consultancy presentation.

<p><b>Contact:</b></p> <p><b>Institute for Soil Conservation and Sustainable Agriculture</b></p>  <p><b>Consultance, Training, Analysis</b></p> <p>Dr. Andrea Beste  <b>Osteinstr. 14</b>  D-55118 Mainz  Tel/Fax: +49 +6131-639901  E-Mail: <a href="mailto:A.Beste@t-online.de">A. Beste@t-online.de</a>  Website: <a href="http://www.gesunde-erde.net">www.gesunde-erde.net</a></p>	<p>Workshops and oral presentations with the subjects:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soil ecology</li> <li>• Sustainable soil management/tillage</li> <li>• Soil conservation</li> <li>• Organic farming</li> <li>• Guidance in Extended Spade Diagnosis and GÖRBING-Spadediagnosis with their specific suitability</li> </ul> <p>Professional analysis of structure quality and aggregate stability</p>
--	---

**Publications about Extended Spade-Diagnosis in English language:**

BESTE, A. (1998 a): An applicable field method for the evaluation of ecological soil vitality in science and agricultural consulting practice. International Conference on Sustainable Agriculture in Tropical and Subtropical Highlands with special Reference to Latin America Rio de Janeiro, Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro

BESTE, A. (1998 b): Extended Spade Diagnosis. In: Sustainable Land Management. Guidelines for Impact Monitoring. Centre for Development and Environment (cde), Bern (CH) & Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, Hrsg.

BESTE, A. (1999): An applicable field method for the evaluation of some ecologically significant soil-function-parameters in science and agricultural consulting practice. International Soil Conservation Organisation (ISCO) - Conference 1999, West Lafayette, Indiana, USA.

BESTE, A. (1999): Project Ecological Soil Management - Development of an applicable field method for the evaluation of some ecologically significant soil-function-parameters in science and agricultural consulting practice. In Proceedings of „Sustainable Landuse Management - The Challenge of Ecosystem Protection, International Conference, Kiel 28.9.-1.10 1999

BESTE, A. (2000): Extended Spadediagnosis - an applicable field method for the evaluation of some ecologically significant soil-function-parameters in science and agricultural consulting practice. In: Alföldi/Lockeretz/Niggli (Hg.), Proceedings 13th international IFOAM Scientific Conference, Basel

## References

- AGÖL (1996): Rahmenrichtlinien für den ökologischen Landbau. Arbeitsgemeinschaft ökologischer Landbau (Hg.). SÖL-Sonderausgabe17, Bad Dürkheim
- AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. Arbeitsgemeinschaft Boden (Hg.), Hannover
- AICHINGER, S.; KIEM, R.; KANDELER, E. (1995): Die Bedeutung von Mikroorganismen für die Aggregatstabilisierung von Böden unterschiedlicher Nutzung. Mitteilungen DBG 76, S. 561-564
- AHRENS, E. (1983): Significance of fertilization for post-harvest conditions of vegetables, especially spinach. In: Environmentally sound agriculture. Lockeretz, W. (Hg.), New York
- ALTEMÜLLER, H.-J.; HARTGE, K.-H. (1991): Einleitung und Problemstellung. In: Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit 2, BMELF (Hg.), Hamburg, Berlin, S. 9-11
- ANDERSON, T.-H. (1991): Bedeutung der Mikroorganismen für die Bildung von Aggregaten im Boden. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 154. S. 409-416
- ASPIRAS, R. B. et al. (1971): Chemical and Physical Stability of Microbially Stabilized Aggregates. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 35, S. 283-286
- AUERSWALD, K. (1992): Bodeneigenschaften und Bodenerosion. Habilitationsschrift, TU Weihenstephan.
- AUFHAMMER, G. (1958): Untersuchungen zur Garefähigkeit der Böden. In: Probleme der Krümelstabilitätsmessung und der Krümelbildung. Deutsche Akademie für Landwirtschaftswissenschaften. Berlin, S. 201-206
- BACKES, F. et al. (1997): Mikrobiologische Qualitätsparameter für Winterweizen aus organischem Anbau. In: Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Köpke U.; Eisele, J.-A. (Hg.), Berlin, S. 224-230
- BAEUMER, K. (1991): Bodenfruchtbarkeit als Wissenschaftlicher Begriff: Kenngrößen und Prozesse im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Produktion im Agrarökosystem. In: Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit 1, BMELF (Hg.), Hamburg, Berlin, S. 29-45
- BECHER, H.; KAINZ, M. (1983): Auswirkungen einer langjährigen Stallmistdüngung auf das Bodengefüge im Lößgebiet bei Straubing. Zeitschrift für Acker und Pflanzenbau 153, S. 152-158
- BECK, T. (1991): Auswirkungen abgestufter Pflanzenbauintensitäten nach 15-jähriger Laufzeit auf wichtige bodenmikrobiologische Kennwerte. Bayer. Landwirtsch. Jahrb. 68, S. 361-367
- BENECKE, P. (1966): Die Geländeansprache des Bodengefüges in Verbindung mit der Entnahme von Stechzylinderproben für Durchlässigkeitmessungen. Zeitung für Kulturtechnik, Landentwicklung und Flurbereinigung 7, S. 91-104
- BERNARD, H.; LEPKE, U. (1995): Methodenvergleich zur Bestimmung der Aggregatstabilität. In: Ergebnisbericht Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung 1995. Stiftung Ökologie und Landbau, Bad Dürkheim. Unveröffentlicht
- BESTE, A. (1996): Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitungsverfahren im ökologischen Landbau auf Bodenstruktur und Wasserhaushalt. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
- BESTE, A. (1997): Entwicklung und Erprobung der Spatendiagnose zur Beurteilung der ökologischen Funktionsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden im Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung. Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Bonn, S. 43-48
- BESTE (1997 b): Ergebnisse der Erweiterten Spatendiagnosen 1996. In: Ergebnisbericht Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung 1996. Stiftung Ökologie und Landbau. Bad Dürkheim. Unveröffentlicht



