

**Mitteilungen der k. Prüfungsanstalt und Auskunftsstelle
für landwirtschaftliche Maschinen in Weihenstephan.**

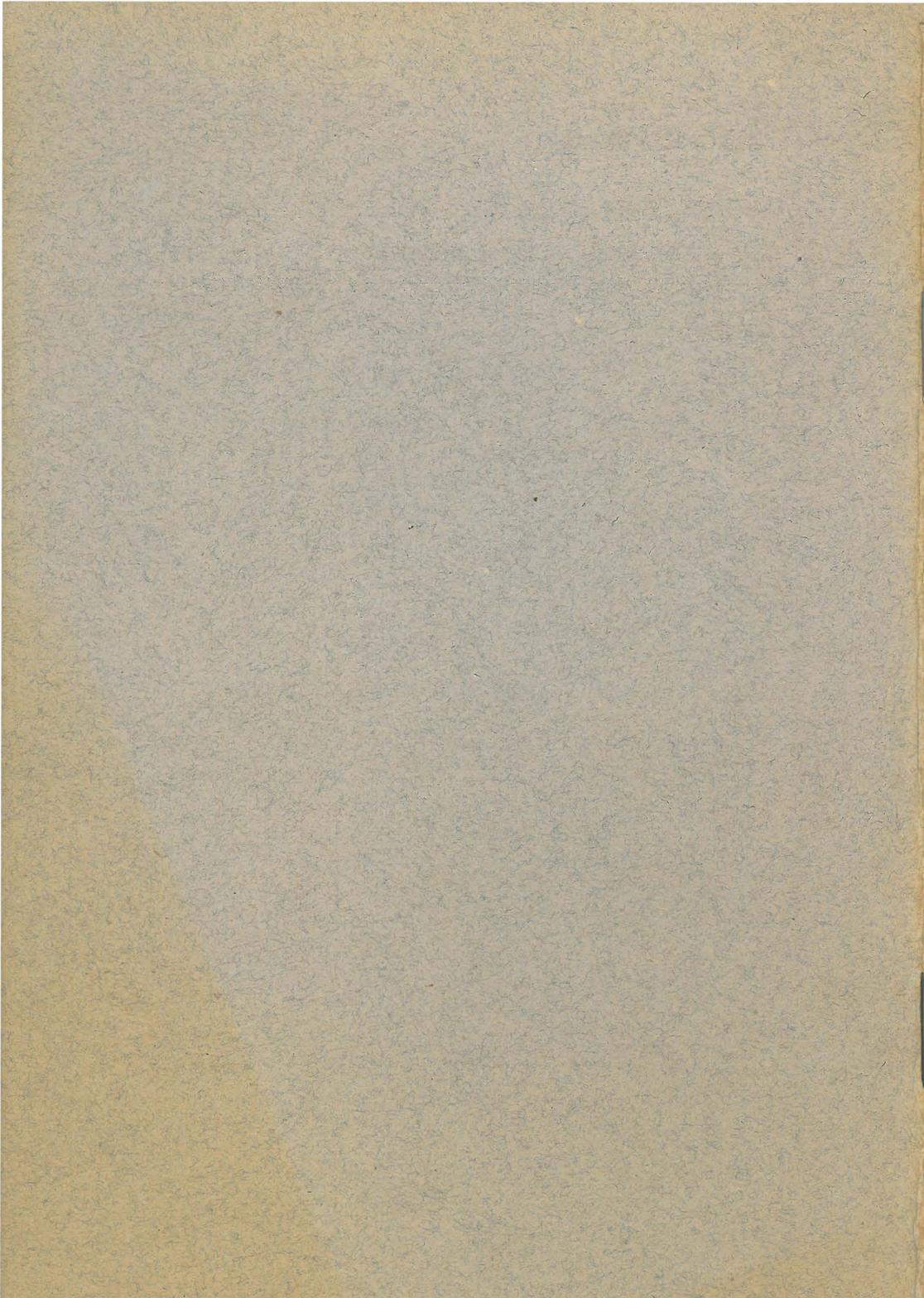
XLV.

✓ **Feststellung einheitlicher, international
geltender Normen für die Prüfung von
Bodenbearbeitungsgeräten.**

(Referat zum internationalen landwirtschaftlichen Kongreß 1907 in Wien.)

Von Prof. Dr. Heinrich Duhnert-Weihenstephan.





Mitteilungen der K. Prüfungsanstalt und Auskunftsstelle für landwirtschaftliche Maschinen in Weihenstephan.

XLV.

Feststellung einheitlicher, international geltender Normen für die Prüfung von Bodenbearbeitungsgeräten.

(Referat zum internationalen landwirtschaftlichen Kongreß 1907 in Wien.)

Von Prof. Dr. Heinrich Imhuer-Weihenstephan.

Der Prüfung von Bodenbearbeitungsgeräten wird in neuerer Zeit von den dazu berufenen Anstalten erhöhte internationale Aufmerksamkeit zugewendet.¹⁾ Bisher geschah die Erprobung in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle in der Weise, daß man das Gerät auf einem gerade verfügbaren, beliebig beschaffenen Stück Ackerland²⁾ in Tätigkeit versetzte und unter sehr wenig eingehender Beobachtung des Arbeitserfolges sich mit der Feststellung der erforderlichen Zugkraft und der in der Zeiteinheit (Stunde oder Tag)

¹⁾ Vgl. z. B. die Veröffentlichungen:

A) von Schweden: In den Styrelsen för Provningsanstalterna. Förlag: Stockholm.

in den Meddelande No. 2. S. 3 u. f. über Cultivatoren von Sjöström.

