

Übersicht 4

Physikalische Untersuchungsergebnisse und Erträge bei einem Versuch mit Branntkalk zu Sommergerste auf Lössböden.

Behandlung dz/ha	Poren- volumen	Trockensiebung im Krustenaufbruch Krümel (ϕ mm) Anteil in %			Krümel- stabilität	Wasser- durch- lässigkeit kf = cm/min	Ertrags- relation
		>20	5-20	<5			
0	47,6	71,3	18,6	10,1	49,0	0,6	100
20	53,4	20,1	41,2	38,7	58,2	5,6	101,2

kommen, nur die Pflanze als alleinige Richtschnur für den Nutzen ackerbaulicher Maßnahmen anzuerkennen. Denn der Wert einer Bodenverbesserung braucht sich nicht allein in der Erhöhung des Pflanzenertrages zu äußern, sondern kann auch in einer Erleichterung der Bewirtschaftung bestehen, von der Erhaltung und Steigerung der Bodenfrucht-

barkeit ganz zu schweigen. Gerade auf die Erleichterung der Bewirtschaftung legen die Landwirte der schweren Böden aber einen immer größeren Wert und erhoffen sich, wie man immer wieder aus ihren Äußerungen entnehmen kann, von der zukünftigen Entwicklung einigen Fortschritt auf dem Gebiet der Bodenverbesserung.

Walter Feuerlein, Institut für Bodenbearbeitung

BEEINFLUSSUNG DER BODENSTRUKTUR DURCH ACKERGERÄTE EIN BEITRAG ZUR FRAGE DER BODENFRÄSE

Neben dem Chemismus und neben der Biologie des Bodens kommt seiner Physik die entscheidende Bedeutung für das Pflanzenwachstum bei der Acker-nutzung zu. Ja, sie ist die Voraussetzung für die beiden anderen Vorgänge im Boden. Beim Auftreten von extremen Zuständen tritt dies besonders deutlich hervor.

Kann z. B. durch eine Verdichtung oder durch eine abschließende Kruste nicht mehr genügend Sauerstoff in den Boden dringen, so erliegt einerseits das Bodenleben und gehen andererseits die chemischen Umsetzungen in unerwünschte Bahnen. Anstatt Oxydation erfolgt Reduktion, anstatt Rotteprodukte entstehen Fäulnisstoffe. Ein anderes Beispiel: In trockenen Jahren führt mangelnde Wasserhaltefähigkeit des Bodens – verbunden mit einem fehlenden Verdunstungsschutz seiner Oberfläche – zum Absinken des Wassergehalts unter einen Schwellenwert hinunter, wo nicht nur die Kulturpflanze irreversibel welkt, sondern wo auch das Leben im Boden einschließlich der bakteriengebundenen bzw. wasser-gebundenen chemischen Umsetzungen aufhört. In dem gleichen Boden mit – allgemein gesprochen – besseren Strukturverhältnissen kann die Pflanze dagegen u. U. immer noch ihre Lebensbedingungen finden.

Die beiden erwähnten Erscheinungen hängen ursächlich zusammen mit dem Verhältnis der verschiedenen Porengrößen zueinander, die ihrerseits abhängig sind einmal von der gegebenen Korngröße, also von der Bodenart, und zum anderen von der Aggregatbildung, also von der Bodenstruktur. Mit der großen Auswahl unserer Ackergeräte und mit meist mehrmaligen, mitunter auch häufigen Bearbeitungsgängen suchen wir diese zu beeinflussen.

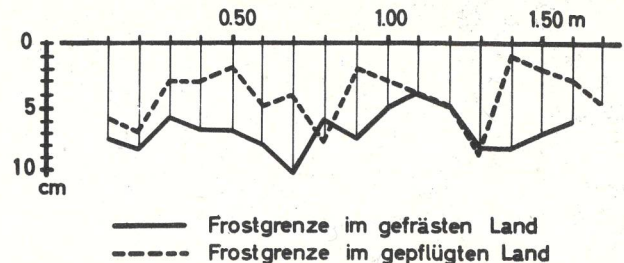
Man trifft oft auf die Meinung, daß der Nutzen eines der Lockerung dienenden Ackerungsgerätes in der möglichst Feinheit und Gleichmäßigkeit der er-

zielten Bodenpartikel bestehe. Man hat mit dieser Meinung z. B. die Eigenart der Fräsenarbeit, wo diese Forderungen ja am nächsten erreicht werden, gegenüber der Pflugarbeit als gemeinhin vorteilhaft zu vertreten versucht.

