

**Zeitschrift:** Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

**Band:** 86 (1988)

**Heft:** 5

**Artikel:** Bodenschonende Landwirtschaft aus maschinentechnischer Sicht

**Autor:** Kramer, E. / Sturny, W.G.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-233757>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Partie rédactionnelle

ner Gesamtlänge von ca. 800 m vorgesehen. Damit der Bach im oberen Teil nicht trocken liegt, ist die Drainagesammelleitung, die am Bachanfang vorbeiführt, anzuzapfen und mindestens ein Teil der Wassermenge einzuleiten.

Die Böschung entlang der neuen Kiesabfuhrstrasse zwischen Bach und Aussenrand Strassenbankett soll möglichst naturnah gestaltet werden. Sie ist insbesondere nicht zu humusieren und auch nicht zu bepflanzen. Der Bach selbst ist auf der Südseite gruppenartig zu bepflanzen, um durch den Schattenwurf eine Verkrautung zu verhindern.

Ganz im Osten der Grube soll ein ca.

5,4 ha grosses Biotop angelegt werden. Hier sind keine grossen Auffüllungen vorgesehen. Das Biotop soll aus offenen Kieswänden, offenen Wasserflächen, Schilfgürteln und Naturwald bestehen. Es ist lediglich mit Meteorwasser aus dem Gebiet selbst und, mittels einer Sickerleitung am Fusse der aufzuforstenden Böschung, mit dem Wasser aus der Aufforstungsfläche zu speisen.

## Kiesaufbereitung

Um die bestehende Kiesaufbereitungsanlage ist bis zu deren Stilllegung das Gelände im heutigen Zustand zu belassen.

Das Areal umfasst eine Fläche von ca. 4,6 ha und wird zum grossen Teil zur Zwischenlagerung des Kieses verwendet.

Zum Schluss sei nochmals betont, dass es sich bei diesem Wiedergestaltungsplan lediglich um einen Entwurf handelt, der nach Rücksprache mit den Gemeinden, interessierten Ämtern und Kiesgrubenbetreibern noch Änderungen erfahren wird.

Adresse des Verfassers:

Andreas Niklaus

Bernhard, Herrmann und Arnold

Ingenieur- und Vermessungsbüro

CH-8500 Frauenfeld

## Bodenschonende Landbewirtschaftung aus maschinentechnischer Sicht

*E. Kramer, W. G. Sturny*

**Durch das Befahren und Bearbeiten des Bodens wird das Porenvolumen und damit der Wasser- und Lufthaushalt beeinträchtigt, was wiederum den Nährstofftransport und die Bodenbiologie beeinflusst.**

**Durch Veränderung der Fahrzeugparameter (Gewichte, Bereifung, Spur), Anpassung der Bewirtschaftung (Fruchtfolge) und Änderung der Arbeitsverfahren (Gerätekombinationen, Pflugersatz, konservierende Bodenbearbeitung) können unsere Böden geschont werden.**

*Le passage des véhicules sur le sol ainsi que l'action du travail du sol influencent le volume des pores et donc l'équilibre eau/air. Cela influence alors le transport des éléments fertilisants et la biologie du sol.*

*Une réduction du tassement du sol peut être atteinte par une modification des paramètres du véhicule (poids, pneumatiques, écartement de voie), une adaptation de l'exploitation (assolement) et un changement des techniques culturales (outils combinés, culture sans labour, travail de conservation du sol).*

### Bodenschäden durch das Befahren

Beim Befahren stützt sich das Gewicht des Fahrzeuges auf den Boden, und wenn die Belastung die Bodenfestigkeit übersteigt, wird das Gerüst der festen Bodensubstanz zerstört und das Porenvolumen vermindert bzw. die Bodendichte erhöht. Wir sprechen von Verdichtung.

Dabei werden in erster Linie Grobporen reduziert, während Mittel- und Feinporen weniger beeinflusst werden. Durch das Verdichten von Grobporen ( $> 10 \mu\text{m}$ ) werden sowohl luft- als auch wasserführende Poren beeinträchtigt, was wiederum einen

Einfluss hat auf den Nährstofftransport und die Bodenbiologie. Ausserdem ist die Porengrössenverteilung wichtig für das Wurzelwachstum, denn die Grenze der Durchwurzelung liegt bei einem Porendurchmesser von  $100 \mu\text{m}$ , während Wurzelhaare bei ausreichendem Gasaustausch noch bis in den untersten Bereich der Grobporen vorzustossen vermögen. Mittelporen dienen als Lebensraum für Pilze und Bakterien, Feinporen hingegen sind für die Mikroorganismen nicht mehr zugänglich.