„ „ „ „ 2. S. 86 „ „ Pflüge von P. E. Ullberg,

„ „ „ „ 5. S. 1 „ „ Pflüge von Gustaf Timberg,

„ „ „ „ 6. S. 1 „ „ Cultivatoren von A. Sjöström,

„ „ „ „ 8. S. 42 „ „ Pflüge von A. Sjöström,

„ „ „ „ 10. S. 36 „ „ Cultivatoren von A. Sjöström,

B) von Italien: Im „Prove di macchine agricole“ von Prof. Ing. M. Castelli. Piacenza 1902. Verlag Stabilimento tipografico V. Porta,

C) von Holland: Verslag over het Onderzoek van Veertandcultivatoren, Gravenhage, Gebr. J. X. X. van Langenhuyzen. 1906.

²⁾ Geräte, welche ausschließlich der Wiesenpflege dienen, dürften wohl nicht in den Rahmen vorliegender Betrachtungen einzuschließen sein.

erzielbaren Flächenleistung begnügte. Die Frage aber, unter welchen Bedingungen der Versuch durchgeführt und inwieweit der eigentliche Arbeitszweck erreicht wurde, wurde häufig gar nicht aufgeworfen.

Es erscheint daher berechtigt, sich besonders eingehend mit den allgemeinen Bedingungen der Versuchsdurchführung und der Feststellung des erreichten Arbeitserfolges zu beschäftigen.

Grundregeln der exakten Prüfung von Bodenbearbeitungsgeräten sind nach Verfassers Ansicht die folgenden:

1. Die benützte Ackerfläche muß in ihrer ganzen Ausdehnung annähernd gleiche Zusammensetzung und Struktur aufweisen;

2. Der zur Probe dienende Kulturboden¹⁾ darf nur bei einem mittleren Feuchtigkeitsgehalt bearbeitet werden.

3. Das Bodenbearbeitungsgerät darf nicht auf jedem beliebigen Acker zur Prüfung kommen, sondern dessen Beschaffenheit muß der besonderen Eigentümlichkeit der Arbeitsteile des Gerätes entsprechend ausgewählt werden.

Die erste Forderung, daß die benützte Ackerfläche möglichst einheitliche Beschaffenheit aufweisen muß, ist dadurch begründet, daß bei einem Wechsel in dieser Beziehung sofort ganz bedeutende Unterschiede in der zur Bearbeitung notwendigen Kraft, bezw. in der Vollkommenheit der Erreichung des Arbeitszweckes auftreten müssen. Verfasser²⁾ ermittelte, daß in einem humosen Sandboden der Trennungswiderstand bei gleichbleibendem Feuchtigkeitsgehalt sich durch Verdopplung des Humusgehaltes vervierfachte, durch Verdreifachung desselben verzehnfachte. In einem tonigen Sandboden wurde der Trennungswiderstand der Krume bei gleichbleibendem Feuchtigkeitsgehalt durch Verdopplung des Tongehaltes auf das fünffache, durch Verdreifachung des Tongehaltes auf das Dreißigfache gesteigert. Der Einfluß der Wurzeln im Boden machte sich durch eine das 3–4 fache erreichende Erhöhung des Trennungswiderstandes gegenüber dem reinen Boden in der Regel bemerkbar. Auch die rückwirkende Festigkeit des Bodens, die bei der Zertrümmerung der Schollen in Betracht kommt,

¹⁾ Bei Bodenbearbeitungsgeräten für jungfräulichen Boden, zu Kolonistenzwecken, kann diese Forderung selbstredend nicht immer aufrecht erhalten werden.

²⁾ Forschungen auf dem Gebiete der Agrilkulturphysik. Bd. XII. 1889.

wird im gleichen Sinne beeinflusst. Schon bei mittlerem Feuchtigkeitsgehalt ergab reiner Ton mehr als die fünffache Widerstandsfähigkeit gegen Zertrümmerung als feiner Sandboden; bei Vergleich mit größerem Sandboden zeigen sich noch vielmals höhere Unterschiede.

Diese Zahlen tun nichts anderes dar, als daß die Kraft, welche ein Bodenbearbeitungsgerät während der Arbeit beansprucht, jene Kraft, auf deren Feststellung ein so bedeutendes Gewicht gelegt wird, innerhalb ganz außerordentlicher Grenzen schwankt, wenn die zur Probe benützte Ackerfläche ungleich beschaffen ist.¹⁾ Der Wert von Untersuchungen, die unter solchen ungenauen Bedingungen vorgenommen wurden, ist demnach ein außerordentlich fraglicher.

Das Auftreten gleich zusammengesetzter Bodenschichten auf größeren Flächen ist in Gegenden verschiedener geologischer Abstammung verschieden häufig. Ganz unbrauchbar zu vorliegendem Zweck sind meist die alluvialen Bildungen entlang von Gebirgsflüssen mit starkem Gefälle und reichlichem Geschiebe. Auch die Tertiärlandschaft in der Nordschweiz, Süddeutschland und Oesterreich mit stets wechselnden Schichten von Ton, Lehm, Mergel, Sand und Geröll ist bei geneigter Lage nicht gut brauchbar, weil die verschiedensten Bodenarten in der Fläche nebeneinander zutage treten. Hingegen ist z. B. der diluviale Sand der norddeutschen Tiefebene, der Löß der Donaulung usw. recht gut geeignet.

