

# Standortbeschreibung zur Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft

von

Gerhard Sauerbeck

Kurzfassung zum geographischen Informationssystem zu Boden und Nutzung des Geländes

FAL-Braunschweig, 2005

# Gliederung

	Seite
Zusammenfassung	1
1 Methodik	3
2 Geologie und Hydrologie des Geländes (Auswertungen von Karten, Einzeldaten und Hinweisen aus der Literatur)	5
2.1 Geologischer Untergrund des Gebietes der FAL	5
2.2 Hydrologische Grundlagen im Bereich der heutigen FAL	9
2.3 Bodenkundliche Literaturstudie	11
3 Bodenkundliche Standortkarte der FAL	16
3.1 Kurzübersicht der Einheiten auf Bodentypenkarte	19
3.2 Überblick zur Korngrößenverteilung	28
4 Einheiten der forstkundlichen Standorttypen innerhalb der FAL	29
5 Nachweise anthropogen verursachter Bodenveränderungen im Bereich der FAL	33
6 Elektromagnetisch-elektrische Bodenbefahrung zum Nachweis räumlicher Geländeunterschiede innerhalb der FAL	35
7 Beispiele von Auswertungskarten zum geographischen Informationssystem	43
7.1 Grundlagen für die Beregnung	46
7.2 Vergleich der Leitfähigkeit mit Bereichen mit Durchwurzelungerschwernissen und Staunässe	46
7.3 Hinweise zu Erosionsgefährdung und Grundwassereinfluß	48
7.4 Hinweise zu bodenphysikalischen Merkmalen innerhalb der FAL	51
8 Diskussion der Ergebnisse und Vergleich zur näheren Umgebung der FAL	54
8.1 Bereiche innerhalb der FAL	54
8.2 Bereiche südlich der FAL	59
8.3 Bereiche westlich der FAL	62
8.4 Bereiche nördlich und östlich der FAL	65
9 Literatur	66

# **Erläuterungen zu Standorteigenschaften der Böden in der Forschungsanstalt für Landwirtschaft FAL (Kurzfassung zum geographischen Informationssystem)**

## **Zusammenfassung**

Das Gelände der heutigen FAL wird seit 1947 für landwirtschaftliche Versuchstätigkeit genutzt und ist bisher nur für ausgewählte Versuchsfelder genauer untersucht worden. Zweck dieser Arbeit ist es eine weitgehend genaue flächendeckende, bodenkundliche Übersichtsbeschreibung und Standortscharakterisierung zu erreichen und ältere Untersuchungen, soweit verfügbar, zu integrieren und zu dokumentieren. Gleichzeitig wurde hierbei ein digital verfügbares geographisches Informationssystem zu verschiedenen Sachfragen erstellt.

Die Bodenbewirtschaftung im Gelände unterliegt zahlreichen sich wechselseitig beeinflussenden Faktoren von denen sich die Art und Weise der Vornutzung besonders auswirkt. Historisch ist das Gelände im Jahr 1935 aus der vorherrschend landwirtschaftlichen Produktion herausgenommen und als Luftfahrtforschungsanstalt, LFA, mit der heutigen PTB zusammengefasst worden. Diese ebnete die Ackerfläche ein, um das Rollfeld für einen Forschungsflughafen zu schaffen, das weitgehend aus verschiedenen Grasarten mit einer Grusschicht bestand und nur einem unterschiedlichen Mahd- und Beweidungszyklus in den Folgejahren unterlag. 1947 erfolgte mit der Gründung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, FAL, erneut eine Umwidmung zu Ackerland. Die Vornutzung macht sich im Gelände durch eine erhöhte Bodendichte, verschüttete Sandgruben, ehemals rigolte Spargelflächen sowie meliorierte Niedermoorbereiche bemerkbar. Die während der langjährigen Versuchstätigkeit selektierten Flächen mit höherer Variabilität wurden in der Nachkriegszeit sukzessive als Dauergrünland genutzt. Andere Bereiche werden in Wechselwirtschaft zeitweilig als Grünland oder Acker bewirtschaftet.

Geologisch ist das Gelände durch die Auswirkungen von zwei Eiszeiten überprägt, die bodenkundlich zu einem Zweischichtboden mit schluffreichem Oberboden (meist mittel schluffiger Sand) über glazifluviatilen Sanden im Unterboden führte. Beide Schichten sind durch eine Steinsohle getrennt und der obere Teil des Unterbodens weist eine mehr oder weniger starke Eisen-Tonbänderung auf. Der dominante Bodentyp ist eine Bänderparabraunerde.

Hydrologisch wirkt sich eine in etwa 2 - 4 m unter Gof befindliche Wasserscheide im südöstlichen Geländebereich aus, die zu lateralem Grundwasserzuström nach NW in das Gelände hinein führt. Die Grundwasserspiegel liegen zwischen 3 m (Norden- und Nordost) und 11 m Tiefe (Westen). Geschiebelehmreste und partielle Tonanreicherungen verursachen bereichsweise Wasserstau. Mehrere Sand- und Erosionsrinnen prägen die Böden und den Wasserhaushalt im nordöstlichen Bereich. Ehemalige Niederungsmoore streichen von Norden und Osten in die Versuchsfelder der heutigen FAL hinein und machen sich durch erhöhte Humusgehalte bzw. Torfreste bemerkbar.

In der Arbeit sind zahlreiche ältere Karten zum Umfeld der heutigen FAL, die Reichsbodenschätzung und eine neuere Waldbodenkartierung beschrieben und zusammengefasst worden. Hierbei hat sich die Reichsbodenschätzung in Teilen der FAL als reproduzierbar erwiesen. Wesentliche Informationszuwächse wurden durch eine im Frühjahr 2005 durchgeführte elektromagnetische Gebietskartierung erreicht, die eine klare Strukturierung der Standorteinheiten erlaubte und mit Hinweisen aus der Geologie und älteren Geländekarten aus den ersten Gründungsjahren der FAL übereinstimmt. Die Ursache von

hohen Leitfähigkeitswerten kann Einzelschlagweise unterschiedlich sein, ist jedoch innerhalb der jeweiligen Bodeneinheit einheitlich zusammengefasst worden. Relevante Unterschiede zwischen den Standorteinheiten ergaben sich durch Unterschiede im Humusgehalt, Deckschichtmächtigkeit, Tiefenlage der hydromorphisch wirksamer Bodenschichten, Körnungswechsel und Vornutzung.

Das Bodeninformationssystem beinhaltet überwiegend bodenkundliche Kenndaten zum Humusgehalt, Horizontmächtigkeit, Hydromorphie und Körnung aber auch Hinweise zum Nährstoffhaushalt und zur Bodenphysik. Methodisch wurde nach den Empfehlungen der Kartieranleitung KA4 und 5 vorgegangen. Mehr als 650 Bohr- und Grubenprofile bis 1 -3 m Tiefe wurden in einer Feldkartierung angesprochen, die das Gelände in einem Raster von 50 x 50 m bis 100 x 50 m komplett abdeckten und durch weitere Laboranalysewerten ergänzt wurden. Zusätzlich entstand eine umfangreiche Photo-Dokumentation. Hierbei sind auch Neuanlagen und Langzeitversuche dokumentiert worden. In diesem Zusammenhang ist eine erste Zusammenfassung der wesentlichen bodenphysikalischen Kenndaten für das FAL-Gelände erstellt worden.

Als entscheidende Grundlagenkarte wurde die Bodentypenkarte gewählt, da diese mit den typologischen Merkmalen auch Standortcharakteristiken mit erfasst und somit bereits Rückschlüsse für weitere Fragestellungen zulässt. Dennoch sind auch weitere flächenmäßige Auswertungskarten erstellt worden wie z.B. zur Mächtigkeit des Oberbodens bis zur Sandschicht, eine Übersicht zum Humusgehalt sowie eine Karte zur nutzbaren Feldkapazität nFK, notwendig für Berechnungsfragestellungen. Die Standortcharakteristik der FAL weist im Osten und Nordosten grundwasserbeeinflusste Standorte auf, die durch zwei markante häufig mit Sand verfüllte, Erosionsrinnen durchschnitten werden. Die Kuppenlagen im Norden sind anthropogen überprägt und weisen meist geköpfte Profile auf. Der südliche und zentrale Bereich ist durch zeitweiliges Stauwasser geprägt, das sich über einer großen Geschiebelehmllinse ansammelt. Im Westen sind die Standorte meist trockener. Dort ist jedoch der natürliche Gebietsabfluß zur westlich gelegenen Aue seit dem Bau des Schießkanals unterbrochen und führt daher zu zeitweiligen Wasserstau in den dem Schießkanal vorgelagerten Wiesen. Das Gelände ist durch 4 auf Luftbildern identifizierbaren Sandgruben, zwei bis zu 2 m verfüllte Senkenbereiche, einige durch ehemalige Flugzeughallen verdichtete Flächen sowie ehemalige Flakstellungen gestört. Mehrere heute ungenutzte Strom- und Telephonkabel kreuzen Versuchsflächen, wirken sich jedoch kaum störend auf den Versuchsbetrieb aus. Für das Gelände wurden 75 Bodeneinheiten identifiziert und detailliert beschrieben.

Der Nutzen der vorliegenden Dokumentation liegt einmal in der Erstellung zahlreicher maßstabsunabhängiger digitaler Karten und Übersichten, die für spezielle Untersuchungen überlagert bzw. verschnitten werden können. Die zugehörigen Attributtabelle sind beliebig erweiterbar und ergänzbar. Daten zur Körnung liegen hiermit flächendeckend vor, unterteilt in Tiefen von 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 und 100 cm. Die Korngrößendaten können für die Modellierung verwendet werden. Das System bietet die Möglichkeit der Kombination einer schlagspezifischen Dokumentation und kann für die Versuchsplanung eingesetzt werden.

## **Einleitung**

Die Art und Weise einer umweltgerechten Land- und Forstbewirtschaftung hängt unter anderem von der Kenntnis der bodenkundlichen und klimatischen Standortcharakteristiken ab. Seit mehr als 50 Jahren findet auf dem Gebiet der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft landwirtschaftliche Grundlagenforschung statt, wobei zum Gelände bisher eine seit 1948/49 existierende und nahezu unveränderte Karte der Reichsbodenschätzung, eine bodenkundliche Übersichtskarte im Maßstab 1:50.000 sowie Beschreibungen zu begrenzten Versuchsarealen existieren. Daher erfolgte in den Jahren 2004 und 2005 eine bodenkundlich detaillierte Geländeaufnahme in deren Zusammenhang alle verfügbaren Daten zusammengetragen und in Karten und Tabellen archiviert wurden. Zweck des hierbei entstandenen und im folgenden vorgestellten Informationssystem war es, eine Datengrundlage für die exakte Beschreibung der einzelnen Versuchsflächen im Gelände zu erreichen und Kenndaten für die zukünftige Versuchsplanung zu erhalten. Zusätzlich können die Informationen für zukünftige Bewirtschaftungsfragestellungen sowie die Modellierung verwendet werden. Ein umfangreicher Bericht mit weiteren GIS-gestützten Karten liegt als PDF-File bereits im Intranet der FAL vor und eine CD mit den jeweiligen Map-, Layer und Shape-Dateien ist als PC-Terminal unabhängige Version am Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft und in der Zentralbibliothek der FAL erhältlich (Sauerbeck, 2005).

## **1 Methodik**

Zunächst erfolgte im Bereich der Versuchsfelder des Instituts für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft eine detaillierte Aufnahme in einem 50 m Raster nach der Deutschen Reichsbodenschätzung und der Kartiermethodik der KA4 bis 1 m Bodentiefe mit teilweisen Sondierungen auf 2 m. Zusätzlich wurden Profilgruben auf den Versuchsfeldern des Institutes für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft angelegt bzw. im Gelände vorhandene Gruben bis auf 3 m Tiefe angesprochen. Aufzunehmende Parameter waren Körnung, Profilansprache und Horizontbeschreibung, Dichte sowie strukturell relevante Merkmale (Tiefenlage von den Wasserhaushalt beeinflussenden Tonbändern im Boden, Stauwassermerkmale) und die Dokumentation von anthropogenen Bodenveränderungen mit genauer Lokalisation. An vereinzelt vorliegenden Profildaten sowie offenen Profilgruben erfolgte eine detaillierte Ansprache zu pH, Humus, Kalkverteilung, Wasserleitfähigkeit und pF-Kurve, Porenverteilung und Körnung. Das Bohrpunktraster wurde GPS-gestützt mit Rechts- und Hochwerten angelegt. Mit der entsprechenden Software Arc-View wurden für GIS-Systeme kompatible Kartenmaterialien angefertigt. Aus den Erfahrungen auf dem Versuchsfeld des Institutes wurde das Raster für die anderen Flächen der Versuchsstation und des Südgeländes auf eine Rasterweite von 100 m in Nord-Südrichtung zwischen den Transekten und 50 m innerhalb der in West-Ost-Richtung verlaufenden Transekt-Linien erweitert. Zusätzlich wurden Bereiche, die nach der Karte der Deutschen Bodenschätzung einen starken Wechsel der Körnung bzw. Bodentypen erwarten ließen, detailliert in einem Raster von 50 m beprobt. Die Feldaufnahme beinhaltete eine Ansprache zur Körnung mit der Fingerprobe nach KA4 (1994) bis 1 m Tiefe (in Einzelfällen bis 3 m Tiefe in Profilgruben und Tiefenbohrungen) und wurde zusätzlich mit Laboranalysen zu bestimmten Geländebereichen und Bodentiefen abgesichert, wobei ältere Datensätze, soweit zur Verfügung gestellt, übernommen wurden. Der daraus entstandene Datensatz besteht aus einer punktorientierten Aufnahme zur Körnung, Bodenfarbe (nach den Farbtafeln von Munsell), geologischen Substrat, Hydromorphie (Eisenfleckung und Bleichzonen) nach Art und Obergrenze im Profil sowie zur Bodentypenbezeichnung mit Hinweisen zu anthropogenen Veränderungen. Zusätzlich wurde eine Tabelle zu den Grundwasserbeobachtungsbrunnen sowie mittleren Pegelständen und maximalen Abweichungen mit Datum angelegt. Mit der Einmessung der Transekte wurden

gleichzeitig Höheneinmessungen vorgenommen. Somit stehen erstmalig auch Daten für direkte Vergleiche zu Grundwasserständen und hydromorphen Bodenhorizonten zur Verfügung. Die Feldkartierung wurde durch die zeitgleich erfolgende Frühjahrsbestellung beziehungsweise dem Vegetationsfortschritt der einzelnen Kulturen bestimmt und zog sich witterungsbedingt bis 6-8 Wochen hin. Um Störungen weitgehend zu vermeiden wurden die Kartiertrassen entlang der Fahrtrassen im Bestand gelegt. Im Jahr 2005 wurde ergänzend eine Geländebefahrung zur elektromagnetischen Leitfähigkeit durch die Firma Agricon durchgeführt und bei einigen Flächen (Nordbusch und Südfeld) mit dem gleichstromelektrischen Meßverfahren (Firma Veris) ergänzt. Die Bereiche mit hoher Leitfähigkeit wurden bei fehlender Dateninformation nachkartiert und genauer untersucht. Daran schloß sich der Aufbau eines Datenbanksystems (als d-Base-Tabellen) und dessen Einbindung in die geographische Oberfläche an. Anschließend wurden die Arbeiten durch die Auswertung von Luftbildmaterial ergänzt. Insgesamt mehr als 650 Profile wurden für das Gebiet der FAL angesprochen und ein Datengrundsatz von mehr als 5000 Zeilen angelegt. Neben der Festlegung der Körnung in verschiedenen Laboranalysen wurden die bisherigen und aktuellen bodenphysikalische Untersuchungen zur Porenverteilung und hydraulischen Leitfähigkeit zusammengetragen (Sauerbeck, 2005).

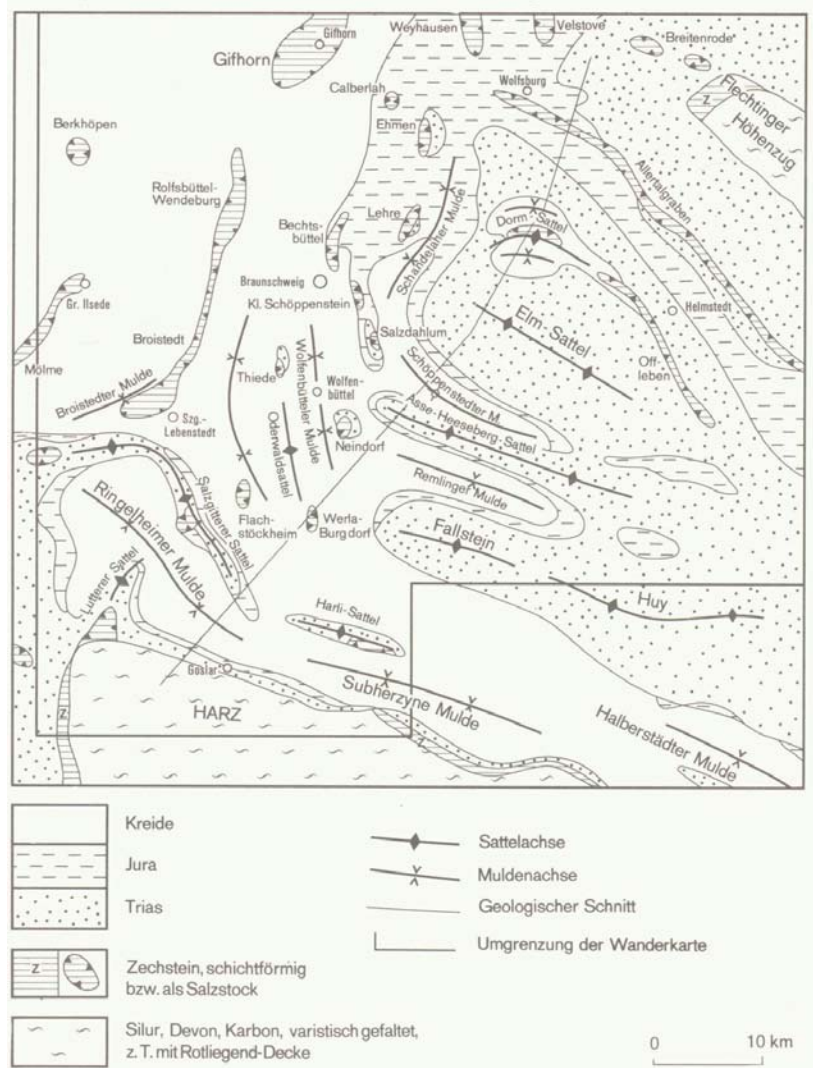


Abbildung 1: Geologischer Überblick zum Raum Braunschweig aus Look, 1984

## **2 Geologie und Hydrologie des Geländes (Auswertungen von Karten, Einzeldaten und Hinweisen aus der Literatur)**

Die Standortcharakteristiken sind neben dem Klima entscheidend vom geologischen Untergrund sowie durch hydrologische Einwirkungen von Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst.

### **2.1 Geologischer Untergrund des Gebietes der FAL**

Der geologische Untergrund im Raum Braunschweig ist einmal durch Faltungsvorgänge während der Kreidezeit sowie durch eiszeitliche Grund- und Endmoränenablagerungen der Saale- und periglaziale Löß- und Sandablagerungen der Weichseleiszeit geprägt und mit intensiver Kryoturbation im Untergrund verbunden (Abbildung 1 und 2). Teilweise unterlagern, zumindest im Bereich des Okertales (nordöstlich der FAL) und der Aueniederung (südwestlich und westlich der FAL), den Sedimenten der Saalezeit auch Ablagerungen der älteren Elster-Eiszeit. (Harbort, 1914, Selle, 1954).

In der Kreidezeit erfolgte im Braunschweiger Raum die Aufwölbung zahlreicher nordwest-südost (herzynisch) gerichteter Salzstöcke, die die Basis der heute die Landschaft östlich der Oker prägenden Höhenzüge des Elms, der Asse und des großen Fallsteins bilden. Nordwestlich von Braunschweig, westlich der Oker und in direkter Nachbarschaft des Geländes der FAL, wird der geologische Untergrund jedoch durch ältere Hebungslinien in Nordnordost-Südsüdwestlicher Ausrichtung (rheinisch) geprägt, die zur Bildung des Zechstein-Salzstockes bei Rolfsbüttel-Wendeburg, zur Mulde westlich des Oderwaldes und zur Sattelbildung des Oderwald-Höhenzuges führten (Durphon et al.; 1974; Look, 1984).

Kreidezeitliche marine Kalk- und Mergelablagerungen des Cenoman (Oberkreide) streichen im Umfeld des heutigen FAL-Gebietes im Pawel-Holz südöstlich der heutigen Siedlung Kanzlerfeld unter Wald- und Ackernutzung an der Erdoberfläche aus und wurden im Pavelschen Holz in den vergangenen Jahrhunderten in verschiedenen Mergelgruben als Dünger gewonnen (Look, 1984). Dieses Waldgebiet ist zudem durch zahlreiche Dolinen (Karsterscheinungen) geprägt. Tonsteine der unteren Kreide stehen im Nordwesten der Stadt Braunschweig bis in 1,9 m unter Gof an und werden dort bei Watenbüttel direkt vom Mittellandkanal durchschnitten (Umweltatlas der Stadt Braunschweig, 1998). Der geologische Untergrund der FAL besteht im Wesentlichen aus mergeligen Tonstein der Unterkreide mit Mächtigkeiten bis zu 300 m im Stadtgebiet Braunschweig. Diese Schichten streichen im Bereich der FAL in Nordost-Richtung und fallen am Nordwest-Rand einer Mulde flach nach Südosten ein (Grimmelmann & Blanke, 1972). Die Brunnenanlagen der FAL und PTB fördern Grundwasser, das sich über diesen Tonschichten in 15-51 m Tiefe staut.

Die Kreideschichten im Nordwesten der Stadt Braunschweig werden von Ablagerungen des Quartärs überdeckt und setzen sich zusammen aus Sand- Kies- und Schluffablagerungen der Elster-, Saale- und Weichseleiszeit. Wichtige Endmoränenzüge existieren in Braunschweig als Hügelkette im Nordwesten (Rüper Berg, Rothberg(b. Zweidorf), Warsberg, Steinklint (b. Wendeburg), Osterberg (b. Wense), Galgenberg (b. Neubrück), Oker Ostufer (b. Groß Schwülper), im Südwesten der Stadt (bei Wedtlenstedt, Wahle und Gleidingen) sowie Südosten (Querum, Gliesmarode und südlicher) (Look, 1984). Der Moränenzug nördlich und nordwestlich des FAL-Geländes bei Rüper wird dem sogenannten "Rehburger Stadium" einem Drenthe-Eiszeitlichen Eisvorstoß (ältere Saaleeiszeit) zugeordnet, dessen Endmoräne später in der Hamelner Phase nochmals vom Eis überfahren und gestaucht wurde (Woldstedt, 1928, Woldstedt & Durphon, 1974, Lüttig, 1958). Die im Gelände der FAL zu findenden Geschiebelehmreste könnten daher der Grundmoräne des letzten Eisvorstoß der Hamelner Phase der älteren Saale-Eiszeit (Drenthe-Stadium) (vor ca. 200 000 Jahren) zugeschrieben

werden (Skupin et al., 1993). Auf Grund des hohen Alters ist diese Grundmoräne auch im weiteren Umfeld der FAL in der Regel tiefgründig entkalkt (keine Reaktion mit 10 % HCl n. eigenen Befunden) (Gehrt, 1994) und in vielen Bereichen durch Erosion verschwunden. Die Mächtigkeit der Grundmoränenreste kann zwischen wenigen dm und 3 m schwanken und liegt im Durchschnitt bei unter einem Meter. Unterhalb der Grundmoräne kommen im Bereich der FAL Schmelzwassersande und teilweise auch ältere Vorschüttssande vor (n. Gehrt, 1994). In die Geschiebelehmdecke sind lokal Feinsandbändchen eingelagert, die mit einer Auftrennung und räumlichen Darstellung in eine sandige und lehmige Facies in älteren Kartierungen gegliedert wurde (Müller, 1948). Eine Körnungsanalyse zum Geschiebelehm im Bereich der Versuchsstation ergab 15 % Ton, 16 % Schluff und 69 % Sand. Diese Zusammensetzung entspricht der sandigen Facies des Geschiebelehms aber auch der typischen Körnung der saalezeitlichen Grundmoränen für Norddeutschland (Gehrt, 1994; Skupin et al, 1993). Die Schicht hat meist eine gelb-braune Färbung (10 YR 5/6 oder 10 YR 7,5 5/6). Eine zusammenhängende Geschiebelehmdecke in der FAL unter Acker ist nur in zwei Bereichen im nördlichen und zentral-östlichen Bereich des Südgeländes sowie in zentral bis südlich gelegenen Bereichen der Versuchsstationsflächen anzutreffen (in Abbildung 2: Sa / qD „Lg“). Andere Reste befinden sich zerstreut unter den Waldbereichen im südöstlichen und südwestlichen Teil der FAL.

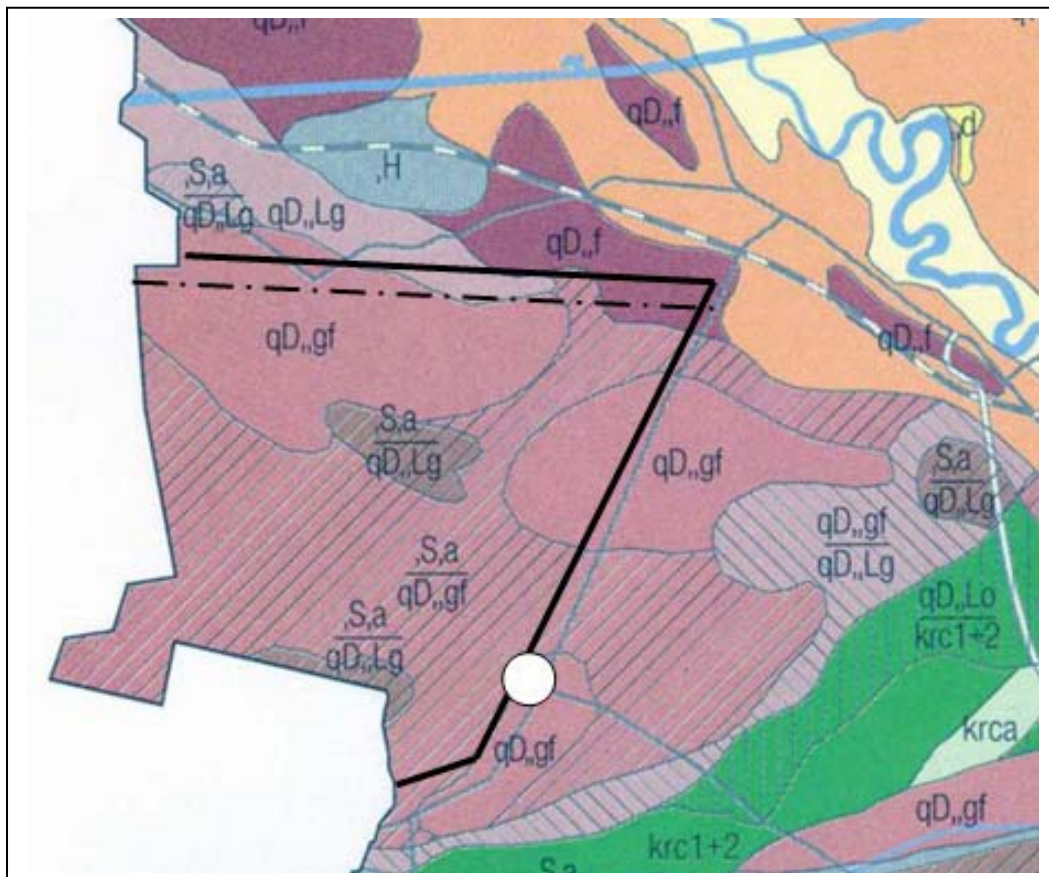



Abbildung 2: Geologischer Aufbau im Bereich der heutigen FAL (roter Rahmen) nach Umweltatlas Braunschweig, 1998, Rahmen: Gebiet der FAL mit Bundesallee und gekennzeichneten (  $\bigcirc$  ) Haupttor der FAL



## Erläuterungen zu Abbildung 2

- S,a/qD Lg: Flugsand über Geschiebelehm (Drenthezeitl.),  Sandlößauflage  
S, a/ qD gf: Flugsand über Schmelzwassersanden (Drenthezeitl.)  
qD gf: Schmelzwassersande (Drenthezeitl.)  
qD, Lg: Geschiebelehm (Drenthezeitl.)  
qD, f: Flußablagerungen, Mittelterrasse (Drenthezeitl.)  
qW, f: Flußablagerungen, Niederterrasse (Weichselzeitl.)

— · — · — · · geologischen Schnitt an Hand verschiedener Schichtenprotokolle

Im nördlichen, westlichen und südöstlichen Bereich der FAL, wo die Grundmoräne durch Erosion bedingt fehlt (in Abbildung 2: qD „gf“), weist der Unterboden glazifluviale Schmelzwasserablagerungen mit eingelagerten Kiesbändern mit hohem Anteil an Mittelsand und teilweise Grobsand und Feinkies auf. Auch diese Sedimente werden größtenteils der Drenthe-Eiszeit zugeschrieben, können aber ab ca. 2-2,5 m Tiefe teilweise von älteren, meist grau gefärbten, Vorschüttsandablagerungen unterlagert sein (Duphorn et al, 1974). Die obere Sandschicht wurde in der folgenden Weichseleiszeit durch periglaziale Kryoturbationsvorgänge mit Brodelaschen und Eiskeilen bzw. Spalten überprägt. Butzen der ehemaligen Grundmoräne sind in diesen Brodelaschen teilweise noch erhalten geblieben. Das Gelände ist zudem durch mehrere, unregelmäßig verteilte, flache Schmelzwasserrinnen mit tonigen Ablagerungen gemischt mit Kies und Sand geprägt.

Der nordöstlich gelegene Bereich der FAL ist geologisch durch Mittelterrassenablagerung geprägt (in Abbildung 2: qD „f“), die sich deutlich durch eine rotbraune Bodenfärbung im Oberboden von den übrigen Geländebereichen abgrenzen läßt. Es überwiegen meist fluviatile Sande und Kiese mit grauer Färbung im Untergrund, die von der Oker in den Zwischen-Warmzeiten des Drenthestadiums aufgeschüttet wurden. In der nördlich gelegenen heutigen Okeraue finden sich auch weichselzeitliche fluviatile Sedimente der Niederterrasse, die in eine obere bis 69 m ü. NN bestehend aus überwiegend sandigem Material und untere Stufe bis 66 m ü. NN bestehend aus überwiegend schluffigem Material unterteilt wird (Gehrt, 1994). Die Ablagerungen der Mittelterrasse stammen größtenteils aus erodierten Gesteinen des Harzes.

In der Weichseleiszeit unterlag der Bereich um Braunschweig periglazialen Frosterscheinungen wie Frostspalten, Eiskeilbildungen, Brodelaschen, Deflationsvorgängen und äolischen Sedimentablagerungen. Die Eisvorstöße der Weichseleiszeit kamen in Norddeutschland nicht weiter als bis zur Elbe-Flußgrenze nach Süden. Auf Grund der nahen Mittelgebirgslage erfolgte eine Auflandung von Löß aus den nördlich gelegenen Sanderflächen vor den Mittelgebirgen bis zu einer Grenze südlich der FAL entlang der heutigen Bundesstraße B 1 (die sogenannte Lößgrenze). Nördlich dieser Grenze nimmt der Sandanteil in der schluffreichen Auflage stark zu. Dieser Sandlöß oder Lößsandgürtel (auch Sandstreifenlöß genannt, in Abbildung 2 meist mit Sa bezeichnet) endet etwa nördlich von Völkenrode am Mittellandkanal (Gehrt, 1994). Nördlich schließen sich daran Heideböden mit hohem Anteil an Sanderflächen an. Die äolische Sandlöß bzw. Lößsandauflage wird von einer durch Deflation bedingten Steinsohle von darunter liegenden Schmelzwassersanden getrennt. Der Schluffanteil nimmt auf dem Gebiet der FAL südlich der in West-Ost-Richtung verlaufenden ehemaligen Waldgrenze stark zu und führt im Bereich des Flurstückes "Rodung" und auf dem Südgelände zu Schluff dominierten Bodenarten mit besonders hohem Grobschluffanteil bis Us (sandiger Schluff).

