BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

N31545.0514

NOTA 514 I 18 juni 1969

INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

DIE ZWECKE DER TIEFENBEARBEITUNG

ir G.P. Wind

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoekresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

11 FEB. 1998

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0799 9473

1787280

INHALT

EINLEITUNG

Tiefenbearbeitung beabsichtigt die Produktionsfähigkeit des Bodens zu steigern. In dieser Zeit nun von allem schon zu viel produziert wird begegnet Produktionssteigerung und damit Tiefenbearbeitung keine grosse Sympathie von Oekonomen und Politiker. Höhe Flächenerträge kosten aber weniger Arbeit pro Einheit Produkt und sind deswegen wirtschaftlicher als niedrige Erträge. Produktionsüberschüsse muss man darum nicht bekämpfen mit Herabsetzung der Hektarerträge aber mit Herabsetzung der Oberfläche. Auf die Oberfläche die in landwirtschaftlicher Produktion bleibt soll so wirtschaftlich wie möglich produziert werden.

Darum gehen wir doch weiter mit Forschung über Tiefenbearbeitung trotz Kritik der Politiker.

Tiefenbearbeitung hat das Zweck den Untergrund zu verbessern. Der Untergrund hat für die Landwirtschaft viel weniger Bedeutung als die Krume; es gibt für den Untergrund hauptsächlich nur zwei Aufgaben:

1. Er soll den Pflanzen ausreichend Wasser zur Verfügung stellen.
2. Er soll Wasserüberschüsse genügend schnell abfuhren.

Tiefenbearbeitung kommt nur dann in Betracht wenn es nachweisbare Schäden durch Trockenheit oder Vernässung gibt.

TROCKENHEITBEKÄMPFUNG

Man kann mit unseren Verbesserungsmethoden nur wenig ändern an die Menge Wasser die im Boden vorhanden ist. Im allgemeinen können wir kein Sand durch Ton versetzen oder Moor in Sand verwandeln. Wir können wasserreiche Schichten aus der Tiefe etwas hochbringen oder mischen mit wasserarmen Schichten. Egerszegi (1956) in Ungarn verzögert die Wasserabfuhr indem er eine dünne Schicht Stalldünger auf ungefähr 60 cm Tiefe bringt. Diese Methode is in vielen Mittel Europäischen Ländern in Anwendung gebracht und später auch in Amerika wo nicht Stalldünger aber bituminöses Material benutzt wird.

In den meisten Fällen wird Trockenschäden nicht verursacht durch zu wenig verfügbar Wasser im Boden sondern durch ungenügende Bewurzlung. Die Wurzeln werden gehemmt bei:

1. chemische Faktoren. Mangel an Nährungsstoffen auf der Stelle ist nicht so wichtig; ein zuviel an schädlichen Stoffen ist wichtiger. In oligotrophen Mooren ist oft ein zu niedrige pH die Ursache. (WIND, 1967). Fig. 1 zeigt dass es eine scharfe Grenze gibt bei pH (0,1 N - KCl) 3,5.

2. mechanische Faktoren. Der Wurzeldurchmesser ist meist grösser als der Porendurchmesser. Die Wurzeln müssen sich ein Weg bahnen durch Bodenteile weg zu drücken. Desto dichter der Boden, desto grösser ist die Scherspannung. HIDDING und VAN DEN BERG (1960) fanden eine scharfe Grenze bei 40% Poren in humus armem Sand. Mit 39% Poren dringt kein Wurzel mehr in dem Sande während mit 41% die Bewurzlung völlig ungehemmt ist. Das hängt ab vom Penetrationswiderstand des Bodens. Das Penetrationsvermögen der Pflanzenwurzel liegt zwischen 15 und 20 kg/cm2.

3. fysikalische Faktoren. In dem europäischen Klima ist Wassermangel keine wurzelhemmende Faktor. Eine Bodenschicht trocknet erst völlig aus wenn sie gut durchwurzelt ist. Luftmangel dagegen beschränkt die Wurzeltiefe sehr allgemein. Sauerstoff- und Kohlensäuretransport sind Diffusionsprozesse für die eine Konzentrationsgradient notwendig ist. Daher wird auf einige Tiefe der Sauerstoffgehalt zu gering sein für Wurzelwachstum. Wie gross der Sauerstoffgehalt sein soll ist noch ungenügend bekannt. Die für die Diffusion erforderliche Gradiente sind kleiner desto grösser der wasserfreie Porenraum ist. Es ist daher möglich dass Trockenschäde entsteht weil die Bewurzlung wegen ungenügende Entwasserung nicht tief oder intensiv genug entwickelt ist.

