

4. Teil-Kartiergebiet



Dipl. Geograph
Stephan Melms
c/o scilands GmbH
Goethe-Allee 11
37073 Göttingen

Göttingen, den 15.12.2017

Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Bernard-Krone-Str. 19
48480 Spelle

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Standortbeschreibung
3. Grundlagen
4. Geländearbeiten
5. Böden
 - 5.1. Podsol (P)
 - 5.2. Gley-Podsol (G-P)
 - 5.3. Podsol-Gley (P-G)
 - 5.4. Gley (G)
 - 5.5. Tiefumbruch-Gley (YU-G)
 - 5.6. Gley-Tiefumbruch (G-YU)
6. Untersuchungsergebnisse
7. Fazit
8. Literatur

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im
Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im
Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp

Abbildungsverzeichnis:

- Abb. 1 Untersuchungsgebiete
- Abb. 2 Untersuchungsgebiete Gaussche Landesaufnahme 1827-1844
- Abb. 3 Bodentypenkarte
- Abb. 4 Karte der mittleren kapillaren Aufstiegesraten
- Abb. 5 Karte der abbaubedingten Grundwasserabsenkungen
- Abb. 6 Profil 1 oben
- Abb. 7 Profil 1 unten
- Abb. 8 Profil 2
- Abb. 9 Profil 2 oben
- Abb. 10 Profil 2 unten
- Abb. 11 Rinnen Auskleidung durch Huminsäuren unbeschädigt
- Abb. 12 Rinnen Auskleidung durch Huminsäuren angekratzt
- Abb. 13 frei fließende Huminsäuren
- Abb. 14 Legendeneinheiten / Absenkungsbereiche / Bodentyp
Kartiergebiet 4

Abkürzungsverzeichnis:

- KA5 5.Auflage der bodenkundlichen Kartieranleitung
- GPS Globales Positionierungs System

1. Einleitung

Im Rahmen der Genehmigung von Sandabbauvorhaben in den Gemeinden Wilsum, Hoogstede und Gölenkamp im Raum Hoogstede/Kalle wird eine land- und forstwirtschaftliche Beweissicherung durchgeführt. Vorhabens bedingte, nachteilige Veränderungen derart genutzter Flächen sollen festgestellt werden, um diese einerseits im Rahmen der Möglichkeiten entgegen wirken zu können, andererseits aber auch, um auf nachweislich betroffenen Flächen ggf. entstandene Ertragseinbußen ausgleichen zu können. Durch ein hydrogeologisches Modell des Ing. Büro M&O wurden potentiell von abbaubedingten Veränderungen der Grundwasserstände betroffenen Flächen ermittelt und beschrieben.

Das hier vorliegende bodenkundliche Gutachten soll genauer spezifizieren, welche Flächen durch Abbau bedingte Veränderungen bereits beeinflusst sind (Karte der Bereiche gleicher Grundwasser-Absenkung), welcher Einfluss auf bestehende Melioration-Maßnahmen zurück zu führen ist und den aktuellen Zustand bodenkundlich beschreiben.

Im Untersuchungsraum werden vier Anträge auf Bodenabbau bzw. auf Erweiterung bestehender Abbauten bearbeitet. Durch das o.g. hydrologische Gutachten wurden sechs Teilgebiete zur bodenkundlichen Untersuchung bezeichnet. Ausgenommen wurden die Abbauflächen selbst und unstrittig grundwasserfreie Flächen, nebst Siedlungs- und Verkehrsflächen. Hier liegt das Teilgutachten für das vierte Teilgebiet östlich des Abbau der Fa. IHB vor.

2. Standortbeschreibung

Der Untersuchungsraum liegt im Naturraum der Ems-Hunte-Geest in der Talsandniederung der Vechte in der nördlichen Grafschaft Bentheim. Das Gebiet befindet sich zwischen der Nord-Ost Abdachung der Wilsumer Berge und der Vechte nördlich von Gölenkamp, zwischen Wilsum und Hoogstede. Es liegt zentral auf dem TK25 Blatt 3407 Neuenhaus-Nord, genauer beschrieben durch die Luftbildkarte Abb.1.



Abb.1: Untersuchungsgebiete

Hier beschreibt die Fließrichtung der Vechte einen weiten Bogen von Nord auf West, so dass das Gelände im Süden gleichmäßig, gering nach Osten einfällt und weiter über Nord-Ost nach Nord im westlichen Bereich einfällt.

Geologisch besteht die Stauch-Endmoräne der Wilsumer Berge aus aufgearbeiteten Sanden, Kiesen und Lehmen des Tertiär, so wie der Elster- und Saaleeiszeit. Seltener können auch Beckentone und Schluffe der Eem- und Holstein-Warmzeiten aufgearbeitet worden sein. Der Fußbereich der Wilsumer Berge wurde durch fluviatile Umlagerungsprozesse der Weichsel-Eiszeit durch feinkörnigen, gut sortierten Sand überdeckt. Durch mehrfache Erosion und Akkumulation entstand eine reine Sortierung von feinem Quarzsand, welcher sich im Untersuchungsgebiet in abbauwürdigen Mengen gleichmäßig abgelagert hat.

Durch die hohen Niederschläge des ozeanischen Klimas, das geringe Gefälle des Geländes und die stauenden Eigenschaften der, den Sand unterlagernden, tertiären und/oder pleistozänen Lehme ist die

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp

Landschaft von oberflächennahem Grundwasser geprägt. In seinem natürlichen Zustand ist der Untersuchungsraum anmoorig bis vermoort. Die Abbildung 2 ist ein Ausschnitt aus den Blättern GL32 Emlichheim und GL37 Uelsen der gaußschen Landesaufnahme der Jahre 1827 bis 1844. Die Grafschaft Bentheim wurde damals, erstmalig als Neuerwerbung des Königreiches Hannover nach dem Wiener Kongress, gründlich vermessen und topographisch kartiert.