Die Verdichtungsempfindlichkeit eines Bodens hängt in erster Linie von der Bodenart (Körnung) und vom Wassergehalt,

aber auch vom biologischen Verbau, d. h. von den Kittsubstanzen der Bodenorganismen und von der Bepflanzung (Durchwurzelung) ab. Am empfindlichsten reagiert ein humusarmes, tonreiches und frischbearbeitetes Feld.

Zur Beurteilung von Verdichtungen fehlen heute noch weitgehend einfache und praktische Methoden. Vermehrt sollte die Spatendiagnose gemacht werden, um vor dem Befahren oder Bearbeiten den Boden auf seinen Zustand zu beurteilen.

### Entwicklung der Fahrzeuge und der Bodenschäden

Heute sind Traktor und Anhänger nicht die einzigen bodenbelastenden Fahrzeuge. Schwere aufgesattelte oder gezogene Landmaschinen und grosse selbstfahrende Erntemaschinen sind hinzugekommen.

Obwohl namentlich bei den Traktoren versucht wurde, die Bereifung stets dem Gewicht anzupassen, um den spezifischen Bodendruck nicht zu erhöhen, werden heute Bodenverdichtungen und Ertragsdepressionen festgestellt. Verschiedene Autoren berichten von 10%–15% Ertrags-einbussen durch Bodenschäden. Canarache [2] findet aufgrund mehrerer Versuche, dass bei einer Zunahme der Bodendichte um  $10 \text{ kg/m}^3$  der Körner-Maisertrag um  $130 \text{ kg/ha}$  abnimmt.

### Hauptursachen der Bodenschäden und Empfehlungen zur Verminderung

Anzahl Überfahrten: Wenn früher ein Feld von der Bodenbearbeitung über die Saat bis zur Ernte zwei- oder dreimal überfah-



**Abb. 1: Messung des Druckabbaus in 30 cm Tiefe bei unterschiedlicher Radlast und bei gleichem spezifischem Bodendruck (Kontaktflächendruck). Beispiel:**

	Vorderrad	Hinterrad
Gewicht	900 kg	1400 kg
Kontaktflächendruck	0,6 bar	0,6 bar
Druck in 30 cm Tiefe	0,2 bar	0,5 bar

ren wurde, so hat heute die flächenbedeckende Belastung durch das Befahren bei den meisten Kulturen 100% überschritten. Oft rollen mehrere Räder in der selben Spur, und der Boden wird mehrmals zusammengedrückt, bis schliesslich die minimalen Grenzwerte des Porenvolumens unterschritten sind. Um dieser Gefahr vorzubeugen, empfiehlt sich bei Anhängern eine von der Traktorspur versetzte Spur, eine Doppelbereifung oder eine Doppelpendelachse. Weitere Möglichkeiten zur Reduktion des Mehrfach-Befahrens sind die Gerätekombinationen.

Gewicht: Nebst der Anzahl Überfahrten ist auch das Gesamtgewicht der Fahrzeuge und die Verteilung des Gewichtes auf Achsen und Räder massgebend für die Bodenverdichtungen. Je höher das Gewicht

pro Achse oder Rad, um so tiefer wird der Boden verdichtet. Deshalb sollte auch bei der Traktorwahl kein Gewicht auf Reserve gekauft werden; denn damit wird der Boden zusehends in solchen Tiefen verdichtet, wo er mit normalen Bodenbearbeitungsgeräten nicht mehr gelockert werden kann. Im Bedarfsfall können den Verhältnissen entsprechende Gewichte zugelegt werden (Zusatzgewichte, Wasserfüllung). Es bleibt schliesslich zu überlegen, ob sehr grosse Fahrzeuge und Maschinen nicht durch mehrere kleine und leichte ersetzt werden könnten [1].