In den meisten Fällen strebt die Tiefenbearbeitung trockener Böden nach, die Hindernisse für die Bewurzlung weg zu nehmen. Dadurch können die Pflanzen mehr Bodenwasser benutzen. Die wirkliche Verdünstung wird daher die potentielle Verdünstung näher kommen. Weil der Ertrag proportional ist mit der wirklichen Verdünstung (Fig. 2) ist aus bodenphysische und klimatische Daten eine Prognose für die Ertragssteigerung zu geben. Fig. 3 gibt ein Beispiel; es handelt hier um ein Experiment mit tiefpflügen eines Profils bestehend aus 15 cm humoser Sand, 35 cm oligotrophes Moor und darunter Sand. Das Moor hatte ein pH (0,1 N - KCl) 3,3, das Gemisch 3,7. Wo der Mehrertrag Null ist, findet man die Menge verfügbares Wasser im unbehandelten Profil, das ist hier etwa 60 mm.

Kennt man die potentielle Verdünstung und die Niederschlagmengen, beide in der Wachstumssaison und die Mengen verfügbares Wasser in dem originalen und dem meliorierten Profil, dann kann man den Mehrertrag genau berechnen (WIND und HIDDING, 1961).

NÄSSEBEKÄMPFUNG

Desto dichter ein Boden ist, desto kleiner ist seine Durchlässigkeit. Darum versucht man mit Tiefenbearbeitung den Boden auf zu lockern. Das ist auch sehr gut möglich; praktisch jeder Boden kann aufgelockert werden wenn man die richtige Maschine auf die richtige Weise und in die richtige Zeit einsetzt. Es gibt vielmehr die Frage ob die lockere Struktur bestehen bleibt, ob nicht neue Verdichtungen entstehen.

Verdichtungen entstehen durch:

1. Druck. Belastungen kurzer Dauer verdichten nur die oberflächigen Schichten. Dat sieht men sehr deutlich in moorigen Grünländern; die obersten 7 cm haben ein Penetrationswiderstand von 5 - 7 kg/cm2, die den Druck der Kühe entspricht. Tiefer als 7 cm findet man meist sehr geringe Penetrationswiderstände. Druck allein gibt keine Untergrundverdichtungen (WIND und SCHOTHORST 19 64).
2. Vibrationen können sehr starke Verdichtungen hervorrufen in nicht kohäsiven Böden (DE HAAN und WIND, 19 66). Während der Vibration haben die Sandkörner die Gelegenheit in dichte Lagerung zu fallen. Die Vibrationsverdichtungen sind starker je nachdem die Körner besser über einander gleiten; das heisst wenn die Scherspannungen klein sind. Diese sind klein wenn die Kohäsion klein ist, der inwendigen Reibungswinkel klein ist und der Normaldruck klein ist. Zu dem Normaldruck gehören nicht nur der Druck des vibrierenden Schleppers und der Druck der Bodenmasse selbst, sondern auch die Kapillarspannung des Bodenwassers. Sehr trockene und sehr nasse Sandböden werden leicht verdichtet durch vibrieren. Auflockerung einer Sanboden hat für den Ackerbau denn auch kein Zweck. In einem Jahr geht das Effekt schon verloren, weil zu trockene oder zu nasse Verhältnisse jedes Jahr vorkommen. Die lockere Sandmasse soll stabilisiert werden mit Ton, Humus oder Moor.
3. Ungenügende Entwasserung. Lockere Böden haben eine ziemlich kleine Scherspannung. Wenn die kapillare Spannung grösser ist als die Scherspannung werden die Bodenteile nach einander gezogen. Im gesättigten

Boden gibt es keine kapillaren Spannungen, in ziemlich trockenen Boden sind die kapillaren Spannungen zwar hoch, aber wegen der geringen Wassermenge nicht effektiv. So gibt es ein bestemmtes Trajekt worin die Verdichtungsgefahr besteht. Die Verdichtung geschieht nicht beim steigenden Grundwasserspiegel, weil in diesem Fall eine geringe Verdichtung schon völlige Sättigung hervorruft. Speziell bei senkenden Wasserständen tritt der Verdichtungsprozess auf weil die Verdichtung selbst die Senkung des Wassergehaltes verhindert. Fig. 4 gibt ein Bild dieser Hypothese, die die Feldbeobachtungen gut entspricht.