Im Nordwesten der FAL werden unter Waldflächen auch Geschiebedecksandbereiche über Schmelzwassersande verzeichnet (Bundesforstamt, 2003). Diese werden zwar auch in der bodenkundlichen Übersichtskarte zu den Naturraumpotentialen von Niedersachsen und Bremen, Blatt Braunschweig für die Bereiche nordöstlich von Bortfeld angegeben (Lüders, 1978) sind in den Ackerflächen der FAL jedoch nur vereinzelt im nördlichen Bereich anzutreffen.

Unter den Kiessanden der Saaleeiszeit lagern häufig im Liegenden Tone und Schluffe, die oberflächennah besonders im Störungsbereich des Rolfsbütteler Salzstocks auftreten und dort Beckenschluffen und -tonen (limnische Ablagerungen) der Elsterzeit mit hohem Schluffgehalt (Bodenart Ut3) zugeordnet werden (Pätzold, 1997). Durch die Salztektonik im Untergrund mit einer markanten Hebungslinie westlich von Bortfeld entstand eine östlich vorgelagerte Senke (Mulde), die zunächst von Elsterzeitlichen und später von Saalezeitlichen Quartärablagerungen verfüllt wurde. Tonige Schluffablagerungen finden sich auch im Bereich des Südfeldes sowie im zentralen Bereich der nördlichen Versuchsflächen wieder und zeugen von einem, bedingt durch die Salztektonik, stark welligen Untergrundaufbau. Durch die Auswertung von Schichtenprotokollen zu Brunnenanlagen der FAL sowie benachbarten Kiesgruben (Reinhold, 2004) kann ein geologischer Schnitt in West-Ost-Richtung durch den nördlichen Teil der FAL erstellt werden (Abbildung 2 und 3).

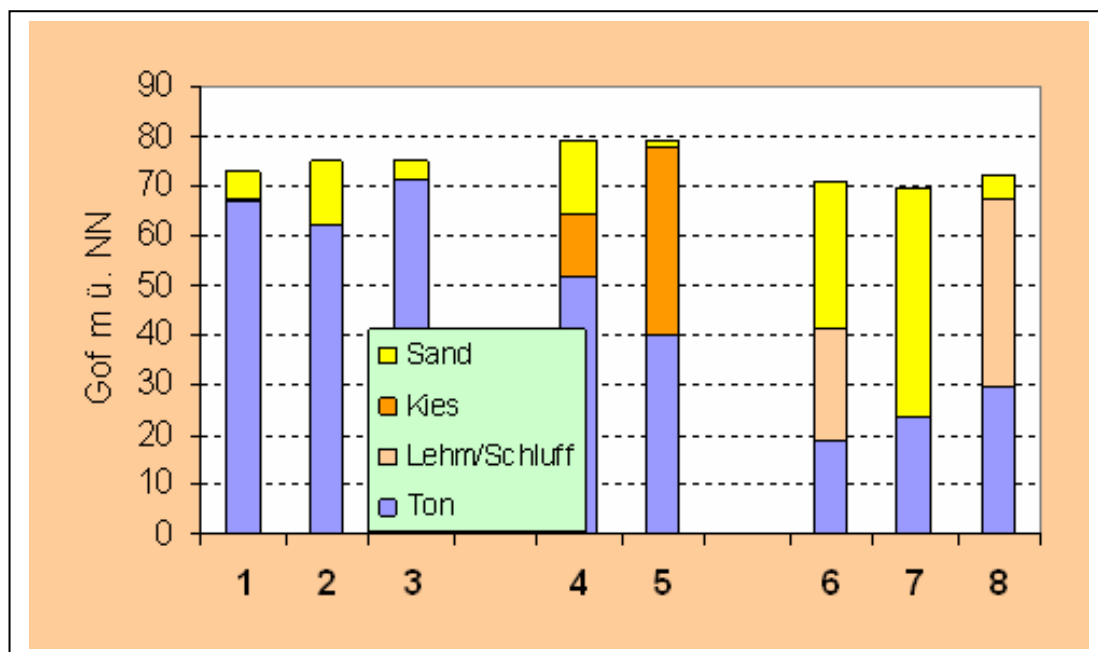


Abbildung 3: Geologischer Schnitt im nördlichen Bereich der Bortfelder Sandlöß-Platte mit Lage der Schichtenverzeichnisse: West (Zweigkanal nach Salzgitter) » 1: Sandgrube Reinhold, NW Bortfeld Zweigkanal Salzgitter, 2: Sandgrube Reinhold N Bortfeld (Mittellandkanal), 3 Sandgrube Reinhold, Landstraße Bortfeld-Wendeburg, 4 FAL, Nord Brunnen Nr. 23 (Wasserwerk); 5 FAL Nord Brunnen Nr. 29 (Weidebrunnen), 6 PTB, Förderbrunnen I, 7 PTB, Förderbrunnen II, 8 PTB/Watenbüttel Förderbrunnen III » Ost (Okertal bei Watenbüttel) (Tonmächtigkeit nicht angegeben: hier nur Obergrenze)  
Gof: Geländeoberfläche in Meter über NN

Die Kiesschichten (Abbildung 3) werden mit Sandbändern unterbrochen. Die Tonschichten (tonige Schluffe bis Tonmergel) beginnen in der angegebenen Höhe werden jedoch in größerer Tiefe durch Sand- bzw. Kiesbänder unterbrochen (Die Angaben in Abb. 3 sind nur als Oberkante zu betrachten). Die Lehme im östlichen Bereich des Schnitts umfassen

größtenteils auch mächtigere Schluffbänder mit eingelagertem Sand. Deutlich ist die Hebung der Tonschichten im Westen sowie die Schwellenbildung innerhalb der FAL zu erkennen. Die zwischen FAL und Bortfeld befindliche und nicht verfüllte Sandgrube zeigt keine Tonschichten an der Basis bei etwa 20 m Tiefe (ungefähres Zentrum der geologischen Mulde). Da vom Autor keine direkte Ansprache der Tongesteine in den Bohrkernen der Brunnenbohrungen innerhalb der FAL möglich war, besteht die Möglichkeit unterschiedlicher Herkunft der Tonmergel im Osten (Kreide) und Schlufftonen (eiszeitliche Beckentonen, möglicherweise Elsterzeitlich) im Westen beim Salzgitter-Zweigkanal. Feste Tonschichten wurden im Westen beim Salzgitter Zweigkanal nicht erbohrt.

## 2.2 Hydrologische Grundlagen im Bereich der heutigen FAL

Hydrologisch ist das Gebiet der FAL durch eine Nordost-Südwest verlaufende unterirdische Grundwasserscheide geprägt, deren der Geländeoberfläche nächster Scheitelpunkt mit 79 m ü. NN sich etwa im Bereich des Institutes für Agrarökologie befindet. Der Grundwasserabstrom erfolgt somit im Bereich der Versuchsstation hauptsächlich nach NW und NO, während im Südgelände (Südfeld) ein starker Grundwasserzustrom in den südöstlichen Bereich stattfindet und dann in NW-Richtung das Gelände der FAL verlässt (Abbildung 4).

Tabelle 1: Grundwasserstände in den Beobachtungsbrunnen der FAL in den letzten 15 Jahren

Punkt	Gof m ü. NN	MGW m ü. NN	MGW m Tiefe	GwHst m Tiefe	Datum	GwNst m Tiefe	Datum
23	79,2	67,69	11,51	10,78	22.04.03	12,00	23.04.01
31	77,3	68,68	8,62	7,95	22.04.03	9,22	20.10.98
29	79,5	68,54	10,96	10,10	22.04.03	11,48	20.10.98
26	79,0	68,50	10,50	9,12	19.06.95	11,29	23.11.92
30	70,7	65,87	4,83	3,40	28.04.95	6,08	16.08.93
27	72,1	67,53	4,57	3,23	10.04.95	5,15	23.11.92
24	78,0	68,24	9,76	8,78	22.04.03	10,33	23.04.01

Gof: Geländeoberfläche in m ü. NN; MGW: mittlerer Grundwasserstand m unter Gof bzw. m ü. NN; GwHst: Grundwasserhöchststand in m unter Gof; GwNst: Grundwasser-Niedrigstand in m u. Gof. (Messreihe seit 1989 mit Daten: 92-98 = 1992-1998 und 01-03=2001-2003)

Die Grundwasserstände in den Beobachtungsbrunnen entsprechen in etwa den kalkulierten Isohypsen aus dem hydrologischen Gutachten (Grimmelmann & Blanke, 1972), haben aber eine Spannweite zwischen 1 und 3 m zwischen den Tiefst- und Höchstwasserständen in den letzten 10-15 Jahren erbracht (Tabelle 1), wobei die größte Amplitude in den niedrigen, der Okeraue am nächsten gelegenen, Beobachtungsbrunnen im nordöstlichen Bereichen der FAL festgestellt wurde. Diese Brunnen liegen offensichtlich noch im Einflußbereich der Grundwasserdynamik der Okeraue. Im Gelände der FAL beträgt der mittlere Grundwasserabstand unter Gof im Gelände im nördlichen Bereich zwischen 11 und 3 m und im Bereich des Südfeldes zwischen 2-3 m (Osten) und 6 m (Westen) (Abbildung 4 und 5).

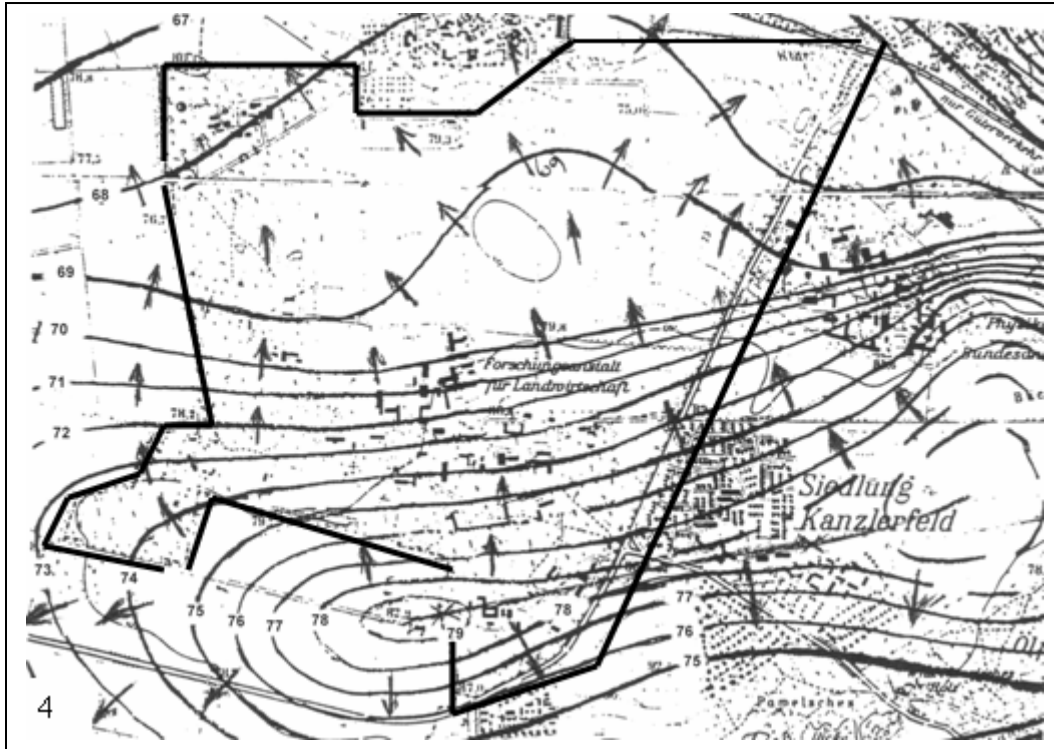
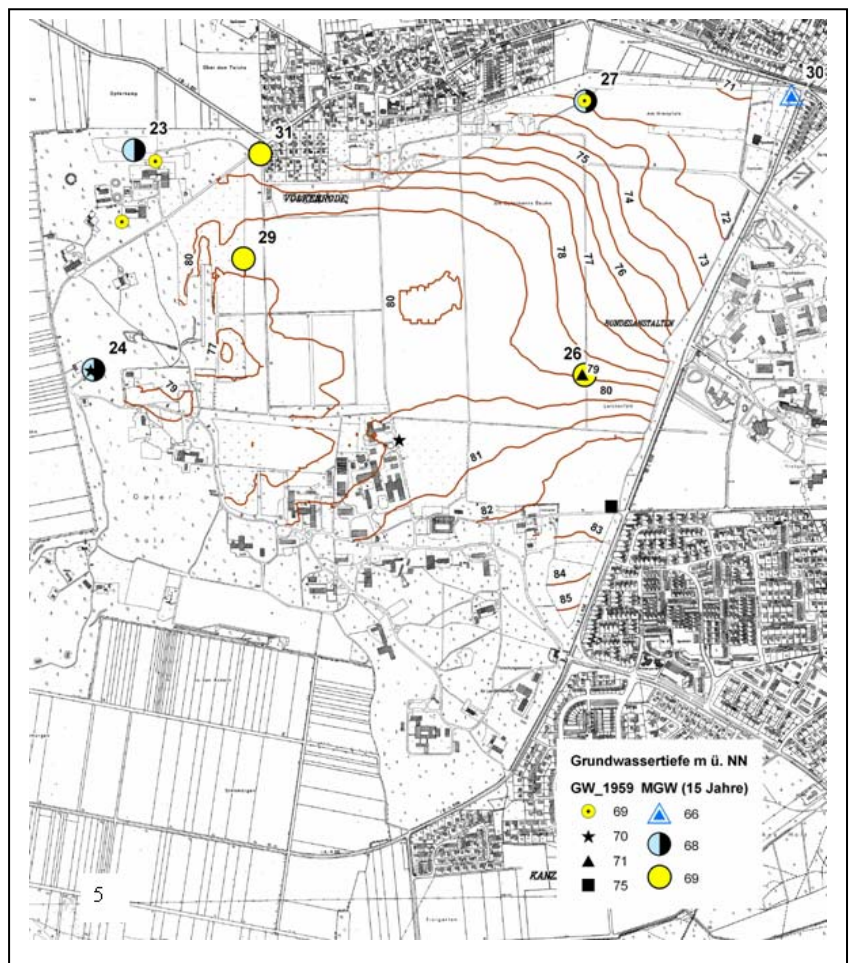


Abbildung 4 und 5:  
 Grundwasser-Isogleichen in  
 m ü. NN nach  
 Grimmelmann et al. (1972)  
 mit Hauptabflußrichtung  
 (Pfeile) (Abbildung 4)  
 und Lage der  
 Grundwasserpegel im  
 Gelände im Vergleich zur  
 Geländehöhe (Abbildung 5)



Durch Entwässerungsmaßnahmen im Umfeld der FAL, insbesondere durch die Trockenlegung des Rischauer und Ölper Moores durch Drainagen und die Bautätigkeit im nördlichen Kanzlerfeldes, dürften sich die Grundwasserstände in den letzten 150 Jahren partiell drastisch gesenkt haben. Diese Senkungstendenz ist auch bei einem Vergleich von Messdaten aus dem Jahr 1959 und den heutigen Messwerten an einigen Prüfpegeln angedeutet, ist für diesen langen Zeitraum jedoch nicht durch Zwischenwerte belegt (Abbildung 5). Zudem haben teilweise Pegelerneuerungen bzw. -verlagerungen sowie eine grundsätzliche Meßnetzneuanlage (Grundwasserüberwachungsnetz der Stadt Braunschweig) in den Jahren 1989-1991 stattgefunden, so dass nicht zu allen alten Beobachtungspegeln jüngere Daten verfügbar sind (daher aktuelle Daten im Norden und Nordosten des Geländes konzentriert).

Oberflächennahes Grundwasser oder Schichtwasser tritt auch heute noch im Bereich der Wiesenfläche des Lammer Ecks (auslaufende Niedermoorbereiche mit Grundwasserständen bei 60 cm Tiefe unter Gof) in Einheit 65 sowie in den Einheiten 48, 49 und 51 (bei 70 cm Tiefe) auf. Die beobachteten vielfach verhärteten Raseneisensteinbänke nordöstlich der Versuchstation (besonders in Einheit 38 und 40) können auf lateralen Wasserzufluß zurückgeführt werden und sind teilweise noch heute aktiv. Die Ausfällung dürfte derzeit jedoch in schwächerem Ausmaße als früher erfolgen, da viele Konkretionen im Boden zwischenzeitlich gealtert sind und nur eine rostbraune Färbung aufweisen.

Die Grundwassermeßstellen liegen überwiegend im nördlichen Teil der FAL. Die Grundwasserstände in den Pegeln sind häufig deutlich tiefer als die Oberkante der Hydromorphie-Merkmale im jeweiligen Bodenprofil (insbesondere im NO des Geländes). Das Grundwasser wurde zwischen-zeitlich stark abgesenkt. Die Hydromorphiemerkmale beginnen meist erst ab 60 cm Tiefe; über Geschiebelehm kann die durch Wasserstau verursachte Bleichzone bereits ab 40 cm unter Gof auftreten. Grundwassereinfluß liegt vor allem im Nordosten und Norden vor. Stauwasserhorizonte finden sich in der Mehrzahl im zentralen und südöstlichen Bereich der FAL über Geschiebelehmresten, meist bei 40 bis 50 cm Tiefe. Haßnässe ließ sich in stärkerer Ausprägung flächendeckend nur in westlichen Bereichen der FAL im Auslaufbereich der zentralen Geschiebelehmrinne (dort bei > 1,5-2 m Tiefe) feststellen.

### **2.3 Bodenkundliche Literaturstudie**

Bodenkundlich erfaßt wurde das Gebiet der FAL zuerst während der Reichsbodenschätzung, die in den Jahren 1934-1936 (im Gelände erst ab 1948) durchgeführt wurde. Bereits in einer generalisierten Bodenübersichtskarte von Stremme (1936) und Sellke (1935) wird eine Dreiteilung des Geländes mit überwiegend mineralischen Naßböden aus Lehm und Löß im mittleren und nordöstlichen Bereich, braunen Waldböden aus Löß im Süden und rostfarbenen Waldböden auf Sanden im Westen erkennbar. Übersetzt in die heute gültige Nomenklatur der Bodentypen können Naßböden den Gleyböden, braune Waldböden den Braunerden und Parabraunerden und rostfarbene Waldböden den Podsolen gleichgesetzt werden. Es muß jedoch hier darauf hingewiesen werden, daß zeitgleich mit der Bodenschätzung 1935 die Vorbereitung zur Einrichtung der späteren Luftfahrtforschungsanstalt erfolgte und wahrscheinlich nur eine oberflächliche Begehung des Geländes durchgeführt wurde. Zudem sind die ersten Übersichtskarten bedingt durch kleine Maßstäbe von 1 : 1000000 stark generalisiert. Das Gelände wurde daher erst ab 1948 erstmals und später 1984-1988 im Rahmen der Erstellung der Bodenübersichtskarte 1:25.000, Blatt Braunschweig detailliert erfasst (Gehrt, 1988; Bodenschätzung, 1988). Vom Kartenwerk im Maßstab 1:25.000 liegen

nur für den südlichen und mittleren Geländebereich gedruckte Exemplare vor. Die Reichsbodenschätzung deckt das Gelände der FAL mit 4 Blättern im Maßstab 1:5000 ab. Erst seit der Umstellung der Kartiermethodik des niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung auf eine generelle Darstellungsweise im Maßstab 1:50.000 im Rahmen der Länderangleichung nach der Wiedervereinigung (Klausing & Ostmann, 1993) ist eine vollständige, leider nun ebenfalls stark generalisierte, Darstellung des Geländes, das Blatt L 3728 Braunschweig, verfügbar (Capelle et al., 1994). Dieses Kartenwerk ist mit einer weiteren Veröffentlichung des NIfB methodisch näher erläutert worden (NIfB; 1997). In neuerer Zeit wurde eine Bodenkarte im Rahmen der Erstellung eines Umweltatlas der Stadt Braunschweig erstellt, die interessante Detailbereiche des Gebietes der FAL stärker berücksichtigt (Umweltatlas, 2002) (Abbildung 6). Zusätzlich liegen regionale Beschreibungen zu den Bodenverhältnissen in der Umgebung vor, auf die im Folgenden zurückgegriffen wird (Altemüller, 1957; Schaffer & Altemüller, 1965; Schulz, 1971; Gehrt, 1994).

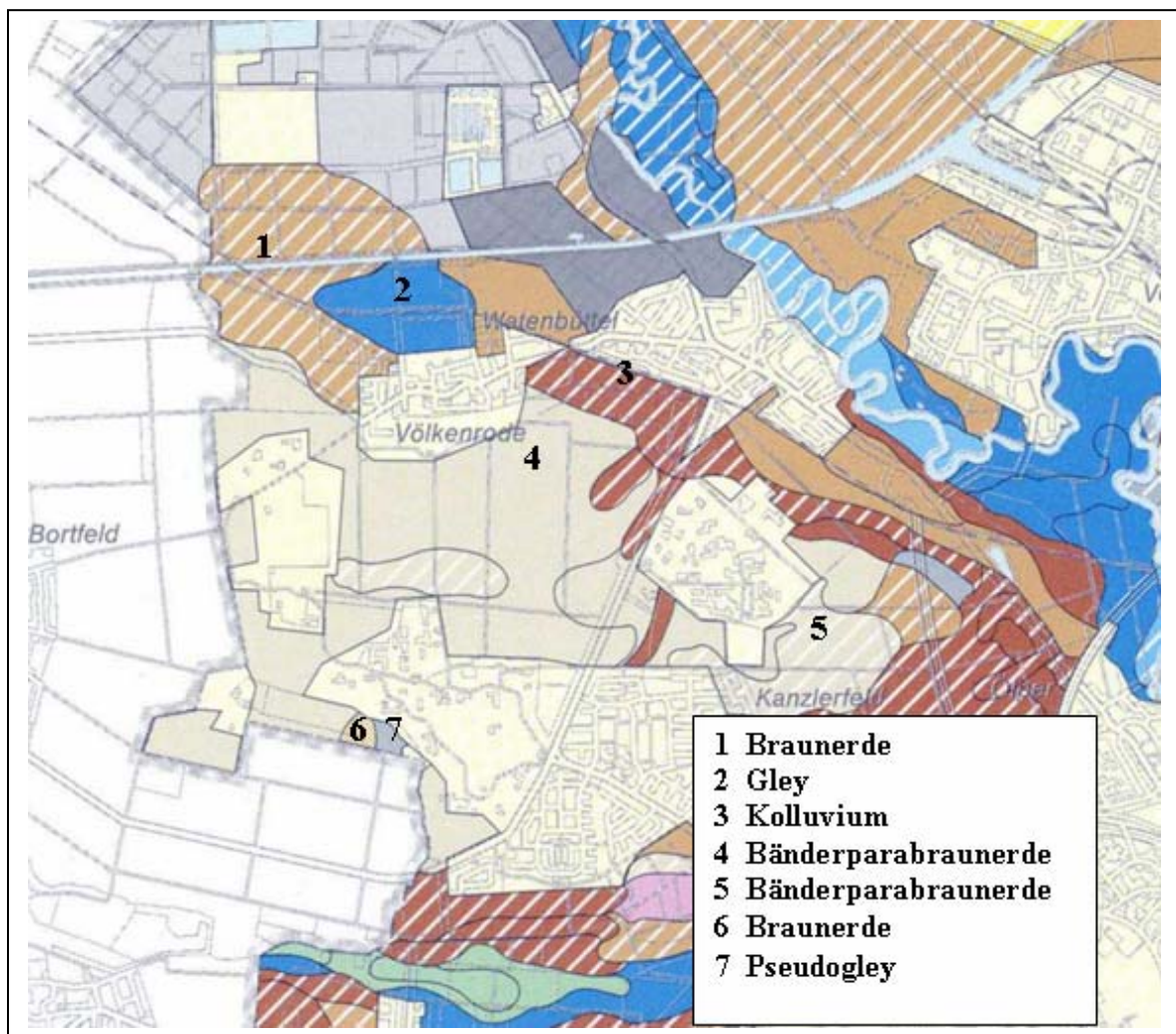


Abbildung 6: Bodenkarte zum Gebiet der heutigen FAL nach Umweltatlas der Stadt Braunschweig (2002)

Die Bodentypenverteilung im Gelände ist in den älteren Karten unterschiedlich beschrieben worden, was häufig auch mit dem verwendeten Maßstab, dem betrachteten Kartenraum und Verwendungszweck begründet ist. Während in der Arbeit von Altemüller (1957) noch die

Darstellungsweise von Sellke beibehalten wird, ändert sich im Raumplanungsgutachten die Bodentypenverteilung zu dominierend Podsol-Braunerden, Braunerden und Fahlerden auf pleistozänen Kiesen und Sanden im Gebiet der Versuchsstation und Fahlerde und Pseudogley-Fahlerde für Sandlößbetonte Bereiche im südöstlichen und südlichen Bereichen (Südfeld). Die Fahlerde wurde später in der systematischen Klassifikation durch den Bodentyp Parabraunerde näher spezifiziert. In der mehr regional typisierenden Darstellung von Schulz (1972) wird diese Ansichtweise weitgehend übernommen und es ergeben sich nur Ergänzungen hinsichtlich zur Beschreibung von Leitprofilen, Geologie, Vegetation und Nutzungsmöglichkeiten nach einer weiteren naturräumlichen Untergliederung. Deutliche Änderungen wurden erst mit der Bodenkarte 1:25.000, Braunschweig-West (Gehrt, 1988) vorgenommen, wobei lediglich der mittlere und südliche Teil der FAL im Kartenwerk dokumentiert und das anschließende nördliche Meßtischblatt nicht mehr in der Folgezeit publiziert wurde. In dieser Kartierung werden besonders die Geologie und die hydrologischen Besonderheiten des Geländes hervorgehoben. Eine bodentypologische Abfolge von den im Süden des Kartengebietes gelegenen Lößstandorten über eine Sandlößbetonte Zwischenzone zu den im Norden vertretenen sandigen Heideböden wurde vorgenommen. Für das Gebiet der FAL werden im Bereich des Südfeldes Pseudogleye über Geschiebelehm im Osten von Bänderparabraunerden im Westen unterschieden. Auf dem mittleren Bereich der Versuchsstationsfläche und im südlichen Bereich der Versuchsfelder des Institutes für Pflanzenbau sind Pseudogley-Bänderparabraunerden über Geschiebelehm von nördlich gelegenen Bänderparabraunerden über glazifluviatilen Sanden getrennt. Die östlichen Bereiche der Versuchsstationsfläche sind von Bänderparabraunerden mit starker Erosion und im Nordosten durch zwei markante Erosionsrinnen mit Bodenauftrag (Kolluvisol) geprägt. Diese Darstellung wurde auch im Umweltatlas der Stadt Braunschweig (2002) nahezu unverändert übernommen (Abbildung 6).

Bei den Bodenarten werden hier überwiegend schwach schluffige Sande angegeben, die über Fein- bzw. Mittelsanden liegen. Die Oberbodendecke besteht meist aus Sandlöß. Die Körnung über dem Geschiebelehm ändert sich nur im Unterboden zu lehmigen Sanden. Diese Bodenarten lassen sich mit den vorliegenden Körnungsanalysen nur bedingt bestätigen.

In der aktuell vorliegenden Bodenkarte, Blatt Braunschweig, im Maßstab 1 : 50.000 (Capelle et al., 1994) wird besonders die geologische Entstehungsart (Geologie bis 2 m Tiefe unter Gof) aber auch die Substratzusammensetzung hervorgehoben bzw. revidiert. Auf Grund des größeren Blattschnitts erfolgte zudem eine starke Aggregation der bekannten Bodeneinheiten der Karten der Reichsbodenschätzung (1:5000) sowie der Bodenkarte 1 : 25.000. Für das Gelände der FAL tritt hier als neue Einheit im Nordosten Gley-Podsol über glazifluviatilen Sanden auf, wobei hierbei die dominierende Geologie (Mittelterrasse) stärker hervorgehoben wird. Der größte Teil der FAL wird nach dieser Darstellung von Braunerden aus Sandlöß mit den dominierenden Bodenarten Su3 bzw. Su4 n. KA4/5 über glazifluviatilen Sanden bedeckt. Zwei auch in den geologischen Karten verzeichnete Geschiebelehmlinsen prägen einmal die Böden im südlichen Hauptfeld einschließlich der Versuchsflächen des Instituts für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft und zum anderen den mittleren bis östlichen Bereich des Südfeldes. Die Bodentypen sind hier Pseudogley-Braunerden aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm mit den dominierenden Bodenarten Su2, St2, Sl2, Sl3, Sl4, Slu (n. KA4/5). Die genannten Bodenarten lassen sich auch durch Körnungsanalysen nachweisen. Die prägenden Kolluvisole im Nordosten des Geländes entfallen in dieser Kartendarstellung ebenso wie Bemerkungen zur reliefbedingten Erosion.

Im Umfeld der FAL wurde in den letzten Jahren besonders die Abfolge der Bodentypen und die Substratabfolge nach Norden und Süden an zahlreichen Transekten entlang der so genannten Lößgrenze entlang des Bergvorlandes, westlich von Braunschweig im Verlauf der B1, detailliert untersucht (Gehrt, 1994). Die beigelegten Ausschnittskarten weisen für die

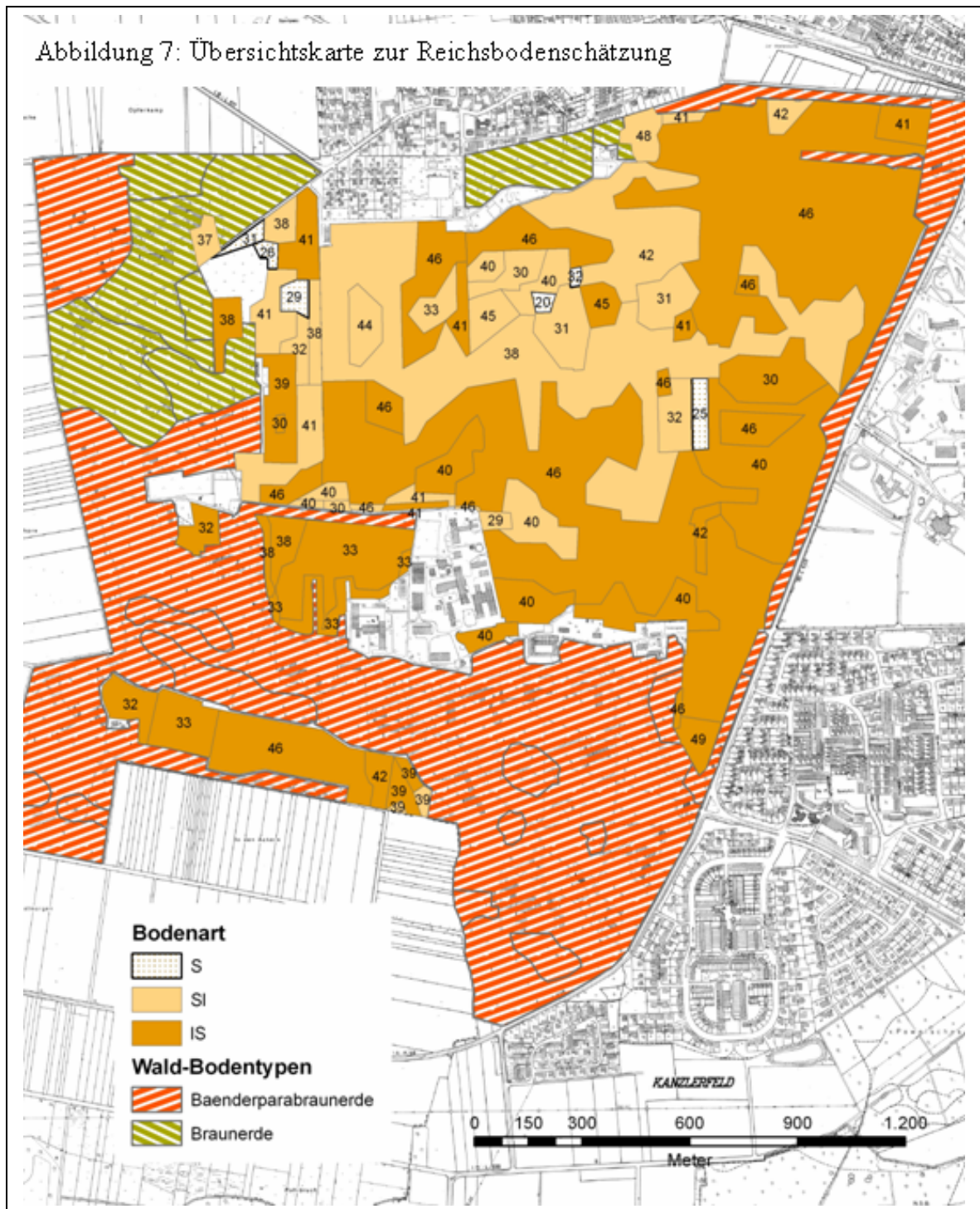
mittleren und südlichen Teile der FAL vorherrschend Bänderparabraunerden mit sandigem Löß und Bodenarten zwischen Su3 und Sl3 mit schwachem Kiesanteil aus. Die Deckschichtmächtigkeit liegt im Mittel zwischen 40 - 50 cm. Der nordöstliche Bereich ist auch hier noch von Auensedimenten und Erosionsrinnenbildung geprägt. Braunerden und Bänderparabraunerden werden für das Gebiet der FAL in der neueren bodenkundlichen Übersichtskarte im Maßstab 1 : 200.000 angegeben (Gehrt et al., 1998).