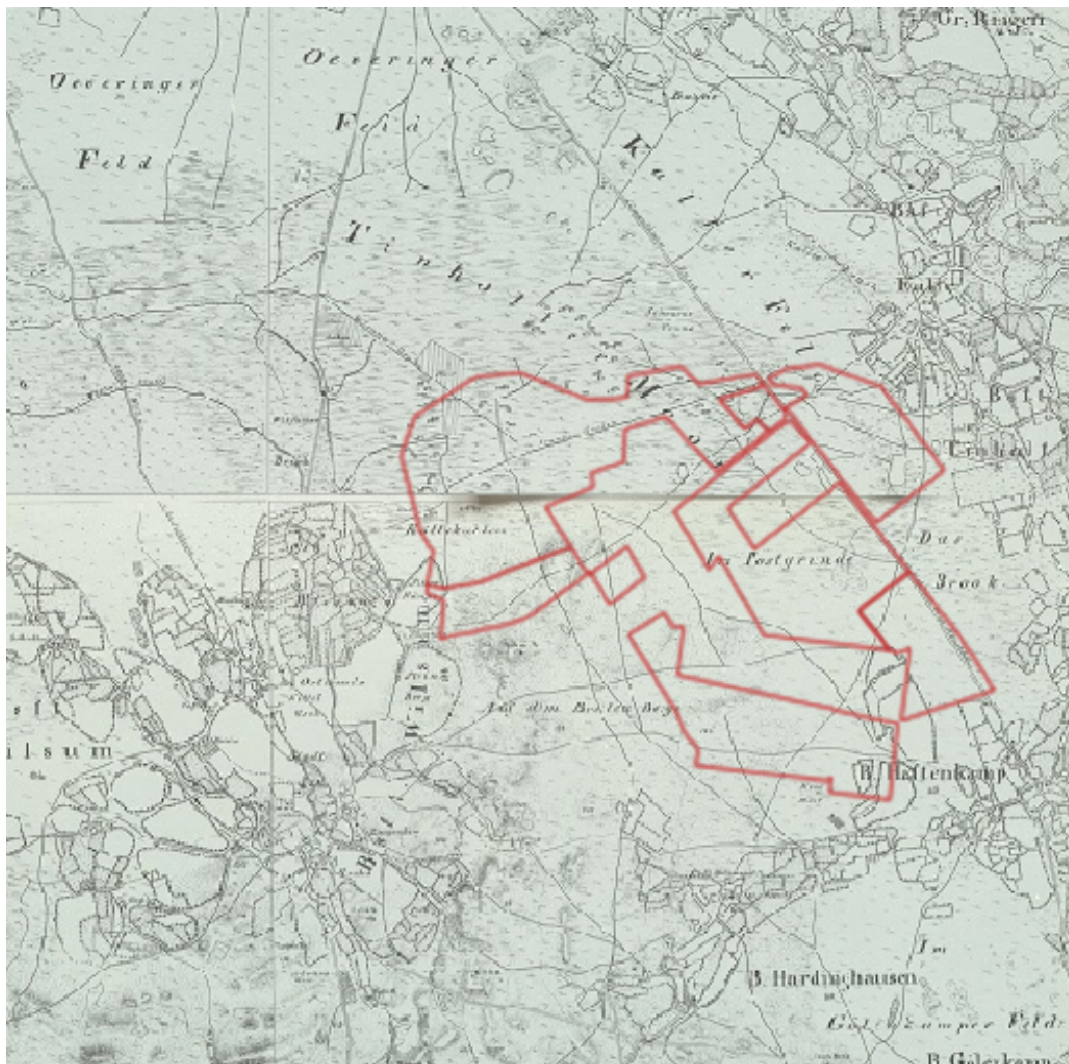


Abb. 2: Untersuchungsgebiete Gaussche Landesaufnahme 1827-1844

Zu dieser Zeit ist der Zustand quasi-natürlich, da die Flächen bestenfalls als Almende durch die umliegenden Gemeinden genutzt wurde. Die Umrisse der Teilgebiete sind unverzerrt auf die Karte gelegt und verdeutlichen die grundlegenden Veränderungen der Landschaft durch jüngere Kulturmaßnahmen. Im Zuge des Emslandplanes der 50er Jahre des letzten Jahrhunderts wurden auch die Moorstandorte der nördlichen Grafschaft Bentheim durch großflächigen Tiefumbruch kultiviert. Weitere Niedermoor, Anmoor und Heideflächen wurden noch bis in die 70er Jahre in der Regel auf 50cm bis 80cm umgebrochen um Ackerland zu gewinnen. Eine neue Flureinteilung mit einem systematischen Ausbau der Vorflut machten viele Flächen ackerfähig. Durch die Grabendrainage

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp

wurde das Niveau des bodennahen Grundwassers gleichmäßig von der Oberfläche auf ca. 50cm, mit einem deutlichen Abfall in der Nähe der Gräben, gesenkt. Diese Absenkung ist also deutlich älter als die Bodenabbauten und von diesen also nicht beeinflusst.

3. Grundlagen

Diesem Gutachten liegt die 2. Version des Berichtes zur „Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp“ zu Grunde. Innerhalb des Hydrogeologisch vorstellbaren Raumes für abbaubedingte Grundwasserabsenkungen wurden die Bodenkundlichen Aufnahmen entsprechend der KA5 durchgeführt. Ergänzend wurden die Wasserstände in Bohrloch und Bohrgut, so wie die Tiefe und der Wasserstand der Entwässerungsgräben erfasst. Für die Datenerfassung wurde ein Feldrechner verwendet welcher durch ein GPS automatisch die Koordinaten aufzeichnet.

Der Feldrechner wurde für die Arbeiten mit einer Konzeptkarte für ergänzende Hintergrundinformationen ausgestattet.

Wesentlicher Inhalt dieser Konzeptkarte ist eine spezielle Relieffanalyse für Tiefenbereiche, Gewässer- und Straßennetz so wie alle Kabel und Leitungen zur Vermeidung von Schäden durch die Sondierbohrungen.

Alle Daten wurden als Punktdaten erfasst und gespeichert. Die Auswertungen bezüglich der Böden, der Kapillaren Aufstiegsrate und der Grundwasser-Absenkungsbereiche durch Bodenabbau sind automatisierte Interpolationen der oben genannten Zielparameter.

Die Bodeneinheiten beziehen sich auf Punkte gleichen Bodentyps, welche aus der Horizontierung der Bohrprofile resultieren. Die Beträge der Grundwasserabsenkung beziehen sich auf ehemalige und rezente Merkmale von Bodenwasser in den Sondierbohrungen, abgeglichen mit unbeeinflussten Grundwasserständen. Die mittlere kapillare Aufstiegsrate bezieht sich auf den effektiven Wurzelraum, den Grundwasserstand und die Bodenart.

4. Geländearbeiten

Die Geländeaufnahmen wurden vom November 2015 bis Februar 2016 durchgeführt. Es wurden Sondierbohrungen bis 2m in Katenen angelegt. In einzelnen Fällen, auffällig tiefer Grundwasserstände, wurden die Sondierungen auch bis 4m abgetieft.