Verdichtung durch ungenügende Entwasserung ist noch mehr ein selbst stimulierender Prozess. Kommen die Grundwasserstände unter bestimmten Verhältnisse einmal zu hoch, dann verdichtet sich der Boden ein wenig. Dadurch werden die Durchlässigkeit und das Speicherungsvermögen kleiner, und unter dieselben Verhältnisse als bevor steigen die Grundwasserstände noch starker, wodurch der Boden sich noch mehr verdichtet. Diese Kettenreaktion endet erst als die Scherspannungen, die mit der Dichtheit steigen, so gross geworden sind dass weitere Verdichtung unmöglich ist.

Wegen dieser Kettenreaktion gibt es für aufgelockerte Böden nur zwei Entwasserungen: gute und schlechte. Dazwischen besteht nichts.

Nassebekämpfung durch Auflockerung ist eine gefährliche Arbeit weil die Gefahr besteht dass der Boden sich wieder verdichtet zu einer strukturlosen Masse in denen Wurzel- und Wurmgangen fehlen. Nur zusammen mit einer sehr guten Dränung kann Auflockerung Resultat haben.

Die beiden Zwecke der Tiefenbearbeitung, Trockenheitbekämpfung und Nässebekämpfung können mit modernen Maschinen sehr gut verwirklicht werden. Die Ertragssteigerungen sind oft sehr gross aber es gibt auch Misserfolge. Man soll immer bedenken dass die originelle Lagerung nicht zufällig da ist, doch dem naturlichen Verhältnisse angepasst ist. Versetzt man die natürliche Lagerung durch eine lockere nicht stabile Struktur dann soll man diese schutzen gegen Verfall.

SCHRIFTTUM

EGERSZEGI, S. Die Steigerung der Ertragsfähigkeit von lockeren Sandböden durch nachhaltige Melioration. Die Deutsche Landwirtschaft 7 : 594 - 602 (1956).

HAAN, F.A.M. de und G.P.WIND, Bodemverdichting als gevolg van de wijze van uitvoering van grondverbeteringswerkzaamheden. Tijdschr. Kon.Ned.Heidemij 77 : 244 - 249 (1966).

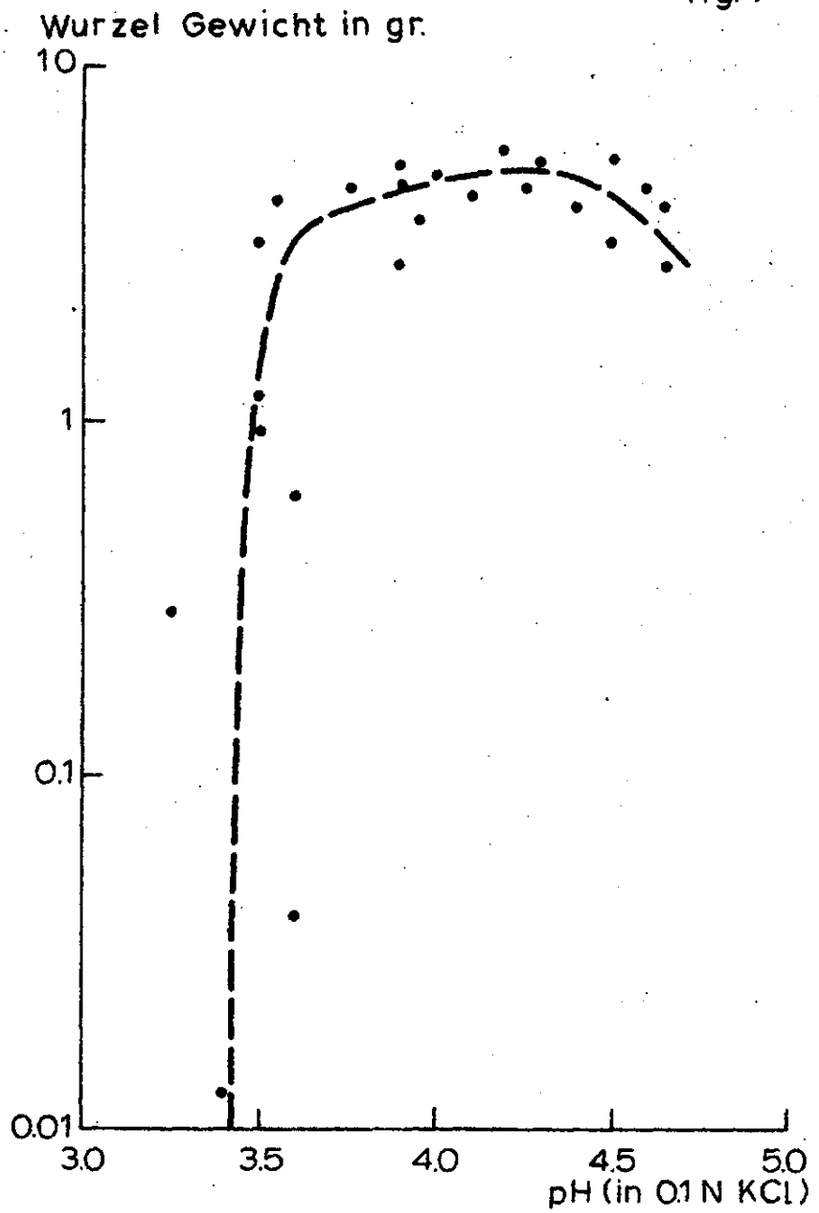
HIDDING, A.P. und C.VAN DEN BERG (1960), The relation between pore volume and the formation of root systems in soils with sandy layers. Trans. 7th Int.Congr.Sci. 1: 369 - 373.