- BESTE (1998): Ergebnisse der Erweiterten Spatendiagnosen 1997. In: Ergebnisbericht Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung 1997. Stiftung Ökologie und Landbau. Bad Dürkheim. Unveröffentlicht
- BESTE (1999): Ergebnisse der Erweiterten Spatendiagnosen 1998. In: Ergebnisbericht Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung 1998. Stiftung Ökologie und Landbau. Bad Dürkheim. Unveröffentlicht
- BESTE, A.; HAMPL, U. (1999): Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung/Project Ecological Soil Management. Forschung für ein Leben aus gesunder Erde/Science for life from healthy soils. Informationsbroschüre der Stiftung Ökologie und Landbau (SÖL). Bad Dürkheim
- BEYER, L. (1991): Gefügeeigenschaften von Parabraunerden und Podsolen unter Wald- und Ackernutzung. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 154, S. 107-114
- BLUME, H.-P. (Hg.) (1990): Handbuch des Bodenschutzes. Bodenökologie und Bodenbelastung; vorbeugende und abwehrende Schutzmaßnahmen. Landsberg/Lech
- BLUME, H.; BEYER, L. (1996): Zur Definition von Humusformen ackerbaulich genutzter Böden. I. Diagnostische Merkmale. Mitteilungen DBG 80, S. 183-185
- BMU (1996): Umwelt 10. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.), Bonn
- BÖCK, G. (1997): Strukturuntersuchungen am Bodenbearbeitungs-Systemversuch Triesdorf. Diplomarbeit, Fachbereich Bodenkunde, Fachhochschule Weihenstephan
- BÖHM, H.; GROCHOLL, J.; AHRENS, E. (1990): Mikrobiologische Beurteilung von Bodenbearbeitungssystemen am Beispiel dreier Bodentypen. Zeitung für Kulturtechnik und Landentwicklung 32, S.114-120
- BÖHM, W. (1979): Methods of Studying Root Systems. Berlin, Heidelberg
- BUCHMANN, I. (1996): Bodenkarte und Erläuterungen. In: Ergebnisbericht Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung 1995. Stiftung Ökologie und Landbau, Bad Dürkheim. Unveröffentlicht
- BUND/MISERIOR (1995): Zukunftsfähiges Deutschland. Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH. Basel/Boston/Berlin
- CAPPELN von, J.-H. (1959): Strukturverbesserung durch Phosphatanreicherung des Bodens. = Die Phosphorsäure 19, S. 177-202
- CHESTERS, G. et al. (1957): Soil Aggregation in Relation to Various Soil Constituents. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21, S.272-277
- CHABOUSSOU, F. (1987): Pflanzengesundheit und ihre Beeinträchtigung. Die Schädigung durch synthetische Düngemittel und Pflanzenbehandlungsmittel. Alternative Konzepte 60, Karlsruhe
- CZERATZKI, W. (1957): Untersuchungen über Krümelstabilität an einem Kalkversuch. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 78, S. 121-135
- CZERATZKI, W. (1958): Zur Problematik der Krümelstabilitätsmessung. In: Probleme der Krümelstabilitätsmessung und der Krümelbildung. Deutsche Akademie für Landwirtschaftswissenschaften. Berlin, S. 85-98
- CZERATZKI, W. (1972): Die Ansprüche der Pflanze an den physikalischen Bodenzustand. Landbauforschung Völkenrode 22, S. 29-36
- DEBOSZ, K. et al. (1998): Impact of Soil Management on Distribution of Carbohydrate C and Clay Dispersibility in Different Sized Soil Aggregates. Poster, NJF-Seminar no. 286. Soil Tillage and Biology. June 8-10th Ås, Norway
- DE KIMPE, C.; WARKENTIN, R. (1998): Soil Functions and the Future of Natural Resources. In: Towards sustainable land use. Furthering cooperation between people and institutions, Blume H.-P. (Hg.). Selected papers of the 9th conference of the International Soil Conservation Organisation (ISCO), Reiskirchen

DE LEENHEER, L.; DE BOODT, M. (1954): Discussion on the Aggregate Analysis of Soils by Wet Sieving. Soil Sci. 2

DEUTSCHER BUNDESTAG (Hg.) (1998): Bundesbodenschutzgesetz. Entwurf

DIEZ, TH. (1982): Spatendiagnostische Untersuchungen an der Krume von Lößböden. Mitteilungen DBG 34, S. 145-148