Die zweite Forderung, daß alle Ackergeräte für eigentlichen Kulturboden nur bei einem mittleren Feuchtigkeitsgehalt desselben erprobt werden dürfen, ist in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle deshalb geboten, weil nur im gerade richtigen Zustand der Abtrocknung des Bodens seine Lockerung durch die Bearbeitung herbeigeführt oder doch wenigstens eingeleitet werden kann. Die mittleren und mehr leichten Böden werden schon beim Pflügen in den lockeren Zustand der sog. „Krümelstruktur“ mehr oder weniger vollkommen übergeführt. Die sehr bindigen Böden, z. B. in Europa besonders viele englische und belgische Böden erfahren allerdings beim Pflügen zunächst nur eine geringe Locke-

¹⁾ Ungleiche Bodenbeschaffenheit kann auch durch verschieden dichte Lagerung feiner Teilchen bedingt sein, ein Zustand, auf den hier deshalb nicht näher eingegangen wurde, weil er auf regelrecht behandelten Kulturböden normaler Weise nicht vorkommen darf.

rung, aber sie ist doch um so bemerkbarer, je mehr sich auch hier der Feuchtigkeitszustand einem mittleren nähert und muß eintreten, weil bei der Wendung des Erdstreifens — auch mit den längsten Streichblechen — eine Streckung seiner Kanten erfolgt. Wenn auch eine Krümelung des sehr schweren Bodens durch das Pflügen allein noch nicht erreicht, sondern erst durch die nachträgliche Anwendung anderer Bodenbearbeitungsgeräte herbeigeführt wird, so steht doch fest, daß ein zu naß gepflügter bindiger Boden auf lange Zeit verdorben ist und daß er, im völlig ausgetrockneten Zustand gepflügt, so große eckige Schollen bildet, daß die nachträgliche Krümelung ebenfalls äußerst schwierig ist. Die Herstellung der „Krümelstruktur“ ist aber auch auf den schwersten Böden der Endzweck der Bodenbearbeitung, als Ganzes betrachtet. Und selbst der außerordentlich strenge Tonboden der Insel Java mit 92% Ton kann und muß in diesen Zustand übergeführt werden, wenn er günstige Standortverhältnisse für die Kulturpflanzen bieten soll.

Verfasser hat nachgewiesen¹⁾, daß der für die Bearbeitung günstigste Feuchtigkeitsgehalt bei allen feinkörnigeren Bodenarten ungefähr um 40% der vollen Wasserkapazität gelegen ist, daß aber keineswegs in diesem günstigen Zustand die Bodenbearbeitung das geringste Maß an Kraft erfordert. Man hat daher, unbekümmert um die zur Zerkleinerung desselben erforderliche Kraft, den Boden bei demjenigen Feuchtigkeitsgehalt zu bearbeiten, bei welchem er die für seine Fruchtbarkeitsverhältnisse günstigste Struktur annimmt. Man kann das Vorhandensein des gewünschten Wassergehaltes leicht beurteilen. Er liegt vor, wenn ein aufgenommener Bodenkloß beim Drücken zwischen den Fingern sich weder knetet, noch unzerteilt bleibt und wenn er dabei nicht das Gefühl der Härte erweckt, sondern zu vielen kleinen Krümeln, aber nicht zu Staub zerfällt. Selbstredend werden sehr bindige Böden sich bei diesem Versuch widerstandsfähiger erweisen als mittelschwere.

Und endlich muß betont werden, daß das Bodenbearbeitungsgerät auch wirklich auf solchen Böden erprobt werden muß, für welche es gebaut wurde. Diese namentlich bei den Pflügen notwendige Rücksichtnahme wird auch nicht immer genügend beachtet. Bekanntlich ist es hier die Form des Streich-

¹⁾ Forschungen auf dem Gebiete der Agrilkulturphysik. Bd. XII. 1889.

bleches, welche dem Gerät von vorneherein ein bestimmtes Ackerland als Arbeitsgebiet zuweist. Allerdings wird auch der Ausweg gewählt, daß man die Verwendung ein und desselben Streichbleches auf verschiedenen Bodenarten durch Anbringung eines verschieden hoch über der Ackerfläche einstellbaren Streicheisens an der äußeren Kante desselben ermöglicht. Aber die Abänderungen des ganzen Streichbleches sind nach obigem Grundsatz von der modernen Pflugfabrikation doch auch so weit getrieben worden, daß einzelne Firmen bis über 100 verschiedene Streichblechformen bauen. Trotzdem läßt sich die große Zahl derselben in einige charakteristische Gruppen einreihen. Wenn man von Kolonistenpflügen und solchen zu ganz bestimmten Zwecken abseht, sind es 5 Formen¹⁾ des Streichbleches, welche angewendet werden.

1. Die Kuchadlo=Form mit kurzem, steil ansteigendem, nicht gewundenem Streichblech für lockere Sandböden;

2. Die zylindrische²⁾ Form mit langgestrecktem, nicht gewundenem Streichblech für schwachbindige Böden;

3. Die teilweise gewundene Form³⁾ mit vorne zylindrischem, hinten schraubenförmigem Streichblech für schwerere Böden;

4. Die gewundene steile Form (Steilwender)⁴⁾ mit schraubenförmigem, kurzem, steil ansteigendem Streichblech für mittlere bis schwere Böden (je nach Länge);

5. Die gewundene lange Form (Flachwender)⁵⁾ mit schraubenförmigem, sehr langem, wenig ansteigendem Streichblech für die schwersten Böden.

