



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Fachgebiet Bodenkunde

Prof. Dr. sc. agr. Bernhard Seggewiß

Dipl. Ing. agr. Bernd Schulze

Bachelor-Studienarbeit

**“Unterschiedliche
Grundbodenbearbeitungsverfahren und deren
Auswirkungen auf die Bodenverdichtungen“**

URN: urn:nbn:de:519-thesis2011-0276-2

von

Markus Kessler

Juni 2011

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	6
1.1 Problemstellung	6
1.2 Was ist überhaupt eine Bodenverdichtung?	6
1.3 Bodenschadverdichtung	6
1.4 Fragestellung	8
1.5 Vorgehensweise	8
2 Material und Methoden	9
2.1 Agrargenossenschaft Pirow	9
2.1.1 Fläche 130	11
2.1.2 Fläche 560	12
2.1.3 Fläche 340	14
2.2 Tierzuchtgenossenschaft Gulow	16
2.2.1 Fläche 312	18
2.2.2 Fläche 242 / 00	19
2.2.3 Fläche 242 / 02	21
2.3 Bodenuntersuchungen	22
2.3.1 Bodenprofilbestimmung	22
2.3.2 Penetrologger Messungen	23
2.3.3 Lagerungsdichte Bestimmung	25
3 Ergebnisse	28
3.1 Fläche 130	28
3.1.1 Bodenprofil	28
3.1.2 Penetrologger	29
3.1.3 Lagerungsdichte	31
3.1.4 Beurteilung der Fläche 130	31
3.2 Fläche 560	33
3.2.1 Bodenprofil	33
3.2.2 Penetrologger	34
3.2.3 Lagerungsdichte	36
3.2.4 Beurteilung der Fläche 560	37
3.3 Fläche 340	38
3.3.1 Bodenprofil	38
3.3.2 Penetrologger	39
3.3.3 Lagerungsdichte	41
3.3.4 Beurteilung der Fläche 340	41
3.4 Fläche 312	43
3.4.1 Bodenprofil	43
3.4.2 Penetrologger	44
3.4.3 Lagerungsdichte	46
3.4.4 Beurteilung der Fläche 312	47
3.5 Fläche 242 – 00	48
3.5.1 Bodenprofil	48
3.5.2 Penetrologger	49
3.5.3 Lagerungsdichte	51
3.5.4 Beurteilung der Fläche 242/00	52
3.6 Fläche 242 -02	53
3.6.1 Bodenprofil	53
3.6.2 Penetrologger	54
3.6.3 Lagerungsdichte	56

3.6.4 Beurteilung der Fläche 242/02	57
4 Diskussion	58
5 Zusammenfassung	61
6 Abstract.....	62
7 Literaturverzeichnis	63
8 Eidesstattliche Erklärung.....	64

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Fruchtfolge Fläche 130 (eigene Zusammenstellung)	11
Tabelle 2: Nährstoffgehalt u. pH-Wert Fläche 130 (eigene Zusammenstellung).....	11
Tabelle 3: Org. Düngemittelverbrauch Fläche 130 (eigene Zusammenstellung)	12
Tabelle 4: Grundbodenbearbeitung Fläche 130 (eigene Zusammenstellung)	12
Tabelle 5: Fruchtfolge Fläche 560 (eigene Zusammenstellung)	12
Tabelle 6: Nährstoffgehalte und pH-Wert Fläche 560 (eigene Zusammenstellung)	13
Tabelle 7: org. Düngemittelverbrauch Fläche 560 (eigene Zusammenstellung).....	13
Tabelle 8: Bobenbearbeitung Fläche 560 (eigene Zusammenstellung).....	14
Tabelle 9: Fruchtfolge Fläche 340 (eigene Zusammenstellung)	14
Tabelle 10: Nährstoffgehalt u. pH-Wert Fläche 340 (eigene Zusammenstellung).....	15
Tabelle 11: org. Düngemittelverbrauch Fläche 340 (eigene Zusammenstellung)	15
Tabelle 12: Grundbodenbearbeitung Fläche 340 (eigene Zusammenstellung)	15
Tabelle 13: Fruchtfolge Fläche 312 (eigene Zusammenstellung)	18
Tabelle 14: Nährstoffgehalt und pH - Wert Fläche 312 (eigene Zusammenstellung).....	18
Tabelle 15: Organischer Düngemittelverbrauch Fläche 312 (eigene Zusammenstellung)	18
Tabelle 16: Grundbodenbearbeitung Fläche 312 (eigene Zusammenstellung)	19
Tabelle 17: Fruchtfolge Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung)	19
Tabelle 18: Nährstoffgehalt und pH - Wert Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung)	20
Tabelle 19: Organischer Düngemittelverbrauch Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung) .	20
Tabelle 20: Grundbodenbearbeitung Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung)	20
Tabelle 21: Fruchtfolge Fläche 242/02 (eigene Zusammenstellung)	21
Tabelle 22: Nährstoffgehalt und pH - Wert Fläche 242/02 (eigene Zusammenstellung)	21
Tabelle 23: Organischer Düngerverbrauch Fläche 242/02 (eigene Zusammenstellung)	21
Tabelle 24: Grundbodenbearbeitung Fläche 242/02 (eigene Zusammenstellung)	22
Tabelle 25: Schwankungsbereiche von Lagerungsdichte (verändert nach Scheffer/Schachtschabel).....	25
Tabelle 26: Lagerungsdichte Fläche 130 (eigene Zusammenstellung)	31
Tabelle 27: Lagerungsdichte Fläche 560 (eigene Zusammenstellung)	36
Tabelle 28: Lagerungsdichte Fläche 340 (eigene Zusammenstellung)	41
Tabelle 29: Lagerungsdichte Fläche 312 (eigene Zusammenstellung)	46
Tabelle 30: Lagerungsdichte Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung)	51
Tabelle 31: Lagerungsdichte Fläche 242/02 (eigene Zusammenstellung)	56

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vernässung als Hinweis auf Schadverdichtungen (Quelle: Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg – Vorpommern Bodenverdichtungen)	7
Abbildung 2: Gute Durchwurzelung in lockeren Boden (links) im Vergleich zu gestörter Durchwurzelung in verdichtetem Boden (rechts) (Quelle: Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg - Vorpommern Bodenverdichtungen)	7
Abbildung 3: Lage der Agrargenossenschaft Pirow (Quelle: Google Maps).....	Fehler!
Textmarke nicht definiert.	

Abbildung 4: BE 100 (eigene Aufnahme)	10
Abbildung 5: Smaragd (eigene Aufnahme)	10
Abbildung 6: Tiger (eigene Aufnahme)	10
Abbildung 7: Lage TZ Gulow (Quelle Google Maps)	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 8: Rabe Scheibenegge (eigene Aufnahme)	17
Abbildung 9: Smaragd (eigene Aufnahme)	17
Abbildung 10: Bohrstock (eigene Aufnahme)	23
Abbildung 11: Penetrologger (Quelle Fa. Eijkelkamp)	24
Abbildung 12: Stechzylinderproben bei 10cm (eigene Aufnahme)	26
Abbildung 13: Stechzylinderprobe bei 20 cm (eigene Aufnahme)	26
Abbildung 14: Bodenprofil Fläche 130 (eigene Aufnahme)	28
Abbildung 15: Penetrologgereinstiche Fläche 130 (verändert nach Land Data Eurosoft)	29
Abbildung 16: Mittelwert 1 Feld 130 (Quelle Penetrologger)	29
Abbildung 17: Mittelwert 2 Fläche 130 (Penetrologger)	30
Abbildung 18: Mittelwert 3 Fläche 130 (Penetrologger)	31
Abbildung 19: Lagerungsdichte Fläche 130 (eigene Zusammenstellung)	31
Abbildung 20: Bodenprofil Fläche 560 (eigene Aufnahme)	33
Abbildung 21: Penetrologgereinstiche Fläche 560 (verändert nach Land Data Eurosoft)	34
Abbildung 22: Mittelwert 1 Fläche 560 (Quelle Penetrologger)	35
Abbildung 23: Mittelwert 2 Fläche 560 (Penetrologger)	35
Abbildung 24: Mittelwert 3 Fläche 560 (Penetrologger)	36
Abbildung 25: Lagerungsdichte Fläche 560 (eigene Zusammenstellung)	37
Abbildung 26: Bodenprofil Fläche 340 (eigene Aufnahme)	38
Abbildung 27: Penetrologgereinstiche Fläche 340 (verändert nach Land Data Eurosoft)	39
Abbildung 28: Mittelwert 1 Fläche 340 (Quelle Penetrologger)	39
Abbildung 29: Mittelwert 2 Fläche 340 (Penetrologger)	40
Abbildung 30: Mittelwert 3 Fläche 340 (Penetrologger)	40
Abbildung 31: Lagerungsdichte Fläche 340 (eigene Zusammenstellung)	41
Abbildung 32: Bodenprofil Fläche 312 (eigene Aufnahme)	43
Abbildung 33: Messpunkte Fläche 312 (verändert nach Agro View Brandenburg 2011)	44
Abbildung 34: Mittelwert 1 Fläche 312 (Penetrologger)	45
Abbildung 35: Mittelwert 2 Fläche 312 (Penetrologger)	45
Abbildung 36: Mittelwert 3 Fläche 312 (Penetrologger)	46
Abbildung 37: Lagerungsdichte Fläche 312 (eigene Zusammenstellung)	47
Abbildung 38: Bodenprofil Fläche 242/00 (eigene Aufnahme)	48
Abbildung 39: Messpunkte Fläche 242/ 00 (verändert nach Agro View Brandenburg 2011)	49
Abbildung 40: Mittelwert 1 Fläche 242/00 (Penetrologger)	50
Abbildung 41: Mittelwert 2 Fläche 242/00 (Penetrologger)	50
Abbildung 42: Mittelwert 3 Fläche 242/00 (Penetrologger)	51
Abbildung 43: Lagerungsdichte Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung)	52
Abbildung 44: Bodenprofil Fläche 242/02 (eigene Aufnahme)	53
Abbildung 45: Messpunkte Fläche 242/02 (verändert nach Agro View Brandenburg 2011)	54
Abbildung 46: Mittelwert 1 Fläche 242/02 (Penetrologger)	55
Abbildung 47: Mittelwert 2 Fläche 242/02 (Penetrologger)	55
Abbildung 48: Mittelwert 3 Fläche 242/02 (Penetrologger)	56
Abbildung 49: Lagerungsdichte Fläche 242/02 (eigene Darstellung)	57
Abbildung 50: Verdichtungszone eines Reifens (SOMMER 1998, in BMVEL 2002)	60

Abkürzungsverzeichnis

z.B.	zum Beispiel
Abb.	Abbildung
ca.	Cirka
e.G	eingetragene Genossenschaft
°C	Grad Celsius
km	Kilometer
ha	Hektar
Mkg	Milchkilogramm
%	Prozent
P	Phosphor
K	Kali
Mg	Magnesium
cbm	Kubikmeter
t	Tonne
cm	Zentimeter
cm ³	Kubikzentimeter
mg	Milligramm
g	Gramm
TRG	Trockenrohgewicht
Nr.	Nummer
Sl	anlehmiger Sand
lS	lehmiger Sand

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Grundbodenbearbeitung in der Landwirtschaft verändert. Die Arbeitsbreiten in der Bodenbearbeitung werden immer breiter und dementsprechend werden auch die benötigten Schlepper größer und schwerer. Die schweren Radlasten von den größeren Schleppern und auch Erntemaschinen übertragen ihr gesamtes Gewicht über die kleine Aufstandsfläche vom Rad und verdichten über diese kleine Fläche den Boden. Ob und wie hoch eine Bodenverdichtung vorhanden ist, hängt von vielen Faktoren ab, zum Beispiel Bodenart, Gewicht des Schleppers und Zeitpunkt des Befahrens (feucht oder trocken). Auch die Grundbodenbearbeitungsverfahren haben sich aufgrund steigender Kraftstoff- und Lohnkosten verändert. Daher greifen einige Landwirte eher zum Grubber oder zur Scheibenegge, um Zeit und Geld zu sparen und verzichten auf den traditionellen Pflug.

1.2 Was ist überhaupt eine Bodenverdichtung?

Bodenverdichtung ist eine Gefügeveränderung, in dem sich das Poren- oder Hohlraumsystem funktional verändert. Die Abnahme des Porenvolumens kann nicht immer als Schadverdichtung bezeichnet werden, denn die Böden neigen bereits wegen ihres Eigengewichtes und der Gravitation zur Verdichtung. Die Verdichtung ist in bestimmten Grenzen tolerabel, zum Teil ist eine Rückverfestigung sogar erwünscht, wie z. B. bei der Saatbettbereitung. Beim Verdichtungs Vorgang nimmt der Festsubstanzanteil am Bodenvolumen relativ zu, weil sich das Porenvolumen verringert. Das in den Bodenporen befindliche Wasser fördert diesen Vorgang, weil es als Gleitfilm für die Partikelbewegung wirkt. Wird der Boden allerdings über seine Eigenstabilität hinaus belastet, so gibt das Bodengefüge dem Druck nach. Das Befahren mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen auf feuchten Böden ist eine erhöhte Gefahr für Bodenschadverdichtungen, auf trockenen Böden ist die Gefahr nicht so hoch. (nach Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg- Vorpommern)

1.3 Bodenschadverdichtung

Wann Böden schadverdichtet sind, wird im nächsten Zitat aus „Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg – Vorpommern Bodenverdichtungen“ erkenntlich. „Böden sind aus ökologischer Sicht als schadverdichtet anzusehen, wenn infolge technogener Überlastung das Porensystem im Boden soweit reduziert ist, dass die Produktions-, Regelungs- und

Lebensraumfunktionen zeitweilig oder dauerhaft beeinträchtigt werden. Das bedeutet für einen Pflanzenbestand eine Verschlechterung der Versorgung mit Luft und Wasser und führt zu einer dauerhaften Beeinträchtigung der Ertragsfähigkeit und Ertragssicherheit. Die Infiltration von Niederschlagswasser in den Boden und die Wasserspeicherung sind gestört. Außerdem verschlechtern sich die Lebensbedingungen für Bodentiere und Mikroorganismen drastisch.“ In den Abbildungen 1 und 2 werden die Auswirkungen von Bodenschadverdichtung sichtbar. Abb. 1 zeigt ein Feld das auf Grund von Schadverdichtungen vernässt ist. In der Abb. 2 wird deutlich; wie sich das Wurzelwachstum der Pflanzen auf verdichteten Böden verändert.



Abbildung 1: Vernässung als Hinweis auf Schadverdichtungen (Quelle: Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg – Vorpommern Bodenverdichtungen)

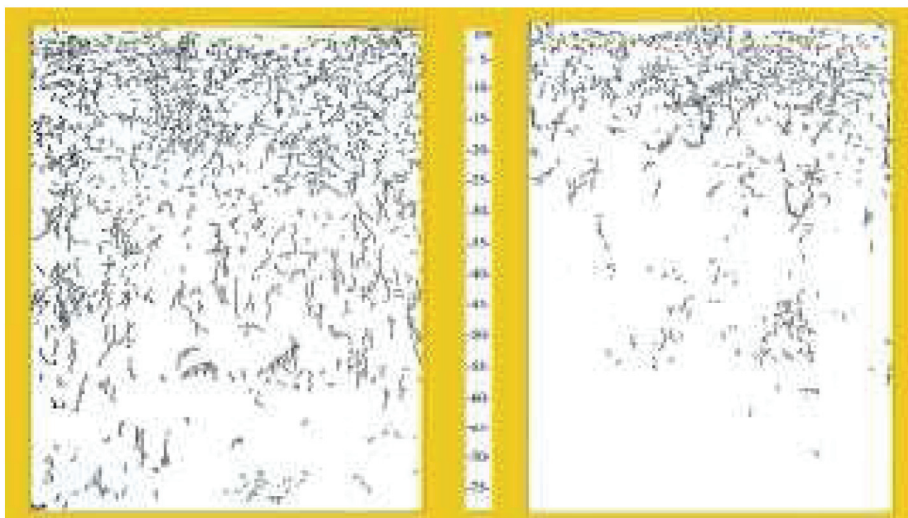


Abbildung 2: Gute Durchwurzelung in lockeren Boden (links) im Vergleich zu gestörter Durchwurzelung in verdichtetem Boden (rechts) (Quelle: Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg - Vorpommern Bodenverdichtungen)

1.4 Fragestellung

In dieser Arbeit sollen zwei Grundbodenbearbeitungsverfahren auf verschiedenen Betrieben in der Prignitz miteinander verglichen werden. Ein Betrieb verzichtet seit zehn Jahren auf den Pflug, der zweite Betrieb pflügt ein bis zwei Mal in der Rotation.

In diesem Wandel der Grundbodenbearbeitung stellt sich nun die Frage ob, wie stark oder wie tief Bodenverdichtungen vorhanden sind und das Wurzelwachstum der Pflanzen beeinflussen. Schließlich sollen zum Abschluss der Arbeit die Ergebnisse herausstellen welches Grundbodenbearbeitungsverfahren größere Auswirkung auf die Bodenverdichtung hat.

1.5 Vorgehensweise

Im Punkt 2. „Methoden und Materialien“ werden die beiden Betriebe und die sechs Versuchsflächen vorgesehlt, es werden Fruchtfolge, Bodenart, Nährstoffgehalte, organischer Düngemittelverbrauch und Grundbodenbearbeitung der letzten sechs Jahre erläutert. Außerdem werden die Versuche vom Penetrologgermodell, Lagerungsdichteversuch und der Bodenprofilbestimmung erklärt. Die Ergebnisse werden im Punkt 3. dargestellt und erläutert. Zum Schluss wird die Arbeit in den Punkten Diskussion und Zusammenfassung noch ein mal kurz zusammengefasst.

2 Material und Methoden

2.1 Agrargenossenschaft Pirow

Natürliche Standortverhältnisse:

Der Betrieb Agrargenossenschaft Pirow e.G befindet sich 75 m über dem Meeresspiegel. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9° C und die durchschnittliche Niederschlagsmenge 550 mm. Von der landwirtschaftlich genutzten Fläche sind ca. 40% leichte Böden und 60% mittelschwere Böden. Die Ackerzahlen liegen zwischen 26 und 47. Die Grünlandzahlen liegen zwischen 25 und 45. In der Agrargenossenschaft Pirow gibt es nur ebene Flächen was sich positiv auf die Bewirtschaftung auswirkt. Ein Problem in der Bewirtschaftung stellen nur etwa 2 ha Staunässeflächen da.

Zur besseren Bewirtschaftung werden ca. dreiviertel der Flächen entwässert. Die Dränagen stammen aus der Meliorationsarbeit in der ehemaligen DDR.

Gelände:	im Mittel Bodenart:	Sl
	Zustandsstufe:	3
	Entstehung:	D
	Ackerzahl:	35
	Grünlandzahl:	37

Grundbodenbearbeitung

In der Agrargenossenschaft Pirow wird die Grundbodenbearbeitung mit einem Pflug und zwei Grubbern durchgeführt. In diesem Betrieb wird ein bis zweimal in der Rotation mit einem Kverneland BE 100 gepflügt, in der Regel zu den Kulturen Kartoffeln, Mais, Zuckerrüben und zu 80% vor Raps. Seit zwei Jahren wird die restliche Fläche mit einen Tiefengrubber Horsch Tiger bearbeitet. Dieser wird vorwiegend vor Getreide eingesetzt. Bevor der Tiefengrubber zum Einsatz kam wurde die nicht gepflügte Fläche mit einem Lemken Smaragd bearbeitet. Die Arbeitstiefen der einzelnen Geräte werden in den Punkten 2.1.1. bis 2.1.3. vorgestellt.