An zwei Böschungen wurden Profile angelegt und fotografisch dokumentiert, um die Bodenverhältnisse besser darstellen zu können. In den Entwässerungsgräben wurde die Tiefe der Grabensohle unter Flur und der Wasserstand gemessen.

Alle erfassten Daten wurden vor Ort mit Hilfe eines GPS Erfassungssystem aufgenommen und mit den Koordinaten erfasst.

5. Böden

Es gibt nur wenige Standorte welche keinen oder nur sehr geringen Einfluss durch bodennahes Grundwasser haben. Die im wesentlichen Feinsande bis Grobschluffe sind kompakt gelagert und neigen zur Haftnässe. Der Sand liegt im Einzelkorngefüge, seltener kohärent, vor.

5.1. Podsol (P)

Podsol kommt in der südwestlichen Ecke des Teilgebietes 4 unmittelbar östlich des geplanten Bodenabbau der Fa. IHB vor. Das Gelände ist dort höher und fällt nach Nord-Osten ein. Die Podsoligkeit wird durch die Ackernutzung unterdrückt und ist durch die schlechten Zeichnerigenschaften des nährstoffarmen Substrates kaum wahrnehmbar. Die Fläche ist im wesentlichen durch einen kleinen Wald bestockt. Des weiteren befindet sich hier eine alte Hofstelle und ein kleiner Acker. In dem Waldstück ist ein stark welliges Relief, was durch alte, eingeebnete Dünen gebildet wird. Die angrenzenden Flächen dürften ähnliche Heideflächen gewesen sein und sind durch den Tief-Umbruch völlig eingeebnet. Die Fläche ist natürlicherweise frei von Grundwasser.

5.2. Gley-Podsol (G-P)

Zentral in der nördlichen Hälfte des Kartiergebietes 4 befindet sich eine Fläche, welche wegen ihrer geringfügig höheren Position vermutlich schon länger als Acker genutzt wurde und in folge auch nicht umgebrochen wurde. Der Gley-Podsol ist wie alle Flächen dieses Teilgebietes nicht von abbaubedingten Grundwasserabsenkungen betroffen und für alle Kulturen ausreichend mit Grundwasser versorgt. Die Grabendrainage führt ausreichend Wasser ab so, dass die Grundnässe auf dieser Fläche hinter die Merkmale der Podsolierung zurück tritt.

5.3. Gley (G)

Zwei sehr kleine Flächen am nördlichen Rand des Teilgebietes sind stark vernässt und zeigen keine Umbruch-Horizonte, was in Randlage nicht außergewöhnlich ist. Es ist eher der Umbruchtechnik geschuldet, dass die Vorgewende nicht Umgebrochen wurden. Im Umbruch mit Lokomobilen und Seiltechnik war ein Vorgewende nicht pflügbare und mit Raupenschleppern wurde auch nicht zwangsläufig auf dem Vorgewende gearbeitet.

5.4. Podsol-Gley (P-G)

Benachbart zum Gley-Podsol und am nördlichen Rand liegt ein nicht umgebrochenes Stück stark podsolierten Gleyes. Die fehlenden Umbruchhorizonte sind hier eher untypisch, zumal die Fläche auch als Ackerland genutzt wird. Ein Umbruch ist aber nicht zwangsläufig notwendig und die meliorative Wirkung lässt mitunter und besonders auch auf den hier vorliegenden Standorten nach.

5.5. Tiefumbruch-Gley (YU-G)

Tiefumbruch-Gleye sind mit ca.40% der Fläche die größte Einheit im Teilgebiet 4 und nehmen die tiefsten Relief-Positionen im Gelände ein. Mit dem Umbruch von Niedermoor und Anmoorflächen wurde zunächst eine bessere Wasserführung in der Fläche erreicht. So wurde der mittlere Niedrig-Grundwasserstand auf eine Tiefe von 50cm bis 80cm eingestellt. Die Fläche folgt einem Senkenbereich von Nordwest nach Südost durch die Teilfläche. Das mittlere Niedriggrundwasser steht rezent bei 20cm bis 40cm und bei Hochständen nahe der Oberfläche an, so dass in der nordwestlichen Verlängerung der Senke ein verlandender See liegt.

Auf diesem Boden ist in Folge der Veratmung der Organischen Masse und der Rückverdichtung des Umgebrochenen Bodens mit einer zusätzlichen Senkung des Bodens zu rechnen. Durch die Neigung des Feinsandes zur Haftnässe und die kompakte Lagerung mit einer weiteren Verdichtung durch sekundäre Verlagerung von Sesquioxiden kann die Wasserführung stark beeinträchtigt werden. Ein erneuter Umbruch, Tiefenlockerung und/oder Rohrdrainagen mit geringen Drainabständen könnten angeraten sein. Dies insbesondere, da das geohydrologische Modell für diese Teilfläche ggf. einen Anstieg des Grundwasserstandes, in Folge der geplanten Erweiterung der Bodenabbauten, prognostiziert.

5.6. Gley-Tiefumbruch (G-YU)

Gley-Tiefumbruchböden befinden sich in den unwesentlich höher gelegenen Partien östlich der Umbruch-Gley-Flächen. Auf diesen Flächen wurden weniger Anmoorstandorte als vielmehr Podsol-Gleye umgebrochen. Nach Umbruch und Ausbau der Vorflut wurde eine sekundäre Verlagerung von Fulvosäuren und Sesquioxiden, also eine sekundäre Podsolierung, ausgelöst. Die rezente Bildung von Bh- und Bs-Horizonten fördert die Rückverdichtung der Umgebrochenen Flächen. Dieses Phänomen ist unter Tiefumbruch weit verbreitet und in Abb. 8-10 im Profil zu sehen. Hier gilt gleiches wie bei den oben erwähnten Umbruch-Gley-Flächen, lediglich in geringerem Ausmaß durch den größeren Grundwasser-Flurabstand.