Es darf wohl ausgesprochen werden, daß schon bei vielen Pflugproben die der Streichblechform nicht entsprechende Auswahl des Verwuchsackers zu unrichtigen Urteilen geführt hat. Die Einsicht in die hier zu beobachtenden Rücksichtnahmen fehlt eben in den in Betracht kommenden Kreisen leider noch immer fast vollständig, was wohl am

1) Verfasser folgt dabei Wüst's Landw. Maschinenkunde. S. 159 u. f.

2) Auch Kulturform nach Sack.

3) Amerikaner Streichblech (nach Wüst).

4) Deutsches Schraubenstreichbrett (nach Wüst).

5) Englischsches Schraubenstreichbrett.

besten durch die seitens landwirtschaftlicher Provinzialvereine und dgl. so beliebten Pflug-Konkurrenzen, welche häufig in sinnwidrigster Weise und ohne Ueberlegung zur Ausführung kommen, beleuchtet wird.

Aber nicht nur bei den Pflügen, auch bei den Walzen ist fehlerhafte Auswahl des Versuchsbodens möglich.

Aus allen vorangeschickten Betrachtungen darf man wohl den Schluß ziehen, daß für denjenigen, der Prüfungen von Bodenbearbeitungsgeräten exakt durchführen will, die genaue Kenntnis des zur Probe benützten Bodens unumgänglich notwendig ist. Der Versuchsansteller muß Gewißheit haben, ob die zur Verfügung stehende Fläche auch wirklich die notwendige gleichmäßige Zusammensetzung des Materials aufweist, er muß über den gerade gegebenen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens unterrichtet sein und er muß einen Einblick in die mechanische Zusammensetzung des Bodens besitzen. Es ist unmöglich, die letztere, bei noch so großer Übung, durch bloße Besichtigung auch nur annähernd zu beurteilen. Und das bezieht sich nicht nur auf die mittelschweren und leicht krümelnden Böden, sondern auch auf die strengsten Tone. Die letzteren, wenn sie auch äußerlich einander sehr ähnlich sind, können trotzdem sehr von einander abweichen. So ermittelte Verfasser bei der Untersuchung verschiedener, teils zu keramischen Zwecken verwendeter Tone folgendes:

Schlesischer Ton von Sagan	Tongehalt ¹⁾	100,00 %
Böhmischer Ton von Oberbris	„	25,25 „
Oberbayerischer Ton von Kolbermoor	„	43,77 „
Niederbayerischer Ton von Abensberg	„	100,00 „
Niederbayerischer Ton von Jesendorf	„	97,40 „
Oberpfälzer Ton von Narbeck	„	100,00 „
Schwäbischer Ton von Aystetten	„	67,85 „
Salzburger Ton von Wolfschwang	„	27,85 „

Erst durch die Ausstattung mit solch wichtigen Angaben gewinnen die Resultate der Prüfung von Bodenbearbeitungsgeräten einen wirklichen, d. h. vergleichbaren Wert.²⁾

¹⁾ Nach Kühn's Methode ermittelt.

²⁾ Derselbe kann noch wesentlich erhöht werden durch die Ermittlung des Gehaltes an humosen Bestandteilen und Kalk, weil von diesen Beimengungen die Fähigkeit der Bodenkrümelung stark beeinflusst wird und auch der Trennungswiderstand und die rückwirkende Festigkeit abhängt.

Der erforderliche mittlere Feuchtigkeitsgehalt des Bodens kann, wie oben erwähnt, schon durch das Verhalten der Bodenbrocken beim Zerdrücken beurteilt werden. Sind genügende Hilfskräfte vorhanden, so wird man sich aber auch zur Vornahme einer einfachen Trockenbestimmung entschließen können, bei der es genügt, den Boden in den sog. „lufttrockenen“ Zustand überzuführen. Es wäre sogar fehlerhaft, den Boden bis zur Austreibung auch des hygroskopischen Wassers zu trocknen, wobei ohnedies niemals eine Gewichtskonstanz erreicht wird, wie Verfasser nachgewiesen hat.¹⁾

Ueber das Mengungsverhältnis zwischen schlammigen, feinen Bestandteilen einerseits, weniger feinen andererseits, kann aber nur eine mechanische Analyse des Bodens Aufschluß geben. Von den verschiedenen Methoden derselben dürfte sich ob ihrer Einfachheit und Kürze für vorliegenden Zweck wohl am besten jene von Kühn eignen. Bei Verwendung anderer Methoden erhält man infolge der verschiedenen Grundlagen der Untersuchung keineswegs das gleiche Resultat, wenn auch ein und derselbe Boden untersucht wird. Verfasser hat jedoch durch vergleichende Versuche²⁾ eine Skala gewonnen, durch deren Benützung man in der Lage ist, aus den Resultaten der nach irgend einer Methode vorgenommenen Analyse jenes Resultat abzuleiten, welches erhalten würde, wenn eine der anderen Methoden zur Anwendung käme. Wird die mechanische Analyse mit verschiedenen Proben, welche an mehreren Stellen des Versuchsaekers entnommen werden, vorgenommen, so erhält man auch ein Bild, inwieweit die Forderung der Gleichmäßigkeit der Zusammensetzung über die ganze Fläche erfüllt ist.

Die Verschiedenartigkeit der Anforderungen an die Bodenzusammensetzung bei der Prüfung von Bodenbearbeitungsgeräten abweichender Konstruktion wird nun aber bedingen, daß man den gewünschten Versuchsboden für das jeweilige Gerät nicht immer gerade an Ort und Stelle zur Verfügung hat. Eine in dieser Beziehung ungünstig gelegene Prüfungsanstalt ist daher tatsächlich gezwungen, die Prüfung solcher Geräte abzulehnen, für welche sie keinen passenden Versuchsboden besitzt. An mehreren zerstreuten Plätzen mit jeweils passendem Bodenmaterial gesonderte Prüfungsstellen im Lande zu errichten, ist allerdings ein Ausweg. Ob er aber infolge der Um-

¹⁾ Landwirtschaftliche Versuchstationen XLIV und XLV.