Bereifung/Reifendruck: Durch die Wahl der Reifengrösse können wir direkt den Reifendruck und durch den Reifendruck den spezifischen Bodendruck beeinflussen. Je grösser der Reifen, umso geringer

muss der Reifendruck sein für ein entsprechendes Tragvermögen. Und je geringer der Reifendruck, umso grösser wird die Reifenaufstandsfläche bzw. umso kleiner der spezifische Bodendruck. Annäherungsweise gilt folgende Formel:  $0,4 \text{ bar} + \text{Reifendruck} = \text{spez. Bodendruck}$ . Durch die Reduktion des Reifendrucks nimmt auch der Rollwiderstand ab. Es ist weniger aufwendig, den Reifen zu verformen, als den Boden zu verdichten.

Als Grenzwerte für den Reifendruck werden verschiedentlich Werte  $\leq 1 \text{ bar}$  angegeben, um schädigende Wirkungen, d.h. Ertragsausfälle zu vermeiden.

Die Liste der Einflüsse des Befahrens auf den Boden könnte weitergeführt werden. Auch die Fahrgeschwindigkeit hat einen gewissen Einfluss auf die Verdichtung. Nur kann hier in der Regel nicht stark variiert werden, weil die Geschwindigkeit durch die auszuführende Arbeit oder die Arbeitsqualität bestimmt wird.

Ein weiterer, die Bodenverdichtungen beeinflussender Faktor kann auch der überbetriebliche Maschineneinsatz sein. Sicher können Maschinen überbetrieblich besser ausgelastet und somit wirtschaftlicher eingesetzt werden, aber es sollte nicht auf Kosten des Bodens geschehen. Grosse und teure Maschinen haben wohl eine grosse Schlagkraft, so dass sie bei gutem Wetter sehr viel leisten können, aber sie dürfen nicht so teuer sein, dass sie auch noch bei schlechtem Wetter eingesetzt werden müssen.

## Bodenbearbeitung – Lockerung oder Verdichtung

Das Ziel der Bodenbearbeitung ist die Lockerung des Bodens, um die durch Bearbeitung und Befahren sowie Niederschläge entstandenen Strukturschäden mechanisch zu beseitigen. Der Pflug kann diese Aufgabe erfüllen. Dabei kommt es aber durch das auf der Furchensohle laufende Traktorräder im Pflugsohlenbereich und im



**Abb. 2a + 2b: Unterschiedliche Bodenbelastung durch unterschiedliche Bereifung. Messung des Wasseraufnahmevermögens mit Infiltrationsrohren und des Eindringwiderstandes mit einem Penetrographen.**



Abb. 3: Utopie oder Zukunft zur Bodenschonung?

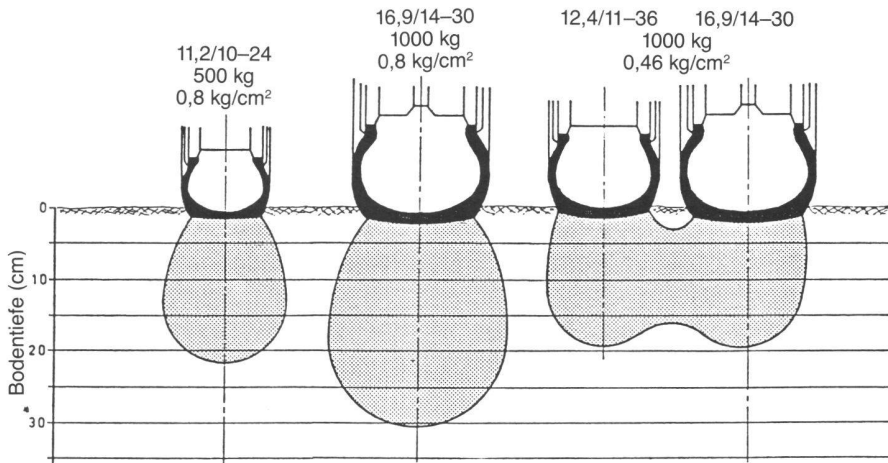


Abb. 4: Das verdichtete Bodenvolumen ist abhängig vom Fahrzeuggewicht. Bei gleichem spezifischem Bodendruck und unterschiedlichem Gewicht verdichtet das schwere Fahrzeug nicht nur ein grösseres Bodenvolumen, sondern bewirkt auch Bodenverdichtungen in zunehmenden Tiefen. Je grösser das Gewicht, umso kleiner sollte der spezifische Bodendruck sein, damit die Bodenverdichtungen nicht in solche Tiefen gehen, wo sie mit normalen Bodenbearbeitungsgeräten nicht mehr gelockert werden können. Für die Praxis bedeutet dies eine möglichst grosse Grundbereifung und/oder eine Doppelbereifung dazu. Im Bild ist links die Druckverteilung bei gleichem spezifischem Bodendruck und unterschiedlicher Radlast, rechts die Druckverteilung bei gleicher Radlast und unterschiedlichem spezifischem Bodendruck dargestellt.