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im
Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im
Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp

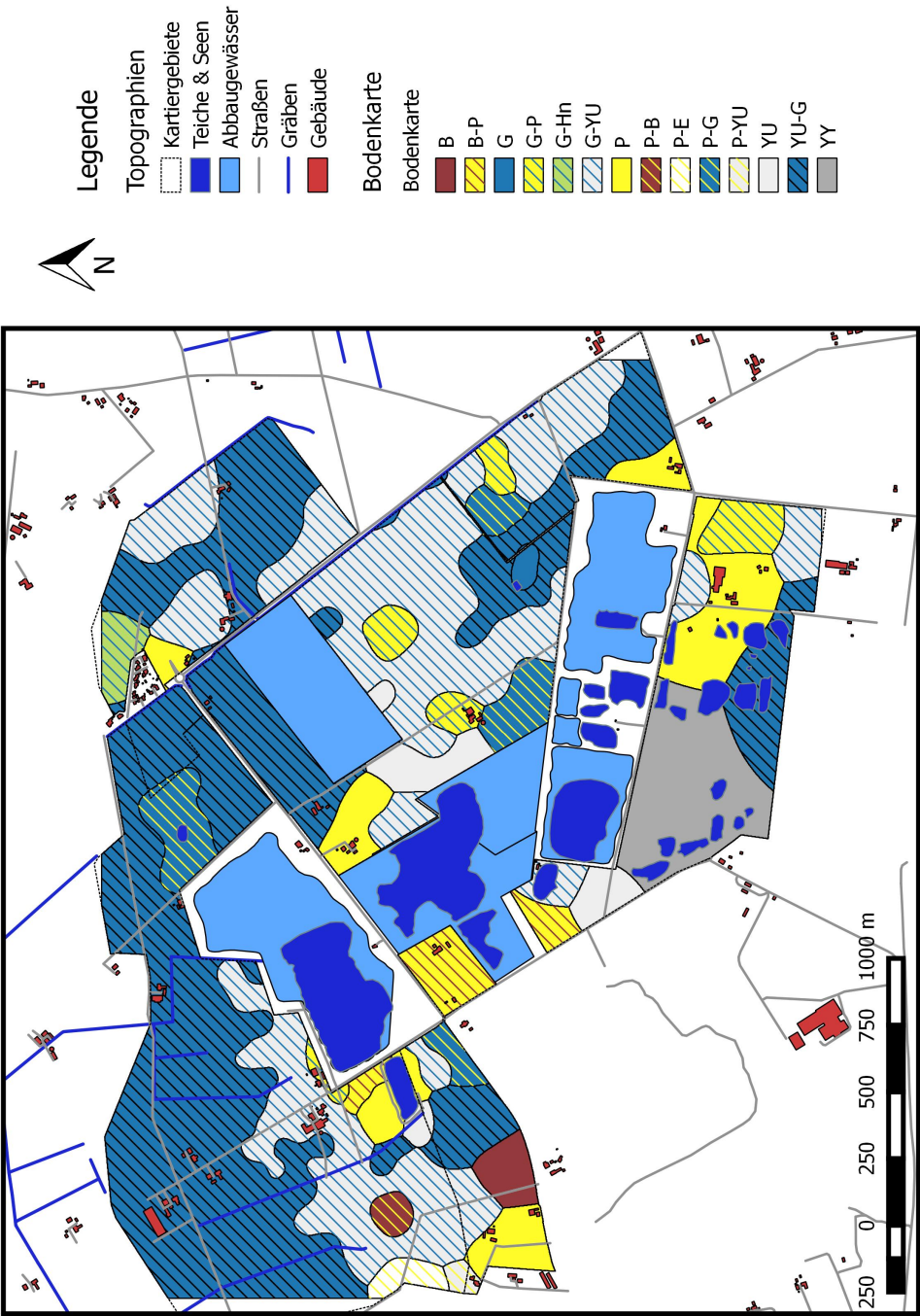


Abb. 3: Bodentypenkarte

6. Untersuchungsergebnisse

Im Teilgebiet 4 sind ca. 90% der Gesamtfläche von Grundwasser beeinflusst und haben eine kapillare Nachlieferungsrate von über 5mm pro Tag in der Hauptvegetationsphase entsprechend Ihrer Nutzung als Acker, Grünland oder Wald im weitesten Sinne. Dies entspricht einer optimalen Wasserversorgung allein aus dem Grundwasser ohne Niederschlag und Bodenspeicher angerechnet zu haben. Die verbleibenden ca. 10% des anhydromorphen Standortes sind durch die im Gelände erhabene Lage grundwasserfrei.

Da sowohl Heide als auch Moorflächen durch Tiefumbruch melioriert wurden gibt es wenige Flächen ohne Umbruch. Bei den hydromorphen Böden sind lediglich Randbereiche vom Umbruch, wie oben erwähnt, ausgenommen worden.

Die Wasserstände der Vorflut wurden unsystematisch im Verlauf der Bohrarbeiten erfasst und können daher nur exemplarisch ausgewertet werden. Die bodennahen Grundwasserstände korrelieren deutlich mit dem Ausbau der Vorflut.

Das gesamte Untersuchungsgebiet ist durch menschliche Eingriffe völlig überprägt. Dabei sind die wesentlichen Veränderungen der Ausbau der Vorflut (Grabendrainage) und der tiefe Umbruch der meisten Flächen.

Das erste aufgegrabene Böschungs-Profil zeigt einen Ackergley, welcher ohne tiefen Umbruch nach einer Grundwasserabsenkung durch Grabendrainage in Ackernutzung überführt wurde.

Dabei sind alle oberflächennahen Horizonte im Pflughorizont homogenisiert worden, so dass vermutlich aus einem schwach entwickelten Podsolgley ein Ackergley wurde. Es kann sich aber ebenso gut vorher um einen Anmoorgley oder Moorgley gehandelt haben. Die schlechten Zeichner-Eigenschaften bzw. die mineralische Armut des Substrates wird hier durch die nahezu weiße Farbe des Sandes auch im Go-Horizont deutlich. Das nur im Pflughorizont gelockerte Profil verlagert nur minimal gelöste Sesquioxide in die Tiefe.

Anders der Umbruchboden des Profils 2, welcher eine deutliche Tiefenverlagerung von Sesquioxiden und Fulvosäuren zeigt, welche durch den Umbruch ausgelöst worden sein muss und zu einer sekundären Verdichtung führt, welche auch bei den Sondierungsbohrungen spürbar war.