²⁾ Ibid. 1901.

ständigkeit und der Nachteile jeder Dezentralisation mehr oder weniger Anklang findet, muß erst abgewartet werden.

Die allen Ansprüchen genügenden Prüfungsanstalten für Bodenbearbeitungsgeräte der näheren oder ferneren Zukunft werden daher wohl gezwungen sein, sich selbst am Platze eine Reihe von Versuchsäckern¹⁾ verschiedenster Beschaffenheit durch Herbeibringung des betreffenden Materials anzulegen. Dieser Vorschlag wird um so eher ausführbar, je ausgiebiger von den berufenen Stellen Mittel zum Ausbau des Versuchswesens für Bodenbearbeitungsgeräte und für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte überhaupt zur Verfügung gestellt werden. Uebrigens brauchen diese erwähnten Versuchsäcker gar nicht groß sein. Bei ihrer Benützung hat man es in der Hand, durch absichtliche Herbeiführung bestimmter Bodenzustände auch die Bedingungen zur Prüfung von Kolonisten-geräten und solchen zu ganz besonderen Zwecken zu schaffen. Auch die Verletzung des Bodens in den gewünschten Feuchtigkeitsgrad und die längere Bewahrung eines solchen während der Probe wird auf diesen Beeten viel eher durchzuführen sein als auf natürlichen Flächen. Endlich ist man auch eher in der Lage, für den Arbeitsversuch hergestellte besondere Bedingungen, z. B. Färbungen der Oberfläche, worauf Verfasser später zurückkommen wird, vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Angenommen, die bisher aufgestellten Bedingungen für die exakte Prüfung von Bodenbearbeitungsgeräten wären erfüllt, und das Gerät wird in Tätigkeit versetzt, so ist die Zugkraft, bezw. der Arbeitsaufwand festzustellen.

Der häufigere Fall ist der, daß ein Spanngerät zu prüfen ist, wobei zwischen demselben und den Zugtieren ein beliebiges Dynamometer eingeschaltet wird. In Oesterreich und Deutschland wurde früher ob seiner Bequemlichkeit häufig Burg's Dynamograph angewandt, dessen Konstruktion als bekannt vorausgesetzt ist. Dieses Instrument läßt jedoch im ursprünglichen Zustand zu wünschen übrig.²⁾ Der Schreibstift wird bekanntlich durch ein Uhrwerk bewegt,

¹⁾ Unbeschadet dessen wird man nebenher die Geräte auch auf den natürlichen Flächen landwirtschaftlicher Betriebe verwenden können, was besonders zur Feststellung der Stunden- oder Tagesleistung nötig ist.

²⁾ Mitteilungen der Prüfungsstation Halle. 136. Bericht. S. 20.

welche Bewegung aber in gar keiner Beziehung zur Geschwindigkeit der Zugtiere steht. Die mittlere Zugkraft kann nur geschätzt, aber nicht genau ausgerechnet und gemessen werden. Bei den Diagrammen, die durch andere Dynamometer gewonnen werden, ist dieses jedoch möglich. Unter den letzteren erfreut sich zur Zeit in Deutschland besonderer Beachtung der „neue Sack'sche Zugkraftmesser, verbessert von Prof. Dr. Nachtweh.¹⁾ Wertvolle Orientierung bezüglich weiterer Dynamometer liefern die Zusammenstellungen von Prof. Dr. Nachtweh in „Fühlings landwirtschaftl. Zeitung“, sowie von Prof. Ing. Giordano in Mailand in seinem Buche: „Le Ricerche Sperimentali di Meccanica Agraria (1906).

Sehr häufig wird bei Zugkraftermittlungen die wichtige Angabe vermisst, mit welcher Geschwindigkeit sich die Zugtiere bewegten, oder es sind in verschiedenen Fällen abweichende Geschwindigkeiten zu Grunde gelegt. Einheitliche Regelung der Prüfungen in dieser Hinsicht ist dringend wünschenswert. Wüst²⁾ nimmt zunächst beim gewöhnlichen horizontalen Zug geradeaus für Pferde durchschnittlich 4 km, für Ochsen 2,5 km Stundengeschwindigkeit an, was einer Minutengeschwindigkeit von 67 m bei Pferden, von 42 m bei Ochsen entspräche. Im übrigen ist die Minutengeschwindigkeit auch abhängig von der täglichen Arbeitszeit in Stunden und der geäußerten Zugkraft der Tiere. Wüst gibt für Pferde folgende Minutengeschwindigkeiten an bei einer geäußerten Zugkraft der Tiere von:

	30 kg	40 kg	50 kg	60 kg	70 kg	80 kg	90 kg	100 kg	110 kg
für 8 stündigen Arbeitstag	104 m	94 m	84 m	73 m	63 m	53 m	43 m	33 m	24 m
für 10 stündigen Arbeitstag	78 m	71 m	63 m	55 m	47 m	40 m	32 m	25 m	18 m

für voll ausgenutzte Pferde mittlerer Zugkraft von 70 kg ergibt sich demnach eine Minutengeschwindigkeit von 63 m bezw. 47 m. Infolge der leichter möglichen Beeinflussung der Pferde empfiehlt sich für die Prüfung von Bodenbearbeitungsgeräten die Bevorzugung der Pferde vor den Ochsen. Durch verstärkten Antrieb bezw. Zurückhaltung der Pferde kann dann der Einheitlichkeit halber bei den Prüfungen von allen Bodenbearbeitungsgeräten die gleiche Minutengeschwindigkeit eingehalten werden, nämlich 63 m oder rund 1 m pr. Sek.