Unterboden zu Verdichtungen. Auch können durch das Vergraben unzersetzter organischer Substanzen und bei fehlendem Sauerstoff organische Säuren und Reduktionszonen entstehen, in die keine Wurzel mehr eindringt.

Unterbodenverdichtungen könnten vermieden werden, wenn das Traktorrads ausserhalb der Furche laufen würde. Wegen problematischer Zugpunktführung in Hanglagen sehen Schweizer Pflugkonstrukteure noch keine technischen Lösungsmöglichkeiten.

Mit dem Grubber werden Ernterückstände

wühlend eingemischt, und es wird gleichzeitig ein Erosionsschutz bewirkt. Zudem entstehen keine Verdichtungshorizonte an der Bearbeitungsgrenze, da Traktorspuren beim Bearbeitungsvorgang sogleich gelockert werden.

Als Pflugsatz bietet auch die Spatenmaschine guten Erosionsschutz, indem sie etwa  $\frac{3}{4}$  der Ernterückstände einarbeitet und eine sehr grobschollige Bodenstruktur hinterlässt. Als wesentlicher Vorteil ist das Vermeiden von Verdichtungshorizonten anzusehen, trotz Bearbeitung von «naschen» und tonhaltigen Böden [13].

## Gleichmässige Saatbettvorbereitung

Auf schweren Böden und für Herbstsaaten steht die Zerkleinerung im Vordergrund, auf leichteren Böden und für Frühljahrsaaten das Einebnen und Rückverfestigen. Der unterschiedlichen Bodendruckverteilung in und zwischen den Traktorspuren, die eine gleichmässige Pflanzenentwicklung beeinträchtigen kann, ist grosse Beachtung zu schenken: breite Reifen mit niedrigem Druck, Doppelbereifung, Frontpacker, niedriges Traktorgewicht und Spurlockerer können Abhilfe schaffen.

Um die gewünschte Arbeitsqualität in möglichst einem Durchgang zu erreichen, ist eher der korrekte Einsatz von zapfwellengetriebenen als von gezogenen Geräten zu empfehlen. Allerdings kann eine zu hohe Drehzahl der Arbeitswerkzeuge von zapfwellengetriebenen Geräten (= zuviel «Schlagkraft») sowie Bodenbearbeitung bei zu feuchten Bodenverhältnissen (Einhalten von Saatterminen) zu einer «inneren Verdichtung» führen [11]. Diese von Auge nicht wahrnehmbare «schleichende Verdichtung» wird mittels Bestimmung der Aggregatdichte (nicht Bodendichte) festgestellt. Die verdichteten Aggregate wirken ertragsmindernd (Abnahme des Anteils an Mittelporen und somit an pflanzenverfügbarem Wasser), und es gibt kein Bodenbearbeitungsgerät, das diese verdichteten Aggregate wieder lösen kann [11]. Für einen bodenschonenden Einsatz von zapfwellengetriebenen Geräten ist die Bearbeitungsintensität zu reduzieren, indem Fahrgeschwindigkeit erhöht und Werkzeugdrehzahl herabgesetzt werden.

## Konservierende Bodenbearbeitung

Wir verstehen darunter Konservierung des Bodens und der Nährstoffe durch ganzjährige Bodenbedeckung. Nach Damroth [4] ist die konservierende Bodenbearbeitung ein Verfahren des Pflanzenbaues, bei dem aus den vorhandenen Ernterückständen der Hauptfrucht und/oder einer Zwischenfrucht durch Vermischung mit dem Boden eine oberflächennahe Mulchschicht erstellt wird, oder bei dem die Ernterückstände ohne Einarbeitung als Mulch an der Oberfläche belassen werden. In bzw. durch diese Mulchschichten werden Saat- und Pflanzgut abgelegt. In jedem Fall wird auf die wendende Pflugarbeit verzichtet. Der ausgedehnte Anbau von insbesondere spätdeckenden Hackfrüchten ist die wesentliche Ursache für zunehmende Bodenerosion in Schweizer Landwirtschaftsbetrieben. Versuche mit konservierender Bodenbearbeitung sind im Gang. Versuchsergebnisse und Erfahrungen aus dem In- und Ausland sind vielversprechend [4, 16].