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im
Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im
Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp

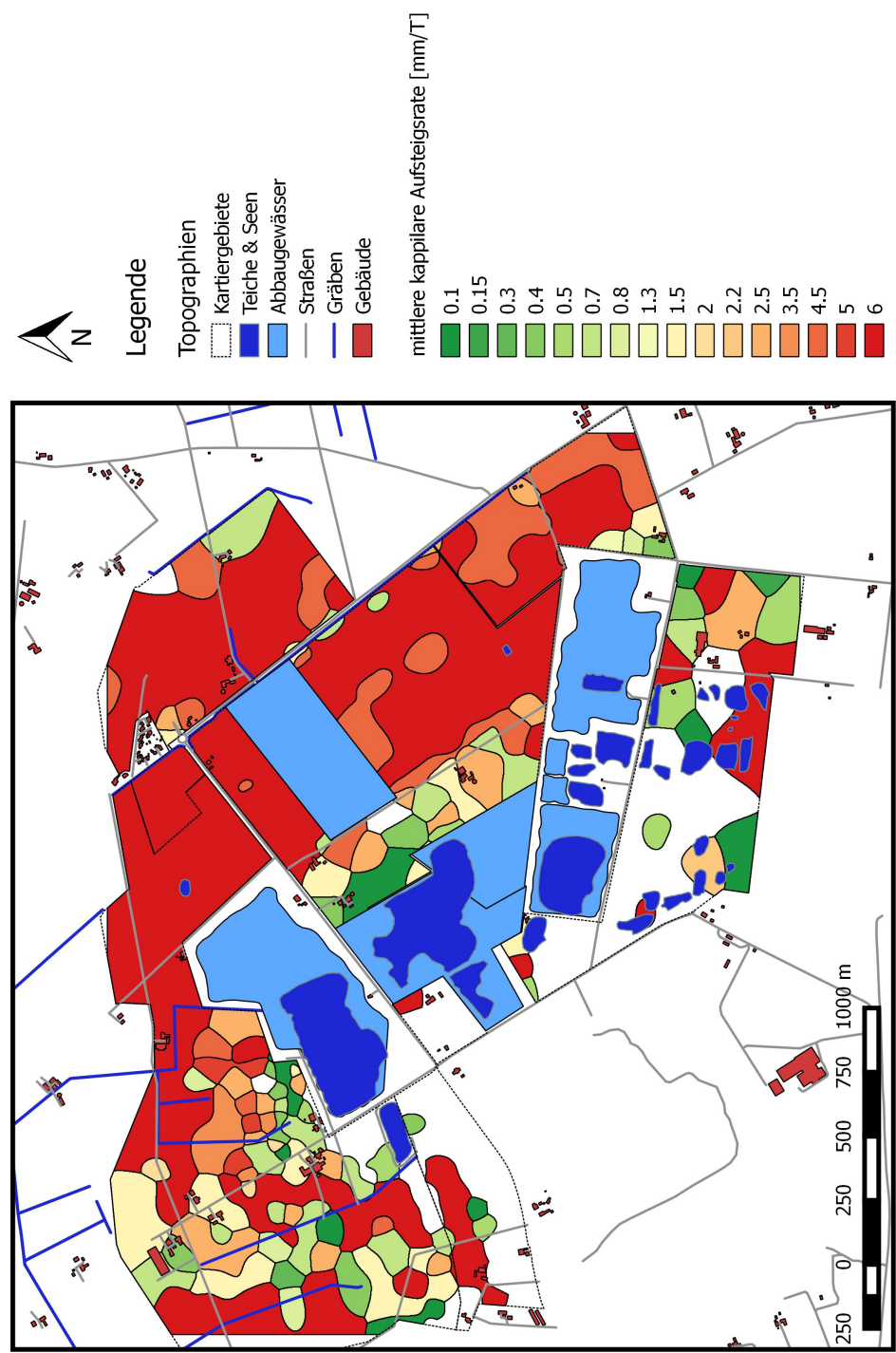


Abb.4: mittlere kapillare Aufsteigsrate

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im
Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im
Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp

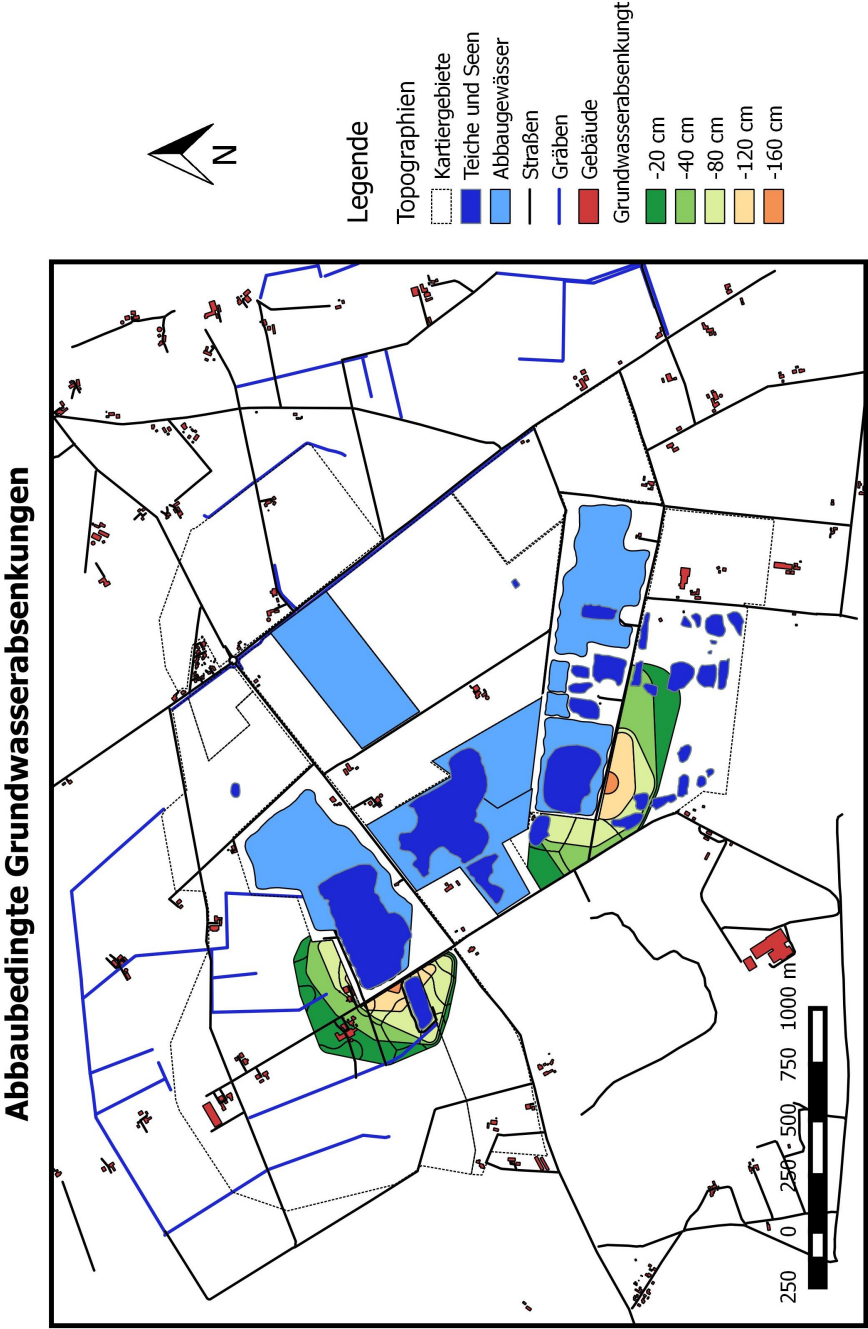
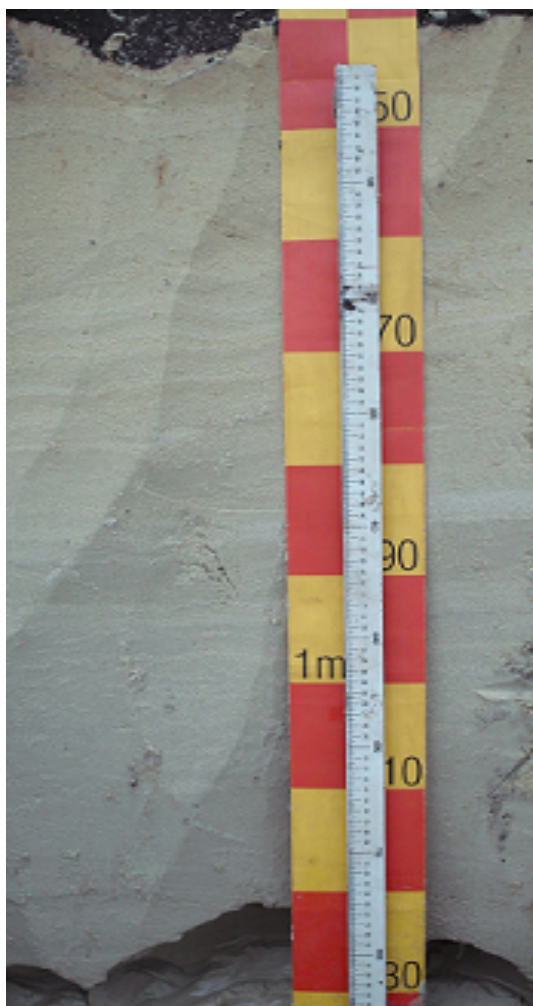