¹⁾ Mitscherlich. Bodenkunde. S. 121—123.

²⁾ Landwirtschaftliche Maschinenkunde. S. 48 und 49. 51.

Bei der Bewegung von Bodenbearbeitungsgeräten vermittelt mechanischer Betriebskräfte wird der Arbeitsaufwand und Verbrauch an Betriebsmaterial durch Methoden festgestellt, welche schon so sehr durchgebildet sind, daß, wenigstens von Seite des Verfassers, keine weitere Erörterung angebracht werden kann. Daß die Motoren, welche zur Bodenbearbeitung Anwendung finden, als solche aber noch verbesserungsfähig sind, d. h. daß man mit ihnen noch höhere Flächenleistungen als bisher zu erzielen vermag, geht aus mancher Prüfung hervor, z. B. auch aus der Arbeit von Professor Rezek über die „Technische Untersuchung von Dampfpflügen.“¹⁾

Die abweichenden Maße der Arbeitstiefe und Arbeitsbreite bei den jeweiligen Prüfungen von Bodenbearbeitungsgeräten verlangen eine Reduktion der ermittelten Zugkräfte oder Arbeitsaufwände auf eine bestimmte Einheit des bearbeiteten Bodens oder eine andere Einheit.

Bei Pflügen und grubberartigen Geräten war und ist es noch üblich, eine Reduktion der Zugkraft auf die Flächeneinheit des Furchenquerschnittes, meist per qdm, manchmal auch qcm oder gar qm vorzunehmen. Diese Gepflogenheit ist nicht einwandfrei. Größere Tiefe kann und wird meistens die Zugkraft mehr erhöhen als größere Breite der Furche, so daß die Beziehung auf den Querschnitt nichts Vergleichbares liefern wird, wenn nicht bei den Prüfungen für einzelne Geräte ganz bestimmte Arbeitstiefen festgehalten werden. Dies gilt besonders für die Pflüge mit ihren verschiedenen Streichblechformen. Nach Wüst²⁾ ist für alle Schraubenstreichbleche eine größte Furchentiefe von 20 cm, für alle zylindrischen, einschließlich der amerikanischen, eine solche von 26 cm anzunehmen. Vielleicht dürfte es sich nach diesem ungefähren Verhältnis empfehlen, mit schraubenförmigen Streichblechen stets 10 cm, mit zylindrischen stets 15 cm tief bei allen Prüfungen mit Gespannkraft zu pflügen. Bei den grubberartigen Geräten wird man sich auf eine Arbeitstiefe von 10 cm einigen können. Bei den Eggen ist eine Reduktion der Zugkraft auf 1 Eggenzahl üblich. Es besteht kein Grund von dieser Gepflogenheit abzugehen. Bei den Walzen wird die Zugkraft in Prozenten des Walzengewichtes zum Aus-

¹⁾ Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1905. Sonderabdruck. S. 18.

²⁾ Ibid. S. 159.

druck gebracht. Es könnte hier aber, ebenso wie bei leichteren ebennenden Geräten, wie Ackererschleifen und Erdhobeln, auch eine Beziehung der Zugkraft auf die Einheit der Arbeitsbreite stattfinden.

Der schwierigste Teil der Prüfung von Bodenbearbeitungsgeräten ist endlich die Ermittlung des erzielten Arbeitserfolges. Es kann nicht oft und ausdrücklich genug betont werden, wie sehr die Untersuchungsmethoden hier noch im Argen liegen. Und es ist nicht übertrieben, wenn behauptet wird, daß bei sehr vielen Prüfungen dieser Art gar nicht einmal der Gedanke aufkommt, sich über das Maß, in welchem der angestrebte Arbeitszweck erreicht wurde, ein Urteil zu verschaffen. Diese Arbeitszwecke sind in Bezug auf eigentliche Bodenbearbeitung¹⁾ vornehmlich²⁾:

Beim Pflug: Wendung und Lockerung des Bodens,

Beim Untergrundpflug: Lockerung des Untergrundes,

Beim Grubber: Tiefere, starke Lockerung der Ackerfrume,

Beim Erstirpator, Skarifikator und dgl.: Seichtere oder schwächere Lockerung der Ackerfrume,

Bei schweren Eggen: Ebnung, Schollenzertrümmerung, tiefere Lockerung der Ackerfrume,

Bei leichten Eggen: Ebnung, seichte Lockerung der Ackerfrume,

Bei glatten Walzen: Bodenverdichtung, Ebnung,

Bei Ringel- und Stachelwalzen: Schollenzertrümmerung, Ebnung, Verdichtung,

Bei Ackererschleifen: Ebnung,

Bei Hobeln: Ebnung.

Das Streben nach Vervollkommnung des landwirtschaftlichen Maschinenprüfungswesens hat schon Meßvorrichtungen gezeitigt, welche auf registrierendem Wege anzeigen sollen, wie sich bei der Verwendung von Bodenbearbeitungsgeräten die Intensität der Einwirkung derselben auf den Boden gestaltet. Es sei erinnert an den Registrator der allmählich sich bildenden Furchentiefen, der Senkungen der Walzen, Eggen usw. nach dem System Ringelmann, ferner an den Registrierapparat der Schwingungen der Federn von Kultivatoren, Eggen usw. nach dem System von Professor Castelli

¹⁾ Unkrautvertilgung, Saatunterbringung und dgl. sind dabei nicht berücksichtigt.