DIEZ, TH. (1991): Beurteilung des Bodengefüges im Feld. Möglichkeiten, Grenzen und ackerbauliche Folgerungen. In: Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit 2, BMELF(Hg.), Hamburg und Berlin, S. 96-103

DIEZ, TH.; WEIGELT, H. (1987): Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung. München, Wien, Zürich

DIERKS R.; HEITEFUSS R. (Hg.) (1990): Integrierter Landbau. Systeme umweltbewußter Pflanzenproduktion. München

DNA, (1973): Felduntersuchungen. Bestimmung des Makrogefüges. Deutscher Normenausschuß (Hg.) (= DIN 19682, Bl. 10)

DUMBECK, G. (1986): Bodenphysikalische und funktionelle Aspekte der Packungsdichte von Böden.. Gießener Bodenkundliche Abhandlungen 3, Gießen

DUTZLER-FRANZ, G. (1977): Der Einfluß einiger chemischer und physikalischer Bodenmerkmale auf die Enzymaktivität verschiedener Bodentypen. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 140, S. 329-350

EBERT, D. (1952): Die Spatendiagnose und ihre Anwendung. In: Die deutsche Landwirtschaft 8, S. 397-399

ECKERT, H. (1993): Bewertungsrahmen zur Charakterisierung der ökologischen Situation landwirtschaftlicher Betriebe. Mitteilungen DBG 72, S. 1475-1478

EHRNSBERGER, R. (1993): Bodenzoologie und Agrarökosysteme. In: Informationen zu Naturschutz und Landschaftspflege 6, Ehrnsberger, R. (Hg.). Cloppenburg, S. 11-41

EHRNSBERGER, R.; BUTZ-STRAZNY, F. (1993): Auswirkung von unterschiedlicher Bodenbearbeitung (Grubber und Pflug) auf die Milbenfauna im Ackerboden. In: Informationen zu Naturschutz und Landschaftspflege 6, Ehrnsberger, R. (Hg.). Cloppenburg, S. 188-208

EITZINGER, J.; KLAGHOFER, E. (1995): Einfluß unterschiedlicher Primärbodenbearbeitung auf ausgewählte bodenphysikalische Eigenschaften. Wasser/Boden 47, S. 11

EMMERLING, C. (1995): Tätigkeitsbericht. In: Ergebnisbericht Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung 1994. Stiftung Ökologie und Landbau. Bad Dürkheim. Unveröffentlicht

EMMERLING, C. (1996): Tätigkeitsbericht. In: Ergebnisbericht Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung 1995. Stiftung Ökologie und Landbau. Bad Dürkheim. Unveröffentlicht

EMMERLING, C. (1997): Tätigkeitsbericht. In: Ergebnisbericht Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung 1996. Stiftung Ökologie und Landbau. Bad Dürkheim. Unveröffentlicht

EMMERLING, C. (1997 b): Schriftliche Mitteilung

EMMERLING, C. (1998): Tätigkeitsbericht. In: Ergebnisbericht Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung 1997. Stiftung Ökologie und Landbau. Bad Dürkheim. Unveröffentlicht

EMMERLING, C. (1999) Tätigkeitsbericht. In: Ergebnisbericht Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung 1998. Stiftung Ökologie und Landbau. Bad Dürkheim. Unveröffentlicht

FRANKEN, H.; LOH, M. (1986): Der Einfluß ackerbaulicher Maßnahmen auf die Dynamik der Aggregatstabilität. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 28, S. 35-41