Abb. 5: abbaubedingte Grundwasserabsenkungen

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im
Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im
Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp



Abb.6: Homogenisierter Ap-Horizont ohne Tief-Umbruch



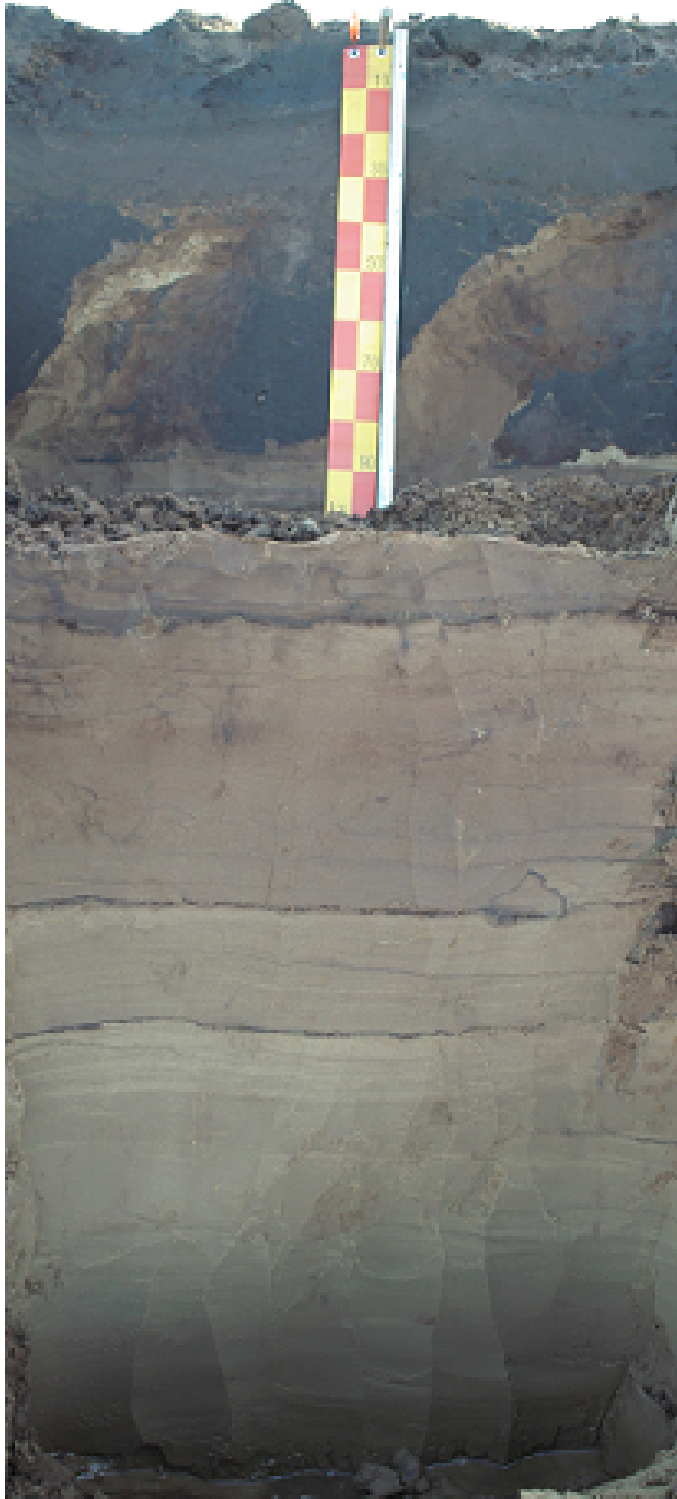
Go-Horizont

Gr-Horizont

Abb.7:

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im
Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im
Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp

Das zweite Profil zeigt einen typischen Tief-Umbruchboden aus
Podsolgley mit einer konstanten Umbruch-Tiefe von 90cm.