Abbildung 3: BE 100 (eigene Aufnahme)



Abbildung 4: Smaragd (eigene Aufnahme)



Abbildung 5: Tiger (eigene Aufnahme)

2.1.1 Fläche 130

Die zu untersuchende Fläche 130 hat eine Größe von 31 ha und besteht aus lehmigem Sand mit einer durchschnittlichen Ackerzahl von 43. Die Fruchtfolge auf der Fläche ist in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Fruchtfolge Fläche 130 (eigene Zusammenstellung)

Fruchtfolge	
2005	Kartoffeln
2006	Winterweizen
2007	Winterraps
2008	Winterweizen
2009	Wintergerste
2010	Kartoffeln
2011	Winterweizen

Nährstoffgehalte und der pH – Wert stammen aus der Bodenuntersuchungen 2009, die in der Tabelle 2 dargestellt sind. Der Schlag wurde bei der Probenahme in sieben Parzellen eingeteilt. Aus diesen Einzelwerten wurde der Mittelwert ermittelt und in der Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2: Nährstoffgehalt u. pH-Wert Fläche 130 (eigene Zusammenstellung)

Nährstoffgehalt und pH - Wert	
P	3,9 mg/100g Boden
K	6,6 mg/100g Boden
Mg	4,3 mg/100g Boden
pH - Wert	5,6

Die Organische Düngung spielt auf dieser Fläche eine Rolle. Aufgrund der unmittelbaren Nähe der Milchviehanlage des Betriebes zum Feld, wird überwiegend Rindergülle und Rinderdung eingesetzt. Kartoffelfruchtwasser wird auch verwendet. In der Tabelle 3 wird der Verbrauch von Organischen Düngemitteln veranschaulicht.

Tabelle 3: Org. Düngemittelverbrauch Fläche 130 (eigene Zusammenstellung)

Organischer Düngerverbrauch				
Jahr	Düngemittel	Fläche in ha	Menge / ha	
2006	Rindergülle	10	33	cbm
2006	Fruchtwasser	25	20	cbm
2008	Fruchtwasser	35	23	cbm
2009	Rinderdung	35	35	t

Die Grundbodenbearbeitung wird, wie schon in der Einleitung erwähnt, mit dem Pflug und mit verschiedenen Grubbern durchgeführt. Diese einzelnen Varianten mit den unterschiedlichsten Arbeitstiefen werden in der Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Grundbodenbearbeitung Fläche 130 (eigene Zusammenstellung)

Grundbodenbearbeitung				
Jahr	Maßnahme	Maschine	Tiefe	
2004	Pflügen	BE 100	30	cm
2005	Grubbern	Smaragd	15	cm
2006	Pflügen	BE 100	25	cm
2007	Grubbern	Smaragd	20	cm
2008	Pflügen	BE 100	22	cm
2009	Pflügen	BE 100	30	cm
2010	Grubbern	Tiger	25	cm

2.1.2 Fläche 560

Die zu untersuchende Fläche 560 hat eine Größe von 29 ha und besteht aus Sand und lehmigem Sand mit einer durchschnittlichen Ackerzahl von 28. Die Fruchtfolge auf der Fläche ist in der nachfolgenden Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Fruchtfolge Fläche 560 (eigene Zusammenstellung)

Fruchtfolge	
2005	Winterroggen
2006	Silomais
2007	Silomais
2008	Winterroggen
2009	Silomais
2010	Silomais
2011	Winterroggen

Nährstoffgehalte und der pH – Wert stammen aus den Bodenuntersuchungen 2009, die in der nächsten Tabelle dargestellt sind. Der Schlag wurde bei der Probenahme in sechs Parzellen eingeteilt. Aus diesen Einzelwerten wurde der Mittelwert ermittelt und in der Tabelle 6 gezeigt.

Tabelle 6: Nährstoffgehalte und pH-Wert Fläche 560 (eigene Zusammenstellung)

Nährstoffgehalt und pH – Wert	
P	10,0 mg/100g Boden
K	10,83 mg/100g Boden
Mg	2,33 mg/100g Boden
pH - Wert	4,81

Die Organische Düngung spielt auf dieser Fläche eine wichtige Rolle. Dadurch, dass eine Hähnchenmastanlage, Putenmastanlage und die betriebseigene Biogasanlage in unmittelbarer Nähe liegen wird überwiegend der Hähnchenmist, Putenmist und Biogasgülle eingesetzt. Kartoffelfruchtwasser wird ebenfalls eingesetzt. In der Tabelle 7 wird der Verbrauch von Organischen Düngemitteln veranschaulicht.

Tabelle 7: org. Düngemittelverbrauch Fläche 560 (eigene Zusammenstellung)

Organischer Düngerverbrauch				
Jahr	Düngemittel	Fläche in ha	Menge / ha	
2005	Fruchtwasser	29	30	cbm
2005	Hähnchendung	29	7	T
2006	Putendung	29	7	t
2007	Biogasgülle	29	40	cbm
2008	Biogasgülle	29	26	cbm
2009	Putendung	29	7	t
2010	Biogasgülle	29	12	cbm
2010	Putendung	29	10	t

Die Grundbodenbearbeitung wird mit dem Pflug und mit verschiedenen Grubbern durchgeführt. Diese Varianten werden mit den unterschiedlichsten Bearbeitungstiefen in der Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Bobenbearbeitung Fläche 560 (eigene Zusammenstellung)

Grundbodenbearbeitung				
Jahr	Maßnahme	Maschine	Tiefe	
2004	Grubbern	Smaragd	18	cm
2005	Grubbern	Smaragd	10	cm
2006	Pflügen	BE 100	25	cm
2007	Pflügen	BE 100	22	cm
2008	Pflügen	BE 100	25	cm
2009	Pflügen	BE 100	30	cm
2010	Grubbern	Tiger	25	cm

2.1.3 Fläche 340

Die zu untersuchende Fläche 340 hat eine Größe von 45 ha und besteht aus lehmigem Sand mit einer durchschnittlichen Ackerzahl von 43. Die Fruchtfolge auf der Fläche ist in der nachfolgenden Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Fruchtfolge Fläche 340 (eigene Zusammenstellung)

Fruchtfolge	
2005	Winterraps
2006	Wintergerste
2007	Silomais
2008	Winterweizen
2009	Winterraps
2010	Wintergerste
2011	Silomais

Nährstoffgehalte und der pH – Wert stammen aus den Bodenuntersuchungen 2009, die in der nächsten Tabelle dargestellt sind. Der Schlag wurde bei der Probenahme in fünf Parzellen eingeteilt. Aus diesen Einzelwerten wurde der Mittelwert ermittelt und in der Tabelle 10 gezeigt.

Tabelle 10: Nährstoffgehalt u. pH-Wert Fläche 340 (eigene Zusammenstellung)

Nährstoffgehalt und pH - Wert	
P	6,6 Mg/100g Boden
K	12,4 Mg/100g Boden
Mg	5,6 Mg/100g Boden
pH - Wert	6,12

Aufgrund der unmittelbaren Nähe einer Hähnchenmastanlage, Putenmastanlage und der betriebseigenen Biogasanlage wird überwiegend der Hähnchenmist, Putenmist und Biogasgülle eingesetzt. Kartoffelfruchtwasser wird auch eingesetzt. In der Tabelle 11 wird der Verbrauch von Organischen Düngemitteln veranschaulicht.

Tabelle 11: org. Düngemittelverbrauch Fläche 340 (eigene Zusammenstellung)

Organischer Düngerverbrauch				
Jahr	Düngemittel	Fläche in ha	Menge / ha	
2006	Gärrest aus Biogas	20	30	t
2006	Putendung	25	7	t
2007	Putendung	4,5	7	t
2007	Putendung	3,3	9	t
2008	Biogasgülle	45	20	cbm
2010	Biogasgülle	45	26	cbm

Die Grundbodenbearbeitung wird wie schon in der Einleitung erwähnt mit dem Pflug und mit verschiedenen Grubbern durchgeführt. Diese Varianten werden in der Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Grundbodenbearbeitung Fläche 340 (eigene Zusammenstellung)

Grundbodenbearbeitung				
Jahr	Maßnahme	Maschine	Tiefe	
2005	Grubbern	Smaragd	20	cm
2006	Pflügen	BE 100	30	cm
2007	Pflügen	BE 100	25	cm
2008	Grubbern	Tiger	20	cm
2009	Grubbern	Tiger	25	cm
2010	Grubbern	Smaragd	10	cm
2011	Grubbern	Tiger	25	cm

2.2 Tierzuchtgenossenschaft Gulow

Natürliche Standortverhältnisse:

Die Flächen der Tierzuchtgenossenschaft Gulow e.G. befinden sich 75 m über dem Meeresspiegel. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9° C und die durchschnittliche Niederschlagsmenge 510 mm. Von der landwirtschaftlichen genutzten Fläche sind ca. 60 % leichte Böden und 40 % mittelschwere Böden. Die Ackerzahlen liegen zwischen 26 und 45. Die Grünlandzahlen liegen zwischen 25 und 45. In der Tierzuchtgenossenschaft Gulow e.G. gibt es nur ebene Flächen was sich positiv auf die Bewirtschaftung auswirkt.

Zur besseren Bewirtschaftung wird ein Teil der Ackerfläche und Grünlandfläche entwässert.

Das Klima ist das Brandenburgische Übergangsklima. Das bedeutet Abnahme der Niederschläge und Zunahme der Temperaturunterschiede in östlicher Richtung.

Gelände:

im Mittel Bodenart:	lehmiger Sand
Zustandsstufe:	3
Entstehung:	D
Ackerzahl:	28
Grünlandzahl:	35

Grundbodenbearbeitung

Die Grundbodenbearbeitung wird in der Tierzuchtgenossenschaft Gulow seit zehn Jahren ohne Pflug durchgeführt. Der damalige Betriebsleiter entschloss sich gegen das Pflügen, weil das Land Brandenburg Fördermittel für die Bodenbearbeitung ohne Pflug zur Verfügung gestellt hatte. Vor den Kulturen Raps und Mais wird mit dem Smaragd 12 cm bis 15 cm tief gearbeitet. Die Scheibenegge wird vor Getreide und Kartoffeln 10 cm tief eingesetzt.



Abbildung 6: Rabe Scheibenegge (eigene Aufnahme)



Abbildung 7: Smaragd (eigene Aufnahme)

2.2.1 Fläche 312

Die zu untersuchende Fläche 312 hat eine Größe von 26,7 ha und besteht aus Sand mit einer durchschnittlichen Ackerzahl von 27. Die Fruchtfolge auf der Fläche ist in der nachfolgenden Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Fruchtfolge Fläche 312 (eigene Zusammenstellung)

Fruchtfolge	
2005	Kartoffeln
2006	Triticale
2007	Silomais
2008	Triticale
2009	Kartoffeln
2010	Triticale
2011	Silomais

Nährstoffgehalte und der pH – Wert stammen aus der Bodenuntersuchung 2008. Bei der Probenahme wurden Proben nach dem Zufallsprinzip genommen. Aus diesen Einzelwerten wurde der Mittelwert ermittelt und in der Tabelle 14 gezeigt.

Tabelle 14: Nährstoffgehalt und pH - Wert Fläche 312 (eigene Zusammenstellung)

Nährstoffgehalt und pH - Wert	
P	11 mg/100g
K	13,2 mg/100g
Mg	7 mg/100g
pH – Wert	5,6
Humusgehalt	1,73 %

Die Organische Düngung spielt auf dieser Fläche eine Rolle. Kartoffelfruchtwasser wird auch eingesetzt. In der Tabelle 15 wird der Verbrauch von Organischen Düngemitteln veranschaulicht.

Tabelle 15: Organischer Düngemittelverbrauch Fläche 312 (eigene Zusammenstellung)

Organischer Düngerverbrauch				
Jahr	Düngemittel	Fläche in ha	Menge / ha	Einheit
2009	Rindergülle	26,7	20	cbm
2011	Rindergülle	26,7	30	cbm

Die Grundbodenbearbeitung wird, wie schon in der Einleitung erwähnt ohne Pflug aber mit einem Grubber und einer Scheibenegge durchgeführt. Diese Varianten werden in der Tabelle 16 dargestellt.

Tabelle 16: Grundbodenbearbeitung Fläche 312 (eigene Zusammenstellung)

Grundbodenbearbeitung				
Jahr	Maßnahme	Maschine	Tiefe	
2004	Scheiben	Rabe	10	Cm
2005	Scheiben	Rabe	10	Cm
2007	Grubbern	Smaragd	15	Cm
2007	Scheiben	Rabe	10	Cm
2009	Scheiben	Rabe	10	Cm
2011	Grubbern	Smaragd	15	Cm

2.2.2 Fläche 242 / 00

Die zu untersuchende Fläche 242 / 00 hat eine Größe von 17 ha und besteht aus sandigem Lehm mit einer durchschnittlichen Ackerzahl von 37. Die Fruchtfolge auf der Fläche ist in der nachfolgenden Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17: Fruchtfolge Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung)

Fruchtfolge	
2005	Silomais
2006	Silomais
2007	Triticale
2008	Winterraps
2009	Wintergerste
2010	Winterraps
2011	Silomais

Nährstoffgehalte und der pH – Wert stammen aus der Bodenuntersuchung 2008. Bei der Probenahme wurden Proben nach dem Zufallsprinzip genommen. Aus diesen Einzelwerten wurde der Mittelwert ermittelt und in der Tabelle 18 gezeigt.

Tabelle 18: Nährstoffgehalt und pH - Wert Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung)

Nährstoffgehalt und pH - Wert	
P	8,1 mg/100g
K	13,2 mg/100g
Mg	4,5 mg/100g
pH – Wert	5,5
Humusgehalt	1,67 %

Kartoffelfruchtwasser wird auch eingesetzt. In der Tabelle 19 wird der Verbrauch von Organischen Düngemitteln veranschaulicht.

Tabelle 19: Organischer Düngemittelverbrauch Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung)

Organischer Düngerverbrauch				
Jahr	Düngemittel	Fläche in ha	Menge / ha	
2008	Fruchtwasser	17	20	cbm
2009	Rindergülle	17	20	cbm
2011	Rindergülle	17	30	cbm

Die Grundbodenbearbeitung wird wie schon in der Einleitung erwähnt ohne Pflug, aber mit einem Grubber und einer Scheibenegge durchgeführt. Diese Varianten werden in der Tabelle 20 dargestellt.

Tabelle 20: Grundbodenbearbeitung Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung)

Grundbodenbearbeitung				
Jahr	Maßnahme	Maschine	Tiefe	
2005	Grubbern	Smaragd	15	cm
2006	Grubbern	Smaragd	15	cm
2006	Scheiben	Rabe	10	cm
2007	Grubbern	Smaragd	15	cm
2008	Scheiben	Rabe	10	cm
2009	Grubbern	Smaragd	15	cm
2011	Grubbern	Smaragd	15	cm

2.2.3 Fläche 242 / 02

Die zu untersuchende Fläche 242 / 02 hat eine Größe von 9 ha und besteht aus lehmigem Sand mit einer durchschnittlichen Ackerzahl von 38. Die Fruchtfolge auf der Fläche ist in der nachfolgenden Tabelle 21 dargestellt.

Tabelle 21: Fruchtfolge Fläche 242/02 (eigene Zusammenstellung)

Fruchtfolge	
2005	Triticale
2006	Kartoffeln
2007	Triticale
2008	Winterraps
2009	Wintergerste
2010	Winterraps
2011	Silomais

Nährstoffgehalte und der pH – Wert stammen aus der Bodenuntersuchung 2008. Bei der Probenahme wurden Proben nach dem Zufallsprinzip genommen. Aus diesen Einzelwerten wurde der Mittelwert ermittelt und in der Tabelle 22 gezeigt.

Tabelle 22: Nährstoffgehalt und pH - Wert Fläche 242/02 (eigene Zusammenstellung)

Nährstoffgehalt und pH - Wert	
P	6,2 mg/100g
K	12,5 mg/100g
Mg	6,4 mg/100g
pH – Wert	5,9
Humusgehalt	1,89 %

Die Organische Düngung spielt auf dieser Fläche eine Rolle. Kartoffelfruchtwasser wird auch eingesetzt. In der Tabelle 23 wird der Verbrauch von Organischen Düngemitteln veranschaulicht.

Tabelle 23: Organischer Düngerverbrauch Fläche 242/02 (eigene Zusammenstellung)

Organischer Düngerverbrauch				
Jahr	Düngemittel	Fläche in ha	Menge / ha	
2008	Fruchtwasser	9	20	cbm
2009	Rindergülle	9	20	cbm
2011	Rindergülle	9	30	cbm

Die Grundbodenbearbeitung wird, wie schon in der Einleitung erwähnt, ohne Pflug aber mit einem Grubber und einer Scheibenegge durchgeführt. Diese Varianten werden in der Tabelle 24 dargestellt.

Tabelle 24: Grundbodenbearbeitung Fläche 242/02 (eigene Zusammenstellung)

Grundbodenbearbeitung				
Jahr	Maßnahme	Maschine	Tiefe	
2005	Grubbern	Smaragd	15	cm
2006	Grubbern	Smaragd	15	cm
2006	Scheiben	Rabe	10	cm
2007	Grubbern	Smaragd	15	cm
2008	Scheiben	Rabe	10	cm
2009	Grubbern	Smaragd	15	cm
2011	Grubbern	Smaragd	15	cm

2.3 Bodenuntersuchungen

2.3.1 Bodenprofilbestimmung

Was ist ein Bodenprofil?

Die Bodenentwicklung beginnt in der Regel an der Oberfläche eines Gesteins und schreitet im Laufe der Zeit zur Tiefe fort. Dabei entstehen Lagen, die sich in ihren Eigenschaften unterscheiden und als Bodenhorizonte bezeichnet werden. Die Bodenhorizonte sind oben Streuähnlich und werden nach unten als Mineralbodenhorizonte zunehmend gesteinsähnlich. Das Bodenprofil ist ein zweidimensionaler Vertikalschnitt durch den Bodenkörper in dem die Bodenhorizonte erkennbar werden. Diese Buchstabenhorizonte sind mit Buchstabensymbolen signiert. Der überwiegend aus organischen Stoffen bestehende Auflagehorizont über dem Mineralboden wird als O – Horizont bezeichnet. Darunter folgt der A – Horizont, er ist der oberste, durch organische Substanz dunkel gefärbte Teil des Mineralbodens. Der unter ihm folgende Teil heißt B – Horizont, der oft auch als Verwitterungshorizont bezeichnet wird. Der C – Horizont folgt unter dem B – Horizont. Dieser ist von der Bodenentwicklung kaum oder gar nicht beeinflusst worden. Demgegenüber nennt man in der Landwirtschaftlichen Praxis die ständig bearbeitete Ackerkrume als Oberboden und den darunter liegenden Teil als Unterboden. (nach Scheffer und Schachtschabel 2002 Lehrbuch der Bodenkunde)

Durchführung

Das Bodenprofil wurde in dieser Arbeit mit Hilfe eines Bohrstockes und einer Digitalkamera aufgenommen. Dazu wurde als erstes der Bohrstock circa 90 cm senkrecht in den Boden gerammt und anschließend drehend wieder herausgezogen. Danach wurde der Bohrstock auf einen weißen Untergrund gelegt und mit der Digitalkamera fotografiert. Zum Schluss wurden dann die einzelnen Bodenhorizonte am PC bestimmt und beschrieben.



Abbildung 8: Bohrstock (eigene Aufnahme)

2.3.2 Penetrologger Messungen

Messung des Eindringwiderstands

Der Eindringwiderstand des Bodens wird mit dem Penetrologger (Abb. 11) gemessen. Das Ergebnis gilt als Maß für die Verdichtung beziehungsweise die Tragfähigkeit des Bodens.