- FRESE, H. (1958): Zur Bildung von Makrogefügetypen im Ackerboden durch atmosphärische Einflüsse. In: Probleme der Krümelstabilitätsmessung und der Krümelbildung. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften. Berlin
- FREYER, B. (1997): Kennziffern der Nachhaltigkeit von 317 ackerbaubetonten Betrieben des biologischen Landbaus in der Schweiz, ausgewertet auf der Basis von Betriebskontrolldaten. In: Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Köpke U. und J.-A. Eisele (Hg.), Berlin, S. 103-108
- FRIEBE, B. (1995): Auswirkungen verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren auf die Bodentiere und ihre Abbauleistungen. Informationen zu Naturschutz und Landschaftspflege 6, Ehrnsberger, R. (Hg.). Cloppenburg, S. 171-187
- GÄTH, S. (1995): Ursachen der Luftsprengung. = Bodenökologie und Bodengenese 15. Habilitation, Gießen
- GEIER, U. et al. (1997): Ökobilanz Hamburger Landwirtschaft - Umweltrelevanz verschiedener Produktionsweisen. Handlungsfelder Hamburger Umweltpolitik. Gutachten im Auftrag der Umweltbehörde Hamburg
- GISI, U. (1997): Bodenökologie. Stuttgart, New York
- GLÖSS, ST. (1997): Bodenbewertung im Rahmen von Umweltplanungen. In: Kennzeichnung und Bewertung von Böden für eine nachhaltige Landschaftsnutzung, Hierold W. und R. Schmidt (Hg.), ZALF-Bericht 28, Müncheberg, S. 81-93
- GÖRBING, J. (1947): Die Grundlagen der Gare im praktischen Ackerbau. Hannover
- GÖRBING, J.; SEKERA, F. (1947): Die Spatendiagnose - Ziel und Grundlage der zweckmäßigen Bodenbearbeitung. Hannover
- GROß, U. (1992): Erosionsanfälligkeit in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (ktBL) Arbeitspapier 190, Darmstadt, S.128-131
- GROß, U. (1996): Einfluß unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme auf Verschlammungsneigung und Aggregatstabilität verschiedener Böden. Dissertation, Universität Gießen, Gießen
- GRUBER, W. (1992 a): Befahrbarkeit von Ackerböden. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (ktBL) Arbeitspapier 190, Darmstadt, S.52-58
- GRUBER, W. (1992 b): Die Gefahr der Bodenverdichtung bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung. In: Wechselwirkungen von Bodenbearbeitungssystemen auf das Ökosystem Boden. Beiträge zum 3. Symposium vom 12.-13. Mai 1992 in Gießen, Friebe (Hg.), Gießen, S. 21-29
- HAAS, G.; KÖPKE, U. (1994): Vergleich der Klimarelevanz ökologischer und konventioneller Landwirtschaft. In: Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des 12. Deutschen Bundestages (Hg.). Studienprogramm Landwirtschaft Teilband II., Bonn
- HAAS, G. et al. (1995): Vergleich konventioneller und organischer Landbau - Teil I: Klimarelevante Kohlendioxid-Emission durch den Verbrauch fossiler Energie. Berichte über Landwirtschaft 73
- HAAS, G. (1997): Leistungen des Ökologischen Landbaus zur Verringerung der Gewässerbelastungen. In: Umweltqualitäten und Wirtschaften - Was wurde erreicht? Wo geht es hin? 30. Essener Tagung für Wasser und Abfallwirtschaft, Dohmann, M. (Hg.), Aachen
- HAINES, W. B. (1930): The Hysteresis Effect in Capillary Properties, and the Modes of Moisture Distribution Associated therewith.
- HAMPL-MATHY, U. (1991 a): Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau. SÖL-Sonderausgabe 52, Bad Dürkheim

- HAMPL-MATHY, U. (1991 b): Pflanzenernährung im ökologischen Landbau. *Ökologie & Landbau* 78, S. 16-22
- HAMPL-MATHY, U. (1992): Grundbodenbearbeitung. In: Methoden des umweltgerechten Pflugeinsatzes. Sonderveröffentlichung des Bodensee-Umweltschutzprojektes der Deutschen Umwelthilfe e. V., der Fachgruppe für Technik im ökologischen Landbau und des Modellprojektes „Biotopvernetzung und Extensivierung landwirtschaftlich genutzter Flächen im Landkreis Konstanz“.
- HAMPL, U. (1995 a): Bodenschutz ist Hochwasserschutz. *Ökologie & Landbau* 94, S. 38-39
- HAMPL, U. (1995 b): Beratung zur Umstellung auf Ökologische Bodenbewirtschaftung. Dissertation an der Universität Hohenheim. Verlag Dr. Kovac. Hamburg
- HAMPL, U. (1995 c): Ökologische Bodenbearbeitung und Beikrautregulierung. *SÖL-Sonderausgabe* 56, Bad Dürkheim
- HAMPL, U. (1996): Das Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung. *Ökologie&Landbau* 100, S. 34
- HAMPL, U. (1997): Eindringwiderstände in Grünbrache und Roggen. In: Ergebnisbericht Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung 1996. Stiftung Ökologie und Landbau. Bad Dürkheim. Unveröffentlicht
- HAMPL, U.; KUSSEL, N. (1994): Die Erweiterte Spatendiagnose. Unveröffentlicht
- HARRACH, T. (1984): Lockerungsbedürftige Böden einfach und sicher erkennen. In: Bodenfruchtbarkeit in Gefahr? Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) (Hg.), Frankfurt, S. 115-121
- HARRACH, T. (1998) Gefügebeurteilung im Gelände insbesondere Bewertung der Packungsdichte und Schätzung der nFK im Wurzelraum. In: Boden und Bodenschutz. Beiträge zum Seminar am 10. und 11. 9. 1998 in Emmelshausen. Bildungsseminar für die Agrarverwaltung Rheinland-Pfalz (Hg.), Mainz, S. 34-41
- HARRACH, T.; VORDERBRÜGGE, T. (1991): Die Wurzelentwicklung von Kulturpflanzen in Beziehung zum Bodentyp und Bodengefüge. In: Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit 2, BMELF (Hg.), Hamburg, Berlin, S. 69-82
- HARRACH, T.; RICHTER, U. (1992): Wirkung von Bodenbearbeitungsverfahren auf den Stickstoffhaushalt im System Boden-Pflanze. In: Wechselwirkungen von Bodenbearbeitungssystemen auf das Ökosystem Boden. Beiträge zum 3. Symposium vom 12.-13. Mai 1992 in Gießen, Friebe (Hg.), Gießen, S. 81-96
- HARTGE, K.H. (1987): Einführung in die Bodenphysik. Stuttgart
- HARTGE, H.; HORN, R (1992): Die physikalische Untersuchung von Böden. Stuttgart
- HASINGER, G. (1993): Bodenbeurteilung im Feld. Forschungsinstitut für biologischen Landbau. CH, Oberwil
- HAUG, G.; SCHUMANN, G.; FISCHBECK, G. (1990): Pflanzenproduktion im Wandel. Weinheim
- HELAL, M. (1991): Bodengefüge, Wurzelentwicklung und Wurzelfunktionen. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 154, S. 403-407
- HENK, U. (1989): Untersuchungen zur Regentropfenerosion und Stabilität von Bodenaggregaten. Dissertation TU Braunschweig.
- HIEROLD, W.; SCHMIDT, R. (Hg.) (1997): Kennzeichnung und Bewertung von Böden für eine nachhaltige Landschaftsnutzung. ZALF-Bericht 28, Müncheberg
- HÖFLICH, G. (1996): Standort- und fruchtartenspezifische Interaktionen zwischen Rhizosphärenbakterien und Pflanzenwachstum. *Mitteilungen DBG* 81, S. 331-334
- HOFFMANN, M. (2000): Mündliche Mitteilung