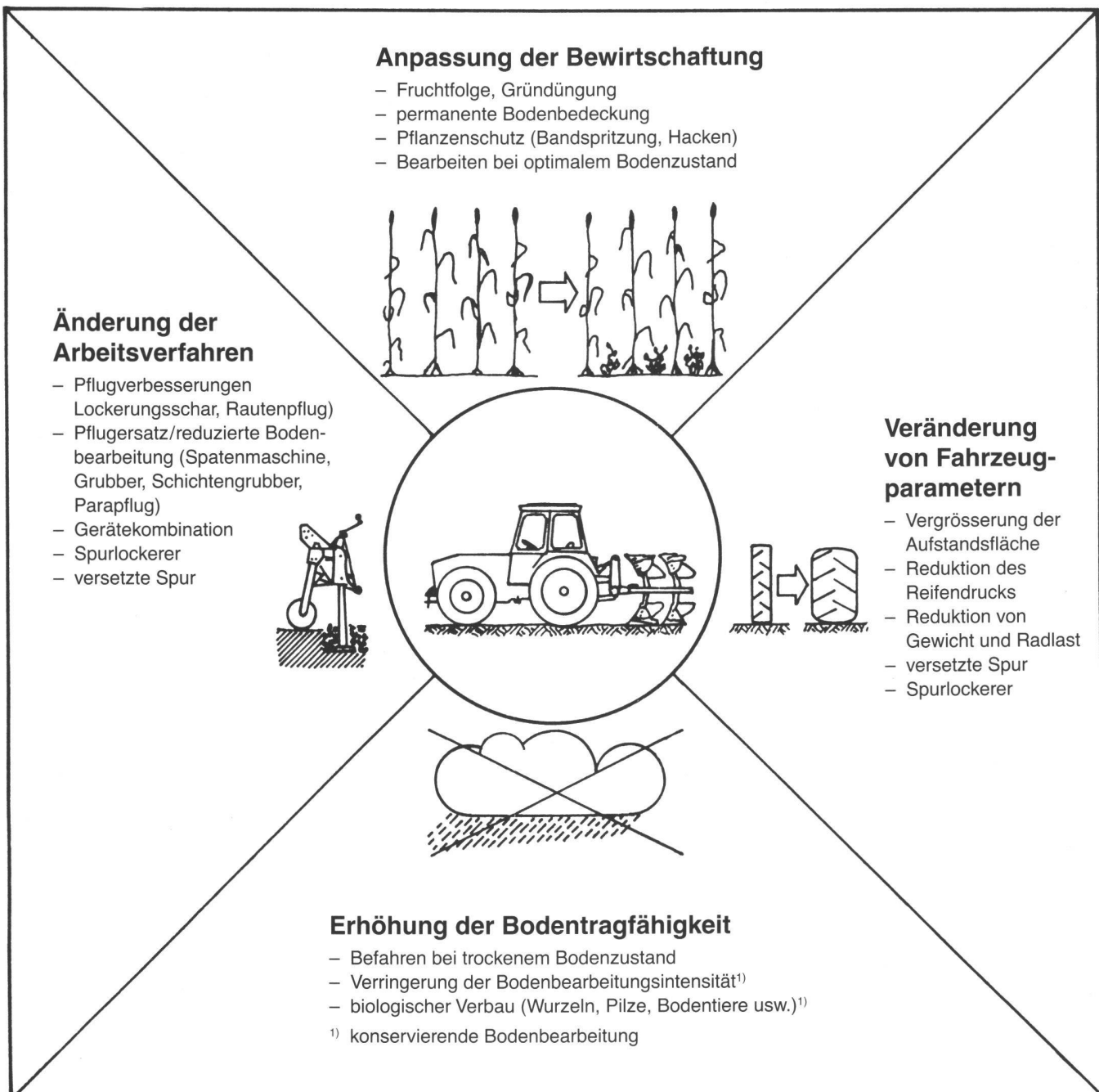


Abb. 5: Vorschläge zur bodenschonenden Bewirtschaftung.