Ein hoher Eindringwiderstand kann beim Ingenieurbau vorteilhaft sein. In der Landwirtschaft hingegen kann ein zu hoher Eindringwiderstand Probleme mit sich bringen. Eine hohe Verdichtung kann die Durchwurzelung der Pflanzen und die Sauerstoffversorgung der Wurzeln beeinträchtigen. Ein zu geringer Eindringwiderstand andererseits verringert die Tragfähigkeit des Bodens im Hinblick auf das darauf laufende Vieh und die Befahrbarkeit mit

Maschinen. Als Richtlinie für die Durchwurzelbarkeit kann man davon ausgehen, dass die Wurzeln eine Kraft von bis zu 1 MPa auf die Bodenteilchen ausüben. Beim Wachstum nutzen die Wurzeln jedoch vorhandene Makroporen und Risse im Boden und wachsen zudem um Steine herum. Der Penetrologger ist dazu nicht in der Lage. Daher liegt die kritische Grenze für das Wurzelwachstum höher als 1 MPa gemäss der Penetrologger-Messung. Nach Locher & De Bakker (1990) ist ein ungestörtes Wurzelwachstum bei Eindringwiderstandswerten von unter 1,5 MPa gegeben. Ein Wert von etwa 3 MPa gilt als oberer Grenzwert für ein ungestörtes Wurzelwachstum. Leidet die Bewurzelung, ist damit ebenfalls die Wasser- und Nährstoffversorgung der Pflanzen gefährdet, was wiederum die Ernte in Mitleidenschaft zieht. (nach Fa. Eijkelkamp)

Durchführung

Vor Beginn der Messungen mit dem Penetrologger wurde zunächst ein Plan für die Feldvermessungen erstellt. Ein solcher Messplan beinhaltet die Definition, die Anzahl der Messungen und die Einstellungen des Penetrologgers. Der Messplan sieht für jedes Feld wie folgt aus. Es wurden drei „Plots“ mit je zehn Einstichen programmiert. Das heißt ein „Plot“ besteht aus zehn Einzelmesswerten, die dann den Mittelwert bilden. Danach wurde der am PC eingegebenen Messplan über das Kommunikationskabel an den Penetrologger übertragen. Die Penetrologger Einstiche wurden auf einer Schlagkarte gekennzeichnet. Diese wird im Punkt Ergebnisse vorgestellt. Die einzelnen Ergebnisse werden automatisch im Logger gespeichert und später am PC wieder ausgelesen. Daraus ergeben sich für jedes Feld drei Mittelwerte die im Punkt 3 Ergebnisse erläutert werden.

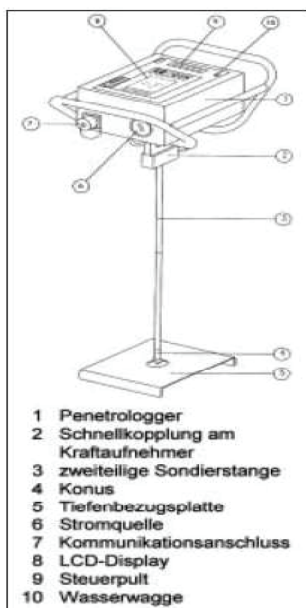


Abbildung 9: Penetrologger (Quelle Fa. Eijkelkamp)

2.3.3 Lagerungsdichte Bestimmung

Die Lagerungsdichte Bestimmung ist eine bodenphysikalische Untersuchung, bei der die Masse des bei 50°C getrockneten Bodens auf das Gesamtvolumen eines Stechzylinders verglichen wird. Hierbei ist zu beachten, dass die verschiedenen Bodenarten unterschiedliche Lagerungsdichten haben, wie in Tabelle 25 dargestellt ist. Diese Stechzylinderringe bestehen aus Edelstahl. Die Oberfläche auf der Innen- und Außenseite ist sehr glatt, an einem Ende befindet sich eine Schneide. Dies ist notwendig, um ein leichtes Eindringen in den Boden zu ermöglichen.

Tabelle 25: Schwankungsbereiche von Lagerungsdichte (verändert nach Scheffer/Schachtschabel)

Schwankungsbereiche von Lagerungsdichte	
Lagerungsdichte in g / cm ³	
Sande	1,16 - 1,70
Schluffe	1,17 - 1,63
Lehme	1,20 - 2,00
Tone	0,93 - 1,72

Durchführung

Die Lagerungsdichte wurde in dieser Arbeit mit Hilfe von Stechzylindern durchgeführt. Es wurden auf jedem zu untersuchenden Schlag 10 Stechzylinderproben entnommen, fünf Proben bei einer Tiefe von 10 cm und die andern fünf bei einer Tiefe von 20 cm. Die jeweils fünf Proben wurden in jeder Tiefe nebeneinander angereiht wie in Abbildung 12 und 13 ersichtlich wird. Der Versuchspunkt wurde auf jedem Feld ohne Berücksichtigung von Einflussfaktoren wahllos auf dem Feldes gewählt.



Abbildung 10: Stechzylinderproben bei 10cm (eigene Aufnahme)



Abbildung 11: Stechzylinderprobe bei 20 cm (eigene Aufnahme)

Nachdem die Proben entnommen wurden, wurden sie in Plastiktüten verpackt und beschriftet. Anschließend sind die Stechzylinderproben im Trockenschrank bei 50°C 24 Stunden lang getrocknet worden. Nach dem Trocknen sind die Proben gewogen worden. Zum Schluss wurden die Ergebnisse zusammengefasst und unter dem Punkt Ergebnisse vorgestellt.

3 Ergebnisse

3.1 Fläche 130

3.1.1 Bodenprofil

Entstehung:

Schwach ausgeprägte Parabraunerde
aus eiszeitlichen Sanden



Ap
0 – 30 cm

Dunkeler, humoser lehmiger Sand

Al
30 – 53 cm

Tonarmer Horizont mit Tonanlagerung

Bt
53 – 60 cm

Tonanreicherung schwach ausgeprägt

Bv
60 – 73cm

Verwitterungshorizont

Cv
73 – 95 cm

Ausgangsgestein lS

Abbildung 12: Bodenprofil Fläche 130 (eigene Aufnahme)

3.1.2 Penetrologger

Messpunkte ● = Penetrologgereinstiche

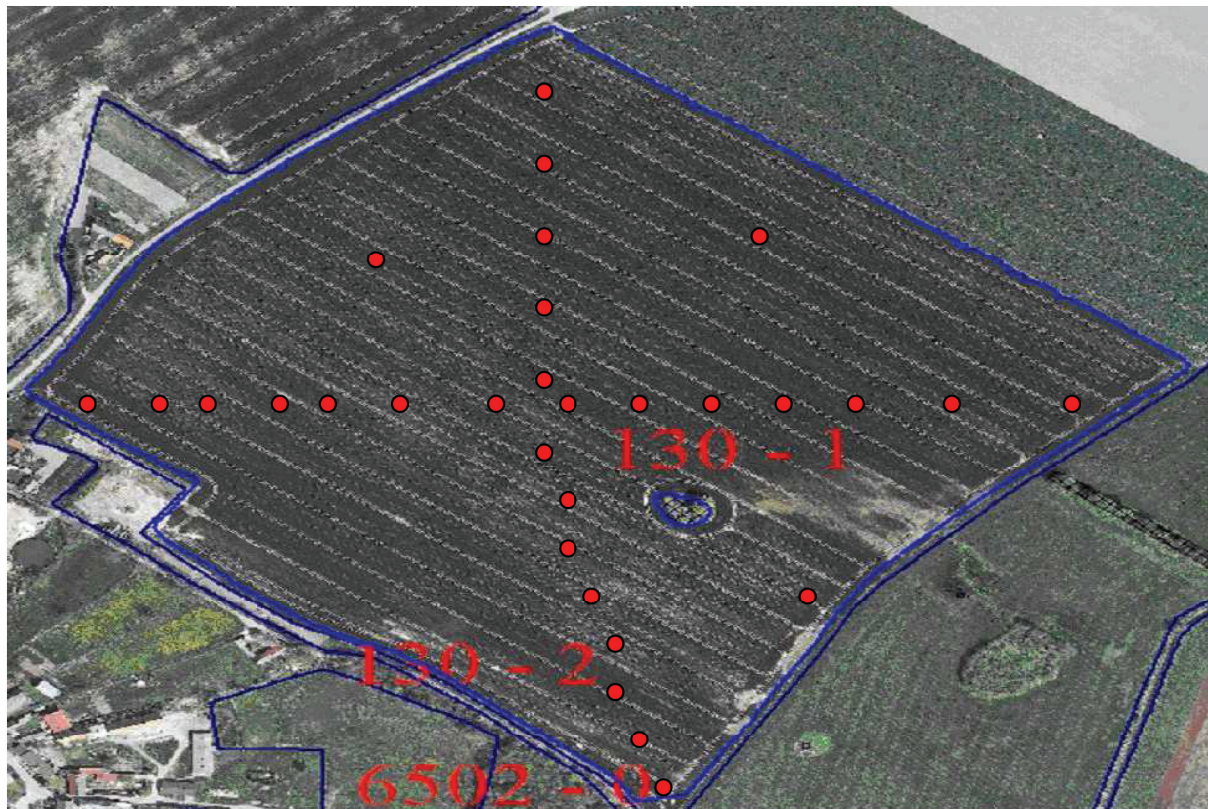


Abbildung 13: Penetrologgereinstiche Fläche 130 (verändert nach Land Data Eurosoft)

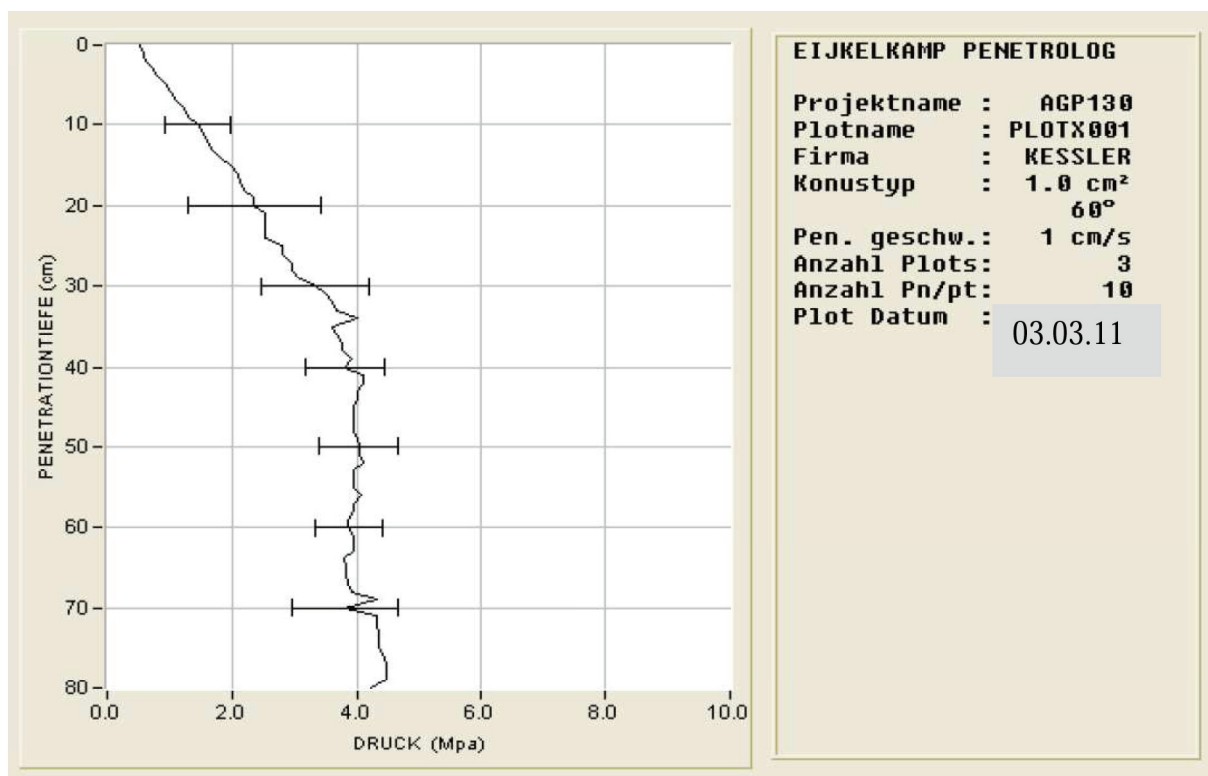


Abbildung 14: Mittelwert 1 Feld 130 (Quelle Penetrologger)

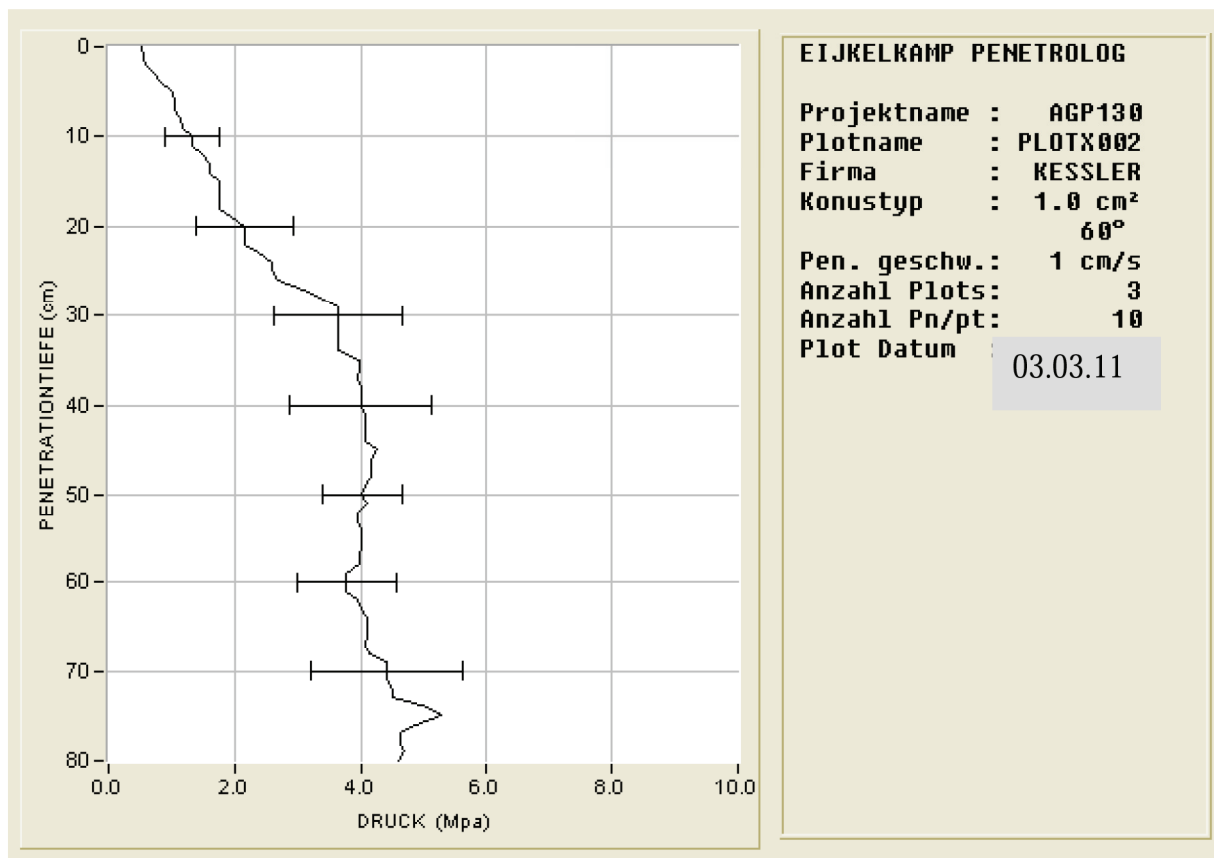


Abbildung 15: Mittelwert 2 Fläche 130 (Penetrologger)

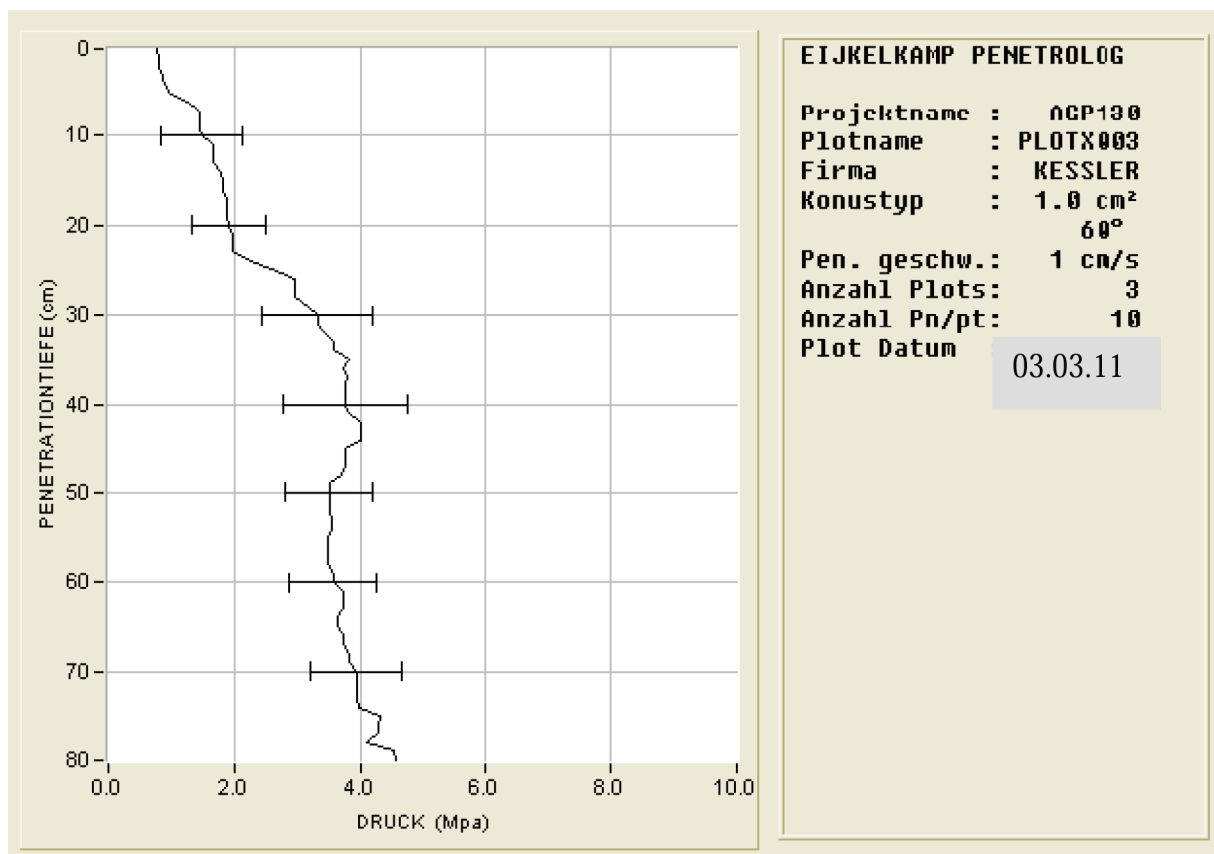


Abbildung 16: Mittelwert 3 Fläche 130 (Penetrologger)

3.1.3 Lagerungsdichte

Tabelle 26: Lagerungsdichte Fläche 130 (eigene Zusammenstellung)

Fläche 130						
Nr.	10 cm	Tüte leer			TRG	
1	173,7 g	-	5,7	= 168 / 100 =	1,68	g/cm ³ Boden
2	150,6 g	-	5,7	= 144,9 / 100 =	1,449	g/cm ³ Boden
3	157,3 g	-	5,7	= 151,6 / 100 =	1,516	g/cm ³ Boden
4	158,4 g	-	5,7	= 152,7 / 100 =	1,527	g/cm ³ Boden
5	159,4 g	-	5,7	= 153,7 / 100 =	1,537	g/cm ³ Boden
Mittelwert:					1,542	g/cm ³ Boden

Nr. 20 cm						
1	164,6 g	-	5,7	= 158,9 / 100 =	1,589	g/cm ³ Boden
2	171,2 g	-	5,7	= 165,5 / 100 =	1,655	g/cm ³ Boden
3	175,8 g	-	5,7	= 170,1 / 100 =	1,701	g/cm ³ Boden
4	171,5 g	-	5,7	= 165,8 / 100 =	1,658	g/cm ³ Boden
5	169,9 g	-	5,7	= 164,2 / 100 =	1,642	g/cm ³ Boden
Mittelwert:					1,649	g/cm ³ Boden