WIND, G.P. Root growth in acid soils. Neth.J.Agr.Sci. 15 : 259 - 266 (1967).

_____ und A.P.HIDDING, The soil physical basis of the improvement of clay-cover soils. Neth.J.Agr.Sci. 9 : 281 - 292 (1961).

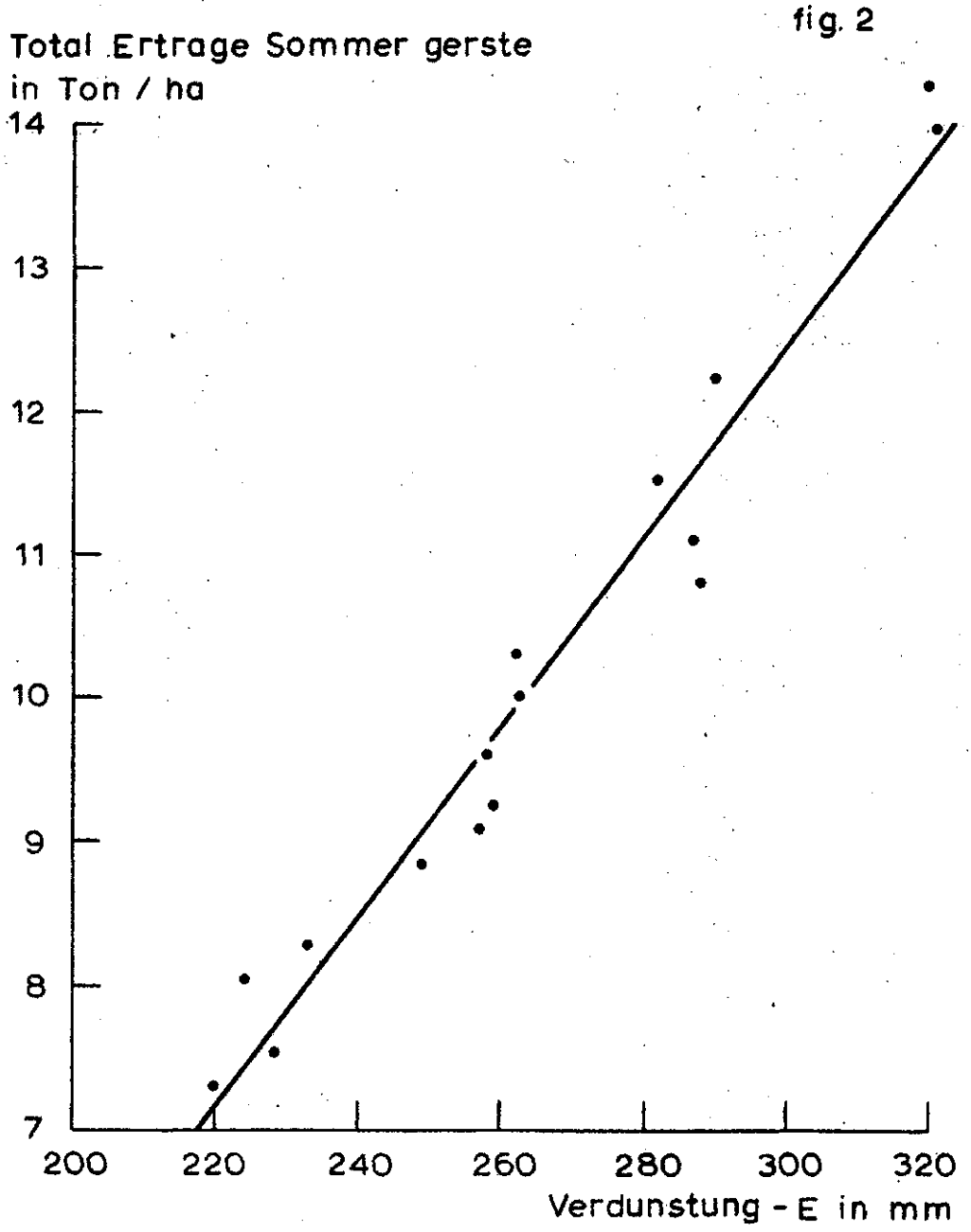
_____ und C.J.SCHOTHORST, The influence of soil properties on suitability for grazing and of grazing on soil properties. Trans. 8th Int.Congr.Soil Sci. 2 : 571 - 580 (1964).