Bei der konservierenden Bodenbearbeitung werden folgende Auswirkungen beobachtet:

**Bodentemperatur:** Die schützende Mulchschicht an der Bodenoberfläche verursacht höhere Bodenfeuchtigkeitsgehalte und somit tiefere Bodentemperaturen, was ungünstigere Feldaufgänge verursacht.

**Eindringwiderstand:** Die Reduktion der Bodenbearbeitungsintensität bewirkt grössere Festigkeit und somit bessere Tragfähigkeit des Bodens.

**Regenwürmer:** Mulchschicht und Bodenruhe fördern die Tätigkeit von streuzersetzenden, wühlenden Bodentieren [17].

**Pflanzenerträge:** Selbst eine anspruchs-

volle Zuckerrübenkultur kann ohne Pflugeinsatz erfolgreich angebaut werden, vorausgesetzt, dass der Boden nicht verdichtet und die Sätechnik angepasst sind.

#### Literatur:

- [1] Bolling, J., 1984: Bodenverdichtung und Bereifung bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen. Landtechnik Nr. 10, S. 449–452.
- [2] Canarache, A. et al., 1984: Effect of induced compaction by wheel traffic on soil physical properties and yield of maize in Romania. Soil and Tillage Research, 4, S. 199–213.
- [3] Ceratzki, W., 1972: Die Ansprüche der Pflanzen an den physikalischen Boden-

zustand. Landbauforschung Völkensrode 22, Nr. 1, S. 29–36.

- [4] Damroth, M., 1984: Konservierende Bodenbearbeitung auch im Kartoffelbau. Der Kartoffelbau. 35 (2), 62–64.
- [5] Estler, M., Knittel, H., Zeltner, E., 1984: Bodenbearbeitung aktuell. DLG-Verlag, Frankfurt.
- [6] Hakansson, J., 1981: Effect of heavy traffic on soil conditions and crop growth. Proceedings of the 7th/ISTVS-Conference, Volume I, S. 239–253.
- [7] Koeller, K., 1978: Möglichkeiten des Pflugersatzes in der Primärbodenbearbeitung. Berichte über Landwirtschaft. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, S. 415–430.

- [8] Kramer, E., 1981: Bodendruck, Bereifung und Fahrzeuggewicht. UFA-Revue 7, S. 30–31.
- [9] Kuntze, H., 1983: Die Bedeutung des Bodengefüges für die Ertragsbildung in Jahren mit extremer Witterung. Die Zuckerrübe.
- [10] Maillard, A., 1985: Bodenbearbeitung im Getreidebau – Entwicklung und Tendenzen, UFA-Revue, 2: S. 10–11.
- [11] Meyer, B., 1984: Bearbeitungsfehler – erkennen und vermeiden. Bodenbearbeitung heute – rationell und schonend. DLG-Archiv, S. 8–17.
- [12] Müller, U., 1982: Ursachen von Bodenverdichtungen und deren Sanierung. Die Grüne, S. 18–23.
- [13] Pelletier, L., 1984: La machine à bêcher «Bêchamatic» très appréciée en terre argileuse. La France Agricole, 2038, S. 32/33.
- [14] Söhne, W., 1953: Druckverteilung im Boden und Bodenverformung unter Schlepperreifen. Grundlagen der Landtechnik 3, Nr. 5, S. 49–63.
- [15] Sommer, C., 1984: Auswirkungen moderner Landtechnik auf das Bodengefüge. Arbeiten der DLG, Band 179, S. 13–28.
- [16] Sturny, W.G., 1982: Sugarbeet (beta vulgaris L.) Production under Minimum and Zero Tillage. M.Sc. Thesis. University of Manitoba, pp 147.
- [17] Tebrügge, F., 1984: Bodenbearbeitung und Bestelltechnik. DLZ 3, S. 318–325.
- [18] VEZ, A., 1980: Werden unsere Böden noch richtig bearbeitet? Schweiz. Landw. Monatshefte 58, S. 501–519.
- [19] Working group on soil compaction by vehicles with high axle load, 1980. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. Report from the Division of Soil Management Nr. 60.