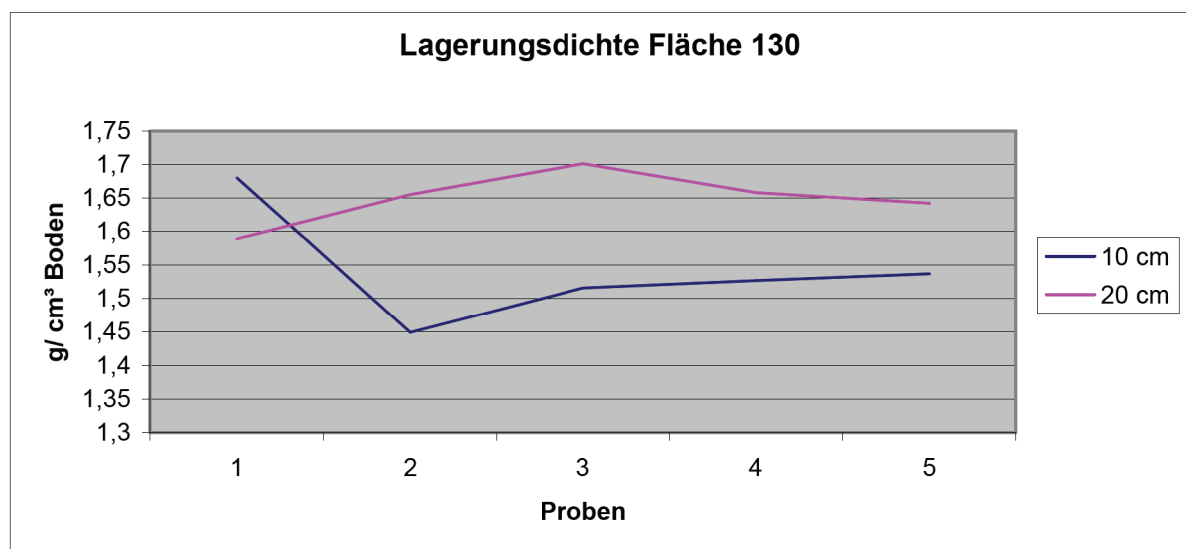


Abbildung 17: Lagerungsdichte Fläche 130 (eigene Zusammenstellung)

3.1.4 Beurteilung der Fläche 130

Das Bodenprofil ist aus schwach ausgeprägter Parabraunerde aus eiszeitlichen Sanden entstanden. Der Ap Horizont ist deutlich zu erkennen und geht bis 30 cm in die Tiefe. Die Ergebnisse vom Penetrologger zeigen, dass in den ersten 10 cm ein Druck von ca. 1,5 MPa

herrscht, in diesem Bereich kann die Pflanze ungehindert ihre Wurzeln ausbreiten. In der Tiefe von ca. 30cm ist ein Druck von 3 MPa, in diesem Bereich spricht man von einer Pflugsohlenverdichtung. Diese entsteht durch häufiges Pflügen in gleicher Arbeitstiefe. In dem Bereich von 10cm bis 30cm ist das Wurzelwachstum schon beeinträchtigt. Ab 30cm haben die Pflanzen auf diesem Feld Probleme mit dem Wurzelwachstum. Die Ergebnisse aus der Lagerungsdichtemessung bestätigen das Ergebnis des Penetrologgers. Bei 10 cm herrscht im Mittel ein Trockenrohgewicht von $1,542 \text{ g/cm}^3$ Boden und bei 20 cm beträgt das Trockenrohgewicht $1,649 \text{ g/cm}^3$ Boden. Das heißt, dass ab 20 cm der Boden stärker verdichtet ist und das Wurzelwachstum stärker beeinflusst wird.

3.2 Fläche 560

3.2.1 Bodenprofil



Ap
0 - 33 cm

Entstehung

Braunerde aus eiszeitlichen Sanden

Dunkelgraubrauner, humoser
lehmiger Sand

Bv
33 - 70 cm

Verwitterungshorizont

C
70 - 90 cm

Ausgangsgestein

Abbildung 18: Bodenprofil Fläche 560 (eigene Aufnahme)

3.2.2 Penetrologger

Messpunkte ● Penetrologgereinstiche



Abbildung 19: Penetrologgereinstiche Fläche 560 (verändert nach Land Data Eurosoft)

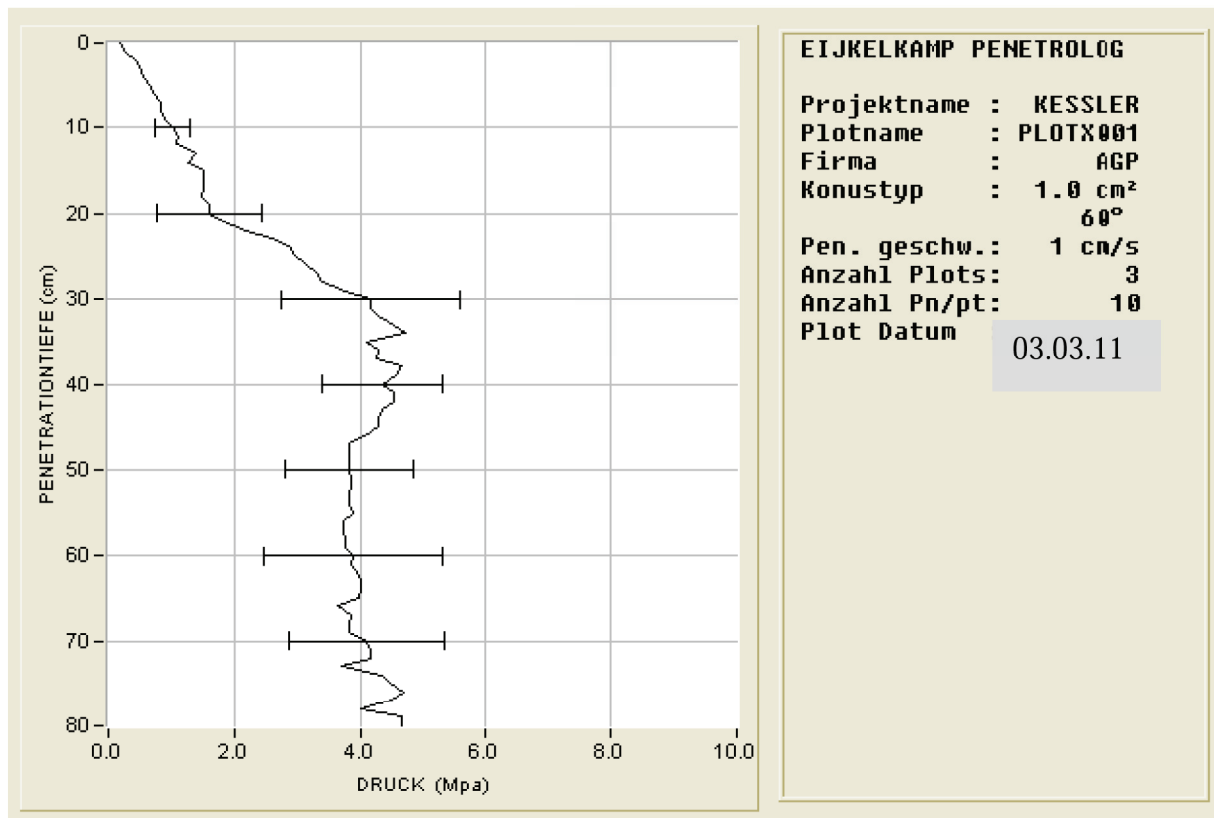


Abbildung 20: Mittelwert 1 Fläche 560 (Quelle Penetrologger)

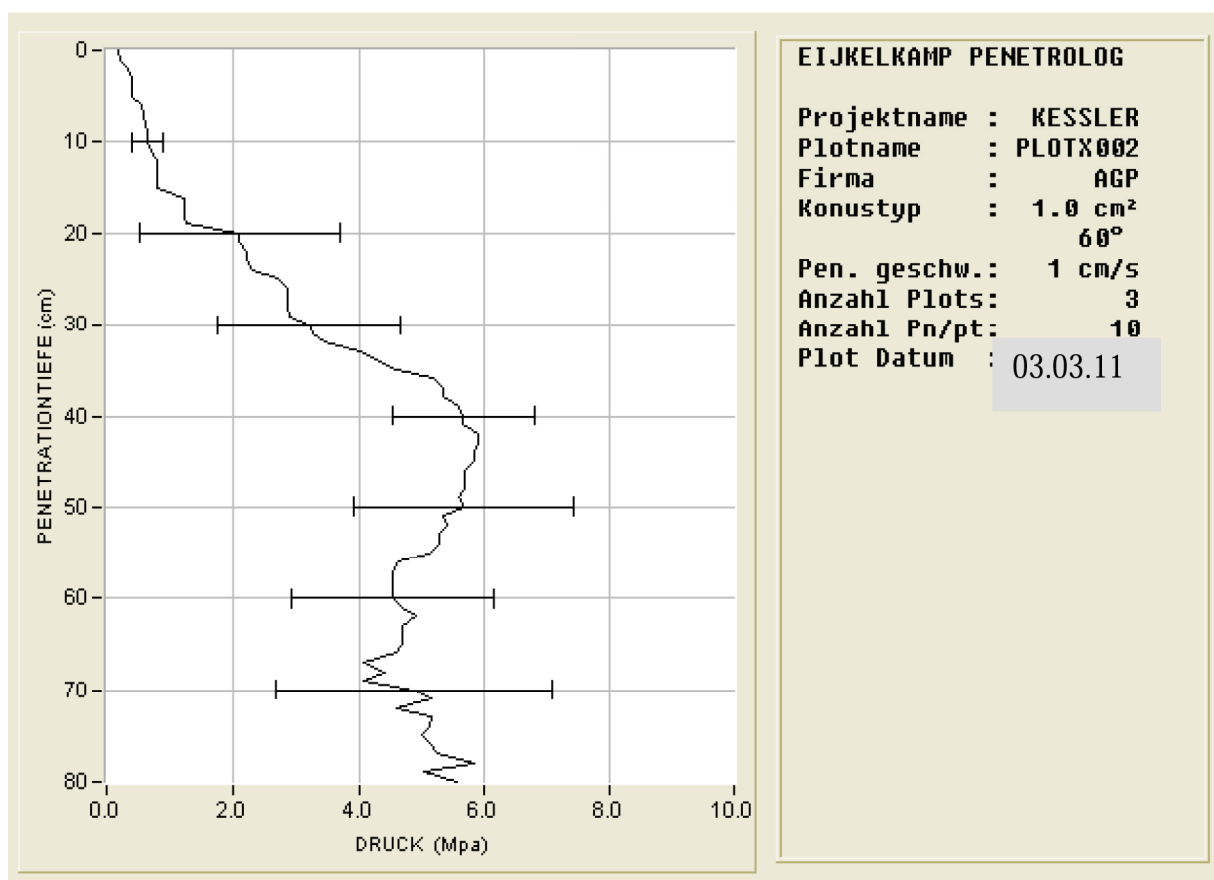


Abbildung 21: Mittelwert 2 Fläche 560 (Penetrologger)

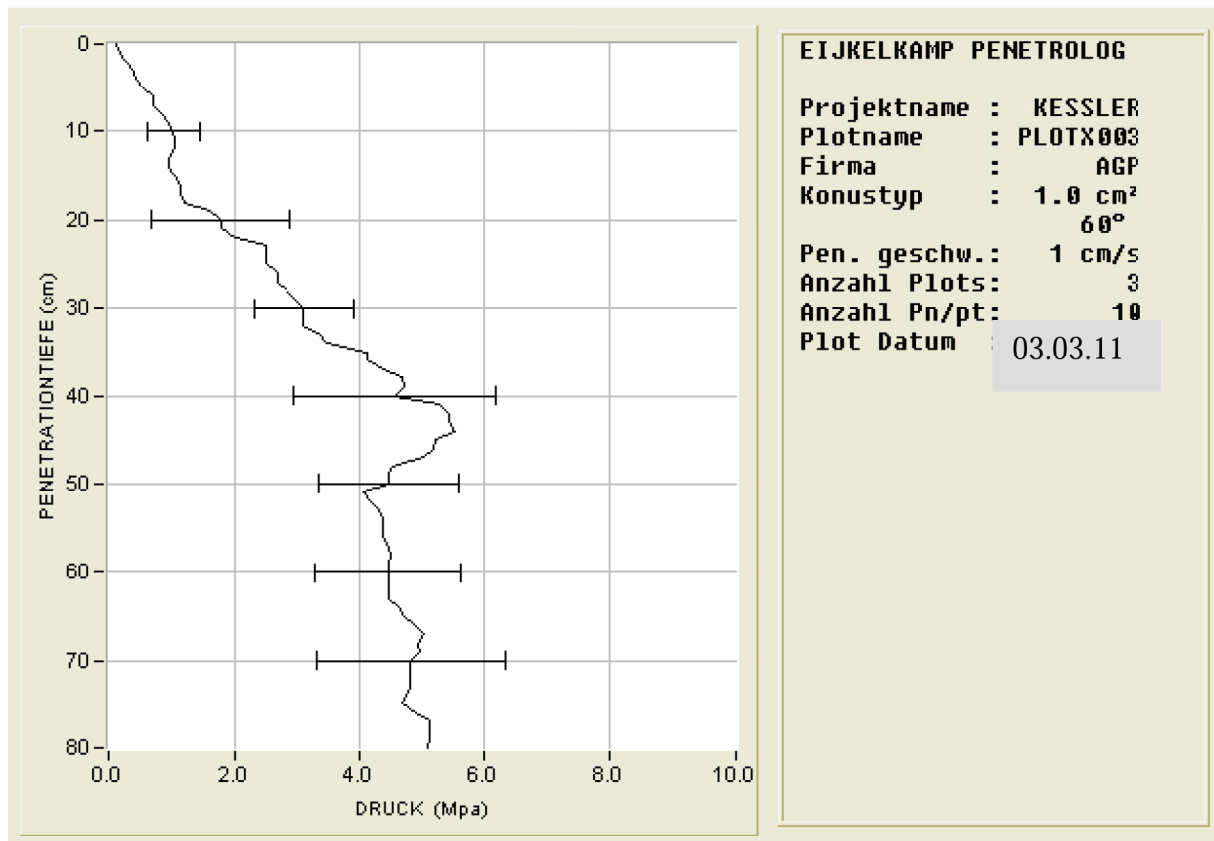


Abbildung 22: Mittelwert 3 Fläche 560 (Penetrologger)

3.2.3 Lagerungsdichte

Tabelle 27: Lagerungsdichte Fläche 560 (eigene Zusammenstellung)

Fläche 560									
Nr.	10 cm	Tüte leer				TRG			
1	178,9 g	-	5,7	=	173,2 / 100 =	1,732	g/cm ³	Boden	
2	177,7 g	-	5,7	=	172 / 100 =	1,72	g/cm ³	Boden	
3	164,3 g	-	5,7	=	158,6 / 100 =	1,586	g/cm ³	Boden	
4	166,6 g	-	5,7	=	160,9 / 100 =	1,609	g/cm ³	Boden	
5	171,9 g	-	5,7	=	166,2 / 100 =	1,662	g/cm ³	Boden	
Mittelwert:						1,662	g/cm ³	Boden	
Nr. 20 cm									
1	174,4 g	-	5,7	=	168,7 / 100 =	1,687	g/cm ³	Boden	
2	186,1 g	-	5,7	=	180,4 / 100 =	1,804	g/cm ³	Boden	
3	178,2 g	-	5,7	=	172,5 / 100 =	1,725	g/cm ³	Boden	
4	173 g	-	5,7	=	167,3 / 100 =	1,673	g/cm ³	Boden	
5	167,4 g	-	5,7	=	161,7 / 100 =	1,617	g/cm ³	Boden	
Mittelwert:						1,701	g/cm ³	Boden	

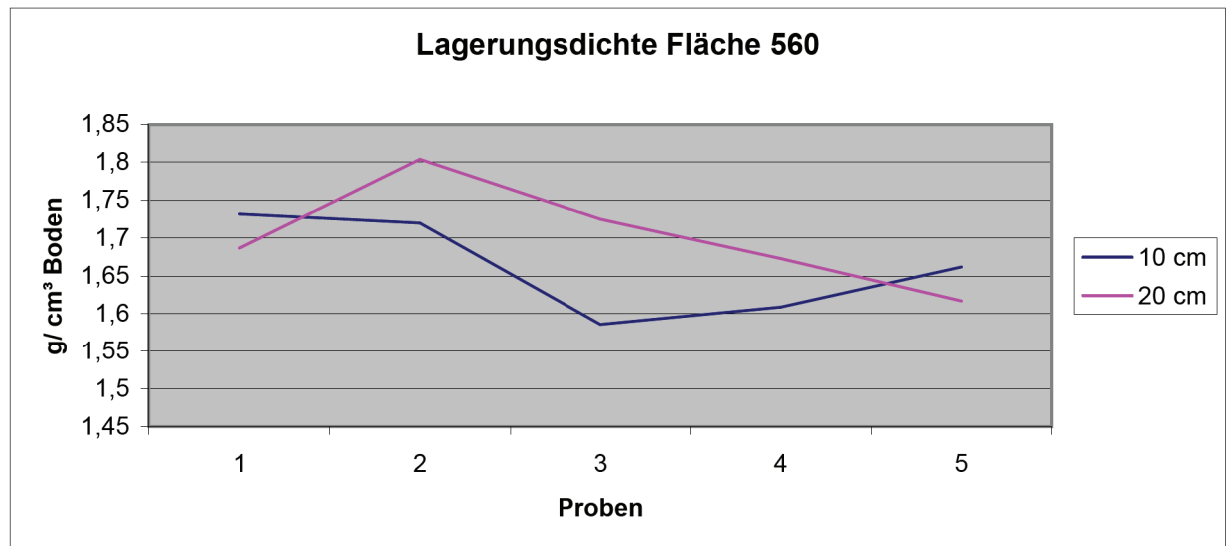


Abbildung 23: Lagerungsdichte Fläche 560 (eigene Zusammenstellung)

3.2.4 Beurteilung der Fläche 560

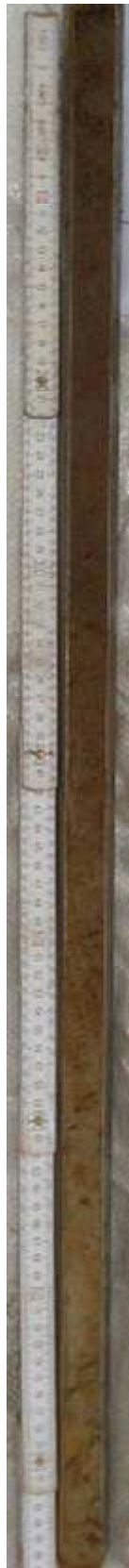
Der Boden auf dem Feld 560 ist Braunerde, die aus eiszeitlichen Sanden entstanden ist. Die genaue Aufteilung der Horizonte wird im Bodenprofil ersichtlich. Der dunkelgraubraune Ap Horizont lässt darauf schließen, dass die hohe Organische Düngung und das relativ häufige Pflügen sich positiv auf den Humusgehalt auswirkt. Die Ergebnisse beim Penetrologger ergaben, dass in den ersten 20 cm der Druck unter 2 Mpa liegt, dieses ist positiv für das Wurzelwachstum der Pflanzen zu beurteilen. In 30 cm Tiefe liegt der Druck zwischen 3 – 4 Mpa. Bei diesem Wert kann man von einer deutlichen Pflugsohlenverdichtung ausgehen. Dieser Druck erschwert den Pflanzen das Wurzelwachstum in den unteren Bodenschichten. Die Lagerungsdichtebestimmung ergab im Mittel bei 10 cm eine Dichte von $1,662 \text{ g/cm}^3$ Boden und im Bereich 20 cm eine Dichte von $1,701 \text{ g/cm}^3$. Daraus ist abzuleiten, dass der Boden etwas stärker verdichtet ist. Diese Ergebnisse widersprechen aber den Ergebnissen des Penetrologgers. Die Ursache dafür könnte sein, dass bei der Lagerungsdichtebestimmung kleine Steine in den Stechzylindern das Ergebnis verfälscht haben.