Die vollständigste bodenkundliche Darstellung des Geländes erfolgte im Rahmen der Bodenschätzung. Insbesondere die Grenzföhrung erwies sich auch in der neuen Feldkartierung in vielen Bereichen als reproduzierbar. Dennoch haben sich vor allem im nordöstlichen Geländebereich Veränderungen ergeben. Ebenso wurde in der aktuellen Karte die ehemalige Vornutzung berücksichtigt, wobei sich insbesondere die ehemaligen Waldgrenzen, die Ackernutzung bis 1935, die tief rigolten ehemaligen Spargelfelder und die ehemaligen Kiesgruben als relevant erwiesen. Die Oberflächenüberprägung durch Planierungsarbeiten bei der Rollfeldgestaltung und ehemalige Baumaßnahmen sind in früheren Arbeiten zur Bodenschätzung nicht berücksichtigt und wurden daher in dieser Arbeit durch separate Kartendarstellungen zusätzlich erfasst, haben jedoch heute nur punktuell Einfluß auf pflanzenbauliche Versuchseinstellungen.

Die Reichsbodenschätzung verwendet eine andere Einteilung der Bodenarten nach dem Anteil an abschlämmbaren Teilchen gegenüber der auf Körnungsdurchmesser basierten Klassifikation der bodenkundlichen Landesaufnahme (Rösch & Kurandt, 1950; KA 4, 1994). Daher müssen Angaben in der Karte der Bodenschätzung regelmäßig in neuere Klassifikationssysteme wie die KA4/KA5 übersetzt werden. Ebenso werden in der Reichsbodenschätzung die geologische Entstehungsart sowie Einwirkungen von Klima, ehemaliger Pflanzenbewuchs, Geländegestalt, Grundwasserbeeinflussung und Art der Nutzung durch eine Zustandsstufe berücksichtigt. Große Bereiche der FAL wurden zum Beispiel mit Sl 3D 48/40 bezeichnet, wobei Sl die Bodenart (anlehmiger Sand), 3 die Zustandsstufe (mittel), D die Gesteinsherkunft (hier eiszeitlich Diluvial) und die Zahlenabfolge das Verhältnis von Bodenzahl zu Ackerzahl wiedergibt. Die Zustandsstufe ist ein wesentlicher Maßstab für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit und den Wert der Böden für die landwirtschaftliche Nutzung und die steuerliche Veranlagung (Arens, 1960, Pfeiffer und Sauer, 2002). Unterschiede, die für die Ertragsfähigkeit des Bodens von Bedeutung sind, werden mit Wertzahlen (Bodenzahl) dokumentiert. Die Bodenzahl sind Verhältniszahlen von 1 bis 100 und bringen zum Ausdruck in welchem Verhältnis der Boden einer einzuschätzenden Fläche zu den besten in Deutschland vorkommenden Böden mit der Wertzahl 100 nach seiner Reinertragsfähigkeit steht. Diese wird mit einer Ackerzahl ergänzt die lokal vorkommende Ertragsunterschiede bedingt durch Klima, Geländegestaltung und anderen natürlichen Ertragsbedingungen wertmäßig berücksichtigt. Auf Grünland werden diese Wertzahlen als Grünland-Grundzahl und Grünlandzahl wiedergegeben. Bei der Bewertung des Grünlandes stellen auch die Vegetationszusammensetzung, das Klima und die Grundwasserverhältnisse ein wichtiges Bewertungskriterium dar. Aus der Entstehungsart, Bodenart und der Zustandstufe lassen sich nach Arens (1960) der jeweilige Bodentyp bereits ableiten. Für die Verhältnisse in der FAL können bei Diluvialstandorten mit Sand und anlehmigen Sand (Sl) Podsol-Braunerden, Gley-Braunerden und Pseudogley-Podsole erwartet werden, wie dies in früheren Karten auch dokumentiert wurde (Scheffer & Altemüller, 1965).



Abbildung 7: Übersichtskarte zur Reichsbodenschätzung



Die Karte der Bodenschätzung stellt für das Gelände der FAL Ackerböden dar, die aus dominierend anlehmigen Sanden (SI) und lehmigen Sanden (IS) bestehen und aus eiszeitlichen Diluvialuntergrund (D) entstanden, die in der Regel die mittlere Zustandsstufe 2 bis 3 aufweisen. Auf dem Gelände gibt es starke Wechsel zwischen den Bodenarten und eine große Spannweite in den Boden- bzw. Ackerzahlen von 21 (30) - 49 Bodenpunkten (Abbildung 7). Hierbei korreliert die Wertzahl sehr eng mit dem Anteil des Lehms im Boden. Die Zustandsstufe kann auf ehemaligen Waldbereichen und auf durch Stauwasser beeinflussten oder sehr flachgründigen Flächen von Stufe 3 auf die Stufen 4 und 5 (Bereiche

geringer Entwicklung) sinken. Als Bodentypen werden Haftpseudogleye bzw. Pseudogleye unterschiedlicher Ausprägung, Bänderparabraunerden, Parabraunerden und Braunerden ausgewiesen. Hierbei wird insbesondere auf die im Gelände vorherrschende zeitweilige Staunässe zum Teil auch auf Grundwassereinfluss eingegangen. Der Haftpseudogleys ist in der deutschen Klassifikation definiert für schluff- und feinstsandreiche Böden mit zeitweiliger Vernässung und langer Feuchtphase, die keine Differenzierung in Stauwasserleiter und Stauwassersohle zulassen (Arbeitskreis Bodensystematik, 1998). Haftnässe tritt im Gelände nach der Bodenschätzung vor allem in zentralen Bereichen auf, ist aber nach Auskunft des Autors der Reichsbodenschätzung teilweise auch durch Grundwasserzufluß beziehungsweise durch Stauschichten beeinflusst (Gehrt, 2004).

Im Vergleich zur nun vorliegenden Bodenkarte erwiesen sich in der Karte der Reichsbodenschätzung die Tiefenabgrenzung der äolisch geprägten Bodendecke zum sandigen Unterboden sowie die Berücksichtigung der Feuchteverhältnisse für die Auswahl der Leitprofile als richtig, nicht jedoch die angegebenen Bodenarten. Ebenso zeigten einzelne Einheiten der Reichsbodenschätzung häufig Störungen durch tiefgreifende Bodenbewegung oder Auftrag auf. Die deutlich höhere Bodenbewertung (> 45) auf diesen Flächen ist daher noch zu hinterfragen. Auch die Bereiche mit flachgründigen bzw. sandigen Bodenmaterial sind überwiegend korrekt abgegrenzt worden. Unterschiede in den Wertzahlen konnten auf wechselnde Geländegestaltung, Vornutzung, Humusgehalt, wechselnde Standortverhältnisse, unterschiedliche Steingehalte, Beschattung durch Wald und unterschiedliche Hydrologie zurückgeführt werden.

### **3 Bodenkundliche Standortkarte der FAL**

In der Karte sind Polygonflächen mit fortlaufender Standort-Einheitsnummer und den entsprechenden Erläuterung verzeichnet (Abbildung 8). Zu jeder Standorteinheit (Nummer) wurden in eigenen Kapiteln die charakteristischen Eigenschaften und differenzierenden Merkmale zu anderen Einheiten angegeben (Sauerbeck, 2005). Grundlage der Außenarbeiten waren mehrfach bereits vorhandene analoge Karten, die im Rahmen dieser Arbeit digitalisiert wurden. Hierzu zählen auch historische Unterlagen, die für die Deutung der heutigen Unterschiede von Bedeutung sind sowie die Auswertung von einer Reihe von Luftbildern zum Gelände seit 1935, die sich im Besitz des Autors befinden. Die jeweiligen Herkünfte sind im Quellenverzeichnis angegeben. Die Grenzen der einzelnen Einheiten beruhen auf Unterschieden in der dominierenden Körnung und Schichtung, geologischen Substrat (glazifluviatile Ablagerungen, Geschiebelehmvorkommen, Mittelterrasse), Horizontaufbau, hydrologischen Bedingungen, Vornutzung und Grenzen von Leitfähigkeitszonen. Vielfach erwies sich die Grenzföhrung der Reichsbodenschätzung als korrekt und wurde daher beibehalten. Dies hat auch den Vorteil, das diese auf einem Raster von 50 m vorgenommene flächendeckende Darstellung im Kern erhalten blieb und jede Standorteinheit den im Jahr 1986 vergebenen Schätzwerte zugeordnet werden konnten. Dennoch wäre vor allem auf den anthropogen veränderten Flächen sowie im nordöstlichen Bereich der FAL eine Nachschätzung sinnvoll.

Für den Bereich des Hauptfeldes herrschen Bänderparabraunerden und Braunerden vor, wobei die Braunerden meist aus sandigem Substrat bestehen und bei höheren Steingehalten, Flachgründigkeit und geringerem Humusgehalt dem Braunerde-Regosol zugeordnet wurden, um insbesondere den höheren Steingehalt und Sandanteil stärker hervorzuheben (Abbildung 7). Ähnlich wurde bei den Übergangstypen zum Pseudogley verfahren, um hier einmal Hinweise für Staueffekte durch im Unterboden vorkommenden Geschiebelehm und damit

geologische Wechsel im Unterboden sowie die Möglichkeit zu längeren Feucht- und Naßphasen mit der Rückwirkung hinsichtlich Bodenverschlammung zu geben. Die in der Karte verzeichneten Gleye und Übergangsformen sind nur begrenzt heute noch aktiv und meist als reliktsch anzusehen. Bei der Verwendung dieses Typs spielt einmal die Obergrenze des mehr oder weniger stark rostfleckigen Go-Horizontes eine Rolle, aber auch Raseneisensteinartig verfestigte, meist wasserstauende Eisenoxidbänke, die aus nachweislich lateralen Wasserzuströmungen entstanden sind, sowie Auswertungen zum Teil sehr alter Nutzungskarten aus dem 18. Jahrhundert sowie das heutige Relief. Im Bereich der FAL befinden sich kleinräumig verteilt Bereiche mit Hydromorphieerscheinungen, die zum einen Grundwasserzufluß zum anderen aber auch Stauwasser durch geringere Durchlässigkeit des Unterbodens (Schichtwasser) zuzuschreiben sind. Diese Bereiche wurden mit dem Bodentyp Gley-Pseudogley näher charakterisiert. Kolluvisole entstanden im Gelände einmal durch natürliche Erosions- und Auflandungsvorgänge (in den Rinnen) aber auch durch anthropogene Umlagerung im Rahmen der Planierung des Flugfeldes im Jahr 1936 bzw. Aufschüttungen. Rigosole sind meist Relikte ehemaliger, teilweise durch Luftbilder nachweisbare, Spargelfelder sowie in einem Teilbereich auch Störungen bedingt durch archäologische Notgrabungen. Auf den nördlichen Versuchsfeldern lassen sich bis zu 4 ehemalige Sandgruben nachweisen, die später verfüllt wurden.

Die kartierte Fläche im Gelände der FAL umfasst ca. 216 ha und damit von wenigen Ausnahmen abgesehen die gesamte Bewirtschaftungsfläche. Die Verteilung der Bodentypen gliedert sich in der Fläche und im Anteil wie folgt:

Bodentypen	Fläche in ha	Flächenanteil %
Bänderparabraunerde	62,2	28,8
Pseudogley-Bänderparabraunerde und Haftpseudogley	41,8	19,3
Braunerde	35,6	16,5
Braunerde-Regosol	20,9	9,7
Gley-Braunerde	15,8	7,3
Gley-Kolluvisol	14,1	6,5
Kolluvisol	8,5	3,9
Anmoor und Anmoor-Gley/Gley-Pseudogley	7,8	3,6
Rigosol	5,4	2,5
Pseudogley	3,8	1,8

Die Standortcharakteristik der FAL weist im Osten und Nordosten grundwasserbeeinflusste Standorte auf, die durch zwei markante häufig mit Sand verfüllte, Erosionsrinnen durchschnitten werden (Abbildung 7). In diesen Bereichen wirkt sich noch die nordöstlich gelegene Okeraue hydrologisch aus. Die Kuppenlagen im Norden sind anthropogen überprägt und weisen meist geköpfte Bodenprofile auf. Der südliche und zentrale Bereich ist durch zeitweiliges Stauwasser geprägt, das sich über einer großen Geschiebelehmrinne ansammelt. Im Westen sind die Standorte meist trockener. Dort ist jedoch der natürliche Gebietsabfluß zur westlich gelegenen Aue seit dem Bau des Schießkanals unterbrochen und führt daher zu zeitweiligen Wasserstau in dem östlich vom Schießkanal vorhandenen Grünland. Das Gelände ist durch 4 auf Luftbildern identifizierbaren Sandgruben, zwei bis zu 2 m verfüllte Senkenbereiche, einige durch ehemalige Flugzeughallen verdichtete Flächen sowie einige ehemalige Flakstellungen gestört. Mehrere heute ungenutzte Strom- und Telephonkabeltrassen kreuzen Versuchsfelder, wirken sich jedoch kaum störend auf den Versuchsbetrieb aus. Für das Gelände wurden 75 Bodeneinheiten identifiziert und detailliert beschrieben,

wobei im Folgenden nur eine Kurzfassung mit dem dominierenden Bodentyp und charakteristischen Eigenschaften wiedergegeben ist.

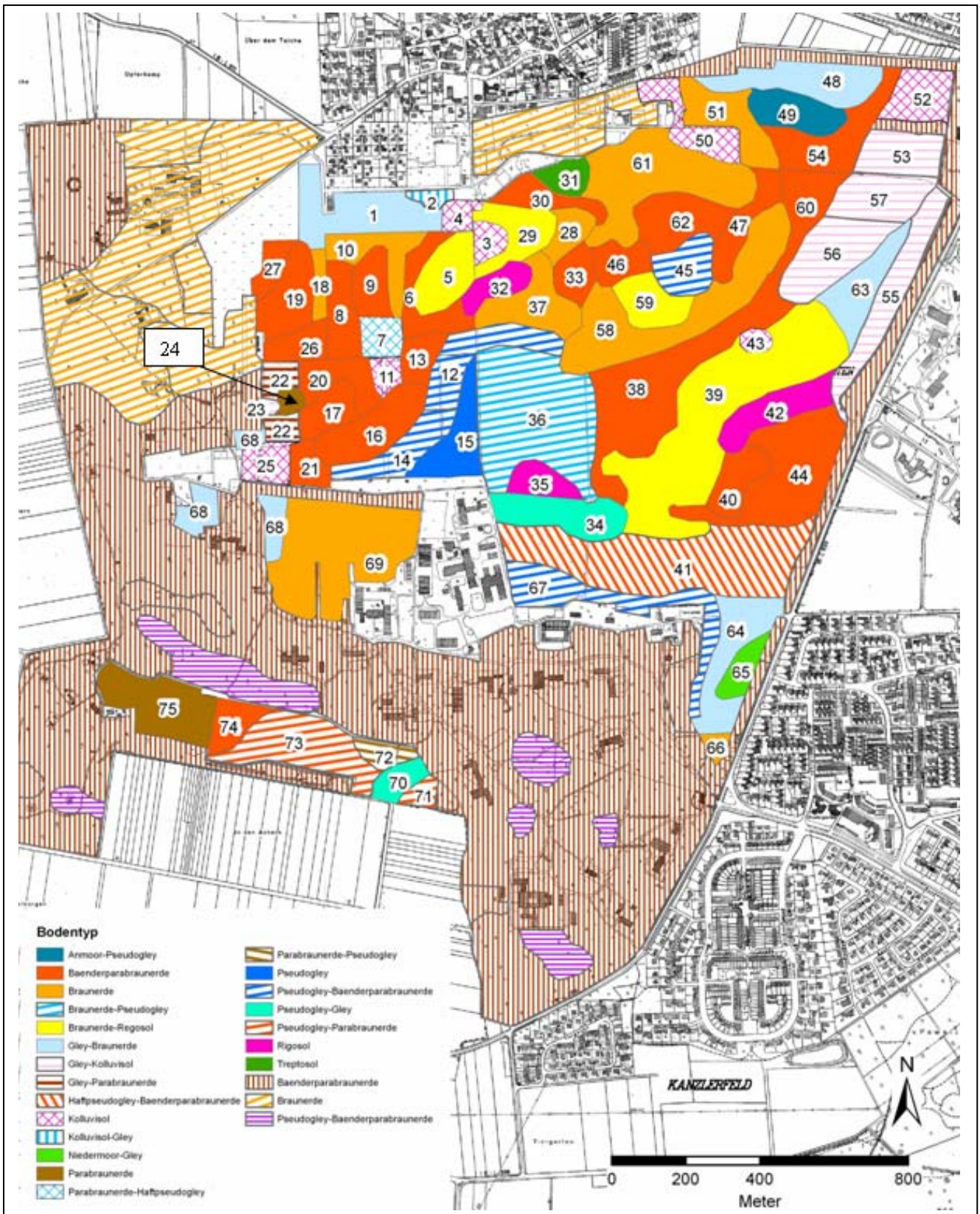


Abbildung 8: Übersichtskarte zu Bodentypen und Standortseinheiten (Nummer) innerhalb der FAL

### 3.1 Kurzübersicht der Einheiten auf Bodentypenkarte

(dominierender Bodentyp ohne Begleitbodentypen)

#### **Einheit 1, Gley-Braunerde:**

Profil: Ap-Bv-Go-Gmso-Gor

Anmerkungen:

verbraunter Unterboden mit Grundwassereinfluß (Gley)

teilweise verdichtet durch ehemalige Flugzeughallen (Hangars)

#### **Einheit 2, Kolluvisol-Gley:**

Profil: Ap-MGo-Gor

Anmerkungen:

Bodensenke mit Bodenaufandung durch Erosionsabtrag, Grundwassereinfluß

#### **Einheit 3, Kolluvisol:**

Profil: Ap-MBv-M

Anmerkungen:

verfüllte ehemalige Sandgrube, mächtiger >1m tiefer Bodenauftrag

#### **Einheit 4, Kolluvisol:**

Profil: Ap-M-Bv

Anmerkungen:

Sandauftrag (M), ehemalige Gebäude der LFA und Anlagenreste

#### **Einheit 5, Braunerde-Regosol:**

Profil: Ap-Bv(Al)-Cv-IIBbt

Anmerkungen:

steiniger und kiesiger Oberboden durch anthropogenen Abtrag, trocken,

1940-45 Anlage einer Landebahn , sehr flachgründig und geringmächtiger Bv

#### **Einheit 6, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-AlSg-Bbt

Anmerkungen:

Tonverarmung (Al) und bänderförmige Tonanreicherung (Bbt) im Unterboden

Haftnässe im Unterboden, Sandlößmächtigkeit 60 cm

#### **Einheit 7, Parabraunerde-Haftpseudogley:**

Profil: Ap-AlSg-BbtSg-Cv

Anmerkungen:

Tonverarmung (Al) und bänderförmige Tonanreicherung (Bbt)

ausgeprägte Haftnässe im Unterboden (Sg) mit Vernässung und

Verschlämmung im Oberboden,

#### **Einheit 8, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-SgAl-Bbt

Anmerkungen:

Tonverarmung (Al) und bänderförmige Tonanreicherung (Bbt)

Schluffanreicherungsänder im Unterboden

**Einheit 9, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-AlSg-BbtSg

Anmerkungen:

Tonverarmung (Al) und bänderförmige Tonanreicherung (Bbt)  
feinsandiger Unterboden, strukturlabil, ausgeprägte Haftnässe im Unterboden  
rasche Abtrocknung im Oberboden

**Einheit 10: Braunerde:**

Profil: Ap-Bv-Sg-Bbt

Anmerkungen:

tiefliegende (> 1m Tiefe) Tonanreicherungsänder, trockene, sandige  
verbraunte Oberböden, Haftnässe im Unterboden

**Einheit 11, Kolluvisol:**

Profil: Ap-M(R)-Al-BbtSg

Anmerkungen:

Anthropogener Bodenauftrag (M) und Spargelanbau (Rigolen, R),  
Tonverlagerung und bänderförmige Anreicherung im Unterboden  
Ehemaliger Waldstandort (Rodung nach 1850)

**Einheit 12, Pseudogley-Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-AlSw-Sw-BtSd

Anmerkungen:

Tonverlagerung und Anreicherung im Unterboden, Sandlößmächtigkeit 40 cm,  
Wasserstau (Sd) durch Geschiebelehmuntergrund, Marmorierung im  
Unterboden (Stauwasserleiter, Sw)

**Einheit 13, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-Bbt

Anmerkungen:

Mächtigerer Lössanddecke bis 50 cm, verbreitet Auftreten einer Flugsand-  
schicht unter dem Bearbeitungshorizont Ap

**Einheit 14, Pseudogley-Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-SwAl-SwdBbt

Anmerkungen:

Tonverlagerung und Anreicherung oberhalb Geschiebelehm  
Geschiebelehm im Untergrund bei 60-80 cm Tiefe,  
Wasserstau (Sw), Lössandauflage mit Flugsand im Untergrund

**Einheit 15, Pseudogley:**

Profil: Ap-Al-Sw-Sd

Anmerkungen:

Geschiebelehm in 70-80 cm Tiefe, Wasserstau mit Verschlammung des  
Oberbodens

**Einheit 16, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-Bbt

Anmerkungen:

Tonverlagerung und bänderförmige Anreicherung im Unterboden,  
Lössandauflage bis 50 cm über Schluffband, schwache Haftnässe

**Einheit 17, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-R-SgBbt

Anmerkungen:

Tonverlagerung und bänderförmige Anreicherung im Untergrund flachgründig und sandreich, Spargelanbau (rigolen R), trocken

**Einheit 18, Braunerde:**

Profil: Ap-Bv-Cv

Anmerkungen:

Tiefe Tonanreicherung im Unterboden, verbraunter Unterboden, Sandlößmächtigkeit bei 60 cm

**Einheit 19, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-IIAl-AlSg-Bbt

Anmerkungen:

tief liegende Tonanreicherungsbänder, Flugsandhorizont (II Al) unter Sandlößdecke

**Einheit 20, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-SgAl-Bbt

Anmerkungen:

höherer Schluffgehalt im Oberboden, schwache Haftnässe im Unterboden bei tief liegenden Tonanreicherungsbändern

**Einheit 21, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-IIAl-Cv-Bbt

Anmerkungen:

Flugsandhorizont unter Al (II Al), tief liegende > 70 cm Bodentiefe Tonanreicherungsbänder, Störungen durch eh. Spargelanbau

**Einheit 22, Gley-Parabraunerde:**

Profil: Apr-Ahl-Al-GoAl-Gor

Anmerkungen:

flache Hänge nach Westen, tief liegende Tonanreicherung, lateraler Grundwasserzufluß, möglicherweise Schmelzwasserrinnen im Untergrund mit tonigen Schluffablagerungen

**Einheit 23, Gley-Kolluvisol:**

Profil: Ap-Apr-MGo-Gor

Anmerkungen:

Senkenbereich in Abflussrinne nach Westen, Rückstau durch Schießkanal, Substanzauftrag durch natürliche Erosion (M),

**Einheit 24, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-AlSg-Bt

Anmerkungen:

Tonanreicherung ab 60 cm Tiefe, Bodenwelle, Oberboden sandiger und trocken

**Einheit 25, Kolluvisol:**

Profil: Ah/Apr-M-MSg-M

Anmerkungen:

Weide, tiefgründiger Auftrag mit Fremdmaterial und Planierung für Flughallenvorfeld (LFA), Ehemalige Abflussrinne nach Westen, Haftnässe im Unterboden

**Einheit 26, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-Bbt

Anmerkungen:

Tonverlagerung und bänderförmige Anreicherung im Untergrund  
Tonanreicherung ab 60 cm Tiefe, möglicherweise Schmelzwasserrinnen mit schluffigen Tonen im Untergrund, durch Bautätigkeit gestört

**Einheit 27, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Apr-Al-IISgAl-Bbt

Anmerkungen:

Tonanreicherung in 60 cm Tiefe in Grobsand und Kiesbändern,  
Flugsandschicht unter Lösssanddecke,

**Einheit 28, Braunerde:**

Profil: Ap-(Bv)-SgCv-Gmso

Anmerkungen:

Flachgründig mit hohem Sandanteil im Oberboden  
Profil verkürzt durch Planierung einer Startbahn, höhere Bodenfeuchte als in Einheit 29 durch Haftnässe im Unterboden, reliktsche Raseneisensteinanreicherung

**Einheit 29, Braunerde-Regosol:**

Profil: Ap-(Bbt)Cv

Anmerkungen:

Profil anthropogen verkürzt durch Anlage einer Landebahn, hoher Stein und Kiesanteil im Boden, verdichtet, Ap-Horizont heute im ehemaligen Al

**Einheit 30, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-(Al)-Bbt

Anmerkungen:

Flachgründig bis 40 cm, teilweise fehlender Al-Horizont, Trocken, möglicherweise Schmelzwasserrinnen mit schluffigen Tonen

**Einheit 31, Treptosol:**

Profil: Ap-M-Hn-Cv

Anmerkungen:

Tief umgebrochene Sandmischkultur über Niederungsmoortorfen (Hn)

**Einheit 32, Rigosol:**

Profil: Ap-R-Cv

Anmerkungen:

Erhöhte Humusgehalte bis in tiefere Bodenzonen (60-90 cm), eh. Spargelanbau (Rigolen) und Auftrag durch Landebahnbau



**Einheit 33, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-Bbt

Anmerkungen:

flachgründig, hoher Sandanteil im Oberboden, Tonanreicherung (Bbt) ab 60 cm Tiefe, Trocken

**Einheit 34, Pseudogley-Gley:**

Profil: Ap-Sw-SdGo-Go

Anmerkungen:

Stauereffekt durch einen schluffreichen dichten Unterbodenhorizontes (SdGo) mit starker Marmorierung des Sw-Horizontes, Grundwasserzufluß und Gley-Horizonte im Unterboden

**Einheit 35, Rigosol:**

Profil: Ap-R-Bv-Cv

Anmerkungen:

mächtige Sandlößauflage bis 80 cm Tiefe, Notgrabung zur Bergung eines eisenzeitlichen Gräberfeldes, Spargelanbau mit tiefgründigen Rigolen

**Einheit 36, Braunerde-Pseudogley:**

Profil: Ap-BvSw-Sd

Anmerkungen:

tief liegende Geschiebelehmsschicht (70 cm Tiefe), Staunässe im Unterboden (Sw), teilweise Flugsand unter Ap-Horizont

**Einheit 37, Braunerde:**

Profil: Ap-Bv-Cv

Anmerkungen:

Flugsandschicht unter Lößsandschicht, Trocken, Lößsandauflage 30-60 cm mächtig

**Einheit 38, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-IIAlSg-Bbt

Anmerkungen:

Flugsandschicht unter Sandlößdecke gebleicht, Kryoturbation im Bbt-Horizont, lateraler Grundwasserzufluß aus Südost im Bbt,

**Einheit 39, Braunerde-Regosol:**

Profil: Ap-Bv-Cv

Anmerkungen:

flachgründig und trocken, hoher Sandanteil im Oberboden, Eiszeitliche mit Sand gefüllte Rinne, tief liegende Bbt-Horizonte

**Einheit 40, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-Bbt

Anmerkungen:

Durchwurzelung durch Raseneisensteinbank in 60 cm Tiefe eingeschränkt, lateraler Grundwasserzustrom

**Einheit 41; Haftpseudogley-Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-II AlSg-BbtSg

Anmerkungen:

Flugsandschicht unter Sandlößdecke, nach Süden nimmt die Sandlößmächtigkeit zu, teilweise Sandstreifen im Oberboden, im Osten Leitungstrassen  
Tonverlagerung mit tief liegender bänderförmiger Anreicherung

**Einheit 42, Rigosol:**

Profil: Ap-R-Cv

Anmerkungen:

Erosionskante, eh. Spargelanbau, Tiefgründige Humusanreicherung bis 70 cm, Auftreten von Kreidemergelsteinen

**Einheit 43, Kolluvisol:**

Profil: Ap-M-Bv-Cv

Anmerkungen:

Ehemalige Sandgrube, mit Fremdmaterial aufgefüllt

**Einheit 44, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-SgAl-Bbt-Cv

Anmerkungen:

Profil durch natürliche Bodenerosion verkürzt, Grundwasserzustrom von Osten mit Vergleyung im Unterboden im östlichen Bereich

**Einheit 45, Pseudogley-Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-AlSw-BtSd-Sw-BtSd

Anmerkungen:

Profilverkürzung durch Erosion (Kuppe) und anthropogenen Abtrag (Landebahn), Staunässe bis in den Oberboden

**Einheit 46, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-SgCv-Bbt

Anmerkungen:

Lößsandmächtigkeit 60 cm, teilweise Spargelanbau

**Einheit 47, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-Bbt

Anmerkungen:

Tiefgründige Tonanreicherung ab 70 cm, Ackerterrasse der Gemarkung Völkenrode nach Watenbüttel, Landebahnauftrag

**Einheit 48, Gley-Braunerde:**

Profil: Ap-Bv-SgBv-Gmso

Anmerkungen:

Sande und Kiese der Mittelterrasse im Untergrund, Randbereich eines ehemaligen nördlich gelegenen Niedermoores, starke Vergleyung des Unterbodens ab 80 cm Tiefe, Grundwassereinfluß

**Einheit 49, Anmoor-Pseudogley:**

Profil: Ah/Apr-fAa-Sw-Swd

Anmerkungen:

Sand und Kiese der Mittelterrasse mit Schmelzwasserrinne mit dichten tonigen Schluffen (Swd-Horizont) im Untergrund, starke Staunässe mit Anmoorbildung, Humusanreicherung im Oberboden

**Einheit 50, Kolluvisol:**

Profil: Ap-M-CvGo

Anmerkungen:

teilweise Tonanreicherung im Unterboden, Bodenauftrag, Grundwassereinfluß im Unterboden

**Einheit 51, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-Bbt-Go

Anmerkungen:

Tief liegende Tonanreicherung in kiesigen Schichten, im Westen durch LFA-Anlagen gestört, Sande und Kiese der Mittelterrasse im Untergrund

**Einheit 52, Kolluvisol:**

Profil: Ap-M-CvGo

Anmerkungen:

Sandiger Oberboden und Bodenauftrag als Grünlandmelioration, schwache Podsolierung des Oberbodens, Sande und Kiese der Mittelterrasse im Untergrund

**Einheit 53: Gley-Kolluvisol:**

Profil: Ap-M-Gor

Anmerkungen:

Kolluvialer Auftrag durch Bodenerosion, Sand und Kiese der Mittelterrasse im Untergrund, sandiger Oberboden

**Einheit 54: Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-Bbt

Anmerkungen:

Schmelzwasserrinne mit tonigen Schluffen, starke Vergleyung im Untergrund, Sand und Kiese der Mittelterrasse im Untergrund

**Einheit 55, Gley-Kolluvisol:**

Profil: Ap-M-BvGo-Go

Anmerkungen:

Bachau mit schluffreichen Oberbodenmaterial, Vergleyung des Unterbodens ab 60 cm Tiefe, Akkumulation von erodiertem Bodenmaterial

**Einheit 57, Gley-Kolluvisol:**

Profil: Ap-M-Go-Cv-Gmso-Gr

Anmerkungen:

Erosionsrinne mit kolluvialer Überdeckung durch Erosion, Grundwassereinfluß mit Raseneisensteinbildung im Unterboden

**Einheit 58, Braunerde:**

Profil: Ap-SgBv-SgCv

Anmerkungen:

langgestrecktes Sandband mit sandigen, meist trockenen Böden, teilweise tiefe Tonanreicherung, flachgründige Standorte