Sicherlich dringt z. B. der Frost auf einem mit der Fräse gleichmäßig fein bereiteten, dabei unbestandenen Acker tiefer ein als auf einem grobschollig gepflügten Acker (Bild 1).

Die Intensität der Sprengwirkung des Frostes ist jedoch dort größer, wo Hohlräume den Temperaturausgleich mit dem Untergrund verhindern und wo sie andererseits das Ansammeln von Wasser und damit eine stärkere Eislinsenbildung gestatten. Die Praxis, den Acker über Winter rauh liegen zu lassen, dient diesem Ziel. Im Spätwinter jedoch, wenn Wechselfröste die Wintersaaten mit dem eigentlichen „Auswintern“ bedrohen, kann diese stärkere Frostintensität auf grobscholligem Land zu Schäden führen. Der tägliche Temperaturgang ist allgemein in einem fein bereiteten Acker kleiner als in einem mit

Eindringtiefe des Frostes (-6°C) auf Aueboden nach
Bearbeitung je 25 cm tief mit Fräse bzw. Pflug.
(Dezember 1924)



(Prüfungsstation Halle, 30 PS SSW - Gutsfräse.)

Bild 1: Eindringtiefe des Frostes.

größeren Hohlräumen, die den Ausgleich mit den Temperaturen der tieferen Schichten behindern (Übersicht 1).

Übersicht 1

Der tägliche Temperaturgang

in einem a) grob zubereiteten (Pflug 15 cm) und
b) fein zubereiteten (Egge 6 cm) Weizenacker.
Versuch: Ulm „Stuttgarter Straße“
Bodenbearbeitung: Herbst 1954
Strukturmessung: 13. 6. 1955

in cm Tiefe	Mehrgehalt der Grob-Parzelle (Pflug) an Poren (Gesamt)	Wassergehalt	Luftgehalt
3—7	+ 24 %	+ 7 %	+ 75 %
8—12	+ 25 %	+ 10 %	+ 69 %
12—16	± 0	+ 3 %	— 8 %

(Der Porenraum ist bezogen auf die jeweils gleiche Bodensubstanz-Menge der beiden Bearbeitungs-Parzellen).

Noch im Juni hatte die Grobparzelle also einen großen Mehrgehalt insbesondere an Grobporen in der Oberkrume. Hiermit korrespondiert der unterschiedliche tägliche Temperaturgang (Tages-Differenz zwischen Temperatur-Maximum und -Minimum) in der Bodentiefe von 3 cm (gekürzt).

Übersicht 2

Wochen-Beginn	Lufttemperatur 8 Uhr	Temperaturspiel		+ bei Pflug
		Pflug	Egge	
7. 3. 55	— 10°	2°	1,5°	0,5°
14. 3.	— 7	3	1,5	1,5
Auftauen des Bodens				
21. 3.	— 6	23	21	2,0
4. 4.	+ 3	18,5	15,5	3,0
2. 5.	+ 14	18,5	13,5	5,0
23. 5.	+ 8	18,0	11	7,0
20. 6.	+ 15	10,5	8,5	2,0
18. 7.	+ 19	10	6	4,0
22. 8.	+ 15	26	19,5	6,5
12. 9.	+ 13	8	6	2,0

Ist es im Hinblick auf die Frosteinwirkung — sei sie nun nützlich oder schädlich — schon sehr wesentlich, welche Struktur wir dem Ackerboden mitgeben, so hängt das ganze weitere Wachstum der Pflanzen vom beginnenden Frühjahr an von den Aggregatgrößen und ihrem Verhältnis zueinander ab.