HÖVELMANN, L.; FRANKEN, H. (1992): Zum Einfluß der Grundbodenbearbeitung auf Aggregatstabilität, Eindringwiderstand und Wurzelentwicklung in rekultivierten Böden aus Löß. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (ktBL). Arbeitspapier 190. Darmstadt, S. 63-67

HÖVELMANN, L.; FRANKEN, H. (1993): Einfluß von Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf die Stabilität oberflächennaher Bodenaggregate rekultivierter Böden aus Löß. Mitteilungen DBG 72, S. 127-130

HURNI, H. with the assistance of an international group of contributors (1996): Precious Earth: From Soil and Water Conservation to Sustainable Land Management. International Soil Conservation Organisation (ISCO) and Centre for Development and Environment (CDE). Bern

ISCO (Hg.) (1996): Conclusions and recommendations of ISCO'96. Bonn

JUNG, G. (1988): Die Spatendiagnose nach Görbing, Johannes. Ihre Aussagekraft im Vergleich mit bodenphysikalischen Untersuchungen. Diplomarbeit Fachhochschule Weihenstephan.

KÄMPF, R. (1953): Ein Beitrag zur Beurteilung und Erfassung der Bodengare bei Lößlehmböden. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 96, S. 333-366

KANDELER, E.; MURER, E. (1993): Aggregate Stability and Soil Microbial Processes in a Soil with Different Cultivation. Geoderma 56, S. 503-513

KANDELER, E. et al. (1995): Bodenmikrobiologische Prozesse als frühzeitige Indikatoren für die Änderung der Bodennutzung. Mitteilungen DBG 76, S. 637-640

KANDLER, O. (1977): Das Klima des Rhein-Main-Nahe-Raumes. Mainzer Geographische Studien 11, Festschrift zum 41. Dt. Geographentag, Mainz, S. 379-387

KATSCHINSKI, N. A. (1958): Die Natur der mechanischen Stabilität und Wasserstabilität der Bodenstruktur. In: Probleme der Krümelstabilitätsmessung und der Krümelbildung. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften. Berlin

KAUER, R. (1993): Vergleichende Untersuchungen zum integrierten und ökologischen Weinbau - Ausgewählte Ergebnisse zur Schaderregerbekämpfung. In: Forschung im ökologischen Landbau, Zerger, U. (Hg.), SÖL-Sonderausgabe 42, Bad Dürkheim, S. 244-248

KELLER, L. (1990): Methoden für die Beurteilung umweltschonender Bewirtschaftungstechniken in der Landwirtschaft. Instrumente zur Beurteilung der Umweltwirkung von umweltgerechter Landwirtschaft. Liebefeld-Bern

KEMPER, W. D. et al. (1985): Gas Displacement and Aggregate Stability of Soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 49, S. 25-28

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. (1986): Aggregate stability and size distribution. In: Methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods, Klute, A. (Hg.), Agronomy Monograph 9, S. 425-442

KLAER, W. (1977): Grundzüge der Naturlandschaftsentwicklung von Rheinhessen. Mainzer Geographische Studien 11, Festschrift zum 41. Dt. Geographentag, Mainz, S. 211-225

KÖLLER, K. (1993): Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug: wissenschaftliche Ergebnisse - praktische Erfahrungen. Frankfurt (Main)

KÖNEKAMP, A.; ZIMMER, E. (1954): Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen Völkenrode 1949-1953. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 65, S. 158-169

KOEPF, H. (1953): Die biologische Aktivität des Bodens und ihre experimentelle Kennzeichnung. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 64, S. 138-146

KÖPKE, U. (1979): Ein Vergleich von Feldmethoden zur Bestimmung des Wurzelwachstums landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Dissertation. Universität Göttingen