**Einheit 59, Braunerde-Regosol:**

Profil: Ap-(Bv)-Cv

Anmerkungen:

sehr flachgründig mit hohem Sandanteil, steiniger Oberboden, Profil verkürzt durch Bodenabtrag bei Landebahnerstellung

**Einheit 60, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Alh-Al-II AlSg-Bbt

Anmerkungen:

Flugsandanreicherung unter Lösssanddecke (II AlSg) ab 60 cm Tiefe gebleicht, Erosionskante, ehemalige Schmelzwasserrinne mit tonigen Schluffen und Reduktionshorizonte im Unterboden

**Einheit 61, Braunerde:**

Profil: Ap-Bv-Go

Anmerkungen:

meist sandige Böden mit < 50 cm mächtiger Lösssanddecke, trocken

**Einheit 62, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Apr-Al-Bbt-Cv

Anmerkungen:

flachgründig 30 – 50 cm, planiert zur Anlage einer Landebahn und Erosion, teilweise Bbt-Horizont unter Ap, verdichtet, trocken

**Einheit 63, Gley-Braunerde:**

Profil: Ap-Bv-GoBv-Go

Anmerkungen:

schwacher Rücken zwischen eh. Bachau und Erosionsrinne, feuchter, Schluffbänder im Unterboden

**Einheit 64, Gley-Braunerde**

Profil: Ap-Bv-GoBv-Gmso

Anmerkungen:

Im Norden eh. gerodete Obstbaumanlage, starker Grundwassereinfluß (Vergleyung) ab 50-70 cm Tiefe, Grundwasserzustrom aus Osten

**Einheit 65, Niedermoor-Gley:**

Profil: Ap-fAa(Hn)-Go-Swd

Anmerkungen:

Niederungsmoorreste, Grundwasserzufluß aus Osten, im Untergrund Geschiebelehmreste mit Stauwirkung

**Einheit 66, Braunerde:**

Profil: Ah-Apr-BvCv-Cv-Go

Anmerkungen:

trocken, sandiger Oberboden, Schluffbänder im Unterboden

**Einheit 67, Pseudogley-Bänderparabraunerde:**

Profil: Ah-Al-AlSw-BbtSwd

Anmerkungen:

höherer Schluffgehalt im Oberboden, stark verdichtete, bänderförmige Tonanreicherung im Unterboden, Stauwassereinfluß im Unterboden, Wasserzustrom aus Südost

**Einheit 68, Gley-Braunerde:**

Profil: Ah/Apr-Bv-BvGo-Go

Anmerkungen:

teilweise Waldrodung seit 1947, hoher Schluffgehalt im Unterboden bis 60 cm, ehemalige Abflussrinne nach Westen, Grundwassereinfluß ab 80 cm Tiefe (Vergleyung), schwache Podsolierung, Weide

**Einheit 69, Braunerde:**

Profil: Ah/Apr-Bv-Cv-Sg

Anmerkungen:

teilweise Ackerland (1750) später Forst und Rodung 1947, hoher Schluffgehalt bis 70 cm Tiefe, Haftnässe im Unterboden im Osten, Weide

**Einheit 70, Gley-Pseudogley:**

Profil: Ap-Go-Sw-Swd

Anmerkungen:

Geschiebelehm ab 60 cm Tiefe, ehemalige Bachaue, starker Grundwasserzustrom aus SO (Vergleyung ab 30 cm Tiefe), Staunässe

**Einheit 71, Pseudogley-Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-Sw-Sd

Anmerkungen:

Staunässe ab 50 cm Tiefe, Geschiebelehmschicht ab 60 cm Tiefe, Staunässe im Unterboden

**Einheit 72, Bänderparabraunerde-Pseudogley:**

Profil: Ap-Al-AlSw-Swd

Anmerkungen:

Schluffhorizonte im Unterboden, Geschiebelehmschicht ab 70 cm Tiefe, trockener aber teilweise Staunässe

**Einheit 73, Pseudogley-Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-AlSw-Sw-Swd

Anmerkungen:

Tonverlagerung und Anreicherung oberhalb des Geschiebelehms, Geschiebelehmschicht ab 80 cm Tiefe

**Einheit 74, Bänderparabraunerde:**

Profil: Ap-Al-Bbt-Sw

Anmerkungen:

Tonanreicherungshorizonte ab 60 cm Tiefe, sandiger Unterboden unter Sandlößdecke, trockener da kaum Staunässe

**Einheit 75, Bänderparabraunerde (Parabraunerde):**

Profil: Ap-Al-Bbt-Cv-Bbt

Anmerkungen:

Tonanreicherung ab 70 cm Tiefe, trockener, sandige Unterböden, Sandlößdecke 50 – 60 cm mächtig, Waldrodung (1948), trocken

**3.2 Überblick zur Korngrößenverteilung**

Die Korngrößenverteilung und Bodenartbestimmung erfolgte in der Feldbegehung über die Fingeranalyse. Die Kartendarstellung im Intranet der FAL zeigen die Verteilung der Bodenarten im Gelände der FAL für die Tiefen 40, 50, 60, 70, 80, 90 und 100 cm Tiefe. Im nördlichen Teil der FAL herrschen im Oberboden die Bodenarten Su3 und Su2 vor. Partiiell lassen sich auch Bodenarten mit SI2 bei oberflächennahen Schmelzwasserrinnen auch SI3 nachweisen. Schluffreiche Oberböden mit meist Su4, vielfach auch mit höheren Schluffgehalten zwischen Slu und Us sind besonders im Bereich der Flurstücke Rodung, Waldweide und Südfeld anzutreffen. Zwei markante Sandkuppen befinden sich im nördlichen Bereich der Versuchsstation mit sehr flachgründigen Standorten. Ab 60 cm Tiefe ist besonders im westlichen Bereich der FAL mit höherem Sandanteil zu rechnen, die zum Teil bereits mit ersten Grobsand und Kiesbändern durchsetzt sind. Tiefgründigere Standorte mit höheren Schluffgehalten auch unterhalb von 50 cm befinden sich vor allem im nordöstlichen Bereich sowie im südlichen Bereich der FAL. In den Karten wurden auf Grund der heterogenen Verteilung der Schluffbänder die Bodenarten Uls, Slu, Us und Su4 einheitlich mit einer Farbe gekennzeichnet, wobei zum Teil auch Su3 vorkommt. Ab 70-80 cm Tiefe können drei Phänomene im Bereich der FAL beobachtet werden: Im westlichen Teil treten mit Eisenoxiden angereicherte Eisenoxidbänder mit zum Teil höheren Tongehalten meist als Bbt-Horizont auf; verfestigte Raseneisensteinhorizonte mit dichten Lehmbändern sind vor allem im zentral-nördlichen Bereich der FAL anzutreffen; Geschiebelehm mit höheren Tongehalten tritt vor allem im südlichen Bereich der Versuchsstation auf und streicht bis in das Südfeld hinein. Vereinzelt wurden im westlichen und nördlichen Bereich Tonlinsen in dieser Tiefe vorgefunden, die meist zu Staunässe führen. Die Bodentiefen 90 - 100 cm zeigen nahezu unveränderte Bodenartenverteilung. Insbesondere nimmt ab diesen Tiefen der Anteil von Grobsand- und Kiesbänder zu mit einem partiell deutlich erhöhten Tongehalt (Eisen-Tonbänder: Bbt-Horizont). Die Bänder können unterschiedliche Mächtigkeit bis 40 cm erreichen und werden meist von Mittelsandschichten getrennt. Wichtig aus Gründen der Durchwurzelbarkeit und Hydrologie erscheint der Bodenartwechsel in 70 bis 80 cm Tiefe, der eine deutliche Zonierung des Geländes aufzeigt und sich auch durch die später erläuterte Zonierung der elektromagnetische Leitfähigkeit räumlich deckt (Abbildung 9).

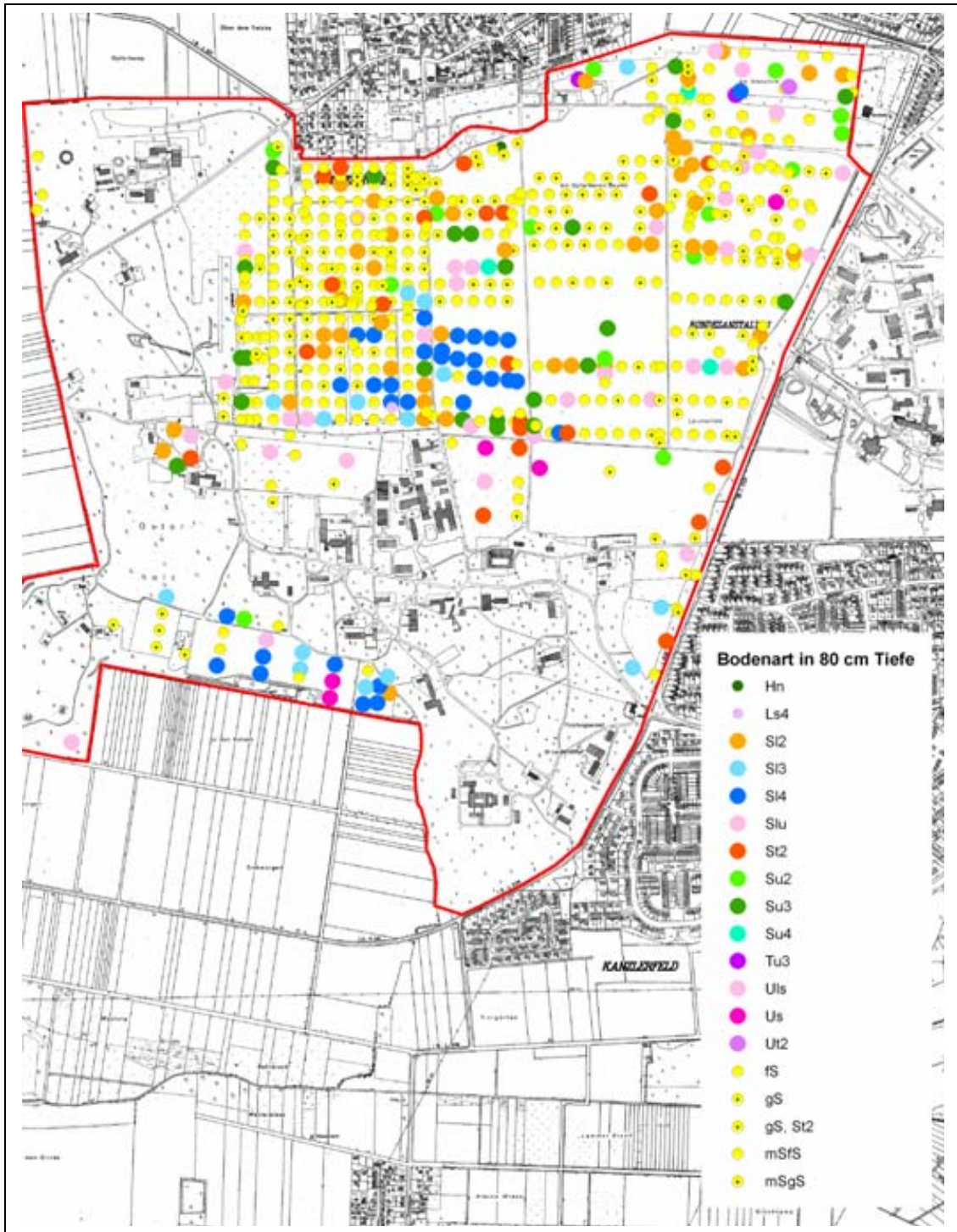


Abbildung 9: Bodenartenverteilung in 80 cm Tiefe im Gebiet der FAL und Grenzen der Bodeneinheiten

#### 4 Einheiten der forstkundlichen Standorttypen innerhalb der FAL

Die Waldkartierung zeigt überwiegend Bänderparabraunerde als Bodentyp. Nur im Nordwesten kommen auf sandigem Boden Braunerden vor (Abbildung 10). Die Grenze setzt sich auch auf den Ackerflächen fort, wobei die südlichen Flächen des Hauptfeldes deutlich feuchter sind. Die Einheiten der Waldkartierung sind in der folgenden Tabelle 2 zusammengefaßt:

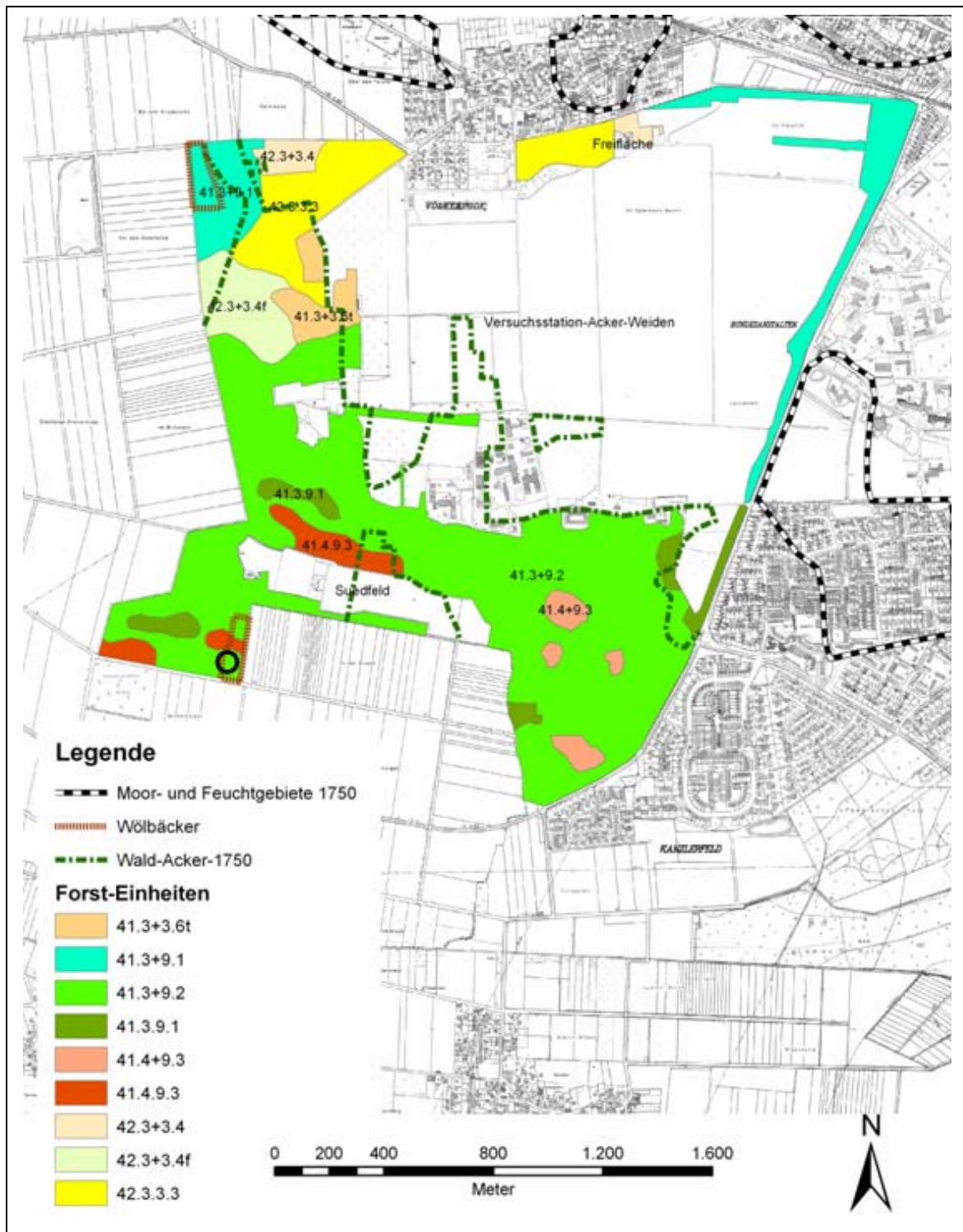


Abbildung 10: Waldeinheiten, Feuchtgebiete und Grenzveränderungen seit 1770 im Bereich der FAL mit Markierung zu Photo 1 (n. Bundesforstamt, 2003)



Tabelle 2: Einheiten der forstkundlichen Standorttypen (Waldeinheiten)

<b>Nummer</b>	<b>Bodentyp</b>	<b>Horizontabfolge</b>	<b>Geologie</b>	<b>Ökol. Feuchte</b>
413.91	Bänderparabraunerde	Ah-Al-Bbt-Cv	Lo-Los-Sgf	Frisch
413.92	Bänderparabraunerde	Ah-Al-Bbt-IIBv	Lo-Sg	Frisch
414.93	Pseudogley- Bänderparabraunerde	Ah-Al-SwBbt- SwdBbt-Cv	Lo-Lg	Frisch
413.36t	Braunerde	Ah-Bv-Cv	Sg-Sgf	mäßig Frisch
423.33	Braunerde	Ah-Bv-Cv	Sa-Sg-Sgf	mäßig Frisch
423.34	Podsol-Braunerde	Aeh-Bv-Cv	Sa/Lo-Sg-Sgf	mäßig Frisch

Lo: Sandlöß; Los: Löß-Sand; Sa: Flugsand; Sg: Geschiebedecksand; Sgf: glazifluviatiler Sand  
n. Bundesforstamt, 2000

Die größte Fläche unter Wald (109 ha) nehmen Bänderparabraunerden der Einheit 413.92 ein, sehr frische und nachhaltig frische, mäßig mit Nährstoffen versorgte Standorte aus 30-100 cm mächtigen verlehmtm Löss über Geschiebedecksanden. Darin eingelagert sind meist auf Geschiebelehm stockende Waldbereiche mit schwach pseudovergleyten Bänderparabraunerden der Einheit 414.93 (10 ha), die als sehr frische und nachhaltig frische, ziemlich gut mit Nährstoffen versorgte Standorte aus 20-70 cm mächtigen verlehmtm Löss über Geschiebelehm gekennzeichnet wurden. Im Nordwesten des Waldgebietes dominieren Braunerden der Einheit 423.33 (22 ha), die als mäßig frische, mäßig mit Nährstoffen versorgte Standorte aus über 50-80 cm mächtigen, schwach verlehmtm Geschiebedecksanden über unverlehmtm Schmelzwassersande charakterisiert wurden (Bundesforstamt, 2000).

Die Waldgrenze um 1750 reichte damals noch weit nach Norden in den Bereich der heute vom Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft genutzten Versuchsfläche. Meist sind diese Bereiche im Unterboden pseudovergleyt und weisen niedrigere Zustandsstufen bzw. Bodenzahlen als im Umfeld in der Reichsbodenschätzung auf. Der westliche Bereich des Flurstückes "Rodung" befand sich unter wechselnde Nutzung als Ackerland aber auch Forst und hat meist einen mächtigeren Ah bis in 30 cm Tiefe. Das Südfeld wurde offenbar sukzessive nach Osten und Westen durch Rodungen erweitert. Der Bereich westlich der alten Biogasanlage ist noch relativ junges Ackerland seit 1948.

Die Waldbereiche sind durch einige Besonderheiten gekennzeichnet. Durch die mittelalterliche Besiedlung wurden zeitweilig auch Grenzertragsstandorte unter Kultur genommen. Durch einseitige Pflugrichtung und unausgereifte Pflugtechnik entstanden Langäcker. Die Mitte der als Wölbäcker bezeichneten Langäcker kann bis zu 60 cm über der zwischen den Ackerstreifen liegenden Grabensohle liegen und sich von der meist ebenen Umgebung abheben. Im Bereich der FAL haben sich Wölbäcker vor allem im Osterholz (West, Nordwest und Südost) erhalten. Deutlich sind die in Nord-Südrichtung verlaufenden Bodenwellen auf dem Photo 1 im Südost-Bereich dieses Waldstücks erkennbar (siehe Markierung in Abbildung 10).



Photo 1: Wölbäcker im SO-Bereich des Osterholz (s. Markierung in Abbildung 8), Mai 2004

Langstreifenkulturen werden im Braunschweiger Umfeld häufiger angetroffen. Vor allem im Norden von Braunschweig wurden die zu Siedlungen und Einzelhöfen gehörenden Ackerbereiche wieder aufgelassen und blieben dann unter Wald erhalten (Jacobs, 1955, Bornstedt, 1981). In der westlich der Hildesheimer Börde sich anschließenden Calenberger Börde sind auch durch Plaggenaufgabe erhöhte Wölbäcker mit der charakteristischen Horizontabfolge EwAp - Ew - Al-Ew-Al-Bbt nachgewiesen (Antony et al.; 1989). Ein Plaggenauftrag lässt sich jedoch für die Profile innerhalb der FAL nicht nachweisen, da die hierzu notwendige Bodenfärbung zwar infolge Humusanreicherung dunkler war, jedoch deutlich heller als 10 YR 4/4.

Die pflanzensoziologische Pflanzengesellschaft innerhalb der FAL wurde 1948 von Weise (1957) als Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum) gekennzeichnet. Die Oberböden sind häufig versauert, wobei besonders im nordwestlichen sowie in südöstlichen Bereichen große Bodenflächen mit Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) (einem Säurezeiger) bedeckt werden. Zudem ist der Oberboden schwach podsoliert, erkennbar an freien Quarzkörnern im Ah-Horizont. Große Flächen ehemalige Waldbereiche sind seit 1945 gerodet worden und in Ackerland überführt worden. Gerodet wurden der westliche Bereich des Südfeldes, das Flurstück „Rodung“ und die Flurstücke „Waldweide“, sowie die Bereiche der heutigen Kleingärten nördlich von Gebäude F4 (s. Anhang, Karte V). Durch intensive Weide mit Nachmahd konnte eine Schlagflur-Gesellschaft innerhalb von 5 Jahren in eine Weidelgras-Weide ohne Neuansaat überführt werden, wobei insbesondere Sauergräser, Land-Reitgras, und Drahtschmiele zurückgedrängt wurden (Weise, 1957, Könekamp, 1959).

Die gerodeten Waldgebiete unterscheiden sich noch heute deutlich von den alten Ackerflächen. Sowohl im westlichen Südfeld, wie auch auf dem in der Nähe befindlichen Flurstück „Waldweide“ lagen die pH-Werte im Ober- und Unterboden unter pH 5 und nur geringe Kalium- und Phosphatgehalte wurden im Oberboden und Unterboden mit einer Spannweite von 3-9 mg  $K_2O/100g$  bzw. 3-7 mg  $P_2O_5/100g$  Boden im Jahr der ersten Versuchsanlagen gemessen (Groetzner, 1956; Könekamp, 1959). Teilweise erfolgte die Wiederaufforstung der Waldbereiche im westlichen Osterholz nur nach mehreren Jahren einer

Kahlschlagflur, was sich stellenweise durch erhöhte Bestandesanteile des Land-Reitgras (*Calamagrostis epigejos*) in lichten Lärchenbeständen bemerkbar macht.

## **5 Nachweise anthropogen verursachter Bodenveränderungen im Bereich der FAL**

Anthropogene Landbewirtschaftung verursacht ständig Bodenveränderungen, die, je tiefer der Eingriff ist, sich umso langfristiger auch in Unterbodenhorizonten bemerkbar machen und dort oft Jahrtausende lang erhalten bleiben. Insbesondere Gruben, tiefere Bodenbearbeitungsverfahren sowie Bautätigkeit bleiben in Spuren sichtbar und können heute in der Archäologie zur Besiedlungs- und Kulturgeschichte nutzbar gemacht werden. Dauerhafte Bodenveränderungen können auch heute die Ursache von ungleichmäßigen Aufgang und Bestandesentwicklung von Feldkulturen darstellen und lassen sich in diesen auf Luftbildern sowie mit elektrisch-elektromagnetischen Meßverfahren nachweisen.

Das Gebiet der heutigen Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft FAL ist sowohl altes Ackerland mit ersten Rodungen im frühen Mittelalter als auch alte forstwirtschaftlich genutzte Fläche (insbesondere im Osterholz (westlicher Teil der FAL) und Rischauer Holz (zentraler bis östlicher Bereich der FAL)). Auch die Steinzeit sowie die frühe Bronze- und Eisenzeit sind durch Einzelfunde sowie Gräberfunde belegt. Daher sind die gefundenen Bodenstörungen teilweise sehr alt und durch die spätere Nutzung überprägt. Aus dem frühen Mittelalter sind Wölbäcker als Langstreifenkulturen in Teilbereichen des südöstlichen und nordwestlichen Osterholzes noch heute erkennbar. Tiefgreifende Bodenveränderungen bis 70 cm sind insbesondere durch die Anlage von Spargelfeldern in der Zeit zwischen 1880 und 1930 in der Blütezeit des Gemüsespargelanbaues im Braunschweiger Norden von Völkenroder Landwirten vorgenommen worden. Abnehmer fanden sich unter anderem in den ehemaligen Konservenfabriken westlich von Völkenrode und in Watenbüttel (Streiff, 1994, Gehrt, 1994). Aus den ausgewerteten Karten sowie umfangreichem Luftbildmaterial lassen sich noch heute die Flächen abgrenzen und übertragen (Abbildung 11). Weitere ältere Veränderungen lassen sich durch die teilweise Übersandung und Umbruch von Niederungsmooren bzw. Feuchtwiesen aus der Zeit der vermutlich nach der Separation 1850-1868 vorgenommenen Umwandlung von Grünland in Ackerland im Norden und Nordosten der heutigen FAL feststellen. Bodenveränderungen betreffen überwiegend die nördlichen als auch die südlichen Ackerbereiche der FAL. Im Verlauf der bis 1935 auf Luftbildern noch erkennbare Trasse der Heerstraße von Braunschweig nach Celle wurden im Verlauf der letzten 200 Jahre vier Sandgruben angelegt, die teilweise erst 1935 mit der Anlage des späteren Rollfeldes der LFA verfüllt und eingeebnet wurden. Durch die Jahrhunderte dauernde Gemarkungsgrenze zwischen Watenbüttel und Völkenrode entlang der östlichen Feldwegetrasse entstand reliefbedingt eine Ackerterrasse durch erodiertes Bodenmaterial im nordöstlichen Bereich der FAL. Aus der jüngeren Zeit sind Bodenstörungen bedingt durch die Anlage bzw. Rodung einer Obstbauplantage in der Nähe der heutigen Tennisplätze sowie die Anlage feststehender Lysimeteranlagen im westlichen Teil der vom Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft genutzten Fläche, sowie beim Deutschen Wetterdienst bekannt. Ebenso finden sich im nördlichen Bereich, wie auch auf dem Südfeld verschiedene heute noch erkennbare ehemalige Feldwegetrassen und aufgegebene alte Ortsverbindungswege.

Während der Zeit der Luftfahrtforschungsanstalt LFA zwischen 1935 und 1947 wurden weite Bereiche der heutigen Acker- und Grünlandflächen zunächst oberflächlich eingeebnet und anschließend begrünt. Ernsthafte Eingriffe in den Boden erfolgten nur im Bereich der Startbahn (Einebnung, Rückverfestigung und Verdichtung) sowie im nördlichen Hangarfeld mit Verdichtungen bis in die Unterböden (Abbildung 12). Die Flakstellungen wurden nach dem Krieg mit Fremdmaterial aufgefüllt und sind teilweise noch heute als flache Dellen im

Gelände sichtbar. Die weiteren Eingriffe wurden durch eine mehr als 50 jährige moderne Ackerbewirtschaftung abgemildert und sind daher heute nur im Profilaufbau erkennbar jedoch bedingt wirksam für die Variabilität innerhalb der angelegten Versuchsglieder. Die Bereiche mit höchster anthropogen verursachter Variabilität werden heute überwiegend als Grünland oder für den Feldfutteranbau genutzt.

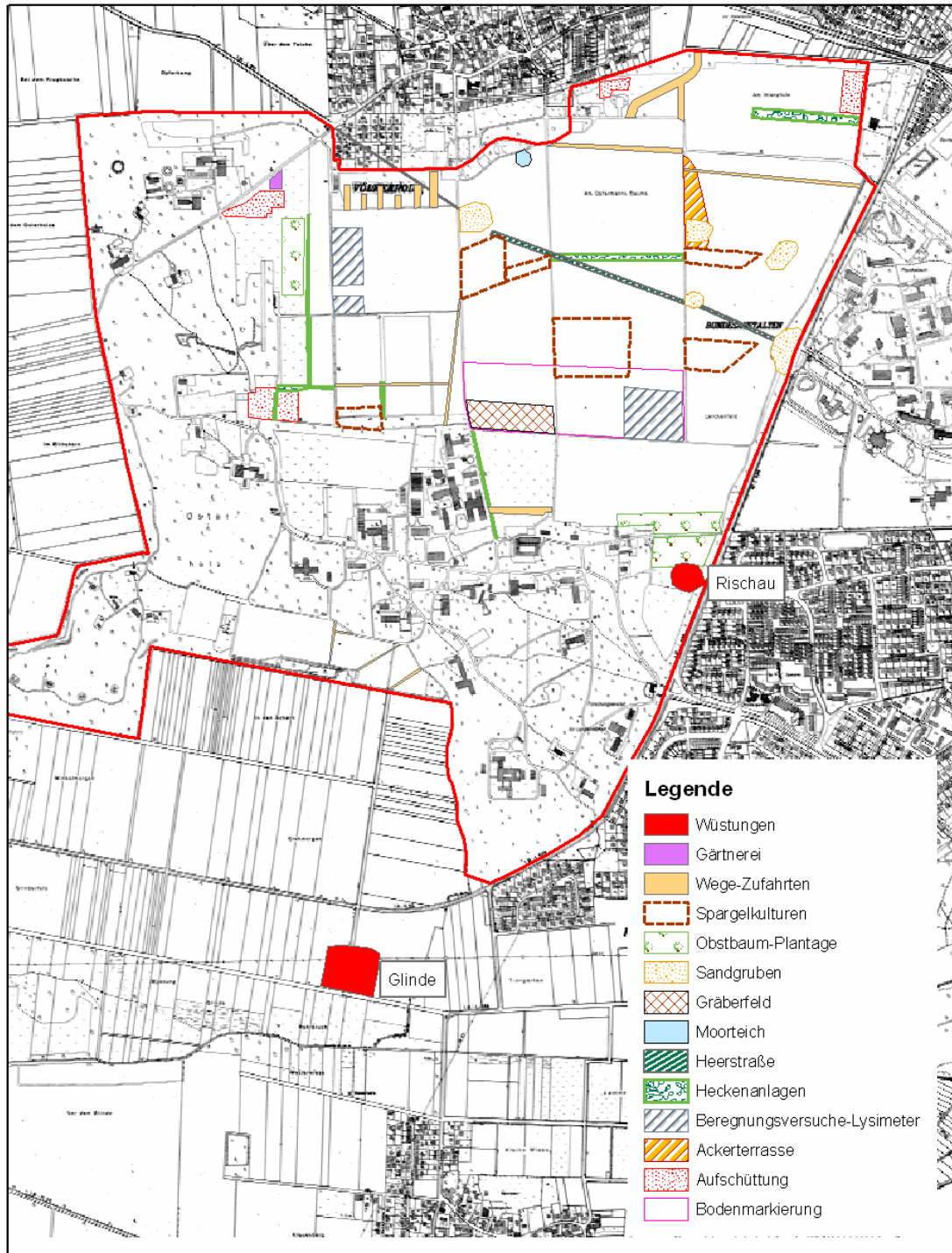


Abbildung 11: Ältere und jüngere bodenkundliche Veränderungen im Bereich der heutigen FAL (Bodenstörungen mit Nachwirkungen auf heutige Versuchstätigkeit wurden mit Vollfarbe gekennzeichnet, solche mit partieller oder geringfügiger Nachwirkung mit Umrandung)

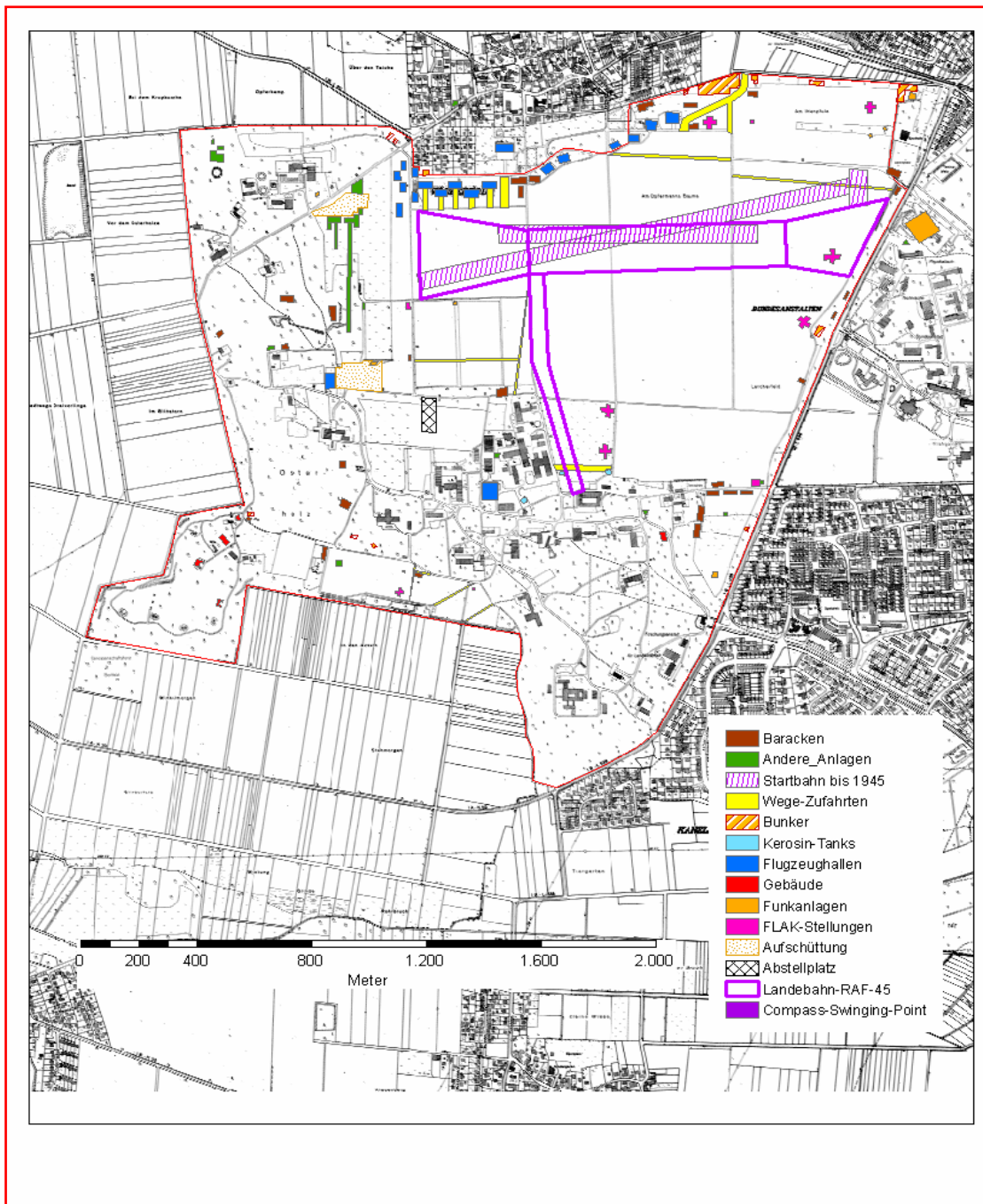


Abbildung 12: Anlagen aus der Zeit der Luftfahrtforschungsanstalt LFA im Bereich heutiger Acker- und Grünlandnutzflächen der FAL

## 6 Elektromagnetisch-elektrische Bodenbefahrung zum Nachweis räumlicher Geländeunterschiede innerhalb der FAL

Strukturelle Bodenunterschiede lassen sich über die Messung der gleichstromelektrischen Leitfähigkeit oder elektromagnetischen Leitfähigkeit in mS/cm erkennen. Hierzu wurden im Bereich der FAL von der Firma Agricon für den Bereich des FACE-Versuchsfeld auf dem

Großkamp (Schlag-Nr. 280), sowie die Flurstücke Sandkamp Nord (Schlag-Nr. 320); Großkamp (Schlag-Nr. 230) und Mühlenkamp Süd (Schlag-Nr. 120) Messungen bereits in den Jahren 2001 (Mai) und 2002 (Oktober) bis in 1,6 m Tiefe durchgeführt (Al-Karadsheh, 2003; Pacholsky, 2004). Nach eingehender Diskussion im Februar 2005 wurden diese mit Ausnahme weniger Randbereiche auf das Gesamtgebiet der FAL im Jahr 2005 ausgedehnt. Zweck dieser Messungen war es, erstmalig Strukturen in den bisher als relativ homogen betrachteten Versuchsflächen zu erkennen.