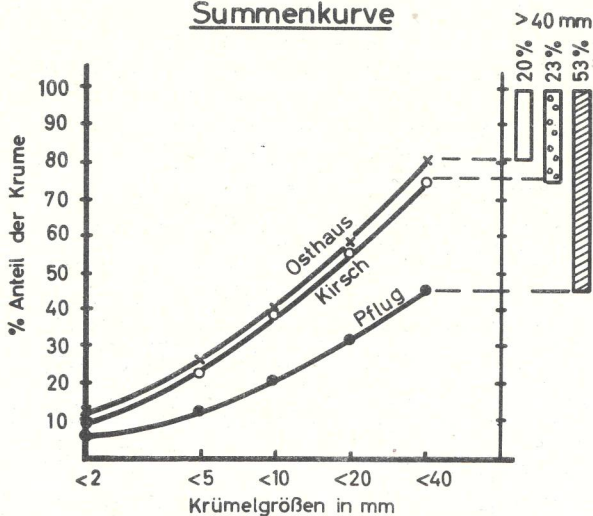
Eine einfache Methode, die Siebanalyse, gibt darüber Auskunft, welche Aggregatgrößen durch unterschiedliche Gerätewirkung entstehen. In dem folgenden Diagramm aus einem Bearbeitungsversuch wird deutlich, um wieviel grober der Pflug arbeitet als die Fräse (Bild 2 und 3).

Der Größe der Bodenaggregate entspricht natürlich die Größe der Hohlräume. Der Gesamtporenraum, das Porenvolumen des Bodens, wird mit seiner Bearbeitung vergrößert. Verschiedene Messungen der letzten Zeit haben nun ergeben, daß sich dabei (wenigstens gilt dies für den „blanken“ Ackerboden) fast ausschließlich die größeren Poren und fast gar nicht die Feinporen vermehren. Die Poren in der Größenordnung von etwa 1,5 mm ϕ und darüber sind imstande, schon kurz nach der Abtrocknung der Bodenoberfläche, also kurz nach der Schneeschmelze oder kurz nach starken Regenfällen, Luft zu führen und damit das Pflanzenwachstum wieder in Gang zu setzen. Sie sind es also in erster Linie, denen die Erhöhung des Porenvolumens zugute kommt.

Mißt man den Luftgehalt im Bereich der Feldkapazität, d. h. einige Stunden nach der Tränkung des Bodens mit Wasser, in seiner natürlichen Lagerung, so erhält man den Wert der Luftkapazität als der Summe dieser größeren Poren. Es ist der Porenraum, der nunmehr für die Luftzufuhr bereit steht und der deshalb ein Kriterium für die Belüftungsverhältnisse des Bodens darstellt.

Nach der Setzung des Bodens über Winter ist von der ihm vermittelten Auflockerung und damit von der Erhöhung der Luftkapazität nicht mehr viel vorhanden — nach der Fräsenarbeit noch wesentlich und entscheidend weniger als nach der Pflugarbeit (Bild 4).

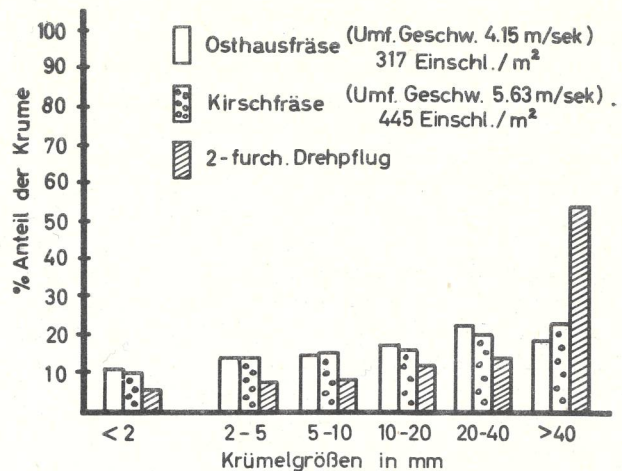
Summenkurve



Versuch: Schloßgarten Bearbeitung: 21. 7. 1956
Boden: humushalt. ton. Lehm Probenahme: 27. 9. 1956

Bild 2: Siebanalyse Versuch „Schloßgarten“.

Siebanteile



Versuch: Schloßgarten Bearbeitung: 21. 7. 1956
Boden: humushalt. ton. Lehm Probenahme: 27. 9. 1956

Bild 3: Siebanalyse Versuch „Schloßgarten“.