²⁾ Nach Wüst. Ibid. S. 185 u. f.

in Piacenza, ferner von Direktor Kalt in Münster. Diese zur Beantwortung besonderer Fragen äußerst wertvollen Instrumente geben aber nicht die Möglichkeit, das Gesamtbild der erreichten Bodenbearbeitungsgüte zum Ausdruck zu bringen. Das Maß des gesamten qualitativen Arbeitserfolges sicher festzustellen, muß aber auch die Prüfung der Bodenbearbeitungsgeräte zu erreichen unbedingt anstreben, wenn dieser Zweig der Prüfung landwirtschaftlicher Arbeitsgeräte sich ebenbürtig neben den anderen Sparten dieses Gebietes eingeschätzt wissen will. Die Prüfungsmethoden anderer Gruppen landwirtschaftlicher Arbeitsmaschinen zeigen uns aber auch den Weg, wie dies zu erreichen ist und zwar besonders die Untersuchungsverfahren für Molkereimaschinen, für Samenreinigungs- und Sortiermaschinen und dgl. Dabei wird bekanntlich das von der Maschine behandelte Gemisch (Milch, Körner) vor und nach der Bearbeitung untersucht und aus der festgestellten Veränderung ein in Zahlen ausdrückbares, unanfechtbares Resultat über den erzielten Arbeitserfolg gewonnen. Denselben Weg können wir bei der Prüfung von Bodenbearbeitungsgeräten einschlagen, immer aber vorausgesetzt, daß die weiter oben angegebenen Bedingungen einer exakten Probe dieser Art erfüllt sind.

Bei jeder Bearbeitung des Bodens findet eine Verschiebung seiner Teilchen und eine Veränderung seiner Struktur statt. Bei Verwendung des einen Gerätes ist, besonders die erstere Wirkung, bei anderen wieder mehr die Strukturveränderung hervortretend, während sich auch solche Geräte vorfinden, welche nach beiden Richtungen intensiv wirken. Die Verschiebung der Bodenteilchen kann wieder mehr im horizontalen Sinne, bald mehr vertikal erfolgen. Die Intensität der horizontalen Verschiebung, wenn sie vornehmlich an der Bodenoberfläche, bei rein ebennenden Geräten, wie Schleifen und Hobeln, in die Erscheinung tritt, kann, noch am ehesten gerechtfertigt, durch Abschätzung mit dem Augenmaß beurteilt werden. Wo es aber auf eine ganz exakte Bestimmung der ebennenden Wirkung ankommt, wird man durch Feststellung der Niveauunterschiede auf gleich großen bearbeiteten und unbearbeiteten Flächen zum Ziele kommen.

Viel schwieriger, aber auch wichtiger, ist die Feststellung der vertikalen Verschiebung der Bodenteilchen und der

Strukturveränderung¹⁾ infolge der Bearbeitung. Von gewissenhaften Leitern der Prüfung von Bodenbearbeitungsgeräten ist zwar schon mehrfach versucht worden, sich ein Urteil hierüber dadurch zu verschaffen, daß der bearbeitete Boden aufgedraben, abgehoben und in Bezug auf die dabei wahrnehmbare „Krümelung“ beurteilt wird. Dieses Verfahren allein wird aber niemals eine befriedigende Antwort auf die vorhin gestellten Fragen nach vertikaler Verschiebung der Bodenteilchen und Strukturveränderung geben können und zwar deshalb nicht, weil man einerseits den Bodenteilchen nicht ansieht, in welchem Niveau sie sich vor der Bearbeitung befunden haben und weil nicht festgestellt wurde, welcher Art die Bodenstruktur vor der Bearbeitung war.

Verfasser hat deshalb eine a. a. O. beschriebene neue Methode zur Erreichung des angestrebten Zweckes ausgearbeitet, welche als „Schollenanalyse“²⁾ zu bezeichnen ist und darin gipfelt, daß man die Bodenoberfläche vor der Bearbeitung intensiv färbt und nach der Bearbeitung durch Ausheben von Bodensäulen und Untersuchung derselben auf Färbung und Krümelung in verschiedener Tiefe das Maß der vertikalen Verschiebung der Bodenteilchen und der Krümelung feststellt und mit den auf gleiche Weise gewonnenen Resultaten der vorausgegangenen Untersuchung des unbearbeiteten Bodens vergleicht.

Die Durchführung der „Schollenanalyse“ ist bei der Prüfung aller Pflüge, Untergrundpflüge, Grubber, Erstirpatoren, Skarifkatoren, schweren Eggen und Schollenbrecher angezeigt.

Bei der Prüfung von rein ebnenden Geräten, wie Ackerschleifen, Erdhobeln und ganz leichten Eggen wird man durch Anwendung eines einfachen Nivellierverfahrens ein zahlenmäßig ausdrückbares Urteil gewinnen können, vorausgesetzt, daß vor der Bearbeitung die Unebenheiten der zu vergleichenden Flächen gleich waren.

Ist mit der Ebnung auch eine stärkere Verdichtung verbunden, so kann man dieselbe, z. B. bei schweren Walzen, namentlich Glattwalzen, durch Registrierung der Walzensenkung nach dem System Ringelmann feststellen.

¹⁾ Auch die horizontale Verschiebung der Bodenteilchen in der Tiefe kann proportional der dort feststellbaren Lockerung (Strukturveränderung) angenommen werden.