fig. 1



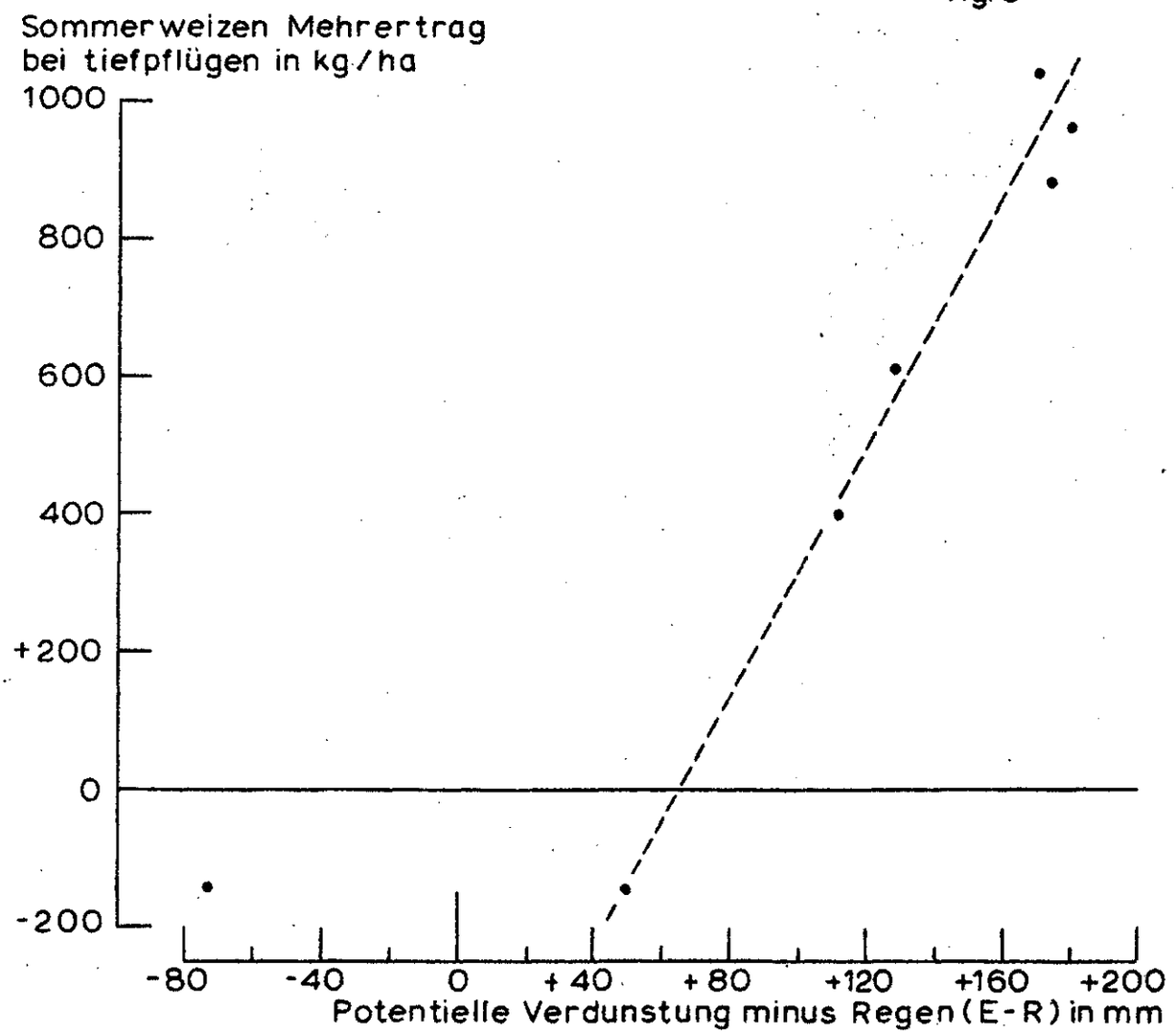
69C.45.1/3.6

fig. 2