Bodensetzung nach Pflug bzw. Fräse

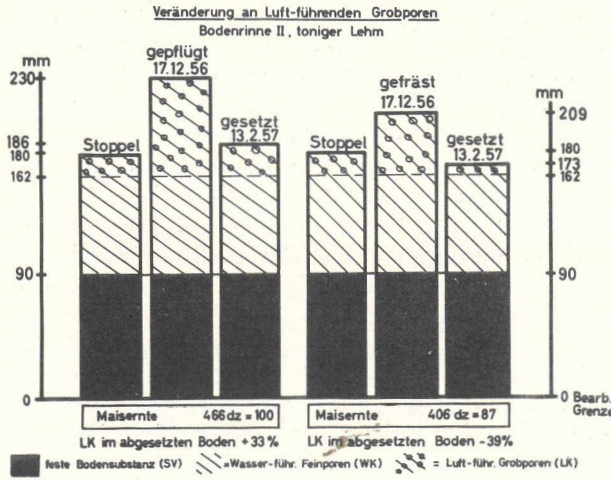


Bild 4: Bodensetzung nach Pflug bzw. Fräse.

Weizen-Mehrertrag durch Fräse auf anmoorigem Boden

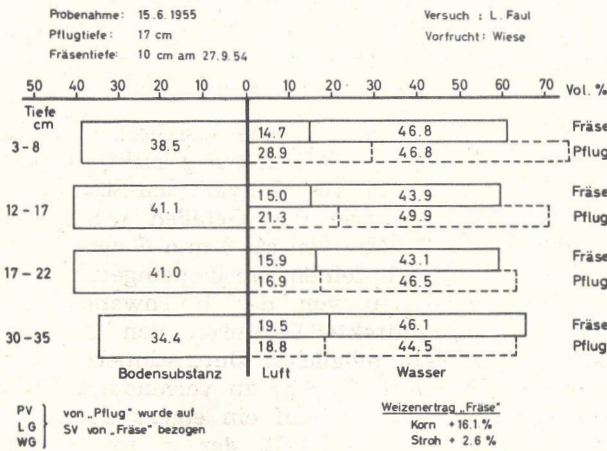


Bild 5: Weizen-Mehrertrag durch Fräse auf anmoorigem Boden (PV = 61,5 %).

Weizen-Minderertrag durch Fräse auf Lößboden

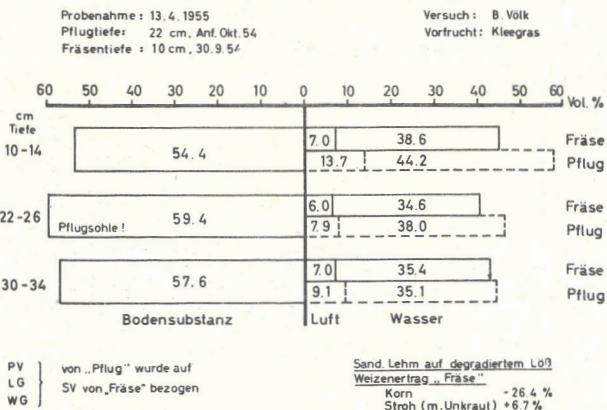


Bild 6: Weizen-Minderertrag durch Fräse auf Lößboden (PV = 45,6 %).

Es kommt nun sehr auf die Bodenart an, ob dieser Effekt bzw. Minder-Effekt der Fräsenarbeit günstig auf die Pflanze wirkt oder nicht. Auf einem Boden, der von Haus aus ein hohes Porenvolumen und eine hohe Luftkapazität besitzt, kann durch die Fräse eine günstige Beeinflussung des Pflanzenwachstums erwartet werden, wenigstens bei Fruchten, die einen besonderen Bodenschluß lieben (Bild 5).

Noch Mitte Juni war hier der Unterschied im Porenvolumen und vor allem im Luftgehalt zwischen „Pflug“ und „Fräse“ recht groß. Der Bodenschluß auf dem Fräsenstück war zweifellos besser, was sich auf diesem puffigen Boden zugunsten des Weizen-ertrags der Fräsenparzelle auswirkte.

Auch auf dem degradierten Lößboden des Bildes 6 hatte die Fräse eine reduzierende Wirkung auf das Porenvolumen und vor allem auf den Gehalt an größeren Poren, was durch den geringeren Luftgehalt der Fräsenparzelle gegenüber der Pflugparzelle angezeigt wird. Hier, auf diesem leicht verschlammenden Boden, geriet der Luftgehalt der Fräsenparzelle damit in ein Minimum. Das Wachstum des Weizens setzte im Frühjahr später ein als auf der Pflugparzelle, das Unkraut konnte den Weizen überholen und so eine empfindliche Ernteminderung verursachen.