²⁾ Beschrieben in den „Mitteilungen der K. Prüfungsanstalt und Austunftsstelle für landwirtschaftliche Maschinen Weihenstephan“.

Alles über die Methoden der Bestimmung des Arbeitserfolges Vorangestellte läßt sich auch kurz zusammenfassen als: „Ermittlung der Güte der geleisteten Arbeit.“ Selbstredend muß aber eine vollkommene Prüfung von Bodenbearbeitungsgeräten auch die: „Ermittlung der Menge der geleisteten Arbeit“ in sich schließen. Und es muß darauf verwiesen werden, daß, unbeschadet aller für die Lösung der ersten Aufgabe angezeigten Sorgfalt, die Frage nach der „Menge der geleisteten Arbeit“ wohl unbedenklich durch Feststellung der Stundenleistung¹⁾ auf irgend welchen verfügbaren Ackerflächen beantwortet werden kann.

Damit hat Verfasser das, was er aus eigener Erfahrung über den zum Referate gewählten Gegenstand bieten kann, erschöpft. Die wichtigsten Schlussfolgerungen dürften die folgenden sein:

A. Feststellung der Güte der geleisteten Arbeit.

1) Die benützte Ackerfläche muß in ihrer ganzen Ausdehnung wenigstens annähernd gleiche Zusammensetzung u. Struktur aufweisen.

2) Der zur Probe dienende Kulturboden darf nur bei einem mittleren Feuchtigkeitsgehalt bearbeitet werden.

3) Das Gerät ist nur auf solchen Böden zu prüfen, deren Beschaffenheit den besonderen Eigentümlichkeiten der Arbeitsteile entspricht.

4) Die mechanische Zusammensetzung des Versuchsbodens, sowie dessen

A. Fixation de l'accomplissement qualitatif du travail.

1) Il faut, que la terre labourable, qui est appliquée, possède la même composition et la même structure dans toute son extension.

2) Le sol cultivé, qui sert à un essai, peut seulement être labouré - chez un moyen valeur d'humidité.

3) Il faut, que l'instrument de labourage soit seulement recherché sur tels sols, dont l'état corresponde aux types spéciaux des parties, qui exécutent le travail.

4) Il est très nécessaire, que la recherche mécanique du sol d'épreuve

¹⁾ Die Tagesleistung gibt kein genaues Urteil an die Hand, da sie auf 8 oder 10 Arbeitsstunden bezogen sein kann.

Gehalt an Kalk und humosen Bestandteilen soll bekannt sein.

5) Von größtem Werte für eine exakte Prüfung ist die Anlage künstlicher Versuchsäcker aus bestimmten Mischungen der Hauptbodenkonstituenten.

6) Bei den Zugkraftbestimmungen ist stets auch die Geschwindigkeit der Gerätebewegung zu berücksichtigen.

7) Die Zugkräfte müssen auf gleiche Einheiten des bearbeiteten Bodens oder andere Einheiten bezogen werden.

8) Es empfiehlt sich:

a) Die Ausführung einer sog.¹⁾ „Schollenanalyse“ des bearbeiteten und unbearbeiteten Bodens bei Pflügen, Untergrundpflügen, Grubbern, Erstirpatoiren, Skarifikatoren, schweren Eggen und Schollenbrechern,

¹⁾ Dieser Begriff darf nicht verwechselt werden mit jenem der mechanischen Schlämmanalyse, womit er sich nicht im Mindesten deckt.

soit fait par une analyse. Pareillement doit être connu le titre en chaux et en matière noire.

5) Il est de plus grand valeur pour l'exact recherche des instruments pour la culture du sol, quand sont disponible des acres, établis ingénieuses, qui se composent variablement d'un mélange précis des généraux constituents du sol.

6) Chez les déterminations de la force de traction il faut toujours avoir égard à la vitesse du mouvement des instruments aratoires.

7) Il faut que les forces de traction seront mis en relation aux égaux unités du sol cultivé ou aux autres unités.

8) Il est spécialement recommandable:

a) L'exécution d'une „analyse de motte de terre“,¹⁾ ainsi nommée, du sol labouré et non labouré, chez des charrues, des meneurs, des cultivateurs, des scarificateurs, des herses pesants et des rouleaux Croskill.

¹⁾ Ce conception ne doit pas être changé avec celui d'analyse mécanique, avec lequel il ne s'accorde en aucun cas.

b) bei schweren Walzen namentlich Glattwalzen, die Benützung einer Registrier- vorrichtung für die Senkung des Gerätes infolge der Bodenpressung.

c) bei leichten Eggen, Schleifen und Hobeln ein einfaches Nivellierverfahren, angewendet auf den bearbeiteten und un bearbeiteten Boden.

B. Feststellung der Menge der geleisteten Arbeit.

9) Die durchschnittliche Flächenleistung des Gerätes per Stunde kann unbedenklich auf irgendwelchen verfügbaren Ackerflächen der landwirtschaftlichen Praxis ermittelt werden.

b) chez la recherche des rouleaux pesants nomément des rouleaux lisses, l'emploi d'un registreur pour l'enfoncement du rouleau selon la compression du sol.

c) chez la recherche des herses légères, des traîneaux et des paroirs une simple méthode de nivellement, employée sur le sol labouré et non labouré.

B. Fixation de l'accomplissement quantitatif du travail.

9) L'accomplissement quantitatif de l'instrument à toute heure peut être exécuter sans scrupule aux agréables acres.

Weihenstephan, März 1907.