Die angewendeten Meßverfahren unterscheiden sich in der Technik (Meßprinzip) sowie den erfaßten Bodentiefen. In beiden Verfahren wurde die Leitfähigkeit des Bodens bei optimalen Feuchtebedingungen und Befahrbarkeit gemessen. Während im elektromagnetischen Meßverfahren der Widerstand zwischen einem von Meßgerät im Boden erzeugten elektromagnetischen Feld und dem Geräte internen Feld gemessen wird (Induktionsverfahren) wird im anderen Gerät zum gleichstromelektrischen Meßverfahren der elektrische Widerstand im Boden direkt durch im Boden laufende Sende- und Empfängerelektroden gemessen. Die Verfahren erfordern dadurch unterschiedliche Bauweisen und Außenbedingungen für die Meßdurchführung. Das von der Firma Agricon durchgeführte elektromagnetische Induktiv-Verfahren benötigt lediglich einen Schlitten, der etwa 5 m hinter einem Fahrzeug über den Acker gezogen wird und das Gerät selbst arbeitet berührungsfrei. Optimale Meßbedingungen ergeben sich bei Feldkapazität des Bodens und leichten Bodenfrost, der eine Befahrbarkeit des Bodens garantiert und eine Beeinträchtigung des Pflanzenbestandes ausschließt. Diese Randbedingungen wurden in der FAL bei durchschnittlich  $-5\text{ °C}$  (im Boden maximal  $-10\text{ °C}$ ) sowie bei 100-110 % Feldkapazität eingehalten. Bei Vergleichen von Daten unterschiedlicher Meßzeitpunkte mit unterschiedlichen (vor allem wärmeren) Außentemperaturen müssen die Messwerte auf eine konstante Temperatur korrigiert werden, was jedoch nicht die Werteverteilung im Schlag beeinflusst (Lück et. al.; 2002). Bei den konstanten niedrigen Außentemperaturen während der Kampagne in der FAL kann eine Auswertung auch auf der Basis des Rohdatensatz erfolgen. Werte unterschiedlicher Perioden und Jahren sollten jedoch ebenfalls durch Temperaturkorrektur angeglichen werden. Das elektromagnetische Meßgerät reagiert sensitiv auf gut leitfähige Strukturen im Boden (Eisenleitungen, -rohre), schlecht leitfähige (Plastikrohre), hingegen, werden jedoch nur gering oder überhaupt nicht abgebildet. Die Eindringtiefe in den Boden kann nach Angaben des Betreibers auf etwa 160 cm und 60 cm Bodentiefe durch vertikale und horizontale Lage zur Bodenoberfläche eingestellt werden, benötigt jedoch für jede Tiefe eine eigene Befahrung und Kalibration.

Die von der Firma Veris durchgeführte gleichstromelektrische Leitfähigkeitsmessung benötigt eine Scheibensech-Konstruktion, die etwa 4-5 cm in den Boden eindrückt und in Pflanzenbeständen nach verschiedenen Gesichtspunkten angepasst werden muß. Die Elektrodenabstände können jedoch die Eindringtiefe beeinflussen. Die Bodenfeuchte braucht hierbei nicht Feldkapazität betragen, Bodenfrost behindert sogar durch hohe im Boden erzeugte Widerstände die Messung. Dies hatte den Grund für die zeitliche Differenz zwischen den jeweiligen Befahrungsterminen im Februar (Firma Agricon) und März 2005 (Firma Veris). Die Messwerte zur elektrischen Leitfähigkeit liegen auch bei vergleichbaren Rahmenbedingungen im Boden niedriger als im Induktiv-Verfahren. Besonders schlecht leitfähige Strukturen werden gut abgebildet. Das Verfahren arbeitet unabhängig von der jeweiligen Bodentemperatur. Mehrere Tiefenbereiche können in einem Arbeitsgang erfasst werden. Das Gerät erfasst nach Auskunft des Betreibers zwei Tiefenbereiche von 0 – 30 und 0 – 90 cm Bodentiefe gleichzeitig.

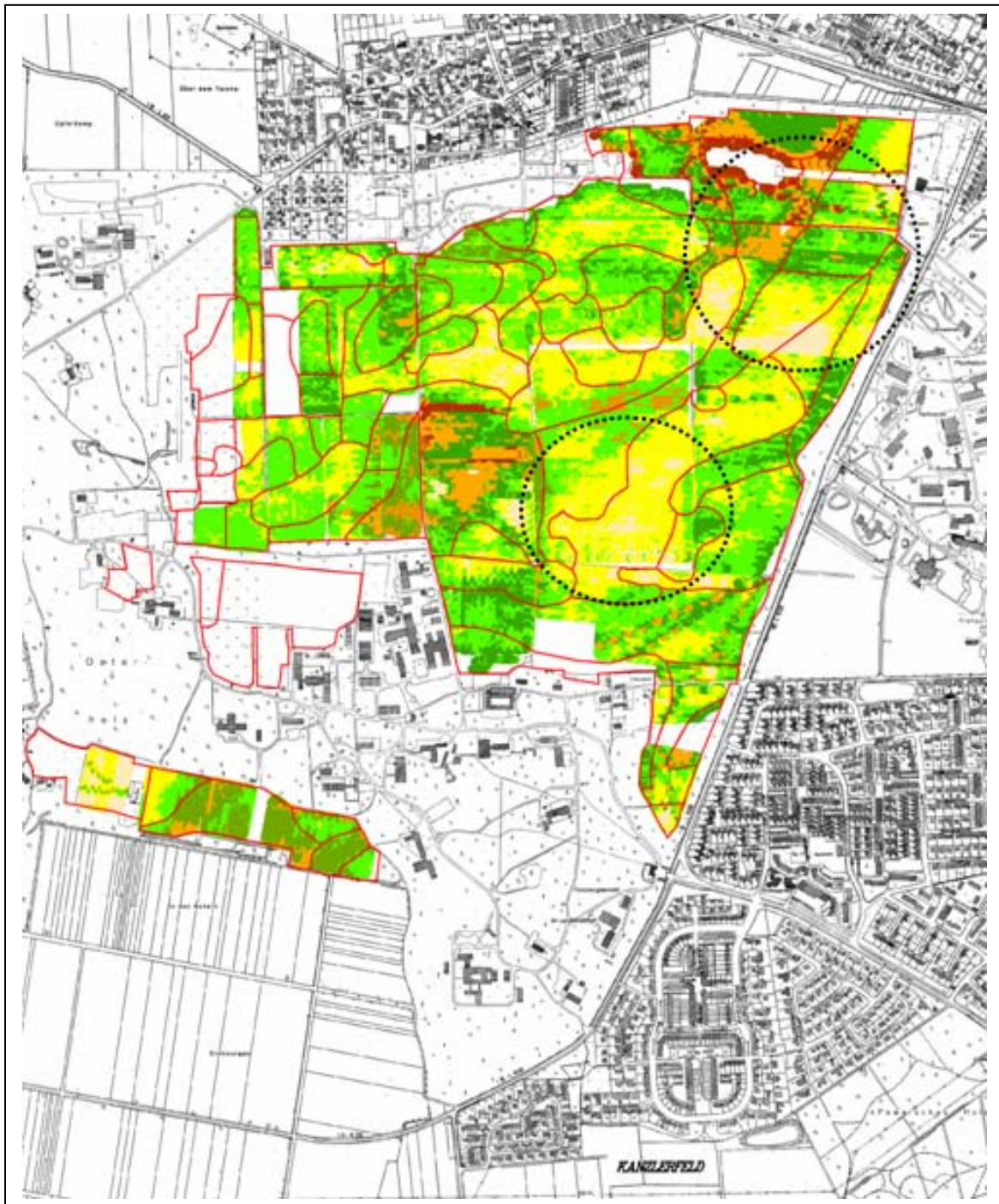


Abbildung 13: Elektromagnetische Leitfähigkeit in Differenz-Stufen von 1 mS/cm mit Grenzen der Bodeneinheiten (Ec-Wert-Höhen: a) Grautöne: weiß < hellgrau < dunkelgrau < schwarzgrau; b) Bunt: weiß<gelb<hellgrün< dunkelgrün<orange<dunkel braun) (Markierung im Süden: FACE-Versuchsfeld; im Nordosten: Nordbusch und Mühlenkamp)

In der abgebildeten Übersichtskarte wurde zum Zwecke der besseren Vergleichbarkeit eine einheitliche Klassifikation der Rohdaten zum Gesamtgelände vorgenommen und mit Dichtefunktionen und geostatistischen Verfahren des Systems ARC-VIEW überprüft, deren Ergebnisse im Detailbericht im Intranet näher beschrieben werden (Sauerbeck, 2005). Hierbei sind die Altdaten integriert worden, heben sich jedoch mit ihrem Wertenniveau etwas ab.

Bereiche mit besonders hohen Leitfähigkeitswerten  $> 40 - 60 \text{ mS/cm}$  wurden herausgefiltert und bedingen die weißen Flecken in der Karte.

Die Leitfähigkeitswerte korrelieren nach Literaturangaben eng mit dem Feuchtegehalt sowie der Bodenkörnung und dem Humusgehalt. Ebenso können Bodenverdichtungen und Störzonen flächenmäßig erfasst werden (Lück et al., 2002).

Aus den Messergebnissen lassen sich indirekt Rückschlüsse auf die im Boden befindliche Textur sowie auf Störungen ziehen, da in Böden über Stauzonen, Tonhorizonten und in Leitungstrassen sowie verschütteten Gräben und ehemaligen Bachläufen die Bodenfeuchte meist höher ist und damit die elektrische Leitfähigkeit steigt (Al-Karadsheh, 2004; Domsch und Giebel; 2000; James et al., 2000, Taylor et al., 2003). Korrelationen zwischen elektromagnetischer Induktion und definierbaren Bodengrenzen ergaben eine Übereinstimmung zwischen 42 und 65 % (Taylor, 2003). Untersucht wurden hierbei Ackerschläge mit hohen Differenzen im Tongehalt von sandigen Lehmen bis tonigen Lehmen. Die Leitfähigkeit schwankte zwischen  $< 5$  und  $50 \text{ mS/m}$ . Verglichen wurden die Messwerte mit den vorhandenen Bodenarten, die in einem  $50 \text{ m}$  Raster an Hand von Pürckhauer-Einschlägen über die Fingeranalyse bestimmt wurden, ein Verfahren vergleichbar wie die nun berichtete Vorgehensweise innerhalb der FAL.

Nur die elektromagnetische Kartierung erfasste eine Bodentiefe bis  $160 \text{ cm}$  und wurde flächendeckend für die abgebildeten Bereiche der FAL durchgeführt (Abbildung 13). Die Leitfähigkeit war insbesondere über Arealen mit Geschiebelehm, wasserstauenden Bodenschichten sowie bei tiefgründiger Schluff- und Humusanreicherung höher als in der Umgebung. Besonders hohe Ausschläge wurden im Nordosten und Südosten über ehemaligen Niedermoorgebieten mit wasserstauenden Tonschichten im Untergrund gemessen. Die bereits in den Standorteinheiten berichtete in Nordost-Südwest verlaufende Geländeschwelle parallel zur Erosionsrinne aus Sanden wird ebenso wie die sich flächenmäßig erstreckende Geschiebelehm linse im zentralen und südlichen FAL-Gebiet mit höheren elektromagnetischen Leitfähigkeitswerten bestätigt.

Einige Bereiche im nördlichen, zentralen und südlichen Bereich der FAL wurden im Detail untersucht und mit den Körnungsdaten aus der Feldkartierung abgeglichen. Beispielhaft seien die Untersuchungen auf dem FACE-Versuchsfeld (Zentralbereich) sowie im nordöstlichen Bereich (Flurstück Nordbusch) aufgeführt.

Die elektromagnetische Leitfähigkeit für das FACE-Versuchsfeld in der Abbildung 14 wurde undifferenziert für die Bodentiefe bis  $1,6 \text{ m}$  durchgeführt. Trockenere Bereiche befinden sich insbesondere im mittleren sowie in nordöstlichen Bereichen der FACE-Versuchsfläche. Diese Bereiche werden auch an Hand von Luftbildern bestätigt. In diesen Bereichen überwiegen bereits im Oberboden meist Sanddominierte Bodenarten wie mSfS und Su2 (Sand bis schwach schluffiger Sand). Höhere Leitfähigkeitswerte werden in Arealen mit tiefer reichender Schluffanreicherung bis  $60 \text{ cm}$  Tiefe sowie anlehmigen Bodenarten gemessen. Für die Darstellung wurde die Horizonttiefe von  $60-70 \text{ cm}$  gewählt, ein Bodentiefe in der meist ein Körnungswechsel innerhalb der FAL beobachtet wird. Dennoch weisen die Leitfähigkeitsmessungen auf eine gewisse Heterogenität auch innerhalb der Standorteinheiten hin. Die nachlassende Leitfähigkeit im Zentrum der Versuchsfläche bestätigt ein vermutetes Sandkeil- bzw. Rinnensystem innerhalb des FACE-Versuchsfeldes.

In Luftbildern zu verschiedenen Zeitpunkten werden immer wieder helle Bereiche im südlichen Großkamp festgestellt. Auch in der Karte der Reichsbodenschätzung ist dieser Bereich mit niedrigeren Bodenwerten verzeichnet. Die Geländebegehung ergab für die hellen



Bereiche überwiegend sandige meist aus Flugsand bestehende Böden, die sehr stark zu Trockenheit neigen (Abbildung 14).

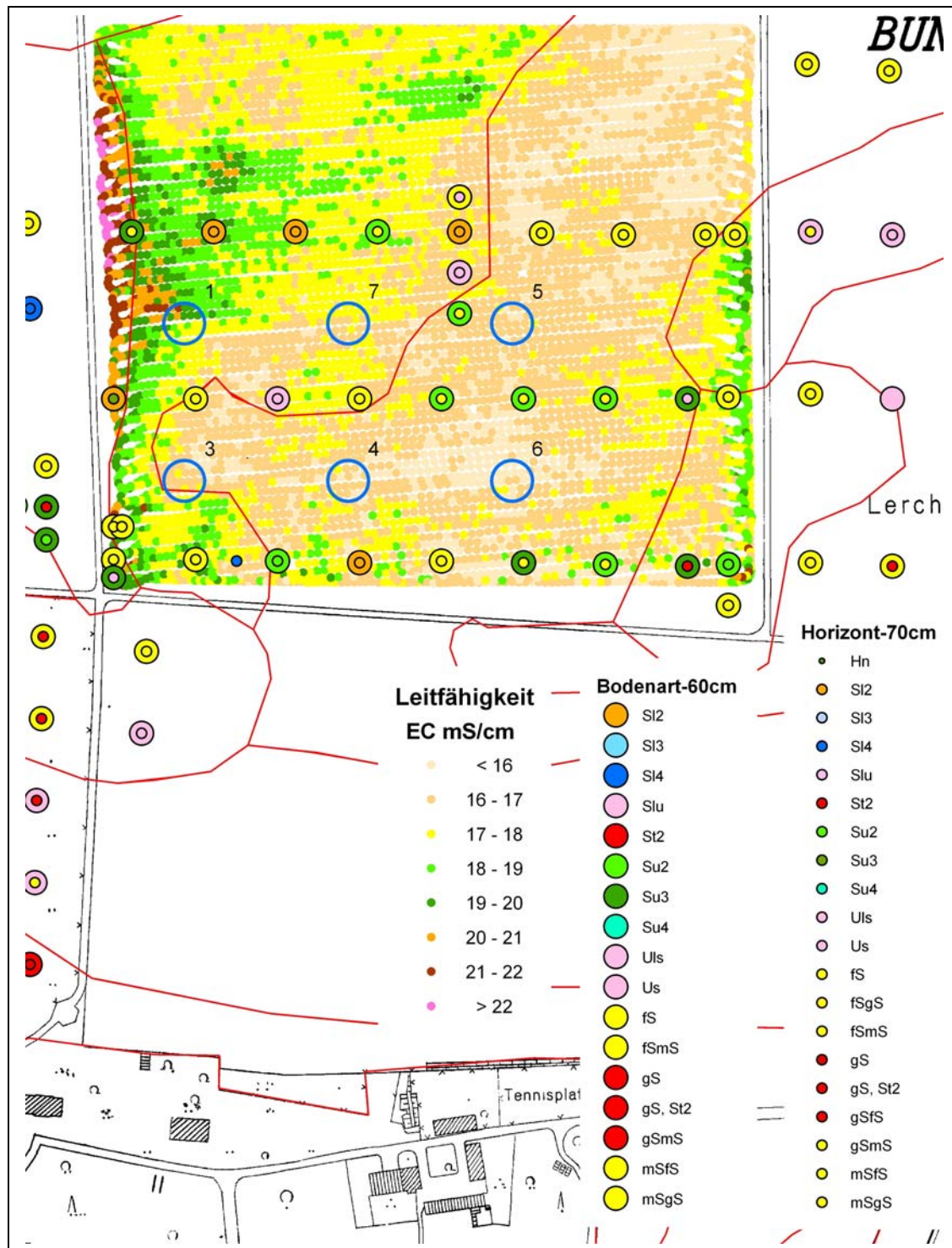


Abbildung 14: Elektromagnetische Leitfähigkeit im FACE-Versuchsfeld (0-160 cm Tiefe) im Vergleich zu den Bodenarten in 60 und 70 cm Bodentiefe (Bereich mit starkem Bodenartenwechsel)

Für den Bereich Mühlenkamp-Süd liegen sowohl aus dem Jahr 2002 als auch aus dem Jahr 2005 Meßwerte vor, die zu unterschiedlichen Jahreszeiten und Bodenfeuchtebedingungen stattfanden.

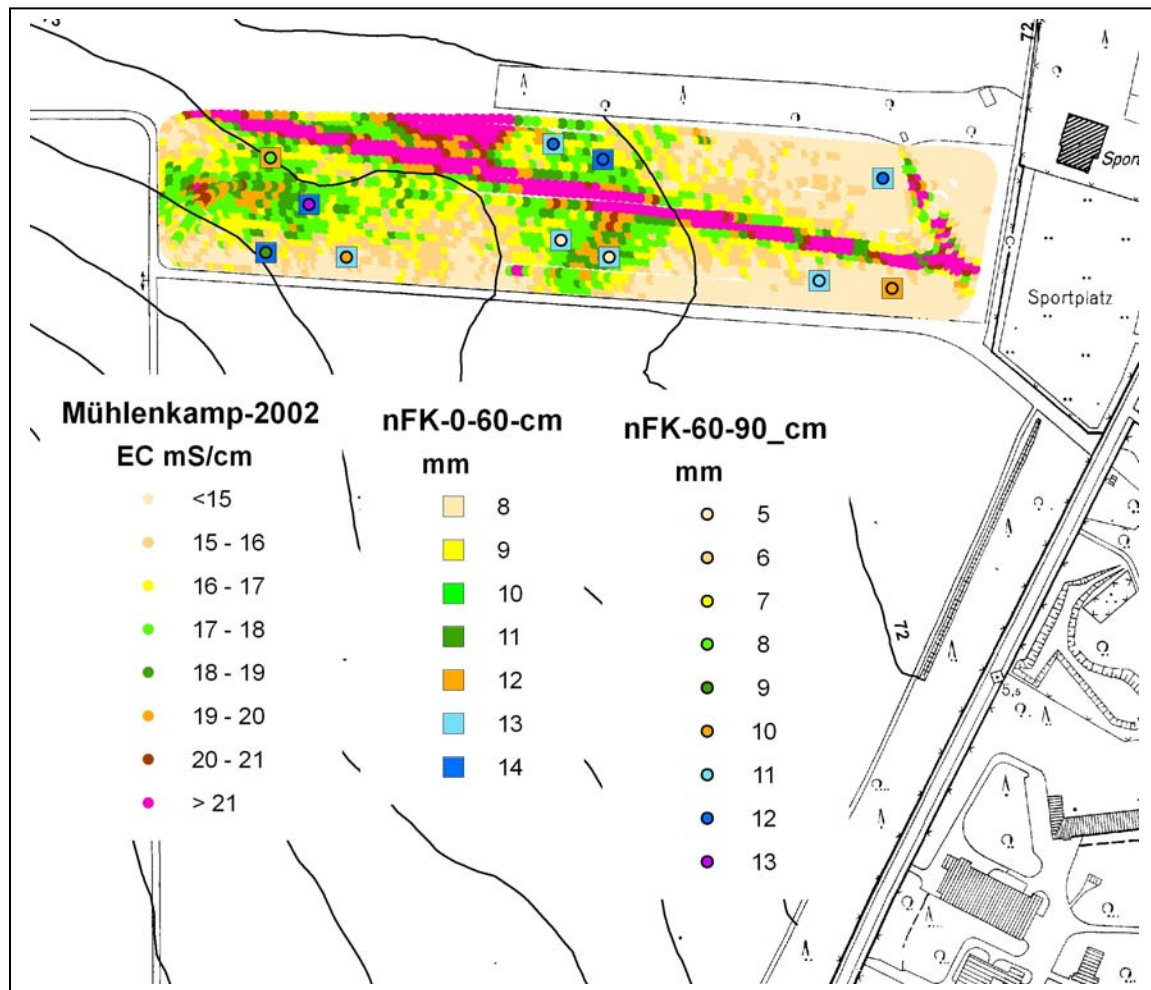


Abbildung 15: Vergleich der elektromagnetischen Leitfähigkeit für den Bereich Mühlenkamp-Süd mit der nutzbaren Feldkapazität bis 90 cm Tiefe im Jahr 2002 (mit Daten aus Al Karadsheh, 2003)

Auf dem Mühlenkamp Süd zeigten die Messungen im Jahr 2002 deutliche Bodenstörungen bedingt durch den Bau einer Wasserleitung und Kabeltrassen zu ehemaligen LFA-Gebäudekomplexen (Abbildung 15). Deutlich ist die Grenze zwischen trockeneren, östlichen und feuchteren Standorten im Westen zu erkennen. Die Oberböden zeigen nach der Feldkartierung und den Bodenanalysen deutlich Dominanz von Schluff-betonten Bodenarten bis 60 cm Bodentiefe, jedoch scheint sich auf dem Standort zum Aufnahmezeitpunkt im Osten der sandigere Untergrund stärker bemerkbar zu machen. Im westlichen Teil treten erneut feuchtere Bereiche auf, obwohl auch hier sandige Bereiche zu finden sind. Die Werte zur nutzbaren Feldkapazität deckten sich im westlichen Feldbereich 2002 mit den Angaben zur Körnung auch in größeren Bodentiefen (El Karadscheh, 2003), zeigten jedoch höhere nutzbare Feldkapazität im östlichen Bereich auf, als das durch die elektromagnetische Leitfähigkeitsmessung sich bestätigen ließ (Sauerbeck, 2005).

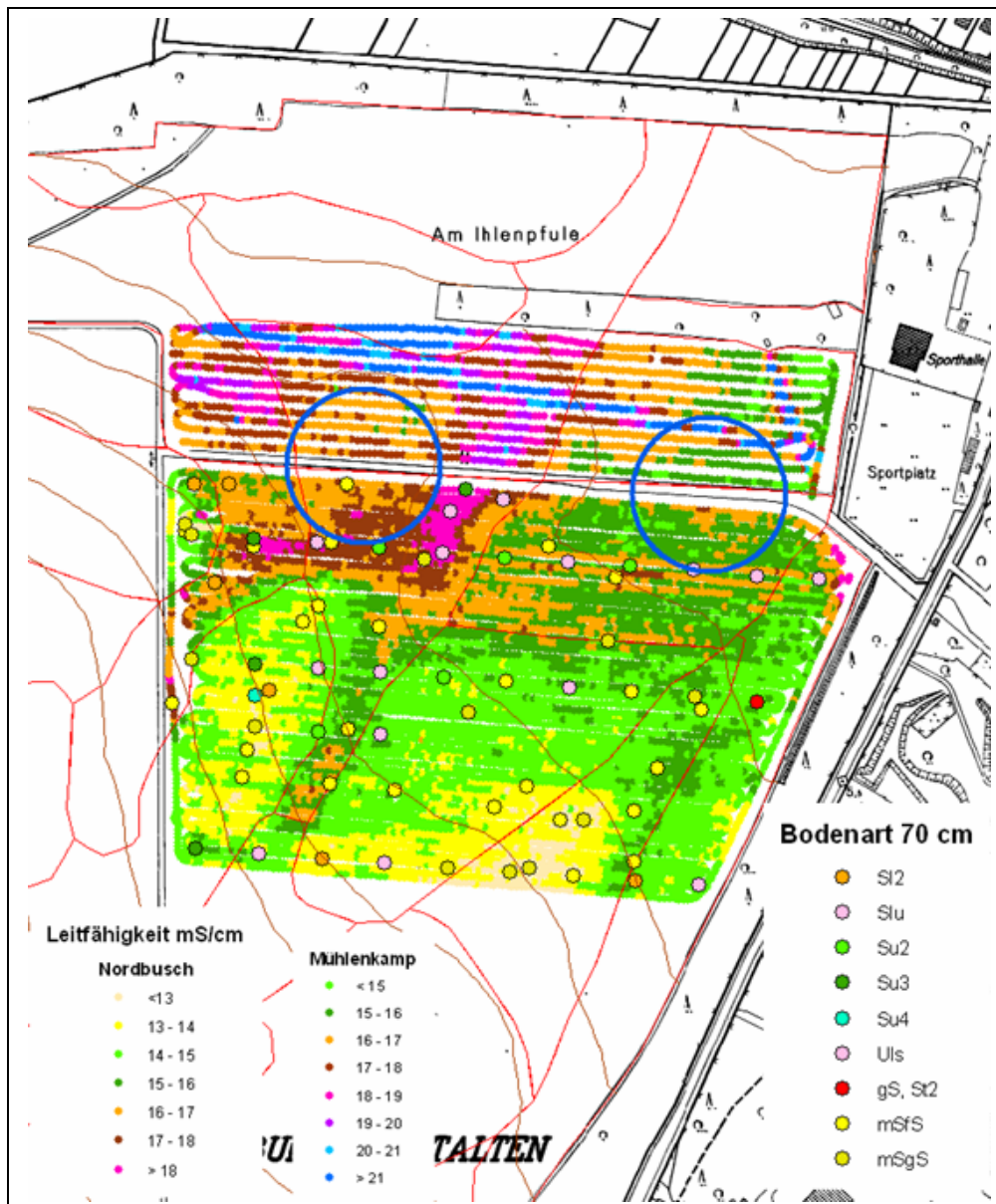


Abbildung 16: Messergebnisse zur elektromagnetischen Leitfähigkeit auf dem Flurstück Mühlenkamp-S und Nordbusch im Jahr 2005 (0-160 cm Tiefe, Firma Agricon) mit Standorteinheiten und Bodenart in 70 cm Bodentiefe (Kreise: Kreisberegnungsanlage)

Bei den Messungen im Spätwinter 2005 (Februar) bei 100 % FK zeigten sich identische Strukturen im Flurstück Mühlenkamp-Süd ab, die sich auch in der Meßwerthöhe kaum unterschieden (Abbildung 16) was die Reproduzierbarkeit von Leitfähigkeitsmessungen im Bereich der FAL nachweist. Auch in dieser Datenerhebung zeichnet sich ein trockenerer östlicher Feldteil gegenüber den feuchteren westlichen Bereichen ab. Somit scheint sich hier die starke Drainwirkung der Mittelterrassensande im Untergrund abzuzeichnen.