Diese zweite Gruppe von Ackerböden, die also keinen Überfluß an luftführenden Poren aufweisen, ist im Bundesgebiet weiter verbreitet als die erste. Aus den Untersuchungen wird verständlich, warum der Pflug mit seiner ihm eigenen Arbeitsweise hier unentbehrlich bleibt und warum eine Ackerstruktur mit gleichmäßig feinen Bodenaggregaten, die der Setzung allzu leicht unterworfen sind, für das Wurzelbett nicht unbedingt erwünscht sein kann. Wenigstens gilt dies für den unbestandenen blanken Acker.

Allerdings treten sofort andere Umstände ein, wenn größere Mengen organischer Stoffe in den Boden eingearbeitet werden. Sie üben – fein verteilt – einen Widerstand gegen die mannigfachen Setzungsvorgänge und damit einen stabilisierenden Einfluß auf die Bodenstruktur aus. Im gleichmäßigen Verteilen und Vermischen von Zwischenfrucht, Stallmist oder z. B. Mährescherstroh sind einige unserer sonstigen Ackergeräte jedoch dem Pflug über-

Kartoffeln nach Winterweizen auf schwerem Lehm Boden (mit Stallmist !)

Messung	Pflug					Fräse				
	PV	WG	WK	LG	LK	PV	WG	WK	LG	LK
7.5.26	55.2	23.3	49.5	31.9	5.7	55.2	19.8	47.6	35.4	7.6
21.6.26	56.4	28.1	42.4	28.3	14.0	56.2	24.5	39.3	31.7	16.9
18.7.26	54.2	20.2	42.3	34.0	11.9	54.4	17.8	40.4	36.6	14.0
20.8.26	48.8	30.5	47.2	18.3	1.6	53.3	30.9	49.6	22.4	3.8
Jahres-Durchschnitt Fräse: Pflug -9% -2.5% +12% +27%										
Ernteertrag	Pflug: 344 dz = 100					Fräse: 439 dz = 127.5				

(Versuch Nr.3 von Nitzsch)

Bild 7: Kartoffeln nach Winterweizen auf schwerem Lehm-boden mit Stallmist.

legen. Damit können sich die erst beschriebenen Verhältnisse des „blanken“ Ackers in ihr Gegenteil verkehren (Bild 7).

Während in diesem Versuch das Porenvolumen beiderseits gleich blieb¹⁾, haben sich Luftgehalt und Luftkapazität beim feineren Einfräsen des Stallmistes auf die Dauer höher gehalten als beim größeren Einpflügen. Auch dieses und einige andere Versuchsergebnisse decken sich mit neueren Erfahrungen der Praxis. Dem Eineggen, Einscheiben oder

Einfräsen von organischen Stoffen wird je nach den Umständen der Vorzug vor dem Einpflügen bzw. vor dem alleinigen Verwenden des Pfluges gegeben werden müssen.

Aus den getroffenen Feststellungen zeichnen sich die Richtlinien ab für den wahlweise gegebenen Einsatz der sehr mannigfaltig gewordenen Ackergeräte. Das Hauptaugenmerk bleibt in jedem Fall die Erzielung der jeweils zweckmäßigen Bodenstruktur.

Hans-Joachim Banse, Institut für Humuswirtschaft

EIN VERFAHREN ZUR BEEINFLUSSUNG DER BODENWÄRME IM GEFÄSSVERSUCH

Der physiologisch wirksame Anteil der Nährstoffe (Stickstoff, Phosphorsäure, Kali u. a.) mineralischer Dünger ist im Gefäßversuch weitaus leichter als der organische Dünger zu ermitteln. Im letzteren Falle liegt z. B. der Stickstoff nur zum kleineren Teil in mineralischer Form, zumeist als Ammoniak vor, während andere Anteile (Eiweiß- und Eiweißabbauprodukte) zunächst mineralisiert werden müssen. Diese mikrobiellen Vorgänge sind temperaturabhängig. Die Ermittlung des physiologisch wirksamen Anteils des Stickstoffs in organischen Düngemitteln stößt aber auf methodische Schwierigkeiten, da die Temperaturen von April bis Juni in den einzelnen Jahren z. T. beträchtlich voneinander abweichen. In manchen Jahren setzen daher die mikrobiellen Umsetzungen in den Vegetationsgefäßen schnell, in anderen Jahren dagegen weitaus langsamer ein.