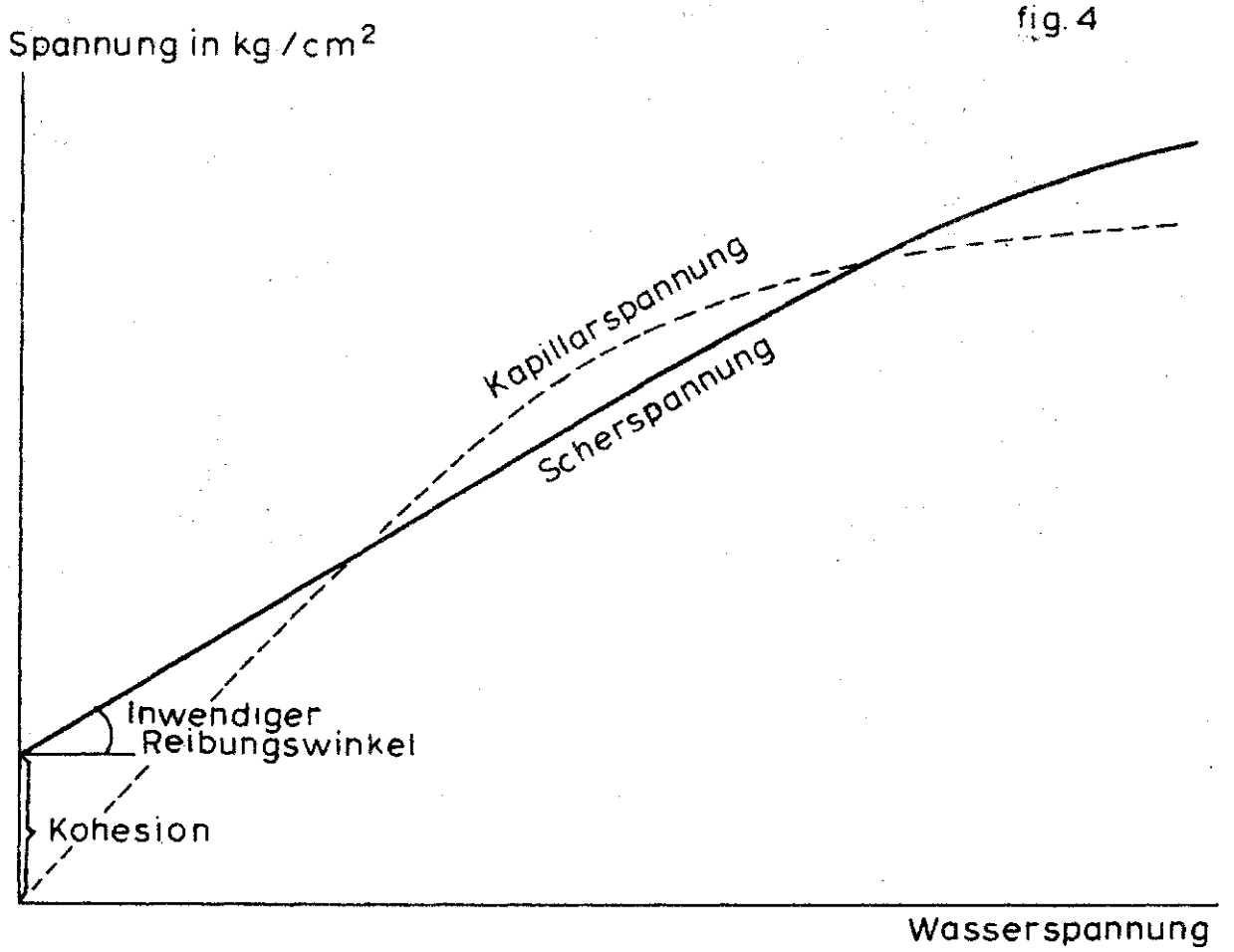
69C.45.2 / 3.6

fig. 3



.69C.45.3/3.6

fig. 4



69C.45.4/3.6