3.3 Fläche 340

3.3.1 Bodenprofil

Entstehung

Braunerde aus eiszeitlichen Sanden



Ap
0 – 32 cm

Dunkelgraubrauner, humoser
lehmiger Sand

Bv
32 – 55 cm

Verwitterungshorizont

C
55 – 85 cm

Ausgangsmaterial

Abbildung 24: Bodenprofil Fläche 340 (eigene Aufnahme)

3.3.2 Penetrologger

Messpunkte ● Penetrologgereinstiche

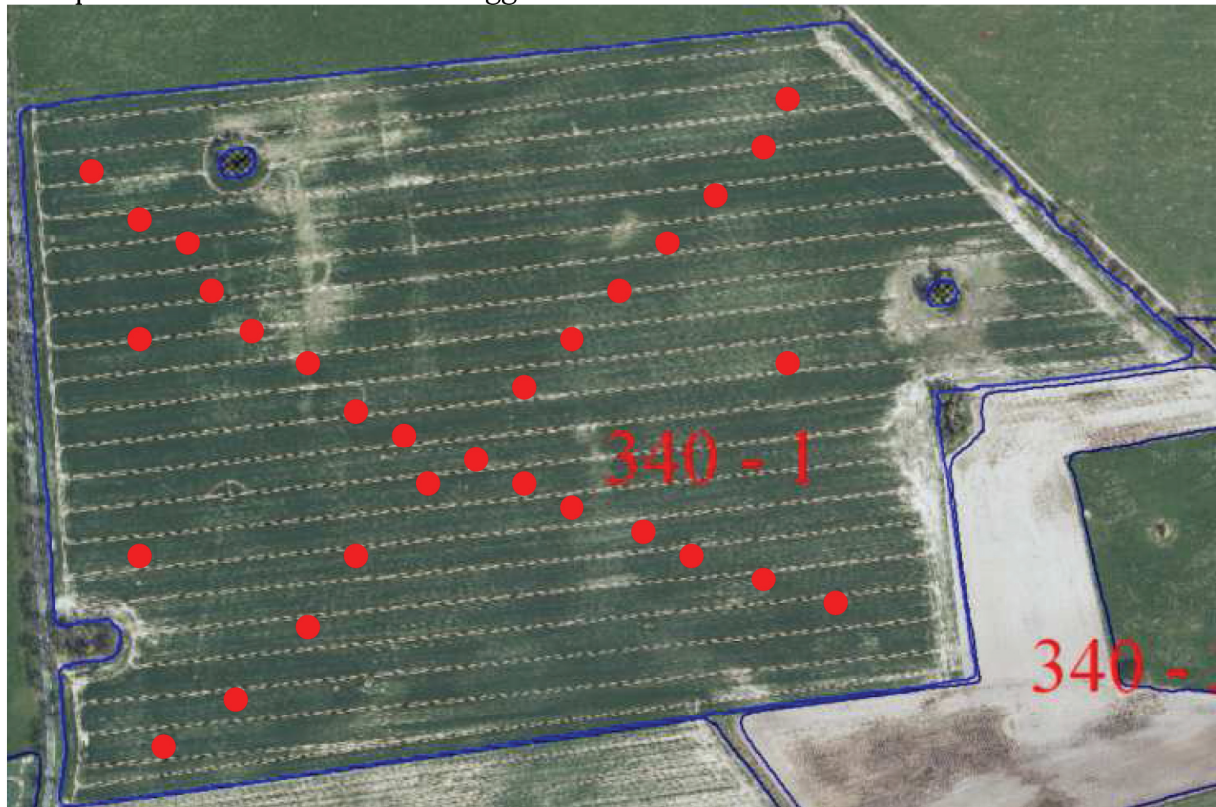


Abbildung 25: Penetrologgereinstiche Fläche 340 (verändert nach Land Data Eurosoft)

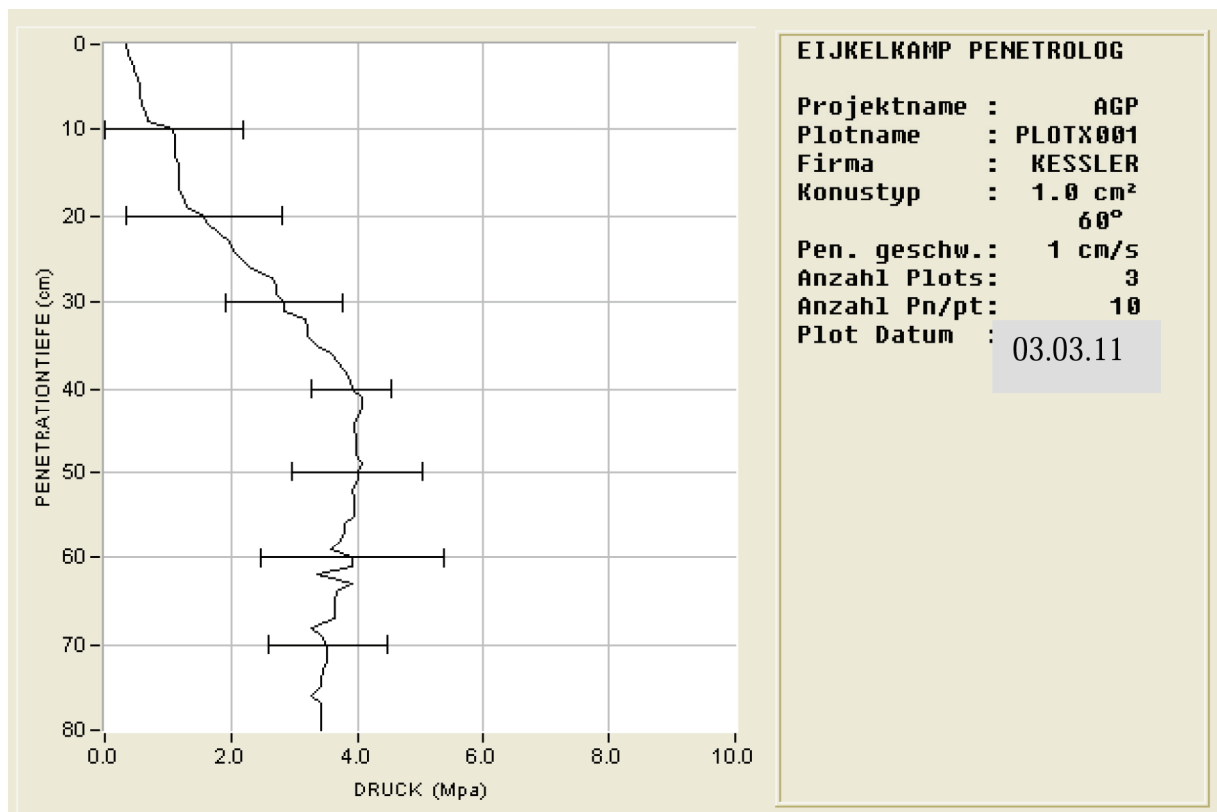


Abbildung 26: Mittelwert 1 Fläche 340 (Quelle Penetrologger)

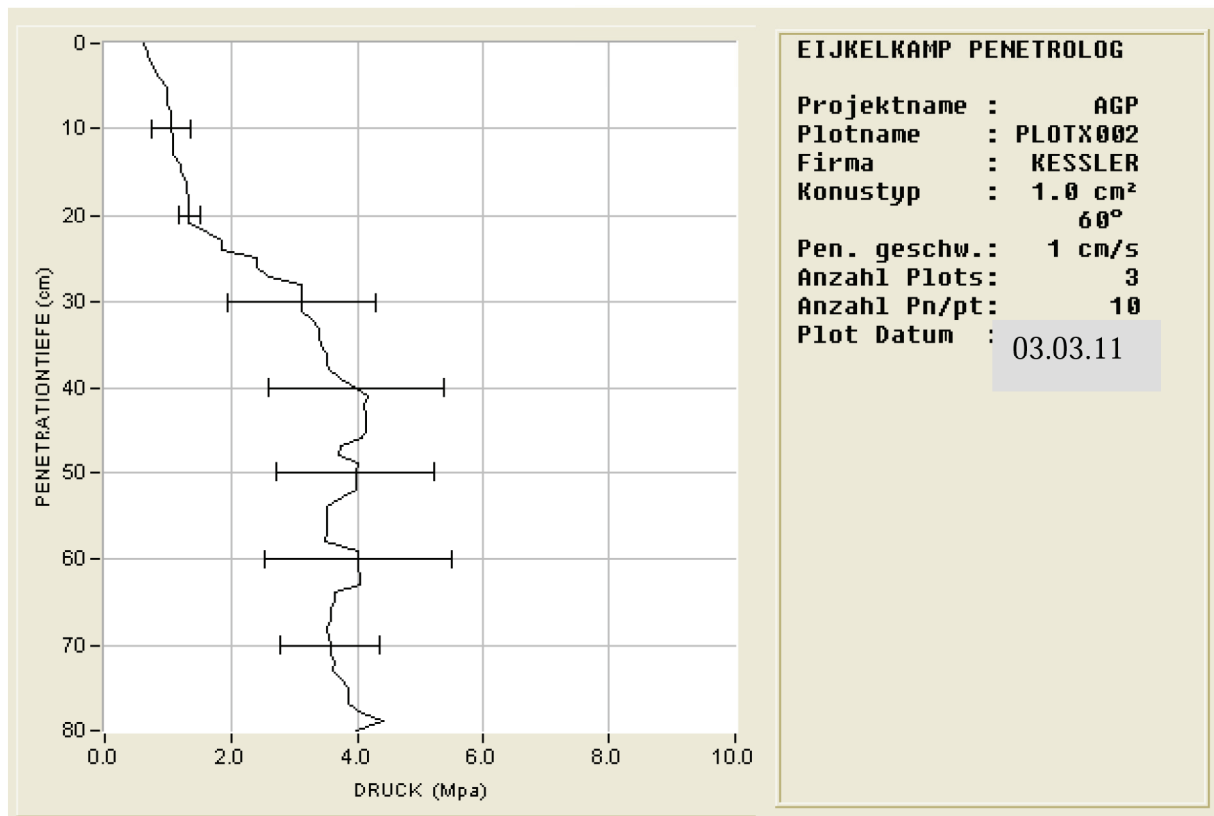


Abbildung 27: Mittelwert 2 Fläche 340 (Penetrologger)

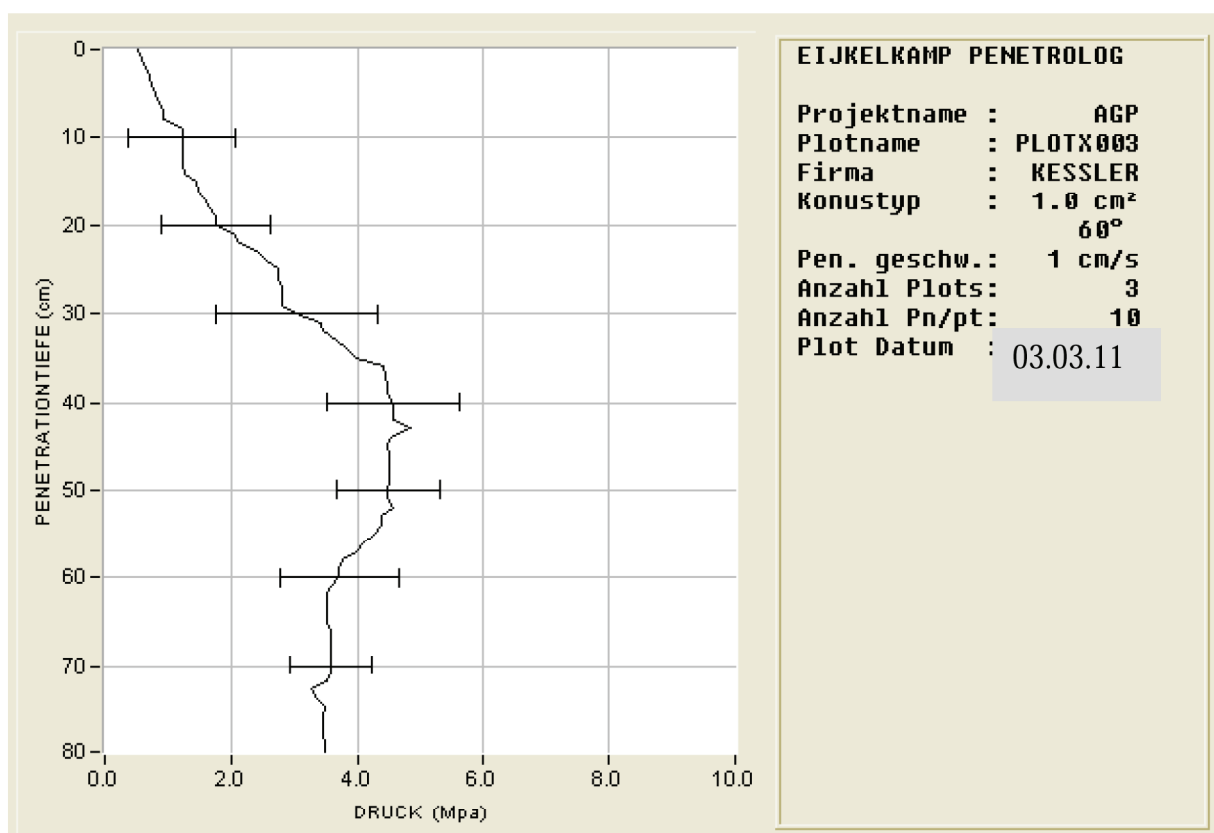


Abbildung 28: Mittelwert 3 Fläche 340 (Penetrologger)

3.3.3 Lagerungsdichte

Tabelle 28: Lagerungsdichte Fläche 340 (eigene Zusammenstellung)

Fläche 340						
Nr.	10 cm	Tüte leer			TRG	
1	184,2 g	-	5,7	= 178,5 / 100 =	1,785	g/cm ³ Boden
2	182 g	-	5,7	= 176,3 / 100 =	1,763	g/cm ³ Boden
3	178,4 g	-	5,7	= 172,7 / 100 =	1,727	g/cm ³ Boden
4	176,9 g	-	5,7	= 171,2 / 100 =	1,712	g/cm ³ Boden
5	174 g	-	5,7	= 168,3 / 100 =	1,683	g/cm ³ Boden
Mittelwert:					1,734	g/cm ³ Boden
Nr. 20 cm						
1	188,2 g	-	5,7	= 182,5 / 100 =	1,825	g/cm ³ Boden
2	175,6 g	-	5,7	= 169,9 / 100 =	1,699	g/cm ³ Boden
3	175,1 g	-	5,7	= 169,4 / 100 =	1,694	g/cm ³ Boden
4	165,6 g	-	5,7	= 159,9 / 100 =	1,599	g/cm ³ Boden
5	171,5 g	-	5,7	= 165,8 / 100 =	1,658	g/cm ³ Boden
Mittelwert:					1,695	g/cm ³ Boden

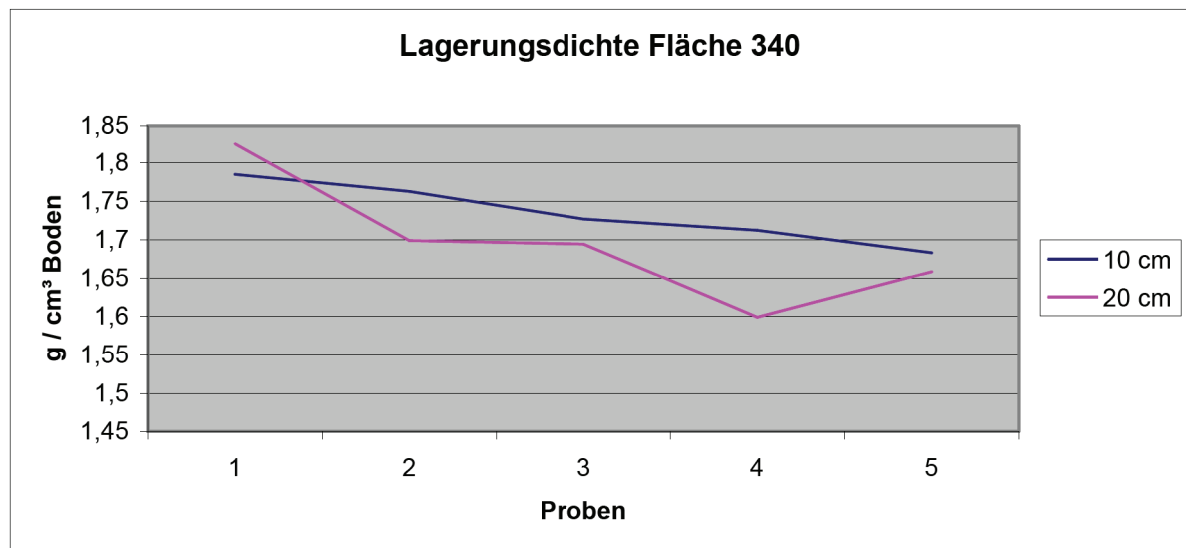


Abbildung 29: Lagerungsdichte Fläche 340 (eigene Zusammenstellung)

3.3.4 Beurteilung der Fläche 340

Das Bodenprofil von der Fläche 340 ist aus eiszeitlichen Sanden entstanden. Die Ergebnisse der Penetrologermessung zeigen, dass in den ersten 20 cm ein Druck von unter 2 Mpa besteht. In diesem Bereich kann die Pflanze ihr Wurzelwachstum ohne Probleme ausüben.

Zwischen 25 cm und 30cm herrscht ein Druck von ca. 3 Mpa, in diesem Bereich kann das Wurzelwachstum negativ beeinflusst werden. Hier liegt eine Pflugsohlenverdichtung vor. Die Lagerungsdichte in 10 cm Tiefe liegt bei 1,734 g/cm³ und in 20 cm Tiefe bei 1,695 g/cm³. Diese Ergebnisse stimmen nicht mit den Ergebnissen der Penetrologgermessung überein. Ursache dafür könnte sein, dass der zufällig gewählte Beprobungspunkt auf einer Fahrspur lag und der Boden dort fest gefahren ist. Eine weitere Ursache könnte eine Lehmstelle auf dem verschießenden Boden sein, da dort die Lagerungsdichten höher sein können (s. Tabelle 25).