Es lag deshalb der Gedanke nahe, den Boden in den Vegetationsgefäßen in den ersten 6 bis 8 Wochen auf bestimmte Temperaturen einzustellen, um damit alljährlich vergleichbare Bedingungen für die mikrobiellen Umsetzungen zu schaffen. Das kann z. B. durch eine geregelte Temperatureinstellung auf 12° oder 15° erfolgen. Dabei setzt ein schnellerer Aufgang der Saat ein, evtl. verbunden mit geringerer Bestockung gegenüber einer langsameren Entwicklung der Versuchspflanzen bei niedrigeren Temperaturen. Deshalb war auch der entgegengesetzte Weg, den Boden zu kühlen, nicht von der Hand zu weisen. Die bakteriellen Umsetzungen, ferner auch die Keimung und die Entwicklung der Versuchspflanzen werden damit verlangsamt, die Aufnahme an Nährstoffen hinausgeschoben und evtl. eine verstärkte Bestockung erzielt. Die Auswirkungen dieser Maßnahmen auf einzelne Faktoren der Ertragsbildung sind demnach recht umfassend.

Temperaturregelung

Im folgenden sei beschrieben, wie seit nunmehr zwei Jahren eine Temperaturregelung bei Gefäßversuchen im Freien durchgeführt wurde, ohne die übrigen Klimabedingungen zu ändern. Eine wesentliche Voraussetzung für die Versuchsanstellung war die

Schaffung absolut gleicher Bedingungen für alle Vegetationsgefäße, sowohl für die Beheizung als auch für die Kühlung. Es mußte ein Material gefunden werden, das einerseits den mechanischen Beanspruchungen standhält und zum andern keinerlei Wirkung stimulierender oder toxischer Art auf das Pflanzenwachstum oder die mikrobiellen Umsetzungen ausübt.

Da Metall für solche Versuche ausscheidet, wurde nach einem geeigneten Kunststoff gesucht, der sich schließlich in Form von Polyäthylen-Schläuchen anbot. Für eine Serie von Gefäßen wurden in Polyäthylen-Schläuche von ca. 8 mm ϕ und 3,0 m Länge Heizdrähte in feinen Spiralen eingeführt und mit Porzellanperlen von der Innenwand ferngehalten, um bei direkter Berührung von Heizdraht und Schlauch ein mögliches Durchschmelzen und damit die Kurzschlußgefahr zu verhindern. Diese Schläuche wurden nun auf ein eigens dafür gearbeitetes Gestell gewickelt, das in seinen Abmessungen annähernd dem inneren Durchmesser der Vegetationsgefäße nach MITSCHERLICH entspricht, langsam auf 100° erwärmt und anschließend schnell abgekühlt. Dadurch erhielt der Schlauch etwa die Form einer Heizspirale wie beim Tauchsieder (Bild 1). Er konnte nun mit demselben Gestell in mehreren gleichmäßigen Windungen beim Füllen der Gefäße an die Innenwand gelegt werden.

Die beiden herausragenden Enden des Heizdrahtes wurden in einen Stecker montiert und nach wasser-

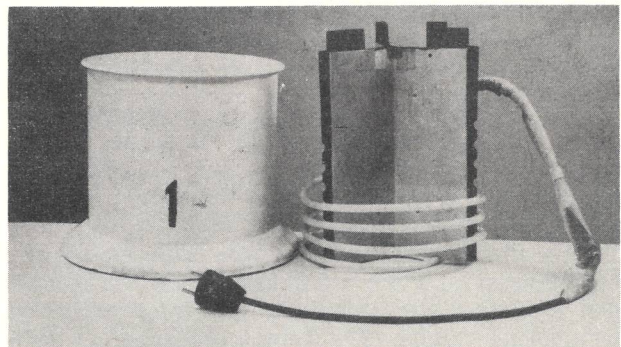


Bild 1: Polyäthylen-Schlauch mit Heizspirale und elektrischem Anschluß, fertig zum Einsetzen in das MITSCHERLICH-Gefäß.

¹⁾ Die Messung auf der Pflugparzelle vom 20. 8. scheint auf eine örtliche Bodenverdichtung gestoßen zu sein.