- KUBIENA, W. (1938): Über das Elementargefüge des Bodens. = Bodenkundliche Forschung 4. Wien
- KÜHNELT, W. (1958): Zoogene Krümelbildung in ungestörten Böden. In: Probleme der Krümelstabilitätsmessung und der Krümelbildung. Deutsche Akademie für Landwirtschaftswissenschaften. Berlin, S. 193-200
- KULLMANN, A. (1956): Methoden zur Krümelstrukturuntersuchung des Bodens. In: Die deutsche Landwirtschaft 9, S. 442-446
- KULLMANN, A. (1958): Zur Problematik der Krümelstabilitätsmessungen und zur Methodik des Durchflußverfahrens. In: Probleme der Krümelstabilitätsmessung und der Krümelbildung. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften. Berlin, S. 7-34
- KULLMANN, A., KOITZSCH, R. (1956): Zur Krümelstabilitätsmessung auf leichtem Boden. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 73, S. 224-235
- KUNTZE, H.; ROESCHMANN, G.; SCHWERDTFEGER, G. (1994): Bodenkunde. Stuttgart.
- KUSSEL, N. (1998): Schriftliche Mitteilung
- KUSSEL, K. (1999): Schriftliche Mitteilung
- LAL, R.; GREENLAND, D.J. (Hg.) (1979): Soil Physical Properties and Crop Production in the Tropics. Chichester
- LEITHOLD, G. (2000): Mündliche Mitteilung
- LIEBEROTH, I. (1969): Bodenkunde Bodenfruchtbarkeit. Berlin.
- LUDWIG, M. (1977): Zur Bodengeographie des Rheinhessischen Tafel- und Hügellandes. Mainzer Geographische Studien 11, Festschrift zum 41. Dt. Geographentag, Mainz, S. 277-283
- LYNCH, J. M. (1983) Soil Biotechnology. Blackwell, Oxford
- MÄDER, P. (1993): Effekt langjähriger biologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf das Bodenleben. In: Forschung im ökologischen Landbau, Zerger, U. (Hg.), Söl-Sonderausgabe 42, Bad Dürkheim, S. 271-278
- MEUSER, H. (1991): Bodenkundliche Aspekte bei Wurzeluntersuchungen an Kulturpflanzen. Die Geowissenschaften 8, S. 247-250
- MÜCKENHAUSEN, E. (1947): Die Spatendiagnose im Rahmen der Bodenkunde. Neue Mitteilungen für die Landwirtschaft 2, 159-161
- MÜCKENHAUSEN, E. (1993): Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen, 4. Aufl., Frankfurt (Main)
- MÜLLER, G. (1958): Beziehungen zwischen Biologie und Struktur des Bodens. In: Probleme der Krümelstabilitätsmessung und der Krümelbildung. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften. Berlin, S. 167-192
- MÜLLER-SÄMANN, K. (1986): Bodenfruchtbarkeit und Standortgerechte Landwirtschaft in den Tropen. Eschborn
- MULLA, D.J. et al. (1992): Temporal Variation in Aggregate Stability on Conventional and Alternative Farms. Soil Sci. Soc. Am. J. 56, S. 1620-1624
- MUNKHOLM, L. (1998): Non-Inverting Soil Tillage as a Means of Optimising Soil Tilth. Proceedings, NJF-Seminar no. 286. Soil Tillage and Biology. June 8-10th, Ås, Norway

- MURER, E. J. et al. (1993): An Improved Sieving Machine for Estimation of Soil Aggregate Stability (SAS). *Geoderma* 56, S. 539-547
- NEUDECKER, E. (1997): Untersuchungen zur Frage der Durchwurzelung bei wendender und nicht wendender Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau. Diplomarbeit, Fachbereich Gartenbau, Fachhochschule Osnabrück
- OADES, J.M. (1984): Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. *Plant and Soil* 76, S. 319-337
- ÖDORFER, A.; POMMER, G. (1997): Zusammenhänge zwischen Anbauintensität und Befall mit Weizenkrankheiten. In: Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Köpke U.; Eisele, J. A. (Hg.), Berlin, S. 302-307
- PIFFNER, I. (1993): Einfluß langjährig ökologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf Regenwurmpopulationen. In: Forschung im ökologischen Landbau, Zerger, U. (Hg.), Söl-Sonderausgabe 42, Bad Dürkheim, S. 280-287
- PORTRATZ, K. U. (1993): Bedeutung von Feuchte und Struktur der Bodenoberfläche für die Bodenerosion. *Bonner Bodenkundliche Abhandlungen* 11, Bonn
- PREUSCHEN, G. (1989): Bodengesundung. Aktiver Bodenschutz durch Wiederbelebung der Böden und Herstellung der natürlichen Bodenfunktionen. SÖL-Sonderausgabe 18, Bad Dürkheim
- RID, H. (1961): Strukturveränderungen des Ackerbodens im Bereich der Krume, der Pflugsohle und des Untergrundes, nachgewiesen durch Strukturdiagnosen und Messungen der Grobstruktur. In: *Sinderdruck Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 114, S.58-86
- REX, M. (1984): Der Einfluß der Durchwurzelbarkeit des Bodens auf den Ertrag und den Nährstoffentzug von Getreide. = *Gießener Bodenkundliche Abhandlungen* 1. Dissertation Gießen
- RSU (1985): Umweltprobleme der Landwirtschaft. Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (Hg.), Sondergutachten. Bonn
- RSU (1987): Umweltgutachten. Bonn
- RSU (1994): Umweltgutachten. Bonn
- ROBERT BOSCH STIFTUNG (Hg.) (1994): Schwäbisch Haller Agrarkolloquium zur Bodennutzung, den Bodenfunktionen und der Bodenfruchtbarkeit. Denkschrift für eine umweltfreundliche Bodennutzung in der Landwirtschaft. Gerlingen
- ROGASIK, H. et al. (1995): Bodenphysikalische und bodenbiologische Untersuchungen der Gefügegenwicklung im A-Horizont dreier Landnutzungssysteme. *Mitteilungen DBG* 76, S. 61-64
- ROTH, C. H. (1996): Aggregation Indices to Characterize Structural Breakdown of Dry Soil Samples by Air Slaking. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 159, S. 429-435
- SCHACHTSCHABEL, P.; HARTGE, K. (1958): Die Verbesserung der Strukturstabilität von Ackerböden durch eine Kalkung. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 83, S.193-202
- SCHAFFER, G. (1960): Eine Methode zur Abscherwiderstandsmessung von Ackerböden zur Beurteilung ihrer Strukturfestigkeit im Felde. *Landwirtschaftliche Forschung* 13, S. 25-44
- SCHNEIDER, R.; EMMERLING, C.; SCHRÖDER, D. (1995): Auswirkungen von Grünbrache auf die bodenphysikalische Standortqualität. *Mitteilungen DBG* 76, S. 153-156
- SCHEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P. (1992): *Lehrbuch der Bodenkunde*. 13. Aufl., Stuttgart
- SHELLER, E. (1994): Pflanzenernährung und Düngung im organischen Landbau. In: Springer Loseblatt System Ökologische Landwirtschaft. Pflanzenbau, Tierhaltung, Management 1, Lünzer, I.; Vogtmann, H. (Hg.), Heidelberg, New York, Sektion 02.02, S. 1-21