Auf dem Flurstück Nordbusch wurde nicht nur die elektromagnetische Leitfähigkeit bis zu Tiefen von 60 und 160 cm, sondern auch die gleichstromelektrische Leitfähigkeit bis 30 und 90 cm ermittelt (Abbildung 16 und 17). Deutliche Unterschiede zeigen die Ergebnisse bei 30 cm Tiefe (nur der Oberboden) im Vergleich zur Gesamttiefe von 160 cm. Die Zonen in 60 und 90 cm Tiefe sind im Ergebnis nur graduell unterschiedlich und entsprechen auch der

Zonierung, die bei 160 cm ermittelt wurden, wobei bei der gleichstromelektrischen Leitfähigkeit deutlich niedrigere Werte gemessen wurden

Die von nur bis 30 cm Bodentiefe ermittelte gleichstromelektrische Leitfähigkeit zeigte niedrigere Werte für den Oberboden im nördlichen Nordbusch und höhere im südlichen Bereich (Abbildung 17). Ein Bezug zu den Bodengrenzen ist vermutlich auf Grund starker Homogenität kaum erkennbar. Die linienhafte Struktur im südlichen Bereich ist vermutlich auf Verdichtungen eines ehemaligen Feldweges zurückzuführen (Die Feldeinteilung hat sich im Laufe der Zeit mehrfach geändert). Eventuelle Kabeltrassen in dieser Tiefe sind nicht bekannt, können aber eine Rolle spielen, da verschiedentlich in der unmittelbaren Nachkriegszeit mehrere Kupferleitungstrassen im späteren Versuchsgeländebereich aufgedigelt wurden, um das entnommene Metall weiterzuveräußern. Ebenso befand sich im südlichen Bereich des Flurstücks Nordbusch das östliche Ende der von den Briten angelegten und planierten Landebahn in den Jahren 1945 – 1950, so daß hier Bodenverdichtung vorkommen kann.

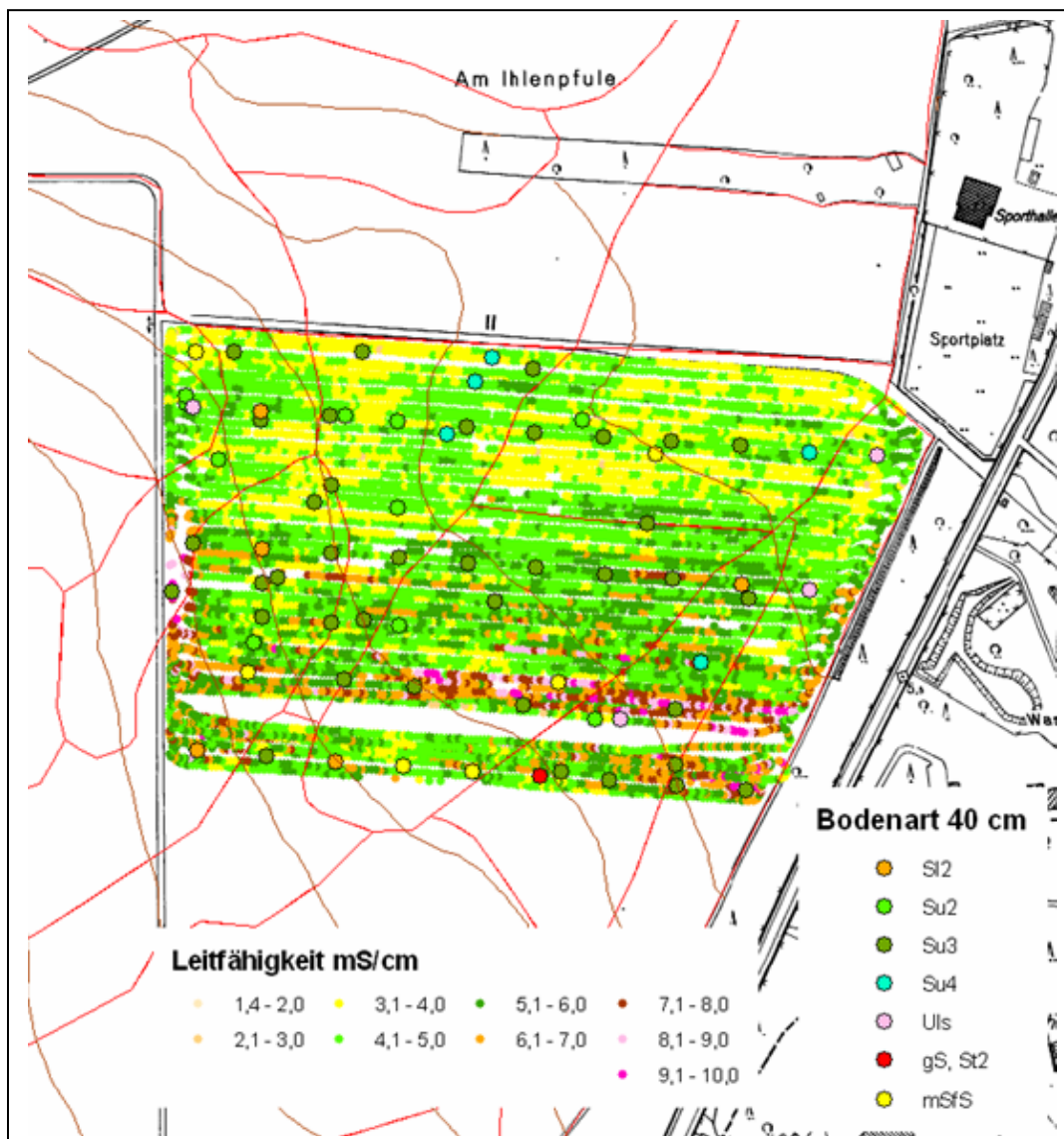


Abbildung 17: Bodenarten in 40 cm Tiefe im Vergleich zur gleichstromelektrischen Leitfähigkeit in 30 cm Tiefe nach VERIS (März 2005), Darstellung mit Höhenlinien

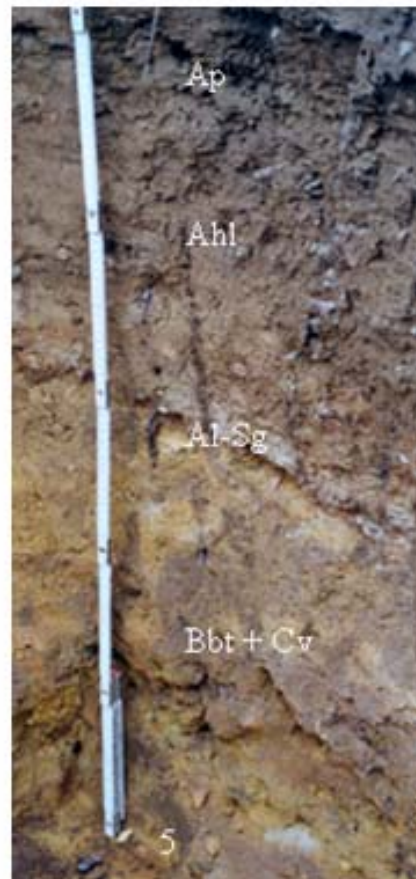
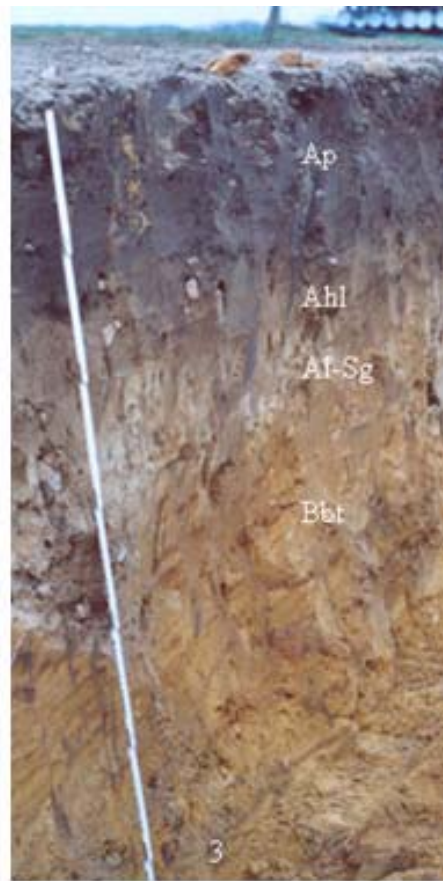
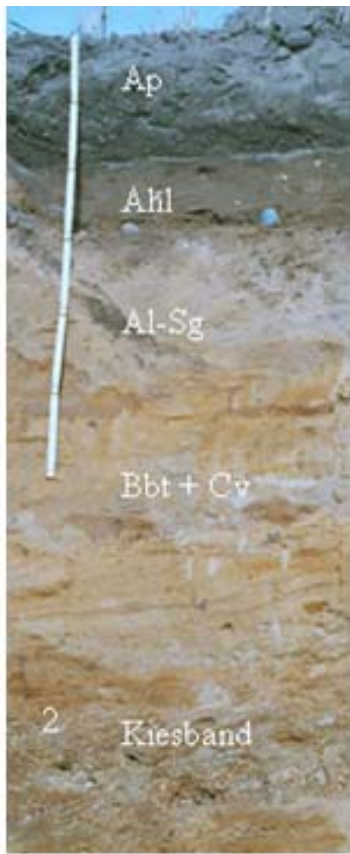
Auch die Bodenarten zeigen zunächst nur geringe Übereinstimmung mit der gemessenen Leitfähigkeit im Boden für 0-30 cm Tiefe. Es gibt jedoch Hinweise darauf, daß im nordöstlichen Bereich des Flurstücks Nordbusch dünenhafte Decksandschichten mit sandigeren, trockeneren Bodenarten im Oberboden vorliegen.

In den Karten zur elektromagnetischen Leitfähigkeit für die Bodentiefe ab 60 bis 160 cm Tiefe cm kehren sich die Verhältnisse im Vergleich zur Bodentiefe 0-30 cm um (Sauerbeck, 2005, Abbildung 16). Bedingt durch ein anderes Meßverfahren erscheint hier der nördliche Teil des Flurstücks „Nordbusch“ deutlich dunkler (feuchter) als der südliche Bereich (Abbildung 16, Flurstück südlich der Kreisberegnungsanlagen). In dieser Auswertung treten auch sehr hohe Leitfähigkeitswerte im Nordosten des Schlags auf, die mit etwas niedrigeren Werten nach Osten ergänzt werden. Bereits in 50 cm Tiefe ist vielfach ein Substratwechsel zu beobachten. Im Oberboden tritt neben der Bodenart Su3 (mittel schluffiger Sand, KA4) auch Sand (mSfS) mit höheren Grobsand- und Kiesanteil auf. Diese meist flachgründigen Bereiche fallen weitgehend mit den Bereichen mit niedrigen Leitfähigkeitswerten, mit beige bis gelber Färbung für trockene Feldbereiche gekennzeichnet, zusammen. In den nördlichen Bereichen mit hoher Leitfähigkeit treten teilweise Schluffbänder bis 60 cm auf, die teilweise durch Wasserstau stark vergraut sind. Ein Vergleich mit den Höhenlinien weist dort zudem auf Erosionskanten hin. Rinnenstrukturen treten im zentralen bis nordöstlichen Bereich des Flurstücks Nordbusch auf. Diese sind im nördlichen Bereich, auch in mehreren Bohrprofilen nachgewiesen, kolluvial aufgefüllt worden und bedingen damit einen erhöhten Humusgehalt mit höherer Wasserspeicherkapazität. Auch dies führt zu den in Karadscheh (2003) genannten, erhöhten Leitfähigkeitswerten in diesen Feldbereichen.

Im Flurstück Nordbusch verändert sich die Verteilung der Körnung (Bodenarten) nur marginal in der Tiefe 70 – 80 cm. Deshalb wurde die Darstellung auch nur mit der Körnung in 70 cm Tiefe verglichen (Abbildung 16). Deutlich korrespondieren niedrige Leitfähigkeitswerte mit den trockeneren, sandigen Zonen und die mit höheren Werten mit schluffigen bzw. lehmigen Bodenarten. Die erhöhte Leitfähigkeit im Nordwesten des Schlages in der Zone 0-60 cm Tiefe wird in der größeren Tiefe 0-160 cm noch verstärkt, wobei besonders die mit schluffigem Material dominierte Erosionskante in NO-Richtung auffällt. Dieses Ergebnis wurde jedoch auch durch die Wassersättigung am Standort beeinflusst. Die Ergebnisse aus der 0 – 160 cm Zone erbrachten jedoch auch den Nachweis einer noch 1960 genutzten, zwischenzeitlich jedoch beseitigten, Feldwegetrasse etwa im Bereich des nördlichen W-O-Bodenkartierungs-Transektes.

## **7 Beispiele von Auswertungskarten zum geographischen Informationssystem**

Neben der Darstellung von Standorteinheiten wurde verschiedenes Photomaterial zu Bodenprofilen archiviert sowie Bodenprofile zu Neuanlagen (Lysimeteranlage Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft, Bodengrube zur Standortcharakterisierung des FACE-Versuchsfeldes), Südfeld Schaugrube beschrieben. Die abgebildeten Bodenprofile sind stellvertretend für Bereiche im Westen, im Zentralbereich sowie für südliche Ackerbereiche (Südfeld, West) ausgewählt worden und zeigen typische Variabilität im Profilaufbau.



Erläuterungen zu Photo 2-5: 2: Lysimeter Institut Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft (FAL, NW); 3: Grube FACE-Versuchsfeld (FAL Zentral); 4: Wiesen östlich Schießkanal (FAL W), 5: Grube Südfeld (FAL, Süd) (2,3,5: Sauerbeck, 2004; 4, n. Yoon, 2005)

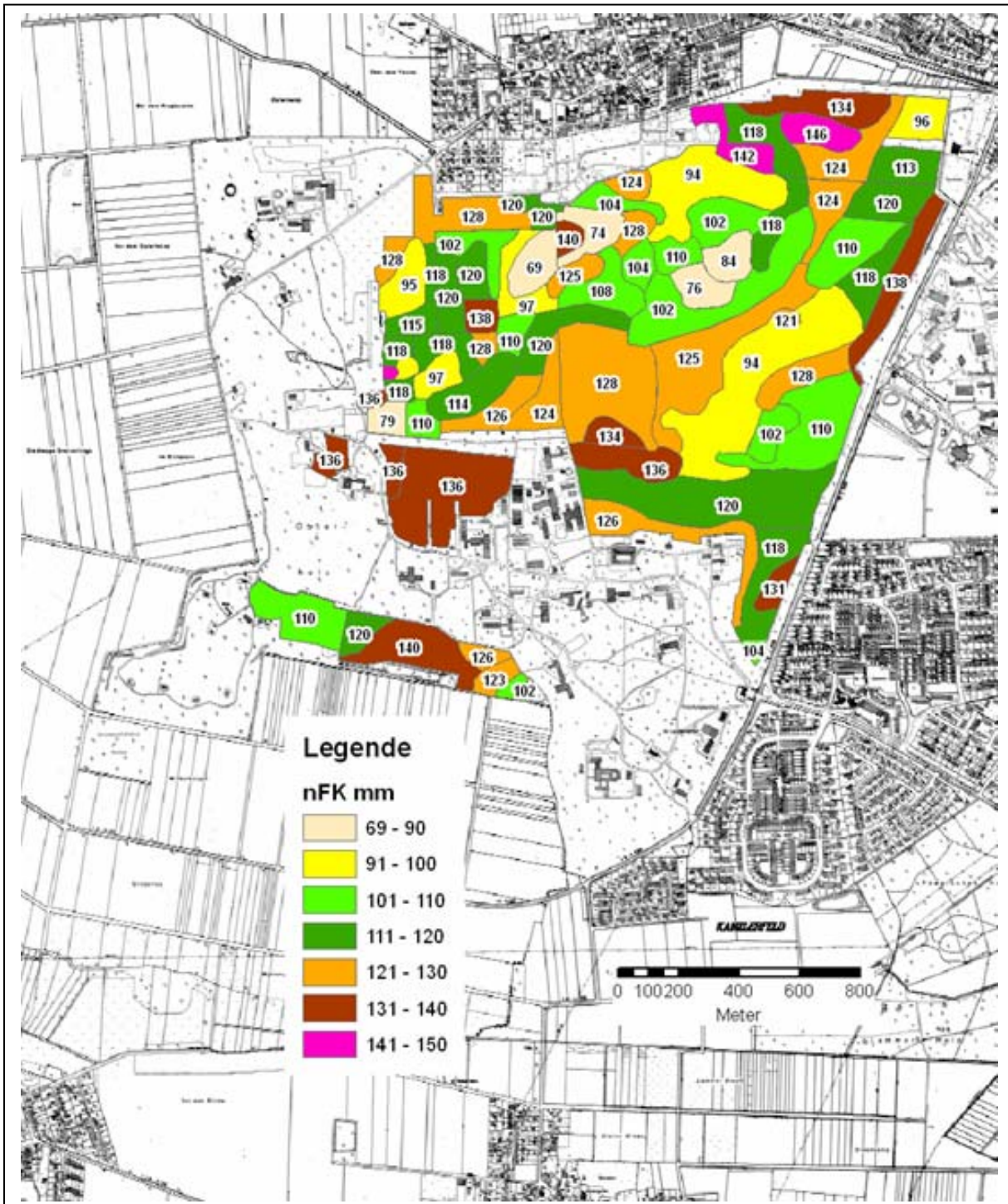


Abbildung 18: Berechnung der nutzbaren Feldkapazität auf der Basis der Körnung bis zur durchschnittlichen Durchwurzelungstiefe von 70 cm Bodentiefe nach KA4 (Zahlen in Einheiten: nFK in mm) als Grundlage zur Beregnungssteuerung

## 7.1 Grundlagen für die Berechnung

Weite Bereiche des FAL-Gebietes sind hydrologisch als Grundwasserfern einzustufen und weisen meist nur eine geringmächtige Sandlößdecke über glazifluviatilen Sanden auf. Daher ist Berechnung insbesondere während der Sommertrockenheit notwendig. Meist wird hier nach dem Verfahren der Berechnungsberatung (Albrecht et. al.; 1998), das mit einer Tiefe von 60 cm unter Verrechnung der Bodenwertzahl kalkuliert, vorgegangen, da die Hauptwurzelmasse sich bis in diese Tiefe erstreckt und nur einzelne Wurzelstränge größere Tiefen erreichen. Ein Vergleich zu der bisher üblichen Berechnung der nutzbaren Feldkapazität über die Methodik nach Albrecht (1998) mit der Berechnungsweise nach KA 4 deckte zahlreiche deutliche Unterschiede auf (Sauerbeck, 2005). Da die Durchwurzelungstiefe meist bei 70 cm Bodentiefe liegt, führte die Berechnung nach Albrecht (1998) teilweise zu Unterschätzung der bodenbürtigen Vorräte sowie Fehlberechnungen bei zu hohen Bodenwertzahlen im Bereich der FAL. Die folgende Karte der nutzbaren Feldkapazität nach der Methode der KA4/5 (1994 und 2005) ist auf der Basis der Bodenschichtung bis zur maximalen Durchwurzelungstiefe als Berechnungsgrundlage erstellt worden (Abbildung 18).

Ausgehend von der maximalen Durchwurzelungstiefe innerhalb der jeweiligen Einheit wurde die nutzbare Feldkapazität in mm als Produkt der Tiefe in dm mit der jeweiligen nutzbaren Feldkapazität der dort vorliegenden Bodenart unter Berücksichtigung des Humusgehaltes berechnet. Es zeichnen sich eine deutlich trockene Rinne im Osten des Geländes, eine durch Erosion und Abtrag verkürzte, trockene Kuppe im nördlichen Geländebereich, die von besseren Böden ringförmig umschlossen ist sowie ebenfalls trockene Schwellen im Westen ab. Die schluffigen und meist tiefer reichenden Böden im Süden sind deutlich feuchter und weniger berechnungsbedürftig bzw. können zu späteren Zeitpunkten beregnet werden. Dennoch liegt auch dort nur eine mittlere nutzbare Feldkapazität vor. Feuchtere Bereiche sind meist durch Staunässe oder Haftnässe im Untergrund beeinflusst (Abbildung 18).

## 7.2. Vergleich der Leitfähigkeit mit Bereichen mit Durchwurzelungerschwernissen und Staunässe

Im geographischen Informationssystem sind neue Ergebnisse der elektromagnetischen Leitfähigkeit mit teilweise sehr alten bodenkundlichen Karten zu Grenzen der Durchwurzelung sowie Staunässegefährdung im Gelände (Müller, 1948) verglichen worden (Abbildung 19 und 20).

Für die Pflanzenentwicklung und die Bodenbearbeitung wirkt sich Staunässe nachteilig aus. Deshalb ist die gute Übereinstimmung trotz des Alters der Vorlagen (Karten von Müller, 1948) zur Angabe von Stauschichten mit Arealen mit hoher elektromagnetischer Leitfähigkeit erstaunlich. Zusätzlich wurden Karten aus der Geologie digitalisiert und bei der Grenzziehung der Standorteinheiten mit berücksichtigt.

Stauwasser aber auch Haftnässe ist im Gelände vor allem geologisch durch mehr oder weniger flach anstehende (örtlich auch tief liegender) Geschiebelehmlinsen bedingt. Der zentral gelegene Bereich mit Haftpseudogleyen ist wahrscheinlich durch tief liegende Ausläufer der westlich erbohrten Geschiebelehmlinse verursacht (Abbildung 19).



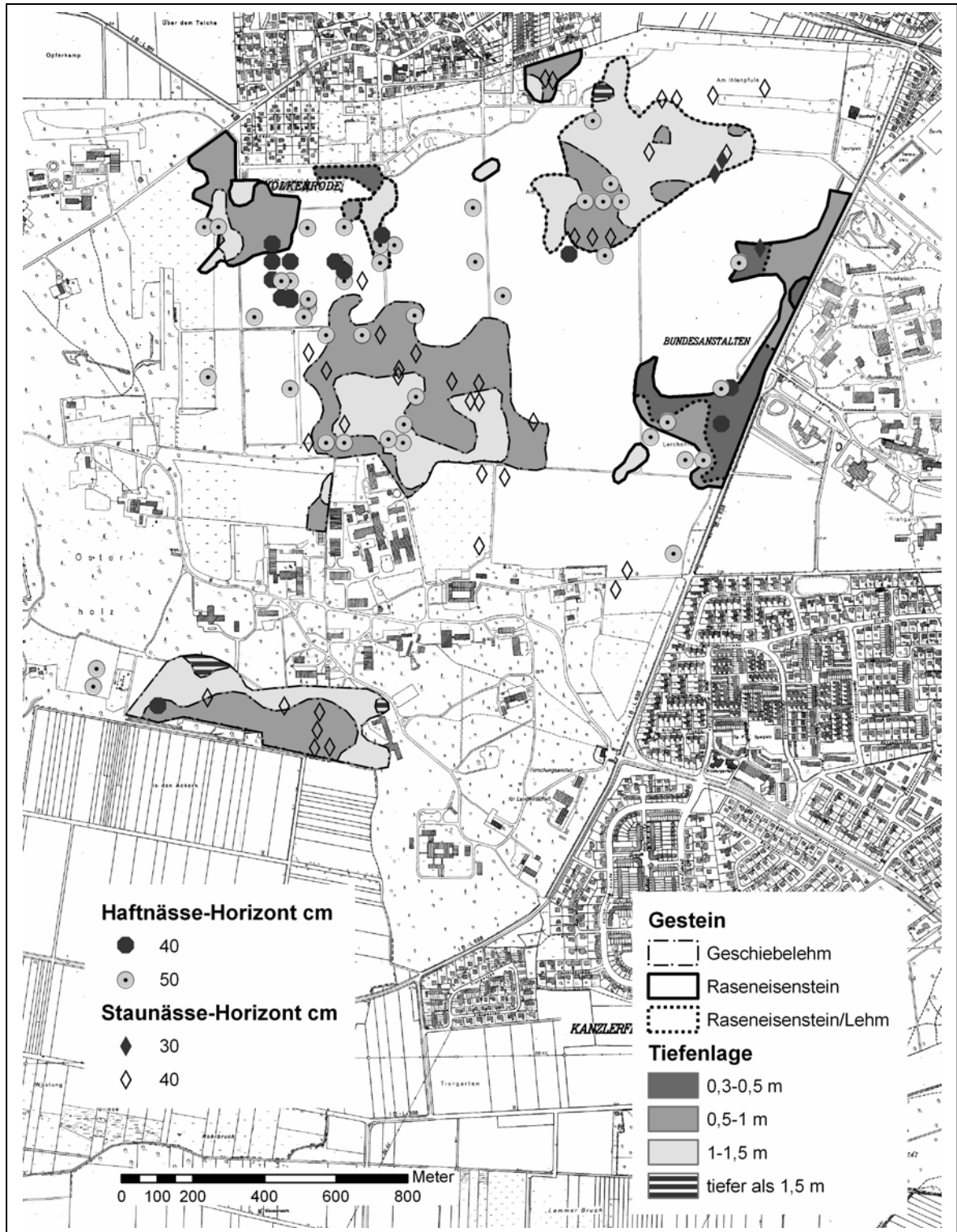


Abbildung 19: Digitalisierte Karte nach Müller (1948) (Grenzen und Tiefenlage unter Gof der Karte 4: Verbreitung und Mächtigkeit des Geschiebelehms und einer wachstumshemmenden Schicht des Untergrundes) und Vergleich zu Ergebnissen der Feldkartierung (Haftnässe und Stauhöhe in 30-40 cm Bodentiefe, Gestein)

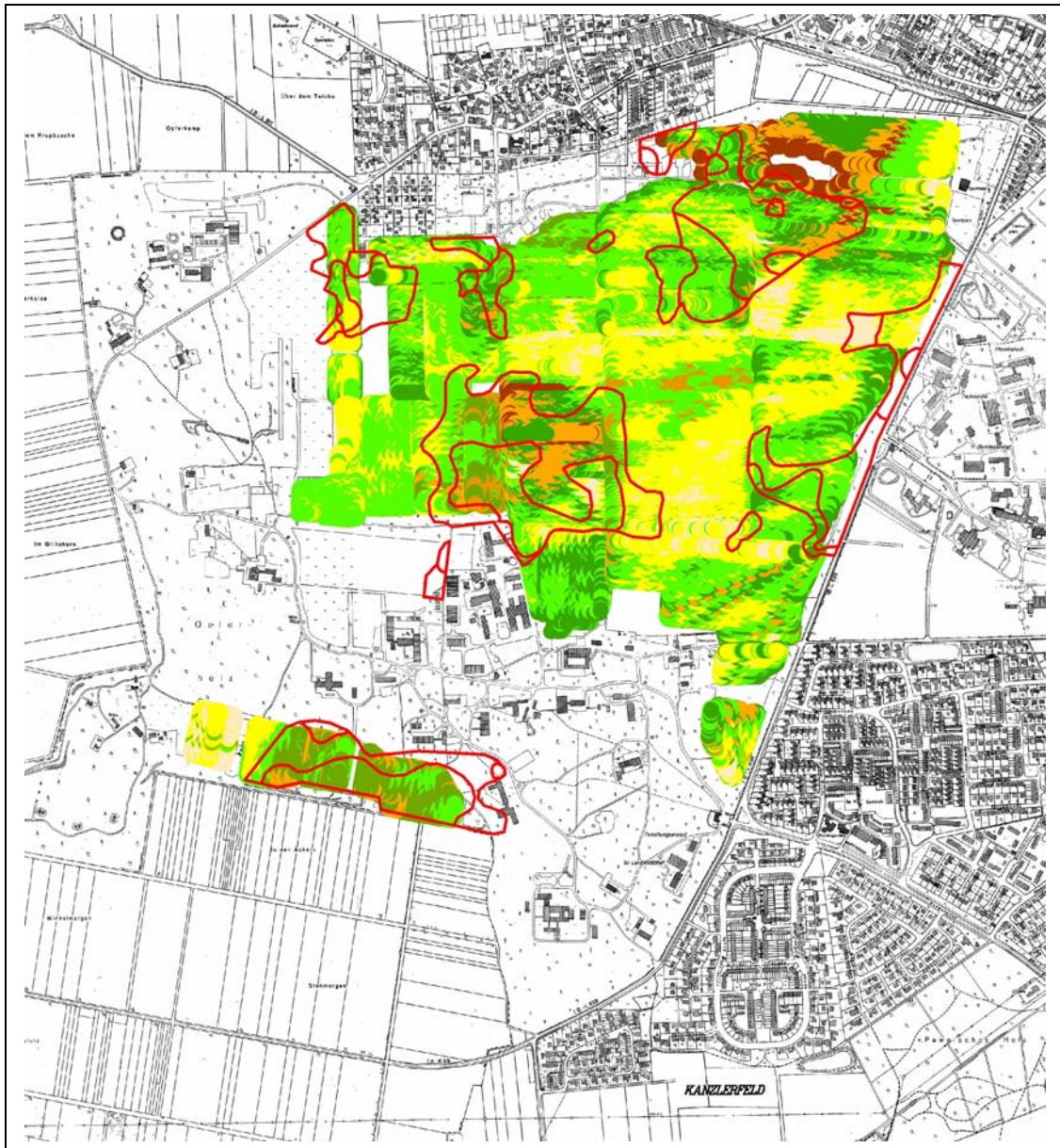


Abbildung 20: Vergleich der elektromagnetischen Leitfähigkeit mit der Verbreitung und Mächtigkeit des Geschiebelehms nach Müller (1948), Leitfähigkeit in Graustufen von hell= niedrig bis dunkel = hohe Werte),

### 7.3 Hinweise zu Erosionsgefährdung und Grundwassereinfluß

In einer weiteren Karte ist die Geländeneigung aus digital vorhandenen Höhendaten berechnet worden und Areale mit potentieller Erosionsgefährdung (schwacher bis mäßiger Bodenabfluß möglich) eingetragen worden. Für den Wasserhaushalt spielen alte Bachauen im Westen und Osten sowie der noch heute im Untergrund spürbare Grundwassereinfluß durch Wasserstandswechsel der Oker (Okerauenrandlage) im Nordosten des Geländes eine Rolle (Abbildung 21 und 22).

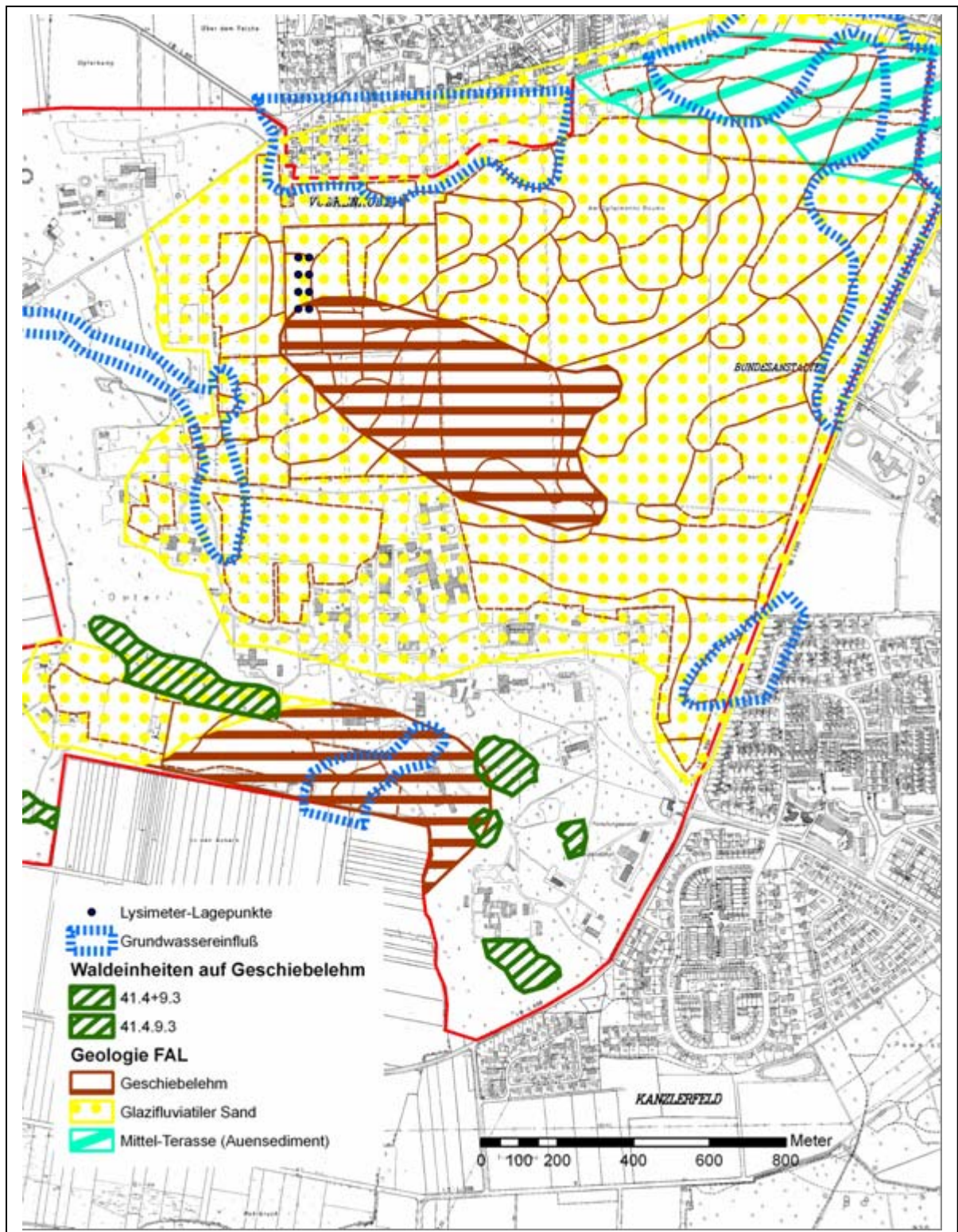


Abbildung 21: Geologische Karte der FAL - Digitale Umsetzung geologischer Daten aus der Waldkartierung (Bundesforstamt, 2003), der Geologischen Karte (Look, 1984), Bodenkarten (Gehrt, 1988; Capelle et al., 1994) sowie Auswertung von Höhenkarten und hydrologischen Daten der FAL (Technischer Dienst) mit Standorteinheiten in den Ackerbereichen.