Go-Horizont
Gr-Horizont

Abb.8:

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im
Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im
Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp

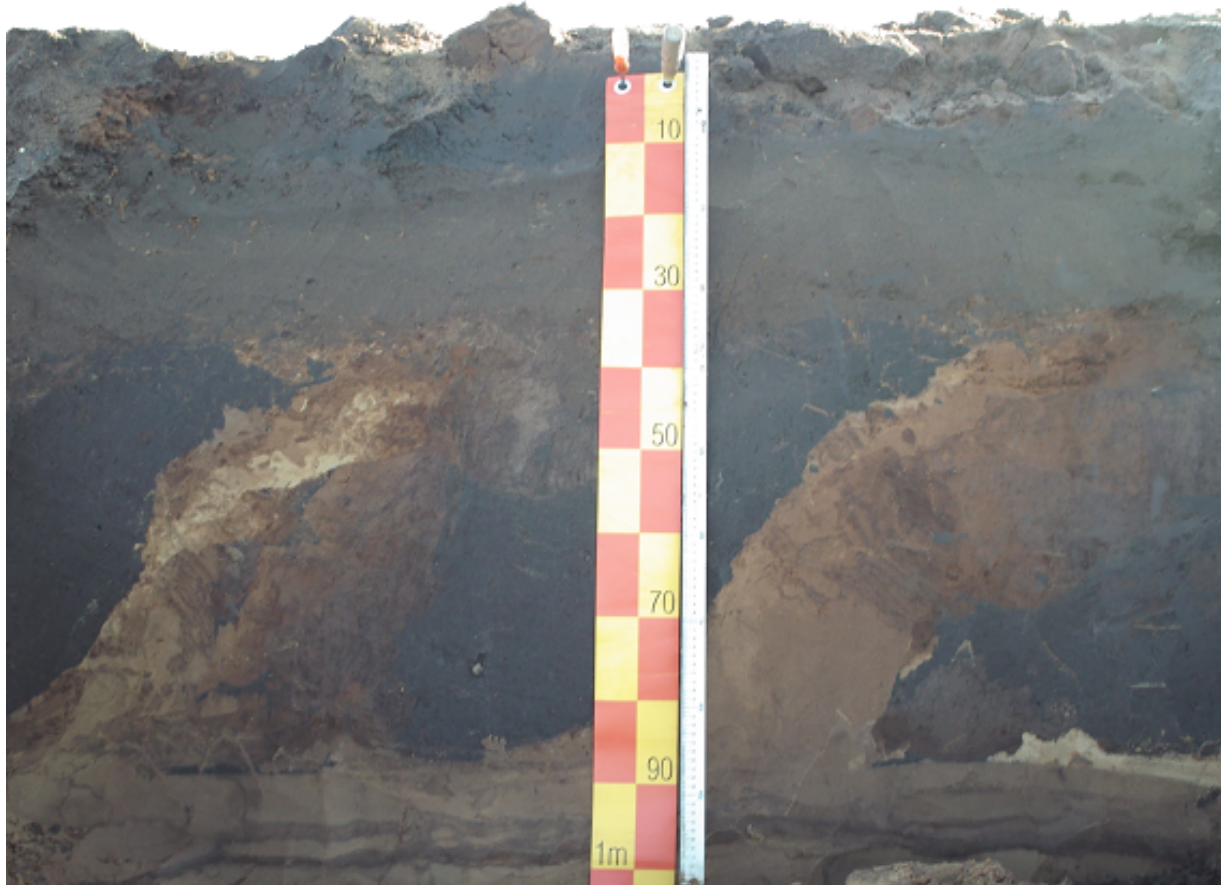


Abb.9: Profil 2 oben

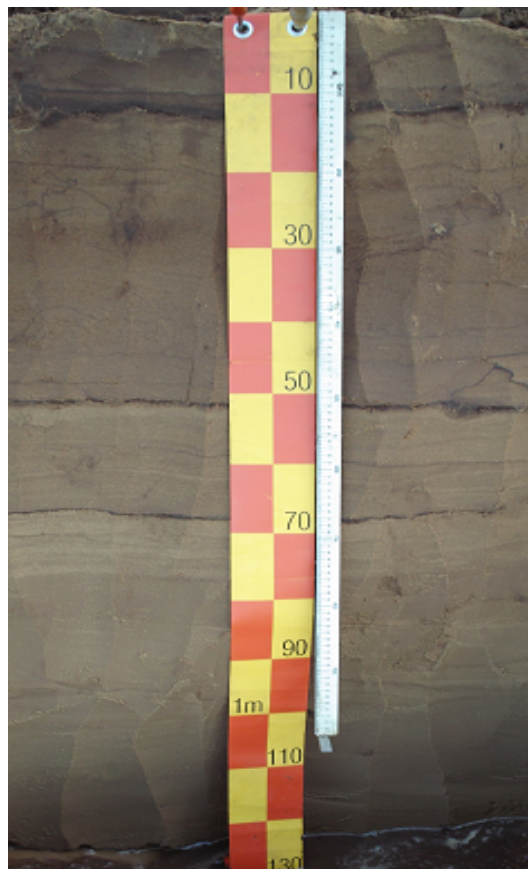


Abb.10: Profil 2 unten

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im
Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im
Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp

Die große Mobilität der Huminsäuren zeigen die Bilder von der schwarzen Auskleidung einer Erosionsrinne.
Oberhalb der Rinne ist eine Erdmiete mit abgeschobenem Mutterboden.
Das Regenwasser wäscht die Huminstoffe aus, welche an der Oberfläche zurück bleiben wenn das Wasser versickert.



Abb.11:
Rinnen Auskleidung durch
Huminsäuren unbeschädigt



Abb.12:
Rinnen Auskleidung durch
Huminsäuren angekratzt



Abb.13:
frei fließende
Huminsäuren

So drückt sich auch im Profil die guten Filtereigenschaften dieses Feinsandes aus.

Anhand der Profildaten und der Wasserstände lassen sich sehr gut alte Grundwasserabsenkungen von den bisherigen, abbaubedingten Grundwasserabsenkungen unterscheiden.

Für die Beurteilung der ökologischen Auswirkungen auf Früchte, Grünland und Wald wurden aus den Profildaten der effektive Wurzelraum und der kapillare Aufstieg für jeden Aufnahmepunkt berechnet.

Parallel wurde für Hackfrüchte, Wintergetreide und Grünland der Bedarf mit den Niederschlägen dreier Beobachtungsperioden und extremer Trockenphasen abgeglichen.

7. Fazit

Durch die kompakte Lagerung ohne grobe Poren ist die Fließgeschwindigkeit in diesen Sanden sehr gering.

Ein natürlicher Grundwasserspiegel ist im gesamten Teilgebiet 4 nicht anzutreffen. Es gibt entweder keinen Grundwassereinfluss oder dieser ist mindestens durch Grabendrainage beeinflusst.

Die umgebrochenen Flächen im Teilgebiet 4 sacken durch die Rückverdichtung und den Verlust der organischen Masse im Geländeniveau. Durch die sekundären Anreicherungsprozesse der rezenten Podsolierung wird die Versickerung des Bodenwassers gebremst oder unterbunden. So ist eine zunehmende Vernässung zu erwarten, was durch die zunehmenden Niederschlagsmengen der letzten Jahrzehnte verstärkt wird. Ein angemessener Ausbau der Gräben ist sinnvoll. Ein erneuter Umbruch und gelegentliche Tiefenlockerungen sind zu erwägen, und/oder eine Verkürzung der Drainabstände durch den Einbau von Rohrdrainagen.