- SCHINNER, F.; SONNLEITNER, R. (1996 a): Mikrobiologie und Bodenenzymatik. Bodenökologie 1: Grundlagen, Klima, Vegetation, Bodentyp. Berlin
- SCHINNER, F.; SONNLEITNER, R. (1996 b): Mikrobiologie und Bodenenzymatik. Bodenökologie 2: Bodenbewirtschaftung, Düngung und Rekultivierung. Berlin
- SCHLICHTING, E. et al. (1995): Bodenkundliches Praktikum. 2. Aufl. Hamburg
- SEITZ, L. (1997): Einfluß reduzierter Bodenbearbeitung im Ökologischen Landbau auf Nährstoffhaushalt und mikrobiologische Eigenschaften von Böden sowie die Besiedelung durch Regenwürmer. Diplomarbeit Universität Trier, Fachbereich Angewandte Geographie/Geowissenschaften. Trier
- SEKERA, F.; BRUNNER, A. (1943): Beiträge zur Methodik der Garesforschung. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 29, S. 196-212
- SEKERA, F. (1951 a): Der allgemeine Bauplan der Bodenstruktur und die Dynamik der Bodengare. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 52, S. 57-60
- SEKERA, F. (1951 b): Das Krankheitsbild des Gareschwundes. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 52, S. 150-160
- SEKERA, M. (1984): Gesunder und kranker Boden. Ein praktischer Wegweiser zur Gesunderhaltung des Ackers. Graz - Stuttgart
- SIEFERT, E. (1977): Der organisch - biologische Landbau. In: Ökologischer Landbau, eine europäische Aufgabe: Agrarpolitik und Umweltprobleme. Alternative Konzepte 21. Karlsruhe, S. 39-52
- SIEGRIST, S. (1995): Experimentelle Untersuchungen über die Verminderung der Bodenerosion durch biologischen Landbau in einem NW-schweizerischen Lößgebiet. Die Erde 126, S. 93-106
- SIEGRIST, S. et al. (1998). Does Organic Agriculture Reduce Soil Erodibility? The Results of a Long-Term Field Study on Loess in Switzerland. Agriculture, Ecosystems & Environment 69, S. 253-264
- SLATER, C.; HOPP, H. (1951): Winter decline of soil structure in clean-tilled soils. In: Agron. Journ. 43, S.1
- SOBOTIK, M. (1989): Auf die Wurzel kommt es an! Bedeutung der Wurzelökologie für die praktische Landwirtschaft. Der Förderungsdienst 6, S. 174-177
- SOMMER, C.; ZACH, M. (1992): Grundbodenbearbeitung mit nicht wendender Lockerung. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (ktBL). Arbeitspapier 190. Darmstadt, S. 35-42
- STOCKFISCH, N. et al. (1995): Einfluß reduzierter Bodenbearbeitung auf biologische und chemische Kennwerte in verschiedenen Tiefen einer Löß-Parabraunerde. Mitteilungen DBG 76, S. 697-700
- STOOPS, G.; JONGERIUS, A. (1975): Proposal for a Micromorphological Classification of Soil Materials. I. Classification of the Related Distribution of Fine and Coarse Particles. Geoderma 13, S. 189-199
- SUNKEL, R. (1961 a): Über die Porosität von Bodenaggregaten. 2. Mitteilung: Untersuchungsergebnisse. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 3, S.221-234
- SUNKEL, R. (1961 b): Über die Porosität von Bodenaggregaten. 3. Mitteilung: Vergleich zwischen Stabilität und Porosität von Aggregaten und Beziehungen zum Kohlenstoffgehalt und zur Korngrößenverteilung. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 3, S.234-244
- TEBRÜGGE, F. (1989): Wechselwirkungen von Bodenbearbeitungssystemen im 10-jährigen Versuch auf technische Leistungsparameter, Bodenstruktur, biologische Aktivität, Pflanzenkrankheiten und Ertrag. Proc. 11th International Congress on Agricultural Engineering, 24.-26. 11. 1990, Berlin, S. 21-22