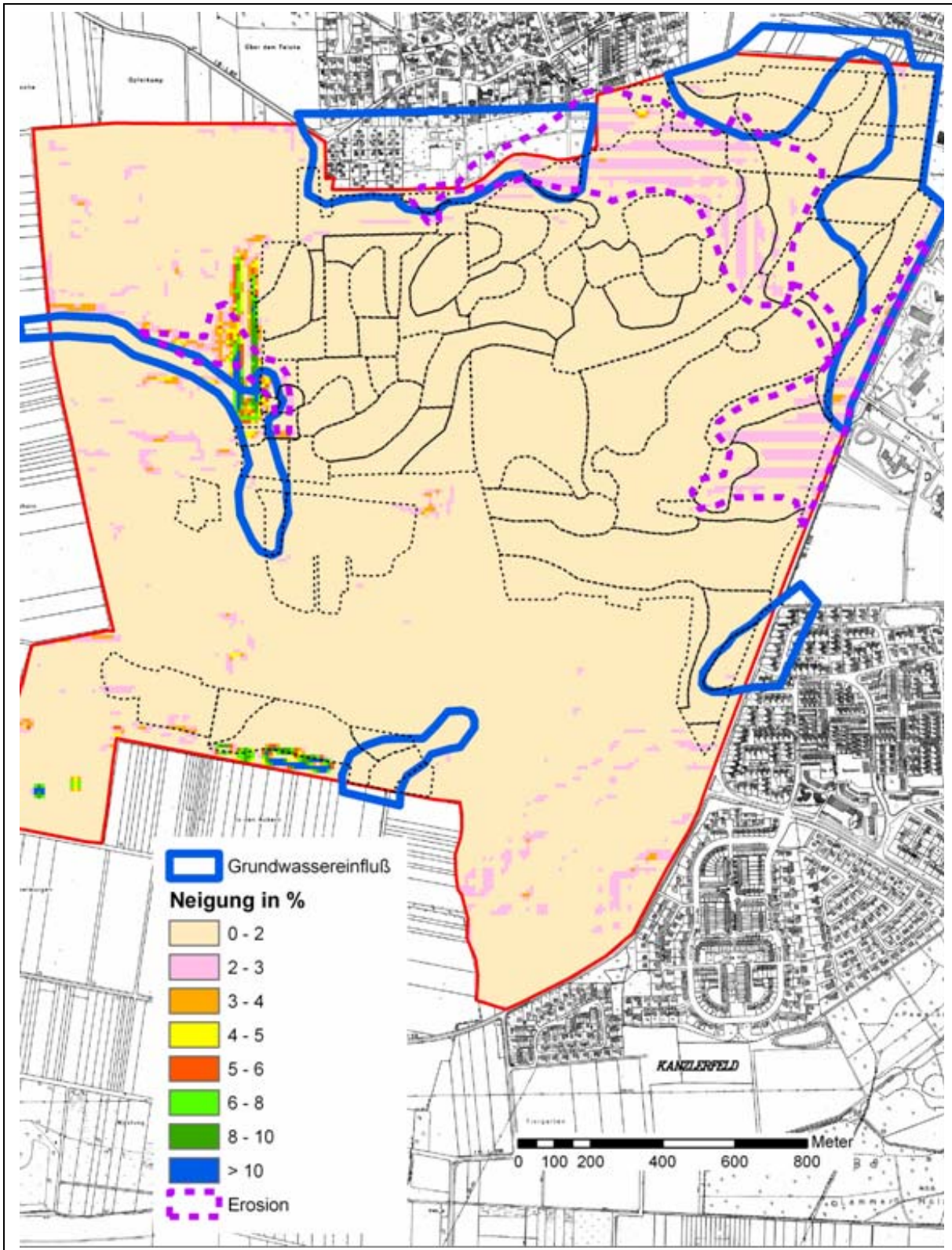


Abbildung 22: Grundwassereinfluß und Erosionsgefährdung im Bereich der FAL im Vergleich zum Relief (Neigung in %) mit Bodeneinheitsgrenzen

Die Neigungskarte zeigt überwiegend ebenen oder schwach geneigte Oberflächen auf den Ackerschlägen der FAL. Ausgeprägte Erosionskanten befinden sich im Wald sowie im Nordosten des Geländes (Abbildung 22). Dort sind die Böden teilweise bis in den Cv-

Horizont abgetragen worden. Die hängigen heutigen Grünlandflächen östlich des Schießkanals sollten aus Gründen des Erosionsschutzes unter dieser Nutzung verbleiben.

#### 7.4 Hinweise zu bodenphysikalischen Merkmalen innerhalb der FAL

Die Körnung innerhalb des FAL-Gebietes schwankt sowohl in der Tiefe sowie in der räumlichen Ausdehnung erheblich. Dominieren im Oberboden überwiegend die Bodenarten Su3 so treten in der Tiefe von 30 cm jedoch auf sandigen Arealen bereits Su2 bis mSfS und im südlichen Bereich sandige Schluffe (Su4 bis Us) auf und lassen sich auch mit verschiedenen Körnungsanalysen belegen. Zu einer hohen Anzahl der Standorteinheiten liegen teilweise georeferenzierte Analysendaten für den Oberboden vor (etwa 130 Probepunkte heterogen verteilt). Der Untergrund ist hingegen nur an vereinzelt Stellen untersucht worden. Kalkgehalte wurden im Bereich der FAL im Feld nicht festgestellt, obwohl vereinzelt Mergelreste aus früherer Kalkung in der Krume anzutreffen sind. Die pH-Werte liegen im Nordbereich der FAL im Mittel bei 6,5 und nur unter ehemaligen Waldflächen bei pH 4,3-5. Die Ackerböden sind ausreichend mit Kalium versorgt, nur bei Phosphat liegt eine hohe Grundversorgung resultierend aus der Meliorationsdüngung im Zuge der Rollfeldgestaltung 1936 bei der Einrichtung der ehemaligen LFA vor. Der Humusgehalt beträgt auf den Ackerböden im Durchschnitt 0,8-1,6 % Ct und kann unter Forst bis auf 3 % Ct ansteigen. Einige reliktsch vorhandene Anmoorflächen mit höheren Humusgehalten in der Krume lassen sich im Nordosten und Südosten des Geländes ausmachen. Die Bodendichte beträgt im Oberboden zwischen 1,41 g/cm<sup>3</sup> und 1,57 g/cm<sup>3</sup> und steigt in die Tiefe bis auf 1,7 g/cm<sup>3</sup> (glazifluvialer Sand bei 2 m Tiefe). Eine Pflugsohle mit Verdichtung ist bei 40 cm Bodentiefe angedeutet. Eine Übersicht dieser Grunddaten mit einer großen Spanne der Datumsangabe befindet sich im Detailbericht (Sauerbeck, 2005a).

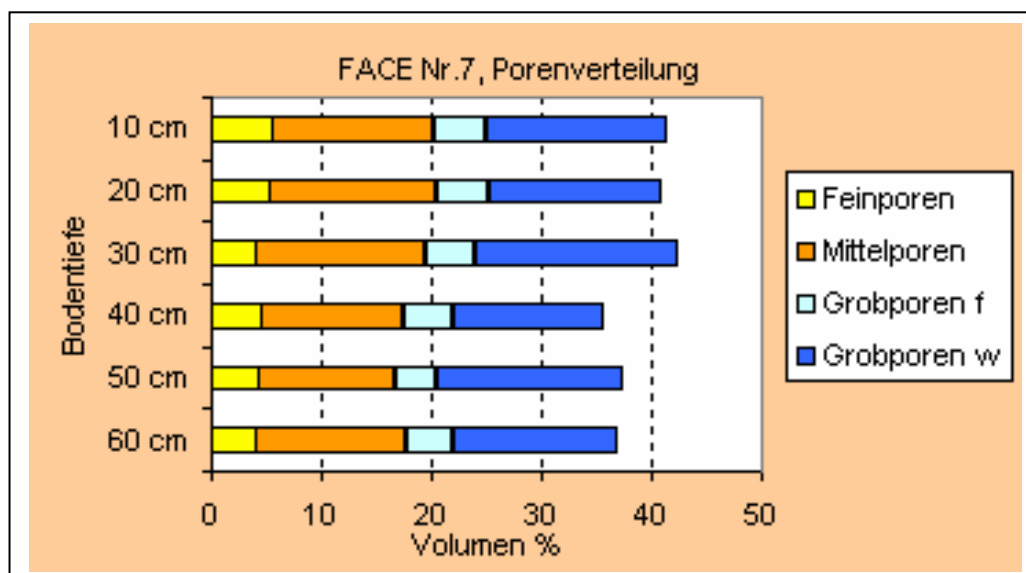


Abbildung 23: Porenraumverteilung im zentralen Bereich der FAL n. Pacholsky, 2004 im FACE Versuchsfeld, Ring Nr. 1 bis 60 cm Bodentiefe

Die nutzbare Feldkapazität liegt in der Schluffdecke bis 50 cm meist bei 19 – 20 Vol. % (Bodenart Su3) und nimmt mit höherem Sandanteil in der Tiefe auf 15 – <10 Vol. % ab. Mehrere pF-Kurven wurden für nördliche Standortbereiche (Sandkamp); westliche Bereiche

(Hauptfeld 2, Pappelstück), Zentralbereiche (FACE-Versuchsfläche) sowie südliche Bereiche (Agrarmeteorologie, Deutscher Wetterdienst) bis in eine Tiefe von 60 cm erstellt (Abbildungen 23-25).

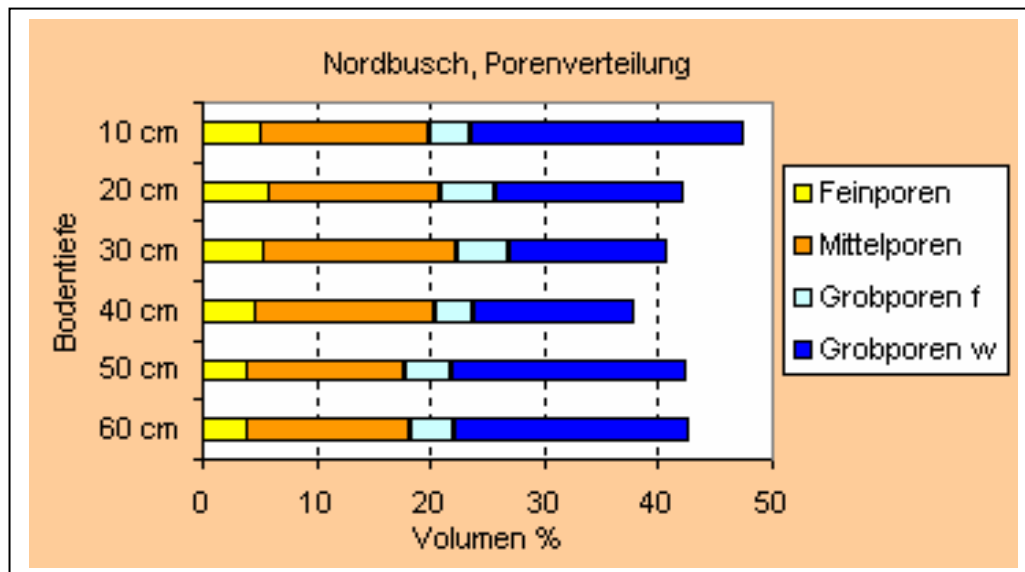


Abbildung 24: Porenverteilung im nordöstlichen Bereich des FAL-Geländes (Flurstück Nordbusch) bis in 60 cm Bodentiefe n. Seibold et. al., 1998

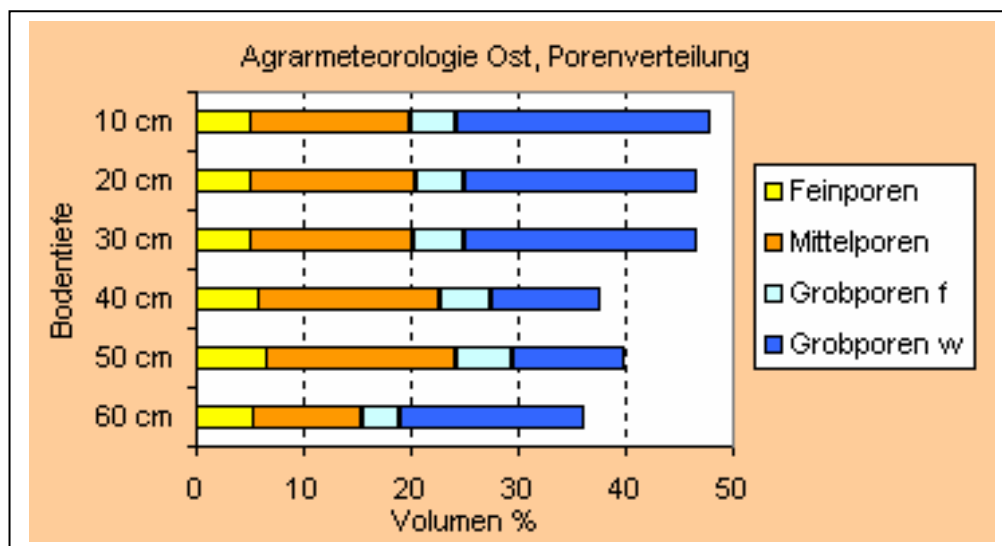


Abbildung 25: Porenverteilung bis 60 cm Tiefe im südlichen Bereich des FAL-Geländes über Geschiebelehm im Untergrund nach Deutschen Wetterdienst, 2004

Deutlich überwiegen die Grobporen bis in 60 cm Tiefe. Porensprünge sind in der 50 bis 60 cm mächtigen Sandlößdecke nicht zu erkennen (Abbildung 23 und 24). Lediglich am südlich gelegenen Standort des Deutschen Wetterdienstes macht sich der relativ flach anstehende Geschiebelehm bereits ab 50 cm Bodentiefe mit einer deutlichen Abnahme der Mittelporen und Grobporen und einer Zunahme an Feinporen bemerkbar (Abbildung 25).

Daten zur Leitfähigkeit des Bodens wurden bisher nur an einzelnen Standorten erhoben und beschränken sich meist nur auf den Oberboden. Auf dem FACE-Versuchsfeld wurden im Rahmen eines Praktikums von Studenten der TU Braunschweig Versickerungsraten von 5-8 cm/Tag in Bohrlochversuchen ermittelt (Germer, 2004). Diese ungesättigte Leitfähigkeit kann

nach der KA4 (1994) als gering eingestuft werden. Für die gesättigte Wasserleitfähigkeit wurden in dem gleichen Praktikum im Labor Werte von 64 – 179 cm/Tag ( $0,7 - 2,07 \cdot 10^{-3}$  cm/sec). angegeben (Germer, 2004). Zhao (1993) nennt hingegen in seiner Arbeit Versickerungsraten in Abhängigkeit von der Bodenbewirtschaftungsart zwischen 6,1 und 12,5 cm/h ( $0,1 - 0,21$  cm/sec) für das Flurstück „Pappelstück“. Für unbelastete Lössstandorte südlich der FAL bei Timmerlah mit deutlich höheren Schluffgehalten als in der FAL wurde eine geringere gesättigte Wasserleitfähigkeit von 26,5 cm/Tag für den Oberboden (20 cm Tiefe) und 23,8 cm/Tag für den Unterboden (50 cm Tiefe) gemessen (Kretschmer et al., 1994). Die Luftleitfähigkeit dieses Standortes wird mit  $0,03 - 0,05 \cdot 10^{-3}$  cm/sec angegeben. Als Speichervermögen des Bodens wurde auch in Versickerungsmulden bei Beregnungsversuchen auf dem Nordbuschfeld mit  $3,8 - 4,3$  mm/m<sup>2</sup> ermittelt (Seibold et al., 1998). Die gesättigte Wasserleitfähigkeitswerte im Oberboden (Kf) in Abbildung 25 werden weitgehend durch Ergebnisse zu Sandböden aus der weiteren Umgebung von Braunschweig mit  $1,15 \cdot 10^{-3}$  cm/sec für Sand- und  $1,12 \cdot 10^{-5}$  für Lössböden bestätigt (Becher, 1971). Die Untersuchungen weisen auf eine geringe Luft- und Wasserleitfähigkeit bis in 50 cm und deutlich erhöhter Leitfähigkeit im sandigen Untergrund hin (Abbildung 26).

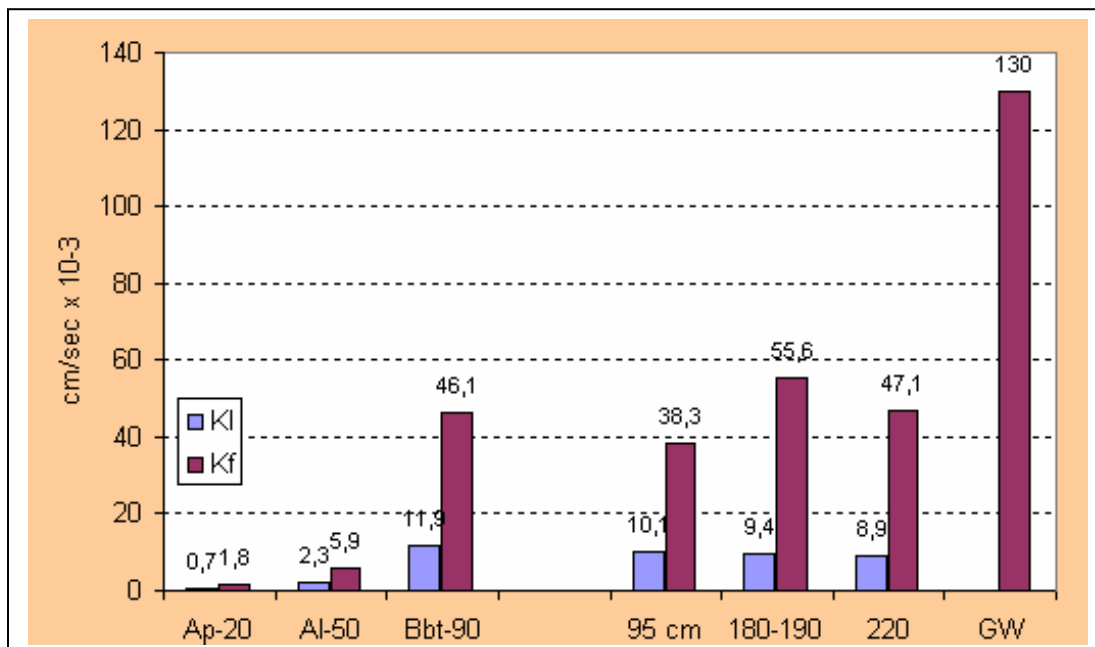


Abbildung 26: Gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf) und Luftleitfähigkeit (kl) in Horizonten der neuen Lysimeteranlage des Institutes für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft (Mittelwerte von n = 8, GW: Schichten mit höchster Grundwassernachlieferung in Brunnenanlagen der FAL) nach Sauerbeck (2005) (Horizonte mit Tiefenangaben in cm von Geländeoberfläche)

Die Ergebnisse in Abbildung 26 weisen auf teilweise problematische bodenphysikalische Gegebenheiten in Teilbereichen der Versuchsflächen hin, die möglicherweise auch durch die Bautätigkeit im heutigen Lysimeterfeld verursacht wurden. Die Daten geben jedoch auch Hinweise für die Theorie zur Bildung der beobachteten Eisen-Tonbänderung im Unterboden. Das einsickernde Niederschlagswasser verdrängt die eingeschlossene Luft, die jedoch auf Grund der geringen Leitfähigkeit nur langsam entweichen kann. Hierdurch kommt es im Unterboden zur Bildung von Luftkissen mit bevorzugter Lage in den eingelagerten Grobsand-Kiesbändern. Die Sickerwasserfront kommt dadurch zum Stillstand. Auch andere Autoren erklären auf Grund dieses Effektes die Bildung von Tonlamellen aus verschleppten Tonteilchen aus dem Al-Horizonten, die sich auf Grund relativer Ruhe der Stauwasserfront

lamellenförmig zwischen den Kornaggregaten absetzen und bänderförmig (Bbt-Horizont) anreicherten (Goetz, 1970). Die Lamellen lassen sich auch im Dünnschliff nachweisen (Altemüller, 1962; Gehrt, 1994). Bedingt durch den Wasserstau bilden sich im Unterboden Bleichzonen aus, die häufig oberhalb der Eisen-Tonbänder während der Feldaufnahme dokumentiert wurden. Diese Vorgänge führen auf Teilflächen der Versuchsfelder auch zu starken Vernässungen und Verschlammung an der Bodenoberfläche.

Ein weitere Phänomen des Standortes der FAL ist möglicherweise die Ausbildung einer hydraulischen Wasserscheide, die in langen Trockenperioden zu einem Abreißen des kapillaren Wasseraufstiegs aus noch feuchteren tiefer gelegenen Bodenschichten entlang der unteren Grenze der schluffhaltigen Sandlößdecke führt. Feuchtigkeitsmessungen im Bereich der Versuchsfelder des Instituts für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft zeigten bereits abnehmende Bodenfeuchtigkeit mit zunehmender Tiefe, was einmal auf ungenügende Aufsättigung hindeutet, jedoch auch die bessere Drainwirkung des Sanduntergrundes vor Augen führt. Entsprechende Zeituntersuchungen von Saugspannungen über mehrere Jahre sind nicht verfügbar und wurden meist für die oberflächennahen Bodenschichten kurzfristig erstellt. Die Saugspannung sollten daher im neuen Lysimeterfeld längerfristig im kompletten Jahresablauf untersucht werden, wobei die Möglichkeit einer automatischen Erfassung besteht.

## **8 Diskussion der Ergebnisse und Vergleich zur näheren Umgebung der FAL**

### **8.1 Bereiche innerhalb der FAL**

Die Böden der FAL wurden in der Vergangenheit mehrfach beprobt und von verschiedenen Wissenschaftlern unterschiedlich beurteilt. Die jüngste Eingruppierung der Standortverhältnisse erfolgte durch die Arbeit von Gehrt (1994) in der hauptsächlich der Substratwechsel und die Abfolge der Bodenarten entlang der so genannten Lößgrenze in nördlicher und südlicher Richtung erfaßt wurde, jedoch auch Teile der FAL in dem beiliegende Übersichtskartenwerk abgebildet wurden. Zudem wurde vom gleichen Autor die Karte der Reichsbodenschätzung für das Gelände der FAL 1986 überprüft (Nachschätzung).

Von Gehrt (1994) werden für das Gebiet der FAL werden im Durchschnitt Bänderparabraunerden mit einer Deckschichtmächtigkeit von 40-60 cm bestehend aus sandigen Sandlöss mit den überwiegenden Bodenarten Su3 bis Sl3 und schwachem Kiesgehalt angegeben. Die mittlere Korngrößenverteilung für dieses Substrat liegt bei 8 % Ton; 9 % Fein- und Mittelschluff; 21 % Grobschluff; 20 % Feinsand; 36 % Mittelsand und 6 % Grobsand. Die Verteilung von Schluff und Sand soll in der Deckschicht homogen sein, weist jedoch im Detail kleinere Schwankungen im Schluffanteil bedingt durch Kryoturbation und Deflationsvorgänge auf. Kornmaxima sind in der Grobschluff- und Mittelsandfraktion zu finden, ein Spektrum, das sich auch in vielen Korngrößenanalysen des Oberbodens der FAL bestätigen läßt. Häufig wird die Deckschicht von sehr hellen Sandlöss unterlagert, der in der FAL jedoch vielfach nur noch die darunter befindlichen Eiskeile, Frostspalten und Kryoturbationstaschen ausfüllt. Die besonders im Bereich der FAL im östlichen Bereich (FACE-Feld) angetroffene grauweiße, sandbetonte Schicht, die in dieser Arbeit weitgehend als Flugsandschicht bezeichnet wurde, dürfte hierzu nicht zuzuordnen sein, da nur geringe Schluffgehalte gemessen wurden und der Mittelsand die Kornfraktionen dominiert.

Auf Grund von Holzkohleresten mit braunen Eisen-Manganoxidsaum im unteren Bereich der Deckschicht läßt sich die Sandlössauflage nach Gehrt (1994) auf ein Alter von etwa 3900



Jahre datieren. Weitere Untersuchungen zu Lössschichten in Schwarzerden der benachbarten Hildesheimer und Ostbraunschweiger Börde geben eine Altersspanne der Entstehung zwischen 3000 und ca. 7300 (9000) Jahren an (Scharpenseel, 1968; Vinken, 1971 in Gehrt, 1994, Hilgers et al., 2001). Holzkohlereste lassen sich auch bei vielen Einschlügen feststellen und weisen somit auch auf weitgehend ungestörte Bodenverhältnisse in diesen Bereichen hin. Zum Teil lassen sich in archäologischen Grabungen auch Besiedlungsreste unter Lössüberdeckung finden. Im Bereich der FAL lag das eisenzeitliche Gräberfeld in einer Tiefe von etwa 40 cm und wurde durch Pflugarbeit bereits stark zerstört bevor die letzten Reste in einer Notgrabung 1936 geborgen werden konnten (Fuhse, 1917, Wendorff, 1983).

Die für die Sandlöss nördlich der Lößgrenze charakteristische, unterhalb der Deckschicht in 30-50 cm befindliche Steinsohle ist im Bereich der FAL durchgehend anzutreffen und markiert eine Deflationsgrenze zu den darunter liegenden glazifluviatilen Sanden. Aus diesem Grunde wird von anderen Autoren häufig unter der Sandlössdecke eine dünne Geschiebedecksandschicht verzeichnet (Gehrt, 1994). Stratigraphisch läßt sich diese jedoch im Bereich der FAL nicht eindeutig bestimmen, da nur geringfügige Körnungsunterschiede zur darunter befindlichen Sandschicht festzustellen sind und nur in einigen Kartenwerken mit kleinen Maßstäben Geschiebedecksande im nordwestlichen Waldbereich verzeichnet wurden (Lüders, 1978, Bundesforstamt, 2003). Die Deckschicht in der FAL ist zudem im nördlichen Teil durch Umlagerungsprozesse durch Wechsellagerung von Sandlöss und Flugsand geprägt, so daß hier auch die Substratbezeichnung Sand-Streifenlöss verwendet werden kann (Gehrt, 1994). Dieser Bezeichnung kommt die Tatsache entgegen, das in Teilbereichen der FAL im Oberboden teilweise stark sandige Partien schluffige überlagern. Dies mag auch ein Grund für die Trennung des Oberbodens in die 0-15 und 15-25 cm Tiefenzone in der erste umfangreichen Körnungsanalyse zum Gebiet der FAL im Jahr 1986 sein, wobei diese Trennung auch die Humusverteilung im Boden berücksichtigte (Altemüller, 1986). Diese Daten sind bei der Auswertung in dieser Arbeit mit der 0 – 30 cm Tiefenzone zusammengefasst worden. Auf weitere bodenphysikalische Daten sei auf Sauerbeck, 2005a hingewiesen.

Die dunkelbraun verfärbten, meist als Ahl bezeichneten Horizonte unterhalb des Ap sind im Gelände der FAL meist auf tiefere Bodenbearbeitung zurückzuführen und sind eigentlich als fossile Ap-Horizonte anzusprechen. Bestärkt wurde diese Annahme mit Berichten zur Vergrößerung der Bearbeitungstiefe in der Umgebung von Braunschweig im Rahmen der Krumenvertiefung (Nieder und Richter, 1986). Die Bezeichnung Ahl beruht auf der Beobachtung der starken Humusanreicherung sowie dem Auftreten erster Tonfilme an den Aggregatoberflächen. Nach Auskünften älterer FAL-Mitarbeiter wurde das Gelände der FAL mit einem Parapflug teilweise tiefgründig Mitte der Achtziger Jahre gepflügt, so daß die häufig bei 40 cm Tiefe auftretende markante Grenze auf diese Maßnahme zurückzuführen wäre, wobei der Vorgang jedoch lediglich einmal durchgeführt wurde. Dennoch werden diese Horizonte auch an Standorten mit natürlicher Bodenentwicklung angetroffen. Im Berliner Raum wird in Sandböden unter dem schwarzen Ap-Horizont meist ein brauner Bv-Horizont beobachtet, der ebenfalls etwa in 40 cm endet (Goetz, 1970). Braun gefärbten Horizonte lassen sich auch unter Schwarzerde Ah-Horizonten der Hildesheimer Boerde finden, werden dort zum Teil als fossil betrachtet (Roeschmann, 1963, 1968 in Gehrt, 1994). Diese auch in vielen Parabraunerden aus Löss beobachtete Horizonte scheinen nach Rohdenburg & Meyer (1968) als Relikt aus der Entkalkung und Versauerung im Zuge der Bodenentwicklung der ehemaligen Schwarzerde zu Parabraunerde entstanden zu sein und werden dort als Bv-Horizonte bezeichnet. Ob auch die Böden im dem Lössband vorgelagerten Sandlössgebiet jemals Stadien mit Schwarzerde ähnliche Charakteristiken erreicht haben, ist im Bereich der FAL trotz des teilweise mächtigen A-Horizontes (sofern nicht anthropogen überprägt) und der

erhöhten Schluffanteile im südlichen Bereich nicht eindeutig nachweisen. Auch die über 10 Jahre andauernde Bodenruhe unter Grasbedeckung während der LFA-Periode dürfte auch unter der Berücksichtigung der nachfolgenden langjährigen meist ackerbaulichen Nachnutzung nur wenig zu einer Humusanreicherung in größeren Bodentiefen beigetragen haben.

Die bänderförmige Tonanreicherung in glazifluviatilen Sanden ist typisch für die Sandlössgebiete nördlich der Lößgrenze und setzt dort in einer Tiefe von 50 - 80 cm ein. Die bänderförmige Anreicherung läßt sich bis in 3-5m Tiefe verfolgen (Gehrt, 1994, Roeschmann, 1971). Ähnliche Verhältnisse sind für Sandgebiete aus dem Berliner Raum von Goetz (1970) berichtet worden. Charakteristisch für diese Bänder ist die Tonanreicherung in Schichten mit größerem Grobporenanteil (meist gS, Feinkies oder mS). Entsprechend der dort in bestimmten pF-Bereichen langsameren Wasserbewegung als Filmwasser können sich hier lamellenförmige Tonablagerungen bilden, die sich in Dünnschliffen auch für die Braunschweiger Umgebung nachweisen ließen (Gehrt, 1994). Die Tonbänder können Mächtigkeiten bis 30 cm aufweisen. Die Tonanreicherung erfolgt zonenweise innerhalb der Bänder (Gehrt, 1994). Dies konnte durch verschiedene Tongehalte in Kornanalysen bei gleicher Tiefe im Bereich der Schaugrube zum FACE-Versuchsfeld festgestellt werden.