Adresse der Verfasser:  
E. Kramer und Dr. W. G. Sturny  
Eidg. Forschungsanstalt  
für Betriebswirtschaft  
und Landtechnik Tänikon  
CH-8356 Ettenhausen

---

## Datenstrukturen und Datenbanken

B. Studemann

Dieser Vortrag ist der erste aus einer Viererreihe, welche die theoretischen und praktischen Arbeiten, die in den letzten fünf Jahren unter der Leitung von Professor Konzett durchgeführt wurden, vorstellen. Sie entsprechen inhaltlich den Vorträgen, welche an der Informationstagung vom 23./24. Oktober 1987 über die Ausbildung des Kulturingenieurs in Informatik im Vermessungswesen an der ETH Zürich gehalten wurden. Die Tagung wurde gemeinsam vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich, der IG-EDV sowie vom SVVK getragen. Eine Zusammenfassung dieser Tagung wurde in VPK 2/88 und im Informationsbulletin der IG-EDV vorgestellt.

In diesem ersten Vortrag stellt der Autor das Konzept der Datenbank und des Datenbanksystems vor, aber auch die Wichtigkeit der Datenstruktur als Modell der Realität. Er stellt das Datenmodell als Werkzeug für die Beschreibung der Datenstruktur vor. Die zwei letzten Kapitel behandeln die Standard-Datenbanksysteme, die sich vor allem im kommerziellen Bereich verbreitet haben, und die Datenbanksysteme, die speziell für Nicht-Standard-Anwendungen, wie z.B. LIS entwickelt worden sind.

*Cet exposé est le premier d'une série de quatre, qui présentent les travaux théoriques et pratiques réalisés au cours des 5 dernières années sous l'édige du professeur Konzett. Ils correspondent au contenu des exposés tenus lors des journées d'information sur la formation des ingénieurs du génie rural en informatique dans la mensuration à l'EPFZ, journées qui se sont tenues le 23/24 octobre 1987. Ces journées ont été portées par l'Institut de Géodésie et Photogrammétrie de l'EPF de Zurich, par la CITAIM et par la SSMAF. Un compte-rendu de ces journées est paru dans le journal MPG 2/88 ainsi que dans le bulletin d'information de la CITAIM. Dans ce premier article l'auteur présente le concept de la banque de données et du système de banque de données, puis l'importance de la structure des données en tant que modèle de la réalité que l'on veut représenter dans la banque de données. Il donne aussi un aperçu du modèle des données, qui est un outil permettant la description de la structure des données. Les deux derniers chapitres traitent des systèmes de banque de données standards, qui se sont propagés dans le secteur commercial, et des systèmes de banque de données développés spécialement pour des applications non-standard telles que les SIT.*

## 1. Daten und Datenverwaltung

### 1.1 Die Bedeutung der Daten

In technischen wie in kommerziellen und administrativen Bereichen werden immer grössere Mengen von Daten und Informationen erfasst und verarbeitet. Wegen der hohen Kosten der Datenerfassung will man sie über eine längere Zeit sicher aufbewahren, fehlerfrei verwalten und verschiedenen Benutzern zugänglich machen.

Es muss aber auch die Konsistenz, d.h. die Widerspruchsfreiheit der Daten gewährleistet werden. Konsistenzbedingungen sind Regeln, die von allen Daten eingehalten werden müssen. Diese Regeln über Zusammenhänge von Sachverhalten müssen streng formuliert werden. Je komplexer die Daten sind, desto komplexer ist es, die Datenkonsistenz zu erreichen.

Der Ingenieur-Geometer wird mit diesen Problemen in besonderem Masse konfrontiert. Gerade in der Grundbuchvermessung ist die Erfassung besonders zeit- und kostenaufwendig, die Konsistenzregeln sind sehr komplex, und die Rechtsgültigkeit der Daten ist zeitlich unbeschränkt. Erfasste Daten müssen zugänglich bleiben und in anpassungsfähiger Form herausgegeben werden können.

Um die Daten verwalten zu können, braucht es einen physikalischen Träger (die Hardware) und ein Verwaltungssy-

---

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie  
ETH-Hönggerberg, CH-8093 Zürich  
Separata Nr. 126.