- TEBRÜGGE, F.; EICHHORN (1992): Die ökologischen und ökonomischen Aspekte von Bodenbearbeitungssystemen. In: Wechselwirkungen von Bodenbearbeitungssystemen auf das Ökosystem Boden. Beiträge zum 3. Symposium vom 12.-13. Mai 1992 in Gießen. Gießen, S. 7-20
- TEIPEL, R. (1952 a): Das Ausmaß der Strukturschäden auf verschiedenen Böden Thüringens - 1. Teil. In: Die deutsche Landwirtschaft 11, S. 587-591
- TEIPEL, R. (1952 b): Das Ausmaß der Strukturschäden auf verschiedenen Böden Thüringens - Schluß. In: Die deutsche Landwirtschaft 12, S. 650-653
- TEIWES, K. (1988): Einfluß von Bodenbearbeitung und Fahrverkehr auf physikalische Eigenschaften schluffreicher Ackerböden.
- TIPPKÖTTER, R. (1993): Klassifikation von Aggregierungsmerkmalen mit Hilfe der Ultraschall-Diagnostik. Mitteilungen DBG, 72, S. 273-276
- TISDALL, JM.; OADES, JM. (1982): Organic matter and water-stable Aggregates in soils. Journal Soil Sci. 33, S. 141-163.
- UBA (1997): Nachhaltiges Deutschland. Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. Umweltbundesamt (Hg.), Berlin
- UBA (1998): Maßstäbe bodenschonender landwirtschaftlicher Bodennutzung - Erarbeitung von Beurteilungskriterien und Meßparametern als Grundlagen für fachliche Regelungsansätze. Umweltbundesamt (Hg.), Berlin
- UNEP/ISRIC (1990): The extend of human-induced soil degradation. Annex 5. United Nations Environment Programme; International Soil Reference and Information Center (Hg.), Wageningen. Netherlands
- VASILIU, A. (1958): Der Einfluß einiger Dauergramineen- und Leguminosengemische auf die Wasserstabilität der Struktur einiger Böden der rumänischen Volksrepublik. In: Probleme der Krümelstabilitätsmessung und der Krümelbildung. Deutsche Akademie für Landwirtschaftswissenschaften. Berlin, S. 207-216
- VOGTMANN, H.; FRAGSTEIN, P., von (1984): Qualitätsbeurteilungen von Lebensmitteln aus alternativer Sicht. VDLUFA-Sonderdruck
- VOIGT, S. (1998): Bodenstruktur und Bodenwasserhaushalt bei unterschiedlicher Bodenbewirtschaftung und -bearbeitung im Verlauf einer Vegetationsperiode. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
- VORDERBRÜGGE, TH. (1989): Einfluß des Bodengefüges auf Durchwurzelung und Ertrag bei Getreide - Untersuchungen an rekultivierten Böden und einem langjährigen Bodenbearbeitungsversuch. Dissertation. Gießener Bodenkundliche Abhandlungen 5. Niederkleen
- WAIBEL, H.; FLEISCHER, G. (1998): Kosten und Nutzen des chemischen Pflanzenschutzes in der deutschen Landwirtschaft aus gesamtwirtschaftlicher Sicht. Kiel
- WILDENHAYN, M. (1994): Persönliche Mitteilung. In: Integrierter Landbau. Systeme umweltbewußter Pflanzenproduktion. Grundlagen, Praxiserfahrungen, Entwicklungen, Dierks, R.; Heitefuss, R. (Hg.), München/Münster Hiltrub/Wabern-Bern, S. 109
- WBGU (1994): Die Welt im Wandel - Die Gefährdung der Böden. (= Jahresgutachten 1994). Bonn.
- WERNER, J.; THÄMERT, W. (1988): Zur Diagnose des physikalischen Bodenzustandes auf Produktionsflächen. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkunde 12, Berlin, S. 729-739
- WERNER, D. (1993): Ergebnisse röntgenmorphologischer Untersuchungen verdichteter und gelockerter odengefüge. Mitteilungen DBG 72, S. 281-284
- WEST, A. W. (1987): Relationships between Mycelial and Bacterial Populations in Stored, Air-Dried and Glucose-Amended Arable and Grassland Soil. Soil Biol Biochem 19, S. 599-605

WICHTMANN, H. (1955): Untersuchungen zur Frage der Aggregatbindekräfte in lufttrockenen Bodenkümmeln. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 71, S. 232-246

WILKENS, K. (1992): Kennzeichnung des Makroporensystems des Bodens bei abnehmender Bearbeitungsintensität (Pflug, Grubber, Direktsaat) mittels digitaler Bildanalyse. In: Wechselwirkungen von Bodenbearbeitungssystemen auf das Ökosystem Boden. Beiträge zum 3. Symposium vom 12.-13. Mai 1992 in Gießen, Friebe, B. (Hg.), Gießen, S. 43-49

ZACHARTSCHENKO, I. (1956): Zur Meßmethodik der Stabilität der Bodenstruktur. Bodenkunde 1, S. 54-62