3.4 Fläche 312

3.4.1 Bodenprofil

Entstehung

Braunerde aus eiszeitlichen Sanden



Ap
0 – 20 cm

Dunkelbrauner, humoser Sand

Bv
20 – 40 cm

Verwitterungshorizont

C
40 - 80 cm

Ausgangsmaterial

Abbildung 30: Bodenprofil Fläche 312 (eigene Aufnahme)

3.4.2 Penetrologger

Messpunkte ● Penetrologgereinstiche



Abbildung 31: Messpunkte Fläche 312 (verändert nach Agro View Brandenburg 2011)

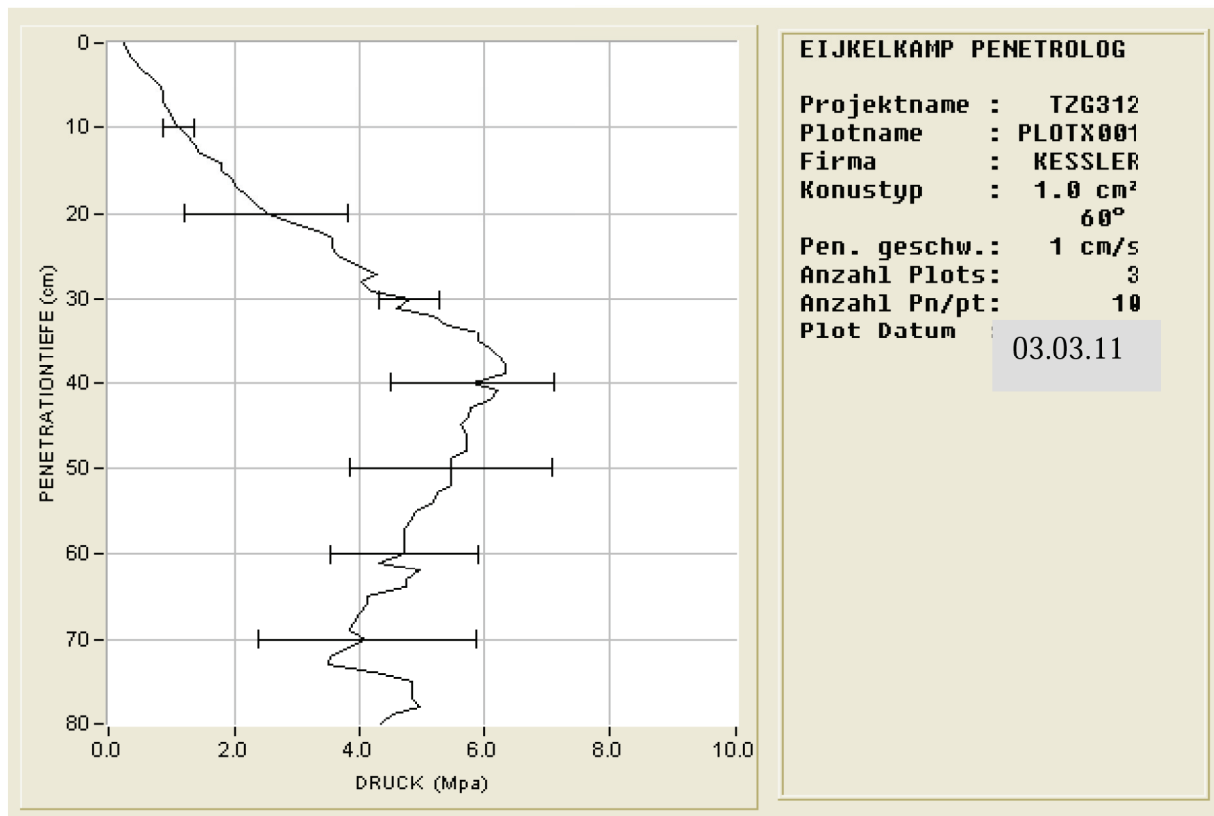


Abbildung 32: Mittelwert 1 Fläche 312 (Penetrologger)

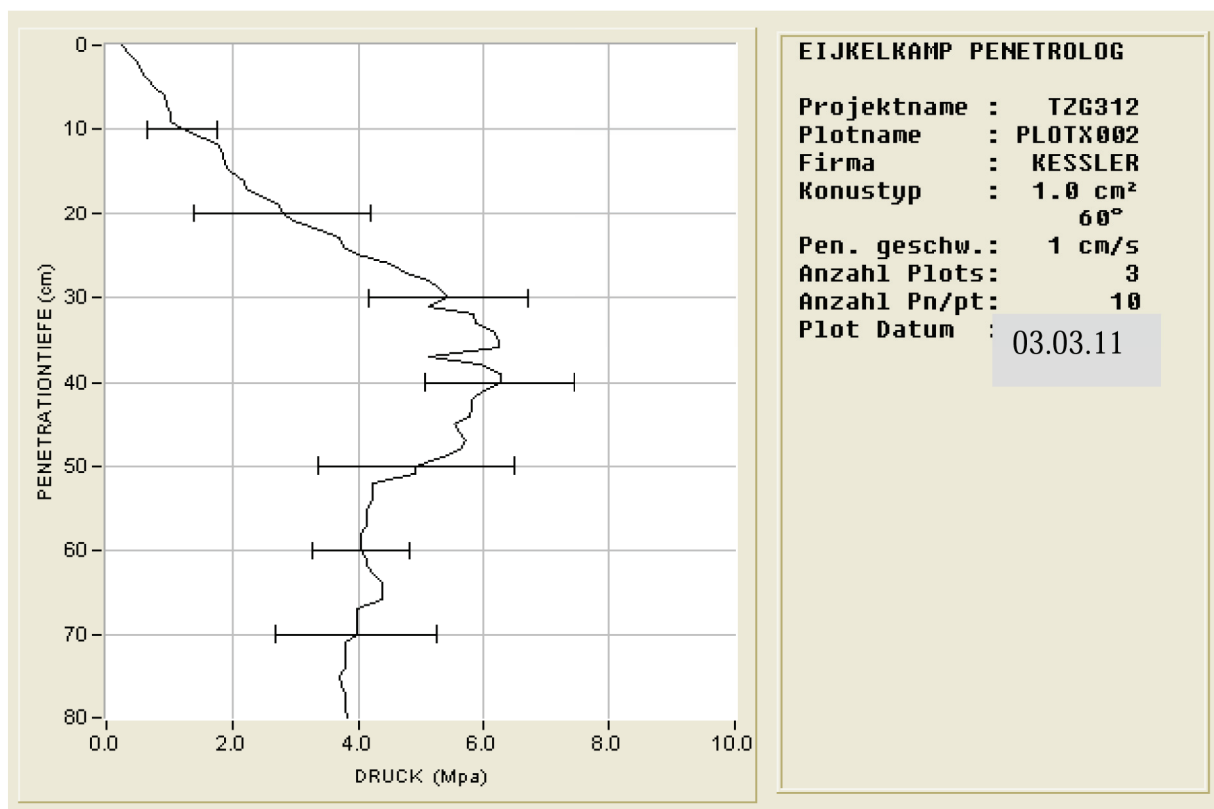


Abbildung 33: Mittelwert 2 Fläche 312 (Penetrologger)

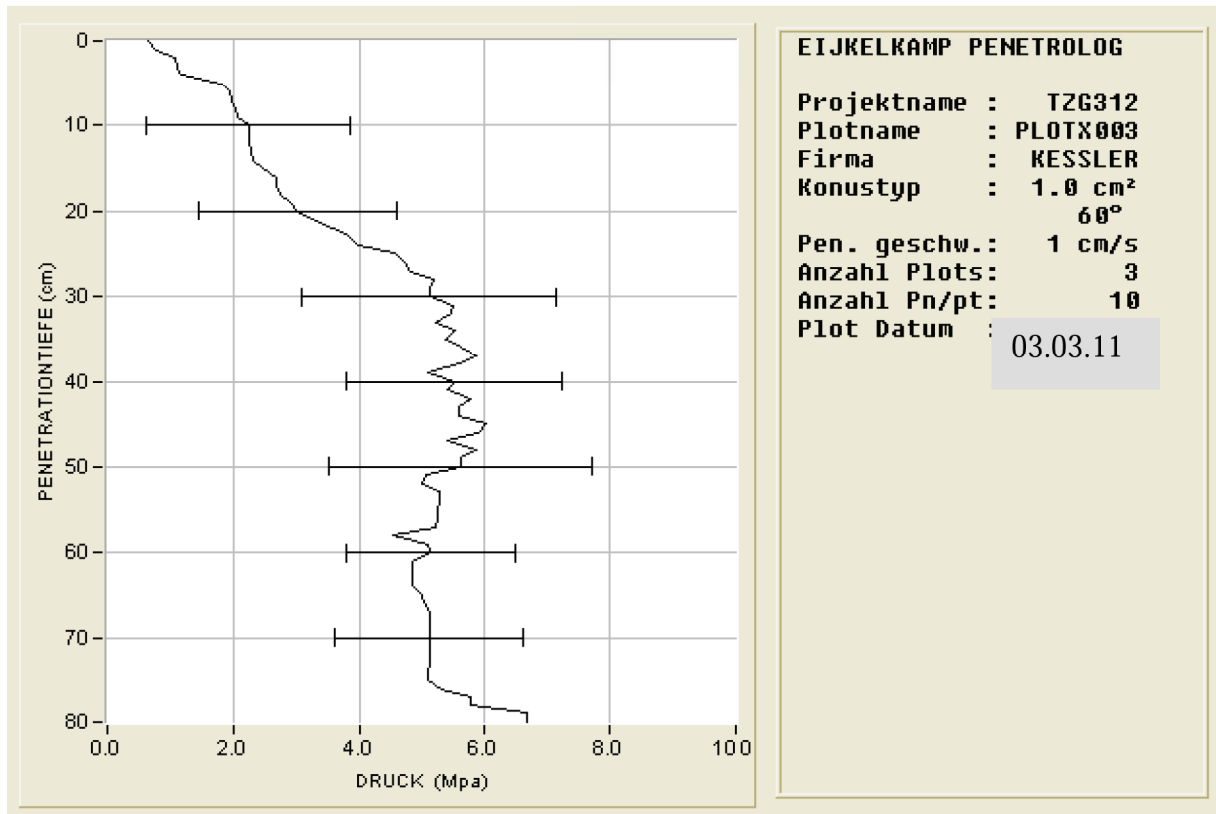


Abbildung 34: Mittelwert 3 Fläche 312 (Penetrologger)

3.4.3 Lagerungsdichte

Tabelle 29: Lagerungsdichte Fläche 312 (eigene Zusammenstellung)

Fläche 312						
Nr.	10 cm	Tüte leer			TRG	
1	170,2 g	-	5,7	= 164,5 / 100 =	1,645	g/cm ³ Boden
2	179,7 g	-	5,7	= 174 / 100 =	1,74	g/cm ³ Boden
3	177 g	-	5,7	= 171,3 / 100 =	1,713	g/cm ³ Boden
4	187,3 g	-	5,7	= 181,6 / 100 =	1,816	g/cm ³ Boden
5	178,8 g	-	5,7	= 173,1 / 100 =	1,731	g/cm ³ Boden
Mittelwert:					1,729	g/cm ³ Boden
Nr. 20 cm						
1	171,3 g	-	5,7	= 165,6 / 100 =	1,656	g/cm ³ Boden
2	175,6 g	-	5,7	= 169,9 / 100 =	1,699	g/cm ³ Boden
3	178,2 g	-	5,7	= 172,5 / 100 =	1,725	g/cm ³ Boden
4	187,7 g	-	5,7	= 182 / 100 =	1,82	g/cm ³ Boden
5	185 g	-	5,7	= 179,3 / 100 =	1,793	g/cm ³ Boden
Mittelwert:					1,739	g/cm ³ Boden

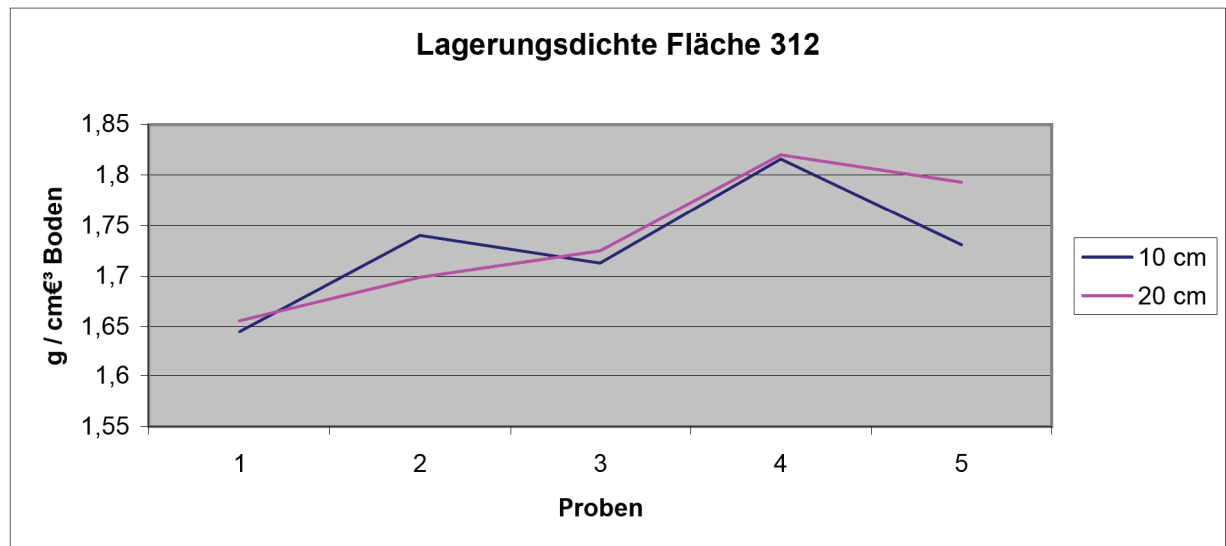


Abbildung 35: Lagerungsdichte Fläche 312 (eigene Zusammenstellung)

3.4.4 Beurteilung der Fläche 312

Auf dem Bodenprofil sind die einzelnen Horizonte erkennbar. Der Ap Horizont beträgt auf diesem Feld nur 20 cm. Das resultiert aus den geringen Bearbeitungstiefen. Bei den Ergebnissen der Penetrologgermessung ist zu erkennen, dass der Druck in 10 cm Tiefe schon zwischen 1 – 2 Mpa liegt. In 20 cm Tiefe herrscht ein Druck von 3 Mpa. Im Prinzip kann man hier von einer Pflugsohlenverdichtung sprechen, die nicht vom Pflug, sondern vom Grubber verursacht wurde. Die Pflanzenwurzeln können bei einem Druck bis 3 Mpa ungestört wachsen, das heißt das Pflanzen im Bereich zwischen 20 cm und 30 cm kaum Möglichkeiten haben ungestört wachsen zu können. Die Ergebnisse der Lagerungsdichtebestimmung bestätigen das Ergebnis des Penetrologgers. Bei einer Tiefe von 10 cm wurde folgender Mittelwert von $1,729 \text{ g/cm}^3$ festgestellt. Im Bereich von 20 cm liegt die Lagerungsdichte bei $1,739 \text{ g/cm}^3$. Diese Werte sagen aus, dass der Boden schon stark verdichtet ist. In der Abb. 37 ist auch zu erkennen, dass die Lagerungsdichte bei 10 cm annähernd gleich ist wie bei 20 cm.

3.5 Fläche 242 – 00

3.5.1 Bodenprofil

Entstehung

Braunerde aus eiszeitlichen Sanden



Ap
0 – 25 cm

Dunkelbrauner, humoser Sand

Bv
25 – 50 cm

Verwitterungshorizont

C
50 – 80 cm

Ausgangsmaterial

Abbildung 36: Bodenprofil Fläche 242/00 (eigene Aufnahme)

3.5.2 Penetrologger

Messpunkte



Abbildung 37: Messpunkte Fläche 242/ 00 (verändert nach Agro View Brandenburg 2011)

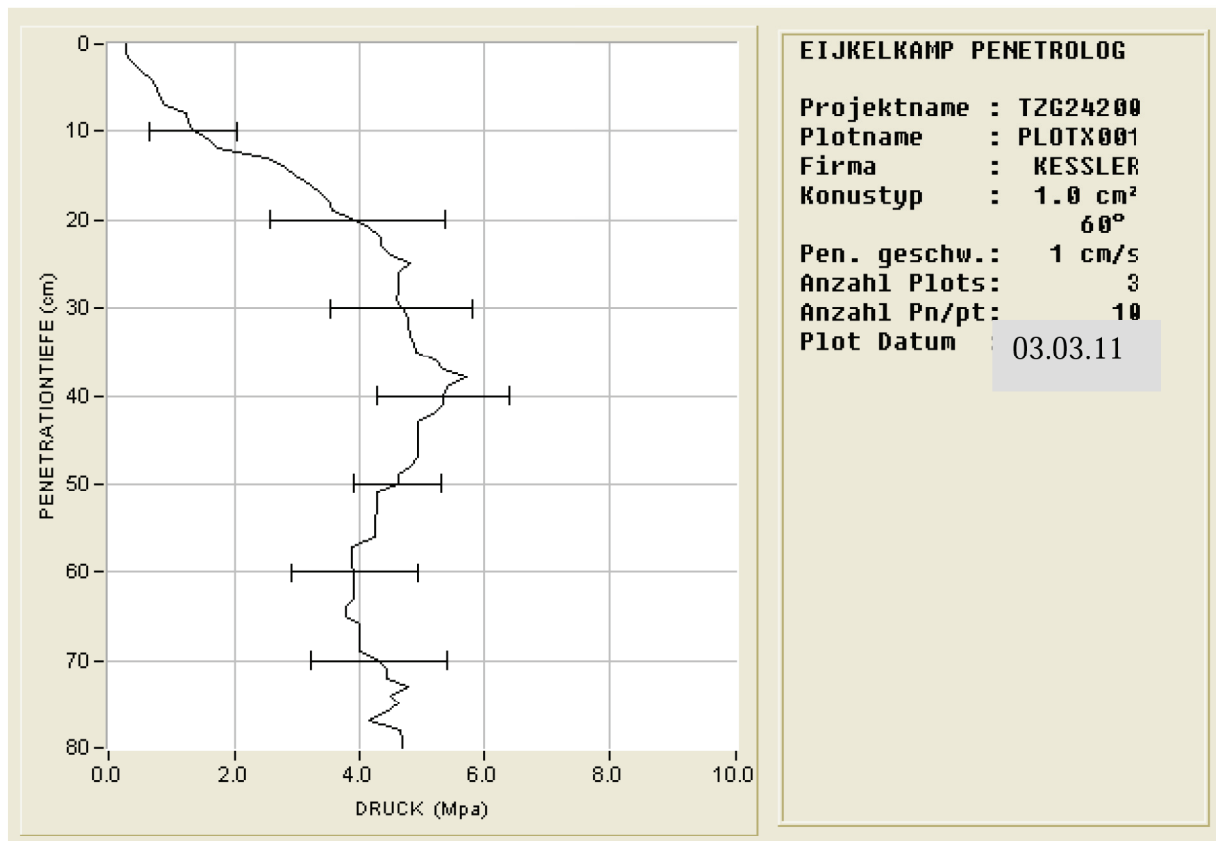


Abbildung 38: Mittelwert 1 Fläche 242/00 (Penetrologger)

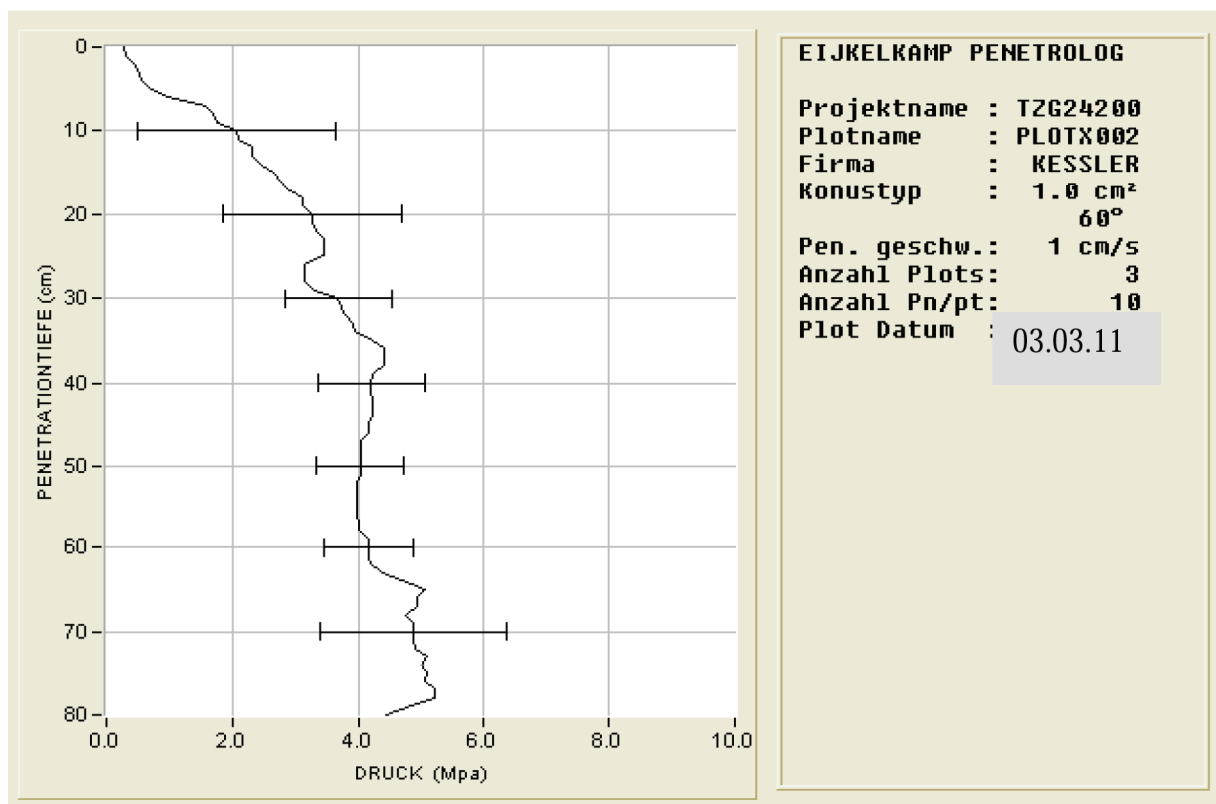


Abbildung 39: Mittelwert 2 Fläche 242/00 (Penetrologger)