Dies gilt insbesondere bei einer potentiellen Grundwassererhöhung durch die Erweiterung des Abbau der Fa. IHB.

Trockenschäden sind angesichts der oben erwähnten Niederschläge, des durchweg guten Speichervermögens der Feinsande und der geringen Grenzflurabstände nicht zu befürchten.

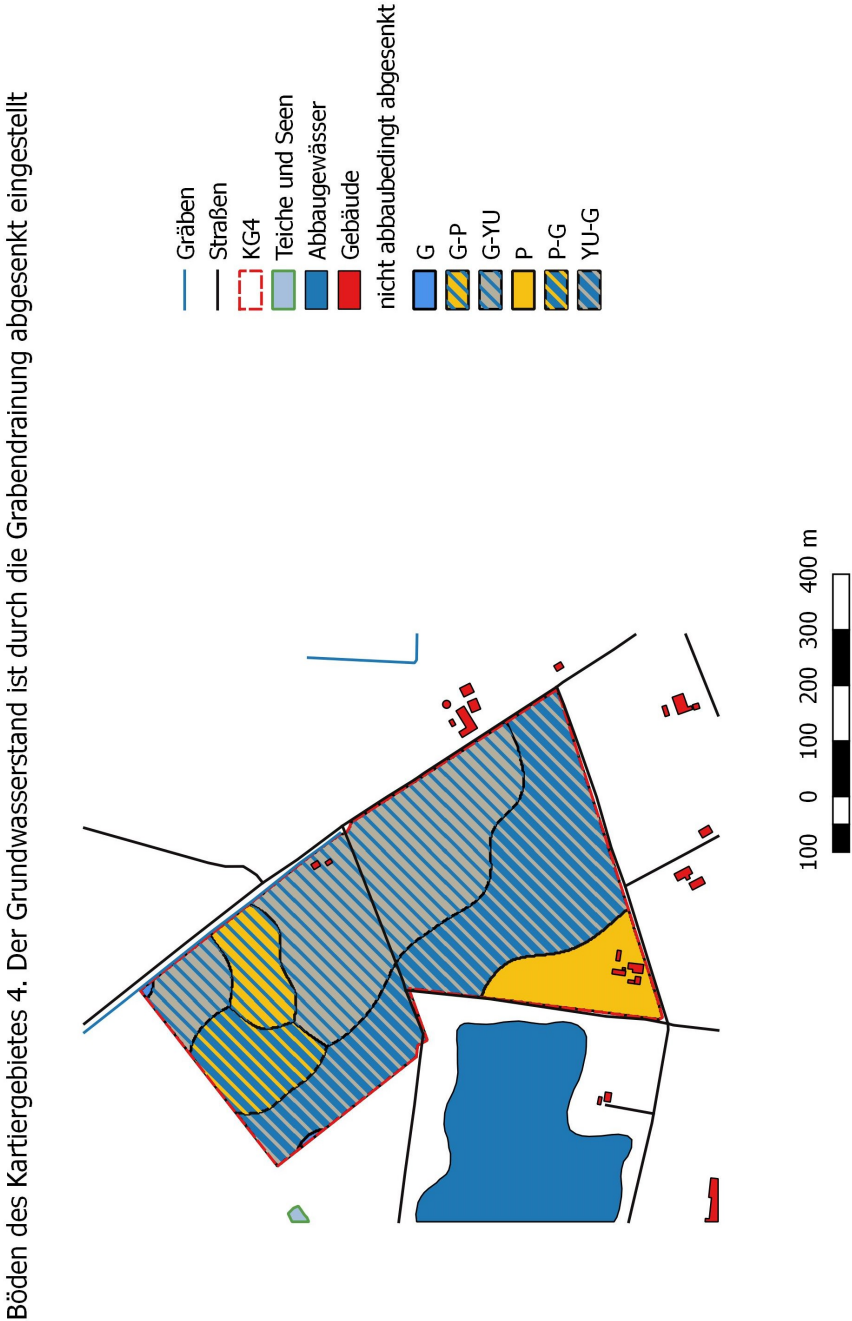


Abb.14: Legendeneinheiten / Absenkungsbereiche / Bodentyp
Kartiergebiet 4

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im
Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im
Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp

8. Literatur

Eckl, Hans und Raissi Farhad
Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche Fachgutachten bei
Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen
Geoberichte 15
Version 17.09.2009
Hrsg. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
Hannover 2009

Ehlers, J.
Gliederung der eiszeitlichen Ablagerungen in Norddeutschland
In: Eiszeitforschungen
Seite 159-172
Hrsg. Liedtke H.
Darmstadt 1990

Grube, F.
Zur Morphogenese und Sedimentation im Quartären Vereisungsgebiet
Nordwestdeutschlands
In: Eiszeitforschungen
Seite 220-230
Hrsg. Liedtke H.
Darmstadt 1990

Hinze, C. , Jerz, H. , Menke, B. und Staude, H.
Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die geologische
Karte 1:25000 (GK25)
Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und die
Geologischen Landesämter der Bundesrepublik Deutschland
Reihe A, Heft 12
Hannover 1989

Müller, Udo und Waldeck Anja
Auwertungsmethoden im Bodenschutz
Geoberichte 19
8. Auflage Version 9.11.2011
Hrsg. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
Hannover 2011

Bodenphysikalische Kennwerte und Berechnungsverfahren für die Praxis
Bodenökologie und Bodengenese Heft 40
Hrsg. Renger, M., Kaupenjohann, M. und Wessolek, G.
Berlin 2009

Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5)
Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und die
Geologischen Landesämter der Bundesrepublik Deutschland
Hannover 2005

Bodenkartierung und Begutachtung des Bodenwasserhaushaltes im
Verfahren zur Land- und Forstwirtschaftlichen Beweissicherung im
Bodenabbaugebiet Wilsum, Hoogstede & Gölenkamp

Topographische Karte TK 25 3307 und 3407
Gaussche Landesaufnahme 37 Uelsen und 32 Emlichheim
Niedersächsische Landesvermessung

Quartär geologische Übersichtskarte von Niedersachsen und Bremen
1:500000
Hinze, C. ; Hövele, H.-C. ; Jordan, H. ; Mengeling, H. ; Meyer, K. D. ;
Rohde, P. ; Streif, H.
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
Hannover 1995