Die Tonanreicherungsbänder fallen durch orange bis rostrote Färbung auf und sind den Munsell-Farbtafeln nur bedingt eindeutig zuordbar. Im Berliner Raum ist vor allem ditionitlösliches und oxalatlösliches Eisen angereichert, das etwa das 2-3 fache des Gehaltes der Bereiche oberhalb der Bänder beträgt. In diesem Gebiet konnte die Tonbänderbildung in Sanden auf < 12000 Jahre in Einzelfällen auch auf 2600 bis < 1000 Jahre an C14-Probenmaterial bestimmt werden. Im Bereich der FAL scheint ein Großteil der Bänder bereits vor der Ablagerung der weichseleiszeitlichen Lössaufwehung angelegt worden zu sein, da diese Schicht häufig durch Periglazialbildungen mit Frostkeilen und Brodelaschen überprägt wurde. Der Ton könnte somit größtenteils aus einer in den Warmzeiten erodierten Geschiebelehmsschicht stammen, deren Reste sich im südlichen und zentralen Bereich der FAL finden lassen. Die Eisenoxidfreisetzung aus der Verwitterung silikatischer Gesteine scheint auch heute noch aktiv zu erfolgen. Neben rostbraunen gealterten Ablagerungen in den Terrassenablagerungen im nordöstlichen Bereichen aber auch in zentralen Geländebereichen finden sich relativ frische gelborange Lepidokrokite- und hellrote Hämatitanreicherungen in teilweise reduzierten graublau gefärbten Schluff- und Sandablagerungen in der Nähe von Bereichen mit starken lateralen Grundwasserzufluß besonders im Südosten der FAL im Bereich der Grundwasserscheide. Diese können als feine Bändchen ausgebildet dort vorliegen. Nach Gehrt (1994) tritt in Höhenlagen zwischen 75-80 m ü. NN zumindest in relativen Senken und insbesondere in nassen Jahren Grundwasser auf und die Bereiche mit glazifluviatilen Sedimenten weisen eine große Wasserstandsamplitude auf. Die Auswertungen der Beobachtungspegel zeigten besonders im nordöstlichen Bereich der FAL Grundwasserhöchststände bis 3 m unter Geländeoberfläche in den letzten 15 Jahren, wobei dort die Geländehöhe nur teilweise 71 m ü. NN beträgt. Nach der Aussagen älterer Literatur lagen noch vor dem Bau des Mittellandkanals und des Zweigkanals nach Salzgitter die durchschnittlichen Wasserstände der Oker bei Braunschweig bei 69-70 m ü. NN (Harbort, 1914). Somit existierten noch Anfang des 20sten Jahrhundert frische bis feuchte Standorte im nördlichen und nordöstlichen Bereich der heutigen FAL. Zumindest für diese Bereiche muß eine laterale Eisenoxidzufuhr und Ausscheidung erfolgt sein, worauf die deutlich rot gefärbten Böden auch hinweisen. Im Südosten der FAL scheint bei durchschnittlichen Grundwasserständen zwischen 4 und 6 m unter Geländeoberfläche (n. Grimmelmann et al., 1972) zusätzlich teilweise Schichtwasser aufzutreten, das dort während der Kartierung bei 60 cm Tiefe unter ehemaligen Niederungsmoorablagerungen angetroffen wurde. Gelöste

Eisenverbindungen können daher durchaus hier noch heute ausgefällt werden, zumal Grundwasseranalysen für das im Wasserwerk geförderte Trinkwasser hohe Eisengehalte angeben und eine dementsprechende Aufbereitung erfolgt. Der Grundwassereinfluß wurde mit dem Bau des Mittellandkanals deutlich gesenkt und das früher nördlich von Völkenrode ausschließlich als Grünland genutzte Gebiet trockengelegt (heute überwiegend Ackerbau). Eine gewisse Senkungstendenz für die Grundwasserspiegel im Bereich der FAL lässt sich bei einem Vergleich von Altdaten mit den aktuellen Grundwasserständen bei gleicher Pegellage ablesen.

Die fahlen Bereiche zwischen Al und Bt (meist als Al-Sg oder Bbt-Sg gekennzeichnet) besonders im östlichen Bereich der FAL, aber auch teilweise im Bereich von Stauzonen im westlichen Gebiet werden auf Naßbleichung zurückgeführt. Ähnliche Ausbildungen werden von Roeschmann, in Gehrt (1994), jedoch unter Wald bei gleichzeitiger Störung der Bodenstruktur auch als Beeinflussung durch Baumwurzeln (Sturmwurfschäden) interpretiert. Da im Bereich der FAL die Lage der Tonbänder durch Baumbewuchs kaum verändert sind und zudem ehemalige Feuchtgebiete in der Nähe der entsprechenden Standorte sich lokalisieren lassen, ist eher der Einfluß einer Naßbleichung in Folge von Stauwasser anzunehmen. Auf Grund teilweise eingelagerten Bändern mit höheren Schluffgehalt (Su3 bis Uls) konnte partiell auch Haftnässe nachgewiesen werden. Die Bildung von Raseneisenstein ähnlichen Verfestigungshorizonten besonders im südöstliche Bereich im Umfeld der Flur „Kleinkamp“ und „Lammer-Eck“ weist ebenfalls auf lateralen Wasserzustrom hin. Im westlichen Bereich der FAL wurde infolge von Baumaßnahmen der LFA (Schießkanal) der natürliche Gebietsabfluß mehrfach unterbrochen, was zwischenzeitlich zu deutlichen Stauwirkungen während der Nässeperioden in den dort östlich vorkommenden Wiesensenke geführt hat.

Die nahezu flächendeckende Befahrung zur elektromagnetischen Leitfähigkeit stellte mehrere signifikante Störbereiche und bodenkundliche Grundstrukturen fest. Diese Merkmale ließen sich sowohl induktiv als auch direkt messen und räumlich darstellen. Die geostatistische Auswertung zeigte eine vergleichbare Streubreite der schlagbezogenen Range für den Gesamtbetrieb wie in anderen Untersuchungen zu Bodenparametern und Erträgen anderer der FAL integrierter Versuchsgüter (Panten, 2002). Ähnliche Zusammenhänge werden auch für die Körnungsverteilung im FACE-Versuchsfeld wiedergegeben (Thiele, 2004). Das gewählte Bohr-Raster unterschreitet die ermittelte Reichweite (Range) und ist der flächenhaften Verteilung angepaßt. Bei den Vergleichen der Leitfähigkeitswerte mit Bodenparametern wurde festgestellt, daß eine gute Übereinstimmung mit der räumlichen Verteilung der Bodenarten vor allem ab 50 cm – 80 cm Bodentiefe besteht. Gleichzeitig muß hierbei jedoch festgestellt werden, daß bei den vorherrschenden Zweischichtböden innerhalb der FAL meist unterschiedliche Horizonte durch die gewählten Scantiefen erfasst wurden. Zudem traten bei einem Vergleich der Messwerte mit den Bodenarten in einer festgelegter Tiefe große Streuungen auf. Auch in der Arbeit von Lück et al. (2002) wird auf die Verwendung von zusätzlichen Unterlagen zur Interpretation von Leitfähigkeitswerten bei Mehrschicht-Bodenverhältnissen hingewiesen. Die Hinzuziehung der Bodenabfolge von eingemessenen Bodenprofilen in der FAL ergaben eine Vielzahl an Einflußfaktoren, die sich vor allem aus dem Anteil an schluffigen Substraten und deren Mächtigkeit am Profil, die Humusanreicherung infolge von Bodenbewegung (Rigolen), Auftrag oder Umlagerung bedingt durch Erosion, die Tiefenlage des Geschiebelehms oder wasserundurchlässige toniger Substrate in ehemaligen Schmelzwasserrinnen aber auch Verdichtungseffekten zusammensetzen. Die Ursache von erhöhten Leitfähigkeitswerten kann daher von Schlag zu Schlag unterschiedlich sein, ist jedoch aus der jeweiligen Beschreibung der Standorteinheiten ersichtlich. Weitere Arbeiten zu Vergleichen zwischen Körnungsanteilen (i.e. Sandanteil) und

der Leitfähigkeit zeigte engen Korrelationen zwischen niedrigen Messwerten und hohem Sandanteil auf (Thiele, 2004). Durch Überlagerung der Bodenarten mit den entsprechenden Leitfähigkeitswerten zeigten sich zudem enge räumliche Übereinstimmung mit Sandbereichen und niedriger Leitfähigkeit sowie Bereichen mit hohem Schluffgehalt bzw. sandige Lehme (Geschiebelehm) und schluffigen Tonen mit hohen Leitfähigkeitswerten, wobei sich nur ein Zusammenhang mit der räumlichen Verteilung, der Einfluß der Tiefenlage sich jedoch bei einer Eindringtiefe bis 160 cm nur bedingt durch einen Vergleich mit unterschiedlicher Justierung auf Teilbereichen der FAL feststellen ließ. Besonders die jeweilige Eindringtiefe bei horizontalem bzw. vertikalem elektromagnetischen Meßverfahren sollte eingehender im Gelände überprüft werden, da bisher nur Betreiberangaben als mittlere Scantiefe vorliegen. Wertvolle Hinweise ergaben sich jedoch durch die Hinzuziehung umfangreicher älterer Kartierungen zur Tiefenlage von wasserstauenden und die Durchwurzelung hemmender Schichten aus dem Jahr 1948 (Müller, 1948). Korrelationen mit der Bodenfeuchte sind nach Literaturangaben eng, jedoch wird auch hier meist nur der Oberboden mit den Leitfähigkeitswerten bei einer größeren Eindringtiefe verglichen. Auch hier wurden in der FAL Mischeffekte vor allem durch Stauwasser und Haftwasserzonen bei den gegebenen Außenbedingungen von 110 % Feldkapazität im Boden aufgezeichnet. Die bereichsweise überhöht erscheinende Feldkapazität von 110 % im Oberboden erklärt sich durch hohe Wassergehalte im Untergrund (behinderte Versickerung) und wurde auch in früheren Arbeiten beobachtet (Aslan, 1980). Dies dürfte vor allem bei Extremausschlägen über Tonschluff-Bereichen mit Niedermoor im Nordosten der FAL der Fall gewesen sein.

Die physikalische Bodenuntersuchung an Stechzylindern aus dem Bereich des Lysimeters des Instituts für Pflanzenbau zeigte große Unterschiede in der gesättigten Wasserleitfähigkeit im Oberboden und dem sandigen Unterboden. Die Werthöhe stimmt jedoch gut mit älteren Daten aus der Literatur überein (Altemüller, 1957; Richter, 1974). Jedoch zeigen die Literaturwerte in der Häufigkeitsverteilung auch eine starke Streuung der gesättigten Wasserleitfähigkeit (Bailly, 1973).

Die ermittelten Leitfähigkeitswerte geben auch Hinweise auf das hydraulische Verhalten des Bodens. Die Ergebnisse weisen auf die Bildung einer hydraulischen Wasserscheide in Trockenzeiten hin, an dessen Oberkante in etwa 70 cm Tiefe einmal ein durch Evapotranspiration bedingter Gradient von unten nach oben ausgebildet, zum anderen jedoch bedingt durch starke Drainage des Sanduntergrundes sich auch ein Gradient nach unten ausgebildet. Diese Wasserscheide wurde in Trockenperioden in Lößböden des Leinetals beobachtet (Richter, 1974). Für die Standorte innerhalb der FAL zeigten die in den Tiefen 20, 40, 60, 80 und 120 cm Tiefe eingebauten Tensiometer im Flurstück „Pappelstück“ über das Jahr 1994 eine starke Dynamik der Saugspannung bis 60 cm Tiefe mit maximalen Ausschlägen bis -900 hPa im Oberboden, jedoch deutlich abgeschwächte bzw. fast ausgeglichene Spannungen ab einer Tiefe von 80 und 120 cm bei -50-100 hPa, was auf ein relativ feuchtes Jahr und auf kapillaren Wasseraufstieg aus dem sandigen Unterboden hindeutet (Zhao, 1994). Eine nach und nach zunehmende Austrocknung der Böden wurde bereits in älteren Untersuchungen auf benachbarten Flächen an Hand von Wassergehaltsbestimmungen in Trockenjahren festgestellt (Aslan, 1980).

## - 8.2 Bereiche südlich der FAL

Die im Bereich der FAL südlich dem heutigen in West-Ost-Richtung verlaufenden nördlichen Waldtrauf einsetzende schluffige Variante des Sandlöss läßt sich nach Gehrt (1994) bis zu der so genannten Lößgrenze entlang der Bundesstraße B1 südlich der Ortschaft Lamme verfolgen. Für den Bereich Raffturm, ist nördlich der B1 eine einheitliche Deckschicht aus schluffigen Sandlöss von 70-80 cm Mächtigkeit über glazifluviatilen Sanden angegeben, die durch eine Steinsohle in einer Geschiebedecksandschicht getrennt wird. Die Bodenarten dieser Schicht sind im Gegensatz zu den im südlichen Bereich der FAL, wo noch der Sandanteil überwiegt, deutlich schluffiger mit Ut2 bis Ut3 mit geringem Kiesanteil. Die Körnung setzt sich aus 11 % Ton, 15 % Fein- und Mittelschluff, 44 % Grobschluff, 26 % Fein-, 3 % Mittel- und 1 % Grobsand zusammen (Gehrt, 1994). Der Grobschluffanteil nimmt also auch nach Süden außerhalb der FAL deutlich weiter zu. Bei den Bodentypen überwiegt im westlichen Teil von Lamme (im jetzigen Baugebiet "Lammer Heide") noch die Bänderparabraunerde, es treten daneben jedoch zunehmend auch Parabraunerden mit kompaktem Bt-Horizont auf.

Südlich der B1 kommen bei einer deutlichen Zunahme der Mächtigkeit der Deckschicht mit zunehmend südlicher Richtung zunächst schluffige Sandlöss, die bald von sandfreiem Löss abgelöst werden (Gehrt, 1994, Sauerbeck, 2004). In diesem Bereich herrschen als Bodentyp die Parabraunerde mit kompaktem Bt-Horizont sowie teilweise bereits pseudovergleyte, meist graue degradierte Schwarzerden vor. Bereits im Timmerlaher Busch, wenige 100 m südlich der beim Raffturm beschriebenen Bodenverhältnisse, treten im Wald aber auch im vorgelagerten Ackerland im Vergleich zur FAL völlig anders gestaltete Bodenprofile auf.

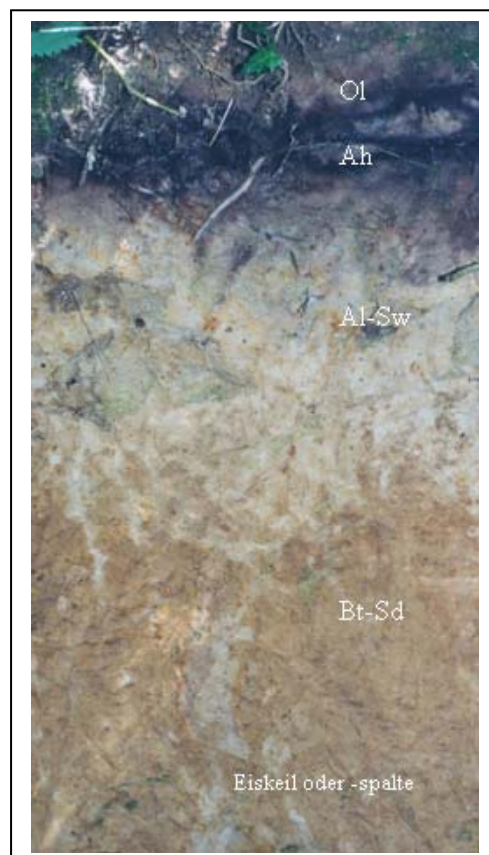


Photo 6: Waldbodenprofil im Timmerlaher Busch, Bodentyp: Pseudogley-Parabraunerde

Profilbeschreibung (Photo 6):

Ah	8 cm	schwarz 10 YR 4/2, mittel humos h3, Moderauflage, Ut2
Aeh	15 cm	violett-schwarz, schwach podsoliert, schwach humos h2, Ut2
Al-Sw	40 cm	hellweißbraun, schwach Feox-Flecken ed2, Bleichzonen, schwach staunaß, Ut2
Al-Sw	58 cm	Feox-Flecken mit Bleichzonen ed3, Stauwasser, Ut3
Bt-Swd	100 cm	rötlich braun, Feoxanreicherung ed3, Polyeder- bis Prismengefüge, Ut4

In diesem Gebiet tritt keine Bänderung mehr auf sondern auf Grund der höheren Schluffgehalte und Mächtigkeit der Deckschicht ein kompakter Bt-Horizont (Photo 6). Dennoch können auch hier Eiskeile bzw. Spalten nachgewiesen werden, in die später helleres Lössmaterial eingewaschen wurde. Auf Grund des offenkundigen Porensprungs des Materials im Frostkeil mit höherem Grobporenanteil sowie der typisch bevorzugten Wirkung von Eiskeilen als Drainsystem in Periglazialböden (Hoffmann, 1976) gegenüber unbeeinflussten Böden kam es insbesondere am Rand des auf dem Photo 6 abgebildeten Eiskeils zu Eisenoxidausfällungen, so daß ein orange-farbener Saum entstand. Eisenoxidsäume lassen sich auch in Randzonen von Eiskeilsystemen in der Umgebung von Berlin beobachten (Goetz, 1970). Dieser Befund erscheint wichtig für die hydrologische Beurteilung der Periglazialerscheinungen im Untergrund der FAL zu sein. Insbesondere der Bereich des FACE-Versuchsfeldes weist ein ausgeprägtes Eiskeil- und Rinnensystem auf, das stark drainierend auf die dort vorliegenden Bodenverhältnisse wirkt und rasch eine Austrocknung von östlichen Teilen der Versuchsfläche verursacht. Daher sind diese Bereiche auf Grund ihrer helleren Farbtonung auf nahezu allen Luftbildaufnahmen bei unterschiedlichen Jahreszeiten klar erkennbar. Vergleichbare Verhältnisse scheinen auch im nördlichen Bereich des Sandkamps vorzuliegen und wären eine plausible Erklärung für die hier im Vergleich zum Umfeld vorgefundenen ähnlich niedrigen Werte der elektrischen Leitfähigkeit wie im FACE-Versuchsfeld. Auch in diesem Bereich sind trockene streifenförmige Bereiche auf Luftbildern mit ähnlicher Ausrichtung wie im FACE-Versuchsfeld auszumachen. Das Füllmaterial der Rinnen besteht im Bereich der FAL meist aus mittelkörnigen Sanden mit einem größeren Porenvolumen als das umgebende Sediment und wurde im Bereich der Schaugrube des FACE-Versuchsfeldes ergraben. Auch im näheren Umfeld der FAL, in der Hildesheimer Börde unterliegt die Wasserführung in geringmächtigen Lössen über Tonen der Unterkreide sowie den flachen mit Sand gefüllten glazifluvialen und periglazialen Rinnen einem starken Einfluß des Untergrundreliefs, was zu einer starken Differenzierung der Bodentypen in diesem Raum führte (Bailly, 1969).

Nicht dargestellt im Photo 6 ist die Untergrenze des Bt-Horizontes, weil hier das sandhaltige Material in der Profilgrube weggebrochen war. Meist ist jedoch an der Untergrenze des Bt-Horizontes in der Umgebung von Braunschweig in 1,2 - 1,4 m Tiefe ein verbraunter Bereich mit nur lokaler Tonverlagerung vorhanden, der in der Literatur meist als Lamellenfleckenzone beschrieben wird und die Entkalkungsgrenze zum darunter liegenden Lössmaterial markiert (Bailly et al., 1969).

Die Körnung des Lössmaterials in den oberen 50 cm der Deckschicht im Bereich des Timmerlaher Busches besteht nach Gehrt (1994) im Mittel aus 14 % Ton; 22 % Mittel- und Feinschluff; 61 % Grobschluff; 2 % Fein-; und 1 % Mittelsand bei verschwindend geringem Grobsandanteil. In den unteren Bereichen lassen sich weitere, sich in den Anteilen der Schluff-Fraktion sowie durch eingelagerte Sandbänder unterscheidende Schichten ausmachen,

die Gesamtmächtigkeit der Deckschicht bis zum glazifluviatilen Sand beträgt jedoch 0,8 - 1,4 m (Gehrt, 1994). In der Bodenart herrscht Ut3 bis Ut4 (mittel- bis stark toniger Schluff) vor. Dem oben beschriebenen Waldprofil im Timmerlaher Busch lassen sich Körnungsdaten aus früheren Arbeiten auf Ackerflächen im Umfeld des Timmerlaher Busches gegenüberstellen (n. Beckmann & Altemüller, 1994):

Körnungsverteilung		Summe	Summe	Summe				
Tiefe cm	Horizont	Sand	Schluff	Ton	gU	mU	fU	KA4
		S	U	T				
30	Ap	4,8	85,5	9,7	62,1	18,2	5,2	Ut2
40	Al/Bt	3,1	83,3	13,6	59,4	18,9	5	Ut3
63	Bt	2,3	79,7	18	59	15,7	5	Ut4
105	Sw-Bt	1,1	78,5	20,4	49,6	23,9	5	Ut4

Die zur Körnung gehörende Profilbeschreibung nach Beckmann & Altemüller (1994) weist unter einem dunkelgraubraunen Ap-Horizont (10 YR 4/2) mit einer undeutlichen Pfluggrenze bei 30 cm einen gelblichbraunen kohärenten B-Horizont (10 YR 5/4) auf, der durch sein in horizontale Feinplatten gegliedertes Gefüge Ähnlichkeiten im Gefüge zum ebenfalls in vergleichbarer Tiefe bei 40 cm liegenden Al-Horizontes der Profilgrube auf dem Südfeld aufweist. Der darunter liegende Bt-Horizont im Timmerlaher Busch ist gelblich-braun (10 YR 5/4) mit einem Gefüge, das sich in polyedrische Aggregate teilen läßt und unregelmäßige Rostflecken und Bleichzonen aufweist. Die Tonanreicherung in diesem Profil ist bereits so stark, das zeitweilig Wasserstau in den darüber liegenden Horizonten auftritt, was nicht nur unter Acker sondern auch im Wald beobachtet wurde. Die Färbung der Lösschicht bei Timmerlah entspricht in etwa den Unterböden unter Wald (Bereich Südfeld) in der FAL.

Prismatisches Gefüge wird auf Grund des relativ niedrigen Tongehaltes in den Bt-Horizonten der Lösschicht wie auch in den Bbt-Horizonten der FAL relativ wenig gefunden, ist in der FAL jedoch überwiegend in den Horizonten der tonreicheren Geschiebelehmsschicht anzutreffen. Die Feinplattigkeit in Horizonten unterhalb der Pflugsohle, wie an der Profilgrube im Südfeld festgestellt, ist auch eine Beobachtung von Altemüller (1957) in weiteren Parabraunerden aus Sandlöss bei Timmerlah, der dieses Gefüge in erster Linie auf Eisbildung des Bodenwassers, also Frostwirkung, zurückführt. Auf dem Südfeld scheint jedoch auch eine Gefügezerstörung infolge überhöhter Achslast auf Grund der Vorgeschichte wahrscheinlich, da die ehemalige Biogasanlage in den 80er Jahren als Zwischenlager für Klärschlämme mit schweren Tanklastzügen befüllt wurde und hierbei der Bereich der heutigen Profilgrube als Wendeplatz diente.

Altemüller (1957) beobachtete in den Bodenprofilen von Parabraunerden unter Acker südlich des Timmerlaher Busches im helleren Al-Horizont stecknadelkopfgröße Fe-Konkretionen. Diese finden sich häufig auch in den hellbraunen Al-Horizonten der FAL und lassen sich nach Angaben von Schroeder (1954) auf die physiologische Wirkung der Feinwurzeln bei der Nährstoffaufnahme zurückführen, die eine konzentrische Anreicherung von Eisen- und Manganverbindungen im Bodenbereich um die Feinwurzeln begünstigen. Diese Anreicherungen bleiben nach dem Absterben der Wurzeln im Boden erhalten und lassen sich auf Grund ihrer Morphologie nicht den in Reduktionszonen ebenfalls anzutreffenden, allerdings dort meist größeren Konkretionen, zuordnen. Auch Haftnässe ist weniger mit der Ausbildung von Konkretionen, wohl aber mit Fleckung und Bleichzonen verbunden und im Bereich der FAL nur in Ausnahmefällen stark ausgebildet. Die Haftnässebildung wurde im Bereich der FAL häufig in schluffreichen Bodenmaterial, meist als Schluffband bezeichnet,

auf Grund der hohen Feldkapazität dieses Materials angetroffen. Gespanntes Wasser quoll nach Anschlagen des Bohrstockes aus der darin befindlichen Bodenmasse der betreffenden Horizonte aus.

### **-8.3 Bereiche westlich der FAL**

Parabraunerden mit ähnlichem Profilaufbau wie südlich der FAL lassen sich auch südwestlich von Hannover in Lössablagerungen über Geschiebesand auf Neocom Ton und Tonschiefern antreffen. Die dortige Lösslehmschicht ist meist vergraut und weist deutliche Gleyfleckung bei einem mittleren Grundwasserstand von 2,2 m unter Geländeoberfläche auf. Diese Böden sind im Vergleich zu den Böden in der FAL weniger tief entkalkt und weisen sogar die Bildung von Lößkindeln, eine Karbonatausfällung nach Umlagerung, im Untergrund auf, was auf deutlich trockenere Klimabedingungen als in Braunschweig, wohl als Folge der Regenschattenwirkung des Deisters, hindeutet (Schroeder, 1954). Auch die Lösszusammensetzung scheint sich im Vergleich zur Braunschweiger Umgebung mit einem kleineren Anteil an verwitterbaren Alkalifeldspäten im dortigen Untersuchungsgebiet zu unterscheiden was dort neben den Grundwasserverhältnissen und dem Klima einer Entkalkung entgegengewirkt hat. Die Entkalkungstiefe bestimmt in Lössparabraunerden in der nördlichen Calenberger Börde westlich von Hildesheim auch die Tiefenlage des Tonanreicherungshorizontes, wobei dort sogar relativ flach vorkommende Bt-Horizonte anzutreffen sind (Bailly, 1973). Hierbei wurden Parabraunerdevorkommen sowohl über Geschiebelehm wie auch über Mittelterrassensanden mit ähnlichem Horizontaufbau wie im Norden der FAL, jedoch mit deutlich fahlgrauer Färbung kartiert. Der größere Einfluß des Grundwassers im Norden der FAL ließ dort im Bereich des Flurstücks Mühlenkamp meist rotbraun gefärbte Oberböden über Mittelterrassensanden entstehen, weswegen hier meist der Typ Gley-Braunerde verwendet wurde.

Die flach vorkommenden, teilweise an der Bodenoberfläche anstehenden Bändertonhorizonte im zentralen Bereich der FAL sind durch Erosion bzw. Abtrag des darüber liegenden Al-Horizont zurückzuführen (teilweise anthropogen durch Planierungsmaßnahmen). Die Böden sind über die Mächtigkeit der Deckschicht tiefgründig entkalkt.

Die in den Lößgebiet der südlich der B1 zu beobachtende Entkalkungstiefe liegt nach Gehrt (1994) etwa bei 1,4 m Tiefe, liegt jedoch im Bereich der FAL nach eigenen Untersuchungen deutlich tiefer. Nach Aussagen von Goetz (1970) können die Tonbänder durch Chloritisierung altern und dann immobilisiert werden und bleiben daher häufig langfristig nach der Anlage im Unterboden erhalten. Auch aus diesem Grunde ist das Alter der Tonbänderung sowie die Frage, ob auch heute noch eine vermutlich aktive Tonverlagerung innerhalb der FAL erfolgt, noch umstritten, läßt sich aber in relativ jungen Eiskeilfüllungen im Bereich der neuen Lysimeteranlage des Institutes für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft sowie durch schwache Tonkutanbildung im Al-Horizont nachweisen.

Die kryogene Überprägung der Bbt-Horizonte der FAL läßt sich auch in deutlich weiter westlich gelegenen Sandlößgebieten bei Bremen beobachten (Roeschmann, 1963, 1971). Zeitlich lassen sich diese Bildungen in die Zeit vor dem letzten Teil der Weichseleiszeit datieren, möglicherweise bereits in die Bölling und Alleröd-Interstadiale.



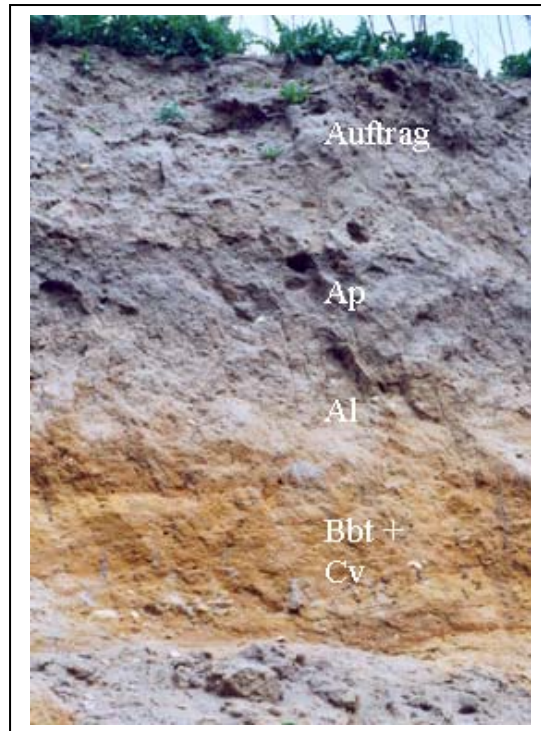


Photo 7: Aufnahme der Nordseite der Kiesgrube östlich von Bortfeld (westlich der FAL)  
(Bodentyp: Bänderparabraunerde)

Die Bänderparabraunerden innerhalb der FAL fallen durch starke Bänderung im Osten und weniger ausgeprägte Bänderung (Linsen- und Bänderbildung) im Westen auf. Die Bänderparabraunerden lassen sich auch noch im westlichen Vorfeld der FAL an Stirnwänden einer ehemaligen Kiesgrube belegen. Im Gegensatz zur FAL ist jedoch die Steinsohle dort weniger ausgeprägt und liegt etwas tiefer. Die Bändertone stehen flacher an und haben sich möglicherweise bereits in einer Geschiebedeckschicht entwickelt.

Der Bodentyp „Bänderparabraunerde“ ist typisch für die Bereiche des Bördenvorlandes und Sandlößgebieten in Niedersachsen (Roeschmann, 1971; NfB, 1997). Auch in der Gemarkung der Ortschaft Oelerse im westlich der FAL gelegenen Landkreis Peine lassen sich Bänderparabraunerden aus Geschiebedecksand über glazifluviatilen Sanden mit einer Tiefe des Bbt-Horizontes ab 60 cm nachweisen. Der Oberboden kann hierbei eine nutzbare Feldkapazität von 19 Vol % aufweisen, die in die Tiefe auf 9 % abnimmt. Diese Zahlen entsprechen auch den häufig in der FAL für Oberböden ermittelten bodenphysikalischen Kenndaten (s. Sauerbeck, 2005a). Stauwassereinfluß ist diesem Profil ab 125 cm Tiefe bemerkbar. Ab 135 cm Tiefe kommt es bedingt durch starke Verdichtung zur Bildung einer Stausohle. Die Bodenarten im Oberboden liegt bei Su2 und im Bbt-Horizont St2 entsprechend der häufig auf in der FAL analysierten Korngrößenverteilung in vergleichbaren Tiefen.

Die Bänderparabraunerden sind auch bis zum Zweigkanal nach Salzgitter zu verfolgen, wie das folgende Bodenprofil aus den dort gelegenen Kiesgrube der Firma Reinhold zeigt (Photo 8 und 9).

Teilweise reichen die Bbt-Horizonte über 3 m Tiefe und bestätigen damit auch Befunde aus dem Bereich der FAL. Die Kiesbänder wurden in unterschiedlicher Richtung abgelagert und verlaufen daher nicht durchgehend.

Die Kiesgrube östlich des Zweigkanals weist eine ähnliche Sedimentschichtung auf, wie die ehemalige Kiesgrube nordwestlich von Watenbüttel. Es lagern in Bortfeld meist hellweiße ungerichtet geschüttete mittlere Sande unter einem flachen meist nur 1 m mächtigen Oberboden. Diese Sande tauchen nach Osten in größere Tiefen ab, werden durch gelb-orange Ablagerungen gleichen Körnungsspektrums abgelöst, treten jedoch in den Sandgruben östlich von Bortfeld nur noch in größeren Tiefen auf. Ab 10 bis 15 m Tiefe wird diese Sand- und Kiesschicht von schwarzen Tonen begrenzt, die im Zentrum der Grube als Welle aus dem tieferen Naßabbau aufragen.

Profilbeschreibung:

0 - 18 cm	Ap	mSfS - Su2, koh. Schw. h3
18 - 28 cm	Apr	Su2 dunkelbraun h3
28 - 50 cm	Sg-Bv	Su2 (Su3) hellbr. h2 Kiesbasis bei 50
50 - 70 cm	Bv-Sg	Bleichzonen, erste Bändchen, graugelb-weiß mSfS
70 - 90cm	Cv (Bbt)	mSfS mit Tonbändern, grauweiß