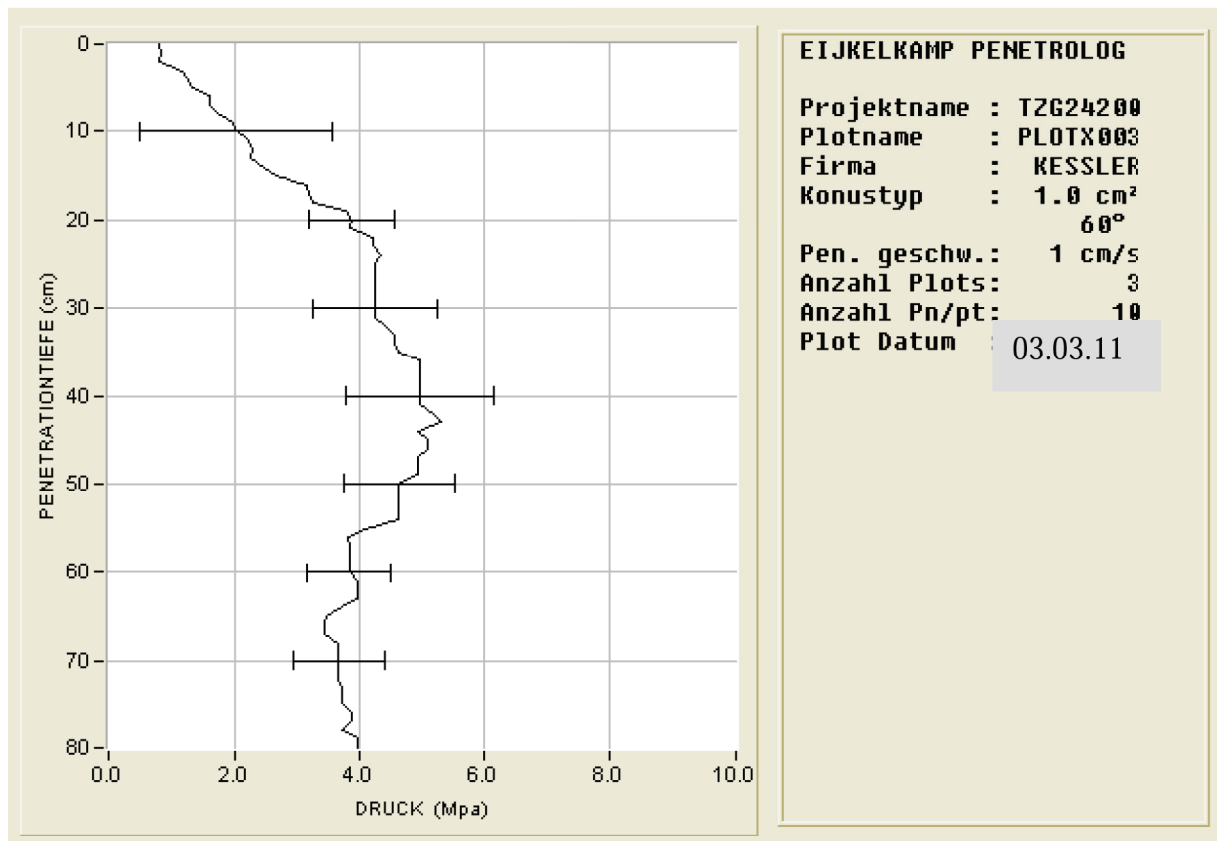


Abbildung 40: Mittelwert 3 Fläche 242/00 (Penetrologger)

3.5.3 Lagerungsdichte

Tabelle 30: Lagerungsdichte Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung)

Fläche 242-00						
Nr.	10 cm	Tüte leer			TRG	
1	172,7 g	-	5,7	= 167 / 100 =	1,67	g/cm ³ Boden
2	174,9 g	-	5,7	= 169,2 / 100 =	1,692	g/cm ³ Boden
3	182,3 g	-	5,7	= 176,6 / 100 =	1,766	g/cm ³ Boden
4	182,4 g	-	5,7	= 176,7 / 100 =	1,767	g/cm ³ Boden
5	183 g	-	5,7	= 177,3 / 100 =	1,773	g/cm ³ Boden
Mittelwert:					1,734	g/cm ³ Boden
Nr. 20 cm						
1	180,4 g	-	5,7	= 174,7 / 100 =	1,747	g/cm ³ Boden
2	177,5 g	-	5,7	= 171,8 / 100 =	1,718	g/cm ³ Boden
3	178 g	-	5,7	= 172,3 / 100 =	1,723	g/cm ³ Boden
4	176,6 g	-	5,7	= 170,9 / 100 =	1,709	g/cm ³ Boden
5	175,4 g	-	5,7	= 169,7 / 100 =	1,697	g/cm ³ Boden
Mittelwert:					1,7188	g/cm ³ Boden

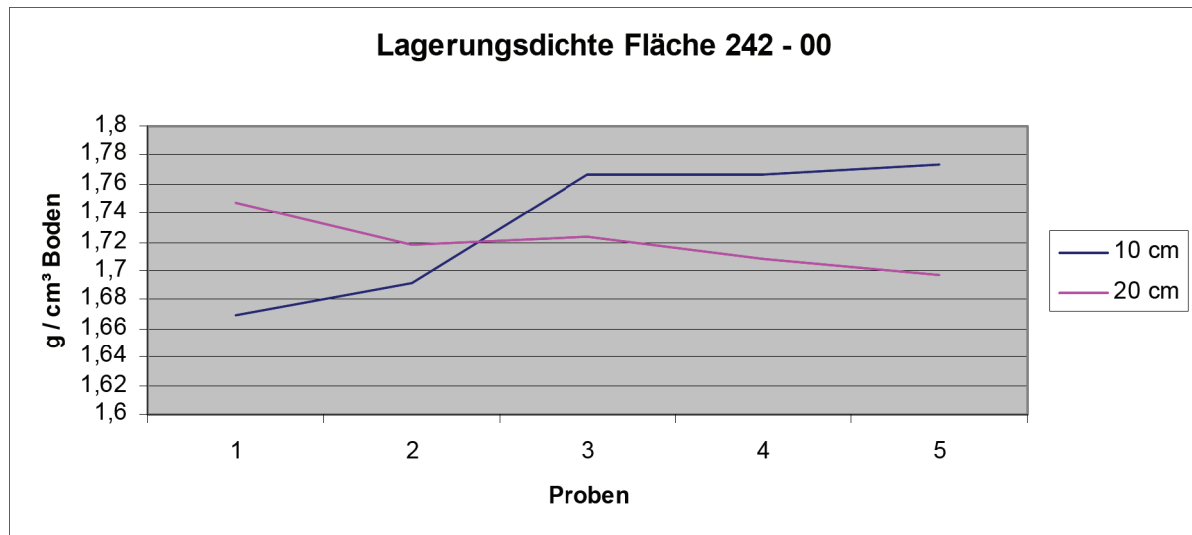


Abbildung 41: Lagerungsdichte Fläche 242/00 (eigene Zusammenstellung)

3.5.4 Beurteilung der Fläche 242/00

Der Ap- Horizont ragt auf dieser Fläche 25 cm tief in die Erde, das ist auch auf dem Bodenprofil (s. Abb. 39) deutlich zu erkennen. Die Ergebnisse des Penetrologgers (Abb. 40, 41, 42) zeigen, dass schon in 10 cm Tiefe ein Druck von 1,5 – 2 Mpa herrscht. In 20 cm Tiefe beträgt der Druck schon 3 – 4 Mpa. Das bedeutet, dass die Pflanzen schon im Bereich um 20 cm kein ungestörtes Wurzelwachstum mehr ausführen können. Diese Verdichtung stammt eindeutig von den Bodenbearbeitungsgeräten, die immer mit gleicher Arbeitstiefe eingesetzt wurden. Die Lagerungsdichtebestimmung hat ergeben, dass in 10 cm Tiefe im Mittel der Boden 1,734 g/cm³ dicht gelagert ist. Die Dichte in 20 cm Tiefe liegt im Mittelwert bei 1,718 g/cm³ (Tabelle 30). Diese Ergebnisse stimmen nicht mit den Penetrologgerergebnissen überein. Die Ursachen dafür können durch Steine in den Stechzylinderproben ausgelöst worden sein, die durch ein höheres Gewicht das Ergebnis verfälscht haben. Eine weitere Ursache könnte eine nicht sichtbare Fahrspur auf dem Messpunkt sein. Die dritte Variante wäre eine Lehmstelle auf den typischen verschießenden Böden in der Prignitz.

3.6 Fläche 242 -02

3.6.1 Bodenprofil

Entstehung

Braunerde aus eiszeitlichen Sanden



Ap
0 – 25 cm

Dunkelbrauner, humoser Sand

Bv
25 – 50 cm

Verwitterungshorizont

C
30 – 50 cm

Ausgangsmaterial

Abbildung 42: Bodenprofil Fläche 242/02 (eigene Aufnahme)

3.6.2 Penetrologger

Messpunkte ● Penetrologgereinstiche



Abbildung 43: Messpunkte Fläche 242/02 (verändert nach Agro View Brandenburg 2011)

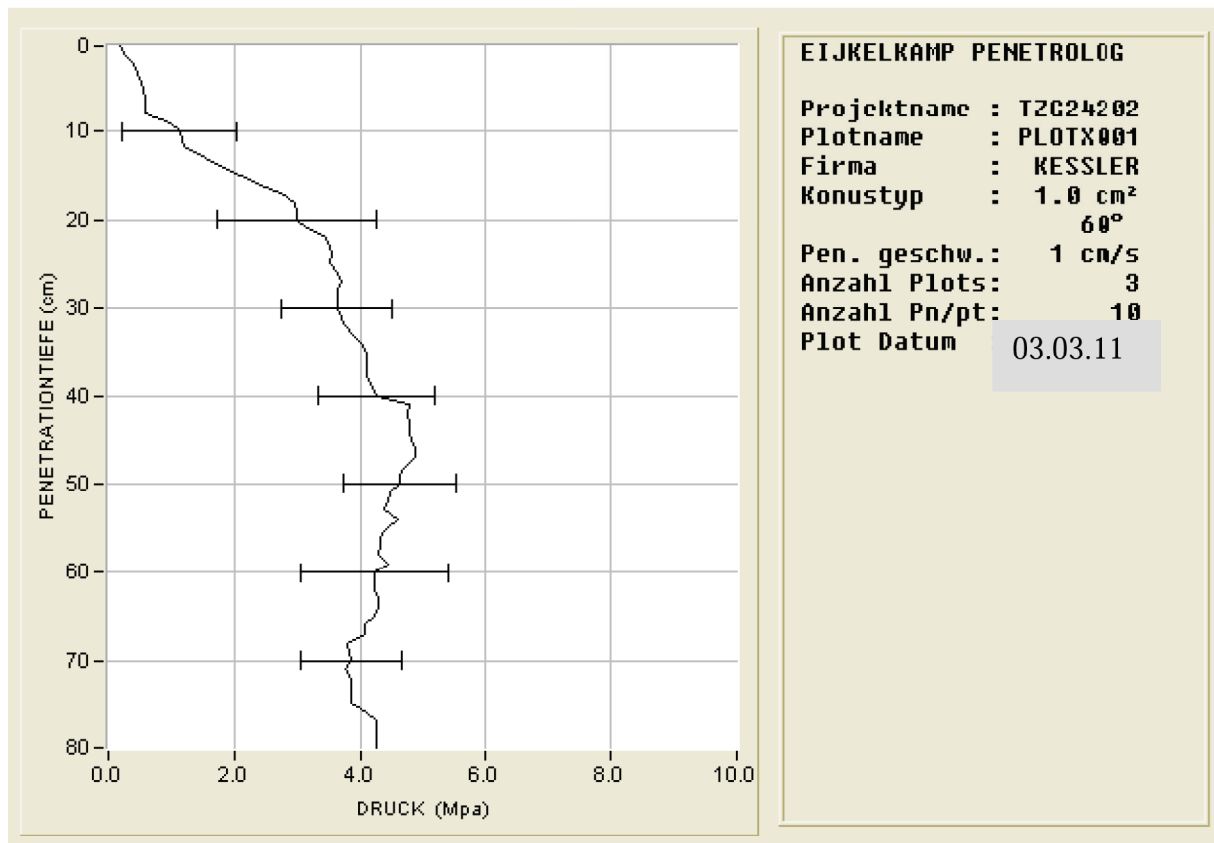


Abbildung 44: Mittelwert 1 Fläche 242/02 (Penetrologger)

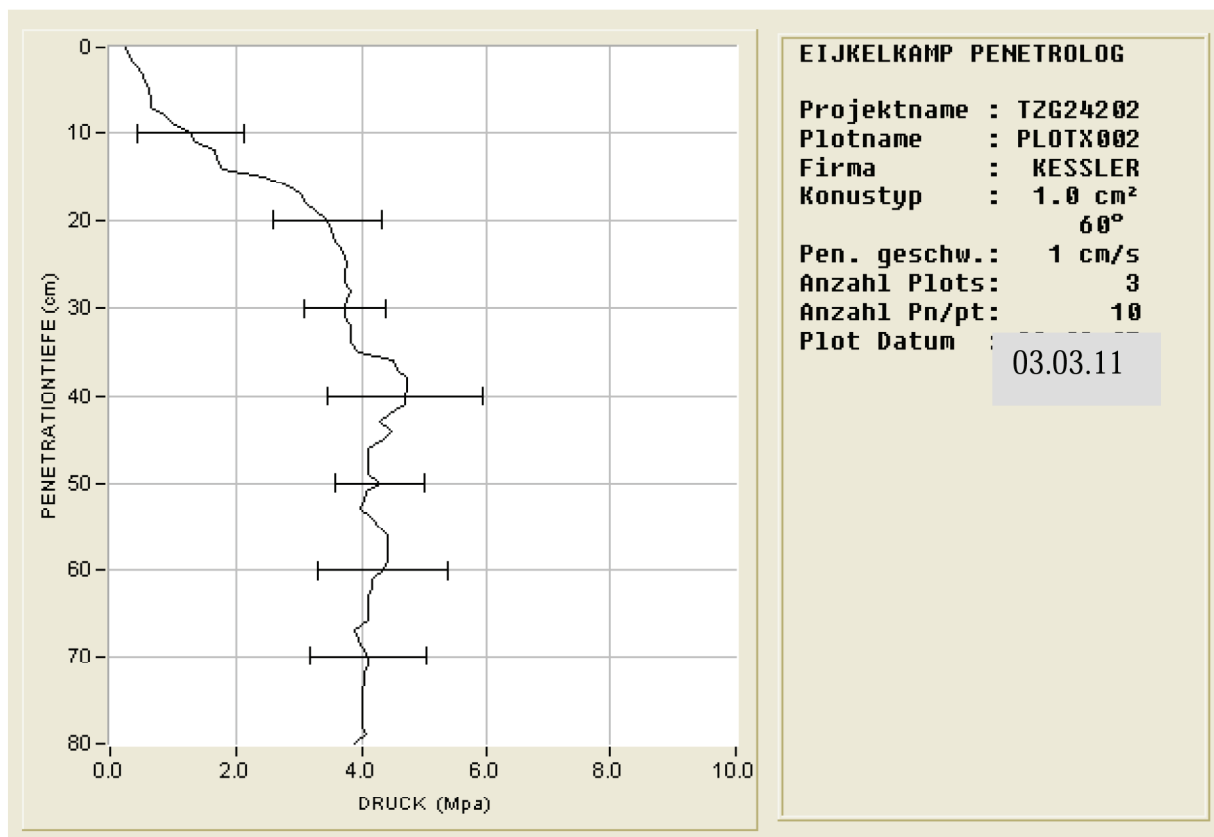


Abbildung 45: Mittelwert 2 Fläche 242/02 (Penetrologger)

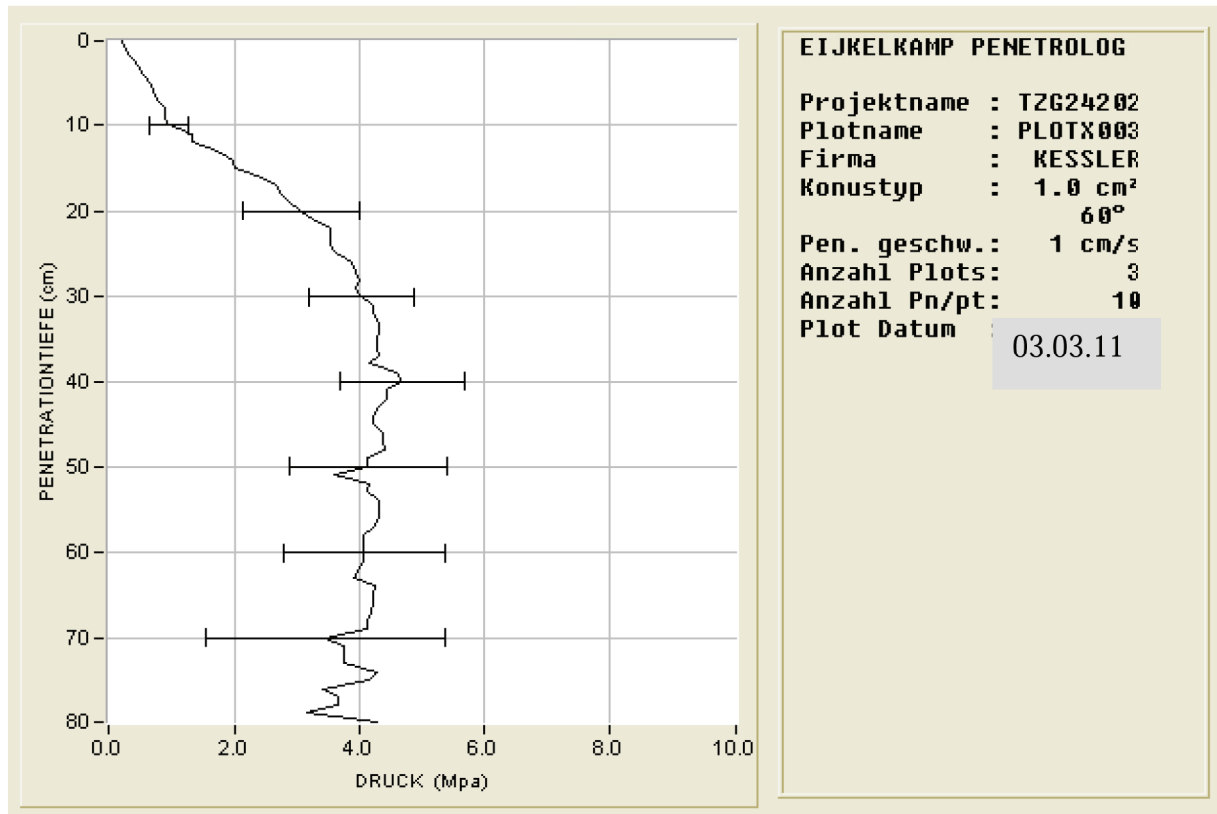


Abbildung 46: Mittelwert 3 Fläche 242/02 (Penetrologger)

3.6.3 Lagerungsdichte

Tabelle 31: Lagerungsdichte Fläche 242/02 (eigene Zusammenstellung)

Fläche 242-02									
Nr.	10 cm	Tüte leer				TRG			
1	190 g	-	5,7	=	184,3 / 100 =	1,843	g/cm ³	Boden	
2	172,1 g	-	5,7	=	166,4 / 100 =	1,664	g/cm ³	Boden	
3	163,8 g	-	5,7	=	158,1 / 100 =	1,581	g/cm ³	Boden	
4	189,8 g	-	5,7	=	184,1 / 100 =	1,841	g/cm ³	Boden	
5	174,1 g	-	5,7	=	168,4 / 100 =	1,684	g/cm ³	Boden	
Mittelwert:						1,723	g/cm ³	Boden	
Nr. 20 cm									
1	188,4 g	-	5,7	=	182,7 / 100 =	1,827	g/cm ³	Boden	
2	192,6 g	-	5,7	=	186,9 / 100 =	1,869	g/cm ³	Boden	
3	185,9 g	-	5,7	=	180,2 / 100 =	1,802	g/cm ³	Boden	
4	184,1 g	-	5,7	=	178,4 / 100 =	1,784	g/cm ³	Boden	
5	189,8 g	-	5,7	=	184,1 / 100 =	1,841	g/cm ³	Boden	
Mittelwert:						1,825	g/cm ³	Boden	

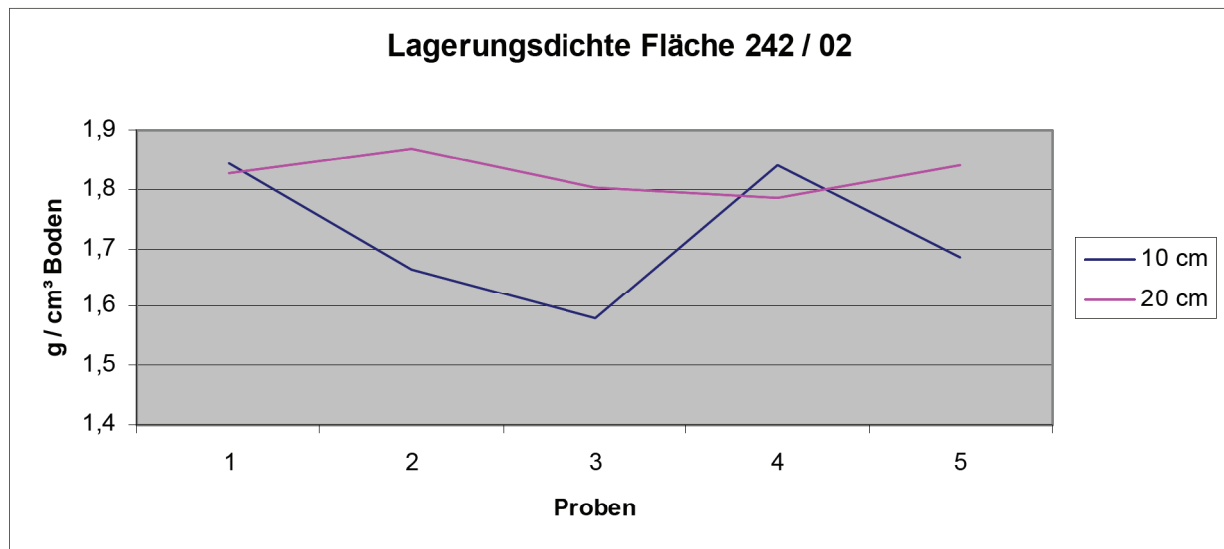


Abbildung 47: Lagerungsdichte Fläche 242/02 (eigene Darstellung)

3.6.4 Beurteilung der Fläche 242/02

Der Boden auf der Fläche ist Braunerde, entstanden aus eiszeitlichen Sanden. Die einzelnen Horizonte sind in Abbildung 44 dargestellt. Die Auswertung der Penetrologgerergebnisse ergab, dass in 10 cm Tiefe ein Druck von rund 1 Mpa herrscht. In 20 cm Tiefe ist ein Druck von ca. 3 Mpa. Das heißt auch auf dieser Fläche kann die Pflanze nur bis 20 cm Tiefe ein ungestörtes Wurzelwachstum ausüben. Bei der Bestimmung der Lagerungsdichte wurde festgestellt, dass der Boden in 10 cm Tiefe 1,723 g/cm³ dicht gelagert ist. Die Lagerungsdichte in 20 cm Tiefe liegt bei 1,825 g/cm³. Ab diesem Wert kann man von einer Schadverdichtung ausgehen, was sich nachteilig auf das Wurzelwachstum und dem entsprechend auch negativ auf das gesamte Pflanzenwachstum auswirkt. Diese frühe Verdichtung ab 20 cm ist auch das Ergebnis der immer gleichen Arbeitstiefe.

4 Diskussion

Die Ergebnisse dieser Arbeit haben zu dem Resultat geführt, dass der Boden der seit ca. 10 Jahren nicht mehr gepflügt wird, bereits ab 20 cm verdichtet ist. Die anderen Böden die ein bis zweimal in der Rotation wendend mit dem Pflug bearbeitet werden sind erst bei 30 cm verdichtet. Ab dieser Tiefe ist der Druck so groß, dass nach Locher & De Bakker (1990) der oberste Grenzwert von etwa 3 MPa für ein ungestörtes Wurzelwachstum erreicht ist. Bei der Bodenprofilbestimmung ist ein Unterschied beim Ap – Horizont deutlich zu erkennen zum Beispiel bei der gepflügten Fläche 560 ist der Ap – Horizont 33 cm tief (siehe Abb. 20) und auf der genau benachbarten pfluglos bearbeiteten Fläche 312 ist der Ap – Horizont nur 20 cm tief (siehe Abb. 32). Dieses Ergebnis zeigt, dass es angebracht ist die Organischen Dünger wendend in ausreichender Tiefe einzuarbeiten, um einen möglichst großen Ap – Horizont zu erlangen und gleichzeitig eine Erhöhung des Humusgehaltes zu erzielen. Denn laut (LUNG-Beiträge zum Bodenschutz in MV) ist ein Boden mit höherem Humusgehalt nicht so anfällig auf Bodenschadverdichtungen wie ein humusarmer Boden, da Humus das Bodengefüge stabilisiert. Um den Ap – Horizont auf den pfluglosen Flächen zu vergrößern ist es unbedingt erforderlich tiefer zu arbeiten. Meiner Meinung nach ist es das Beste diese Flächen, mit einem Tiefengrubber (siehe Abb. 6) 30 cm zu bearbeiten um den Boden wieder zu lockern. Im darauf folgenden Jahr würde ich ein Pflug 20 – 25 cm tief einsetzen. Der Pflug darf meiner Meinung nach nicht tiefer oder nur knapp unter dem Ap - Horizont eingesetzt werden, weil ansonsten zu viel unfruchtbarer Boden aus dem B – Horizont an die Oberfläche befördert wird. Nach Estler und Knittel sollte die tiefere Bearbeitung nur in ein bis zwei Zentimeter je Jahr erfolgen, des Weiteren sollte die Phosphor und Kali Düngung erhöht werden, weil beim Pflügen die Nährstoffe nach unten befördert wird und dadurch eine Verdünnung der Nährstoffe zu erwarten ist. Die Auswertung der Ergebnisse des Penetrologgers ergab, dass die Eindringwiderstände auf den einzelnen Flächen sehr unterschiedlich sind. Aus den Ergebnissen sind die einzelnen Verdichtungszone auf den einzelnen Flächen gut erkennbar. Im Allgemeinen ist zu sagen, dass der pfluglos bearbeitete Boden dichter gelagert ist als der gepflügte Boden. In einer Tiefe von 10 cm ist auf den pfluglos bearbeiteten Flächen 242 / 00 und 312 ein Druck von ca. 2 MPa. Ausnahme ist die Fläche 242 / 02 auf der nur ein Druck von ca. 1,5 MPa besteht. Eine Ursache dafür kann der etwas bessere Boden sein der sich im Winter durch Frostgare oder im Frühjahr durch Quellung selbst lockern kann. Eine andere Ursache kann die Steinigkeit auf allen Flächen sein, die beim Einstechen des Penetrologgers das Ergebnis so verfälschen kann, dass ein höherer Druck gemessen wird, als überhaupt im Boden herrscht. Die Pflanzenwurzeln stören die Steine nicht, denn sie sind in der Lage den

Steinen auszuweichen. Auf allen drei pfluglos bearbeiteten Flächen liegt der Druck in 20 cm Tiefe bei ca. 3 Mpa. Das bedeutet, dass die Pflanzen nur bis 20 cm ein ungestörtes Wurzelwachstum ausüben können (Locher & De Bakker 1990). Hieraus ist auch zu erkennen, dass die Verdichtung erst ca. 5 cm unter dem tiefsten Bearbeitungshorizont beginnt. Auf den ein bis zweimal in der Rotation gepflügten Flächen 130, 560 und 340 herrscht in den ersten 20 cm Tiefe ein Druck von unter 2 Mpa, wobei bei den pfluglos bearbeiteten Flächen dort schon ein Druck von 3 Mpa herrscht. Bei der Fläche 130 ist der Druck bei 20 cm am höchsten, bei ca. 2,1 Mpa. Die Ursache dafür könnte meiner Meinung nach die Ernte der Vorfrucht Kartoffel sein. Denn bei der Kartoffelernte mit hohem Spuranteil im Herbst kann der Boden zum Befahren zu feucht gewesen sein und dadurch etwas verdichtet worden sein. Ansonsten können die Pflanzen auf den gepflügten Flächen bis in 30 cm Tiefe ungehindert ihr Wurzelwachstum ausüben. Die Verdichtung fängt also auch ca. 5 cm unter dem Bearbeitungshorizont an, obwohl auch mal 30 cm tief gepflügt wurde. Auf diesen drei Feldern wird die Verdichtung bei 30 cm als Pflugsohlenverdichtung bezeichnet. Die Ergebnisse bei der Lagerungsdichtebestimmung sind sehr unterschiedlich ausgefallen und sind nicht in allen Fällen aussagekräftig. Dieses wird zum Beispiel auf Fläche 340 deutlich, vergleicht man in Tabelle 28 die Trockenrohgewichte der einzelnen Probentiefen, wird deutlich dass laut Lagerungsdichtebestimmung der Boden in 10 cm Tiefe dichter gelagert ist als in 20 cm Tiefe. Das stimmt aber nicht mit den Ergebnissen des Penetrologgers überein. In diesem Fall muss man den Penetrologger mehr vertrauen, weil dort mehrere Einstiche in den Boden gemacht wurden, so dass das Ergebnis sicher ist. Ursachen für die ungenauen Messwerte bei der Lagerungsdichtebestimmung können zum einen kleine Steine in den Proben gewesen sein, die das Gewicht nach oben hin verfälscht haben. Eine weitere Ursache können Lehmstellen auf den sehr verschleißenden Böden in der Region sein, denn Lehm kann eine höhere Trockenrohichte haben, als ein Boden mit hohem Sandanteil. Als weitere Fehlerquelle kann man das Einschlagen des Stechzylinders ansehen, dort können die Schläge ungleichmäßig erfolgt sein. Dadurch könnten einige Proben beim einschlagen verdichtet worden sein. Aus diesen gesamten Versuchsergebnissen empfiehlt es sich, auf den gepflügten Flächen eine Tiefenlockerung vorzunehmen. Als mögliche Geräte kommen ein Bodenmeißel mit einer Arbeitstiefe von 55 cm in Frage oder ein Pflug, mit Untergrunddornen ausgerüstet. Für ganz wichtig halte ich ein Lockerungsschar vor dem ersten Pflugkörper, um die Treibradverdichtungen wieder zu lockern.

In der Broschüre „Gute fachliche Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung“ (BMELF, 1999) wurden folgende Empfehlungen zur Vermeidung von Bodenverdichtungen gegeben.

Als Technische Maßnahmen steht im Vordergrund die Vermeidung des Kontaktflächendrucks durch Technische Möglichkeiten wie Zwillingsräder, Breitreifen, Terrareifen, Bandlaufwerke, Absenken des Reifeninnendrucks und Anpassung der Radlast an den Bodenzustand. Die Radlastreduzierung kann durch Mehradfahrwerke realisiert werden. Ein weiter wichtiger Punkt ist die bodenschonende Kraftübertragung ohne Schlupf durch Fahren mit Allradantrieb und die optimale Gewichtsverteilung auf Vorder – und Hinterachse des Schleppers. Außerdem kann der Boden durch Anpassung der Arbeitsverfahren vor Verdichtungen geschont werden. Eine Variante ist das Zusammenlegen von Arbeitsgängen, um die Überfahrten zu verringern. Das On - Land Pflügen schützt den Boden vor Untergrundverdichtungen (Abb.50). Des Weiteren ist zu beachten, dass der Boden bei starker Nässe nicht befahren werden sollte.

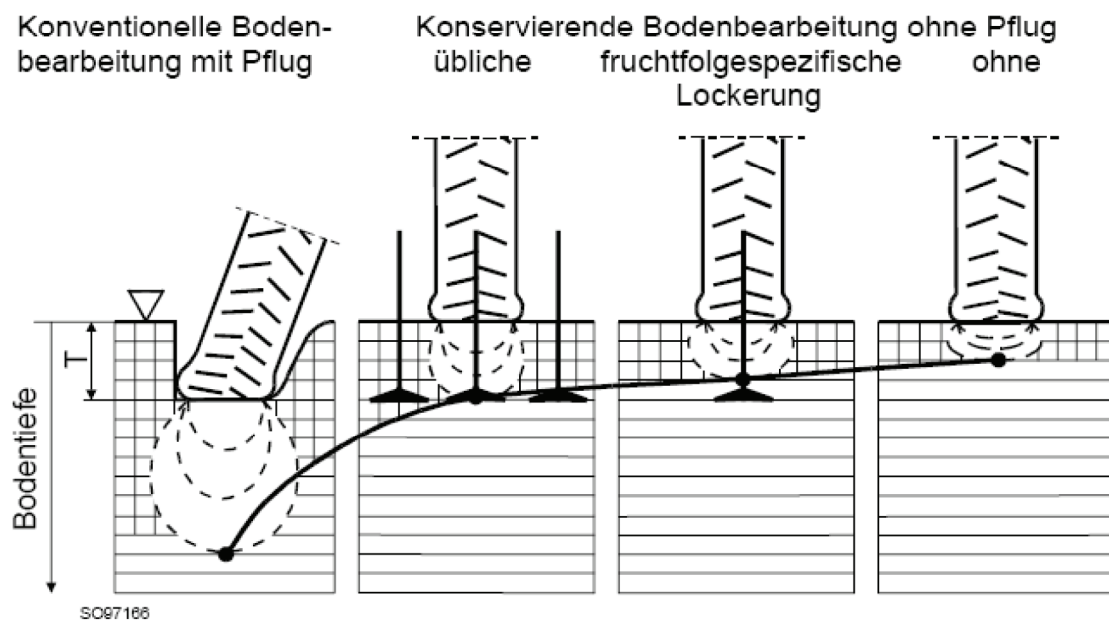


Abbildung 48: Verdichtungszone eines Reifens (SOMMER 1998, in BMVEL 2002)

5 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden sechs Flächen auf zwei Betrieben in der Prignitz mit unterschiedlichen Grundbodenbearbeitungsverfahren miteinander verglichen. Ein Betrieb verzichtet seit zehn Jahren auf den Pflug, der zweite Betrieb pflügt ein bis zwei mal in der Rotation. Auf diesen Flächen wurde der Eindringwiderstand mittels Penetrologger, die Lagerungsdichte mittels Stechzylinder gemessen und bestimmt. Die Ergebnisse der Arbeit haben zu dem Resultat geführt, dass der nicht gepflügte Boden im Durchschnitt bereits ab 20 cm so stark verdichtet ist das kaum noch ein Wurzelwachstum in tiefere Bodenschichten möglich ist. Das ist das Resultat einer zu flachen Bodenbearbeitung gerade auf leichten Standorten wie diese es sind. Auf einigen dieser Flächen ist noch eine Pflugsohlenverdichtung im Bereich zwischen 30 cm – 50 cm zu erkennen. Die gepflügten Böden sind bei ca. 30 cm verdichtet, im unteren Bereich zwischen 30 cm und 50 cm befindet sich eine kleine Pflugsohlenverdichtung. Alle diese Pflugsohlenverdichtungen sind aber noch keine stark ausgeprägten Verdichtungen. Bei den nicht gepflügten Flächen ist es notwendig, den Pflanzen ein besseres Wurzelwachstum durch tieferes arbeiten ca. 30 cm zu ermöglichen, zum Beispiel mit einem Tiefengrubber, der die Verdichtung auflockern kann. Um den festen Organischen Dünger (Rindermist) auf den pfluglosen Betrieb besser zu nutzen, ist es für das Bodenleben und zur Vermeidung von Stickstoffverlusten angebracht, den Mist mit dem Pflug einzuarbeiten. Zum Schluss ist zu sagen, dass jedes Feld in der Bodenbearbeitung individuell betrachtet werden muss und auch die Bodenbearbeitungsgeräte so zu wählen sind, dass Bodenverdichtung vermieden und vorhandene gelockert werden. Eine Möglichkeit auf den untersuchten Flächen die Pflugsohlenverdichtungen aufzubrechen ist der Einsatz eines Bodenmeißels mit einer Arbeitstiefe von 55 cm, um den ganzen Verdichtungshorizont zu erfassen. Dabei ist darauf zu achten das die Arbeitstiefe höher eingestellt wird als die Drainagerohre tief in der Erde liegen um Schäden zu vermeiden. Ein weiterer wichtiger Punkt zur Vermeidung von Bodenverdichtungen ist das Einhalten von wechselnden Bodenbearbeitungstiefen in beiden Grundbodenbearbeitungsverfahren. Des weiteren ist darauf zu achten das nach einer Tiefenlockerung der Boden durch richtige Bodenbearbeitung und durch bodenschonenden Technikeinsatz zu schonen ist.

6 Abstract

In this work six surfaces on two companies were compared in the Prignitz to different basic soil tillage procedures with each other. A company renounces for ten years the plough, the second company ploughs one to two times in the rotation. On these surfaces became of the Eindringwiderstand by means of Penetrologger which storage density by means of Stechzylinder measured and was determined. The results of the work have led to the result that the not furrowed ground is condensed on average already from 20 cm so strongly hardly a root growth in deeper soil layers is possible. This is the result of too level soil tillage just on light locations like these are it. On some of these surfaces one more plough sole compression is in the area between 30 cm – to recognise 50 cm. The furrowed grounds are condensed with approx. 30 cm, in the lower area between 30 cm and 50 cm there is a small plough sole compression. However, all these plough sole compressions are still no very distinctive compressions. With the not furrowed surfaces it is necessary, to the plants a better root growth by the deeper work on allowing approx. 30 cm, for example, with a depth cultivator which can break up the compression. To use better the firm organic fertilizer (cattle dung) on the company without plough, it is right for the soil biota and to the avoidance of nitrogen losses to train the dung with the plough. In the end is to be said that every field must be looked in the soil tillage individually and also the soil tillage devices are to be chosen in such a way that soil compaction are avoided and available ones are loosened. A possibility on the examined surfaces the plough sole compressions is to be broken open the application of a ground chisel with a working depth of 55 cm to grasp the whole compression horizon. Besides, is to be respected to it the working depth is higher put than the drainage pipes deeply in the earth lie around damages to avoid. Another important point to the avoidance of soil compactions is the observance of varying ground tillage depths in both basic soil tillage procedures. Furthermore is to be respected to it after a depth relaxation the ground by right soil tillage and by ground-careful technology application is to be spared.

7 Literaturverzeichnis

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau: Böden und ihre Nutzung

Brandenburg Viewer (2011)

DLG e.V. (2008): Schonende Bodenbearbeitung

Firma Eijkelkamp: Bedienanweisung

FNL (2008) : Heft 15 Strategien zum Bodenschutz – Sachstand und Handlungsbedarf

K. Köller, C. Linke (2001) : Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug

KTBL (1993): Schrift 362 Bodenverdichtungen

Land Data Eurosoft (2011)

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg – Vorpommern: Beiträge zum Bodenschutz, Bodenverdichtungen

Locher & De Bakker (1990)

M. Estler, H. Knittel (1996) : Praktische Bodenbearbeitung

Scheffer, Schachtschabel (2002): Lehrbuch der Bodenkunde

Sommer (1998): in BMVEL 2002

Top Agrar (1/2010): Seiten 108 – 111 „Boden unter Druck“

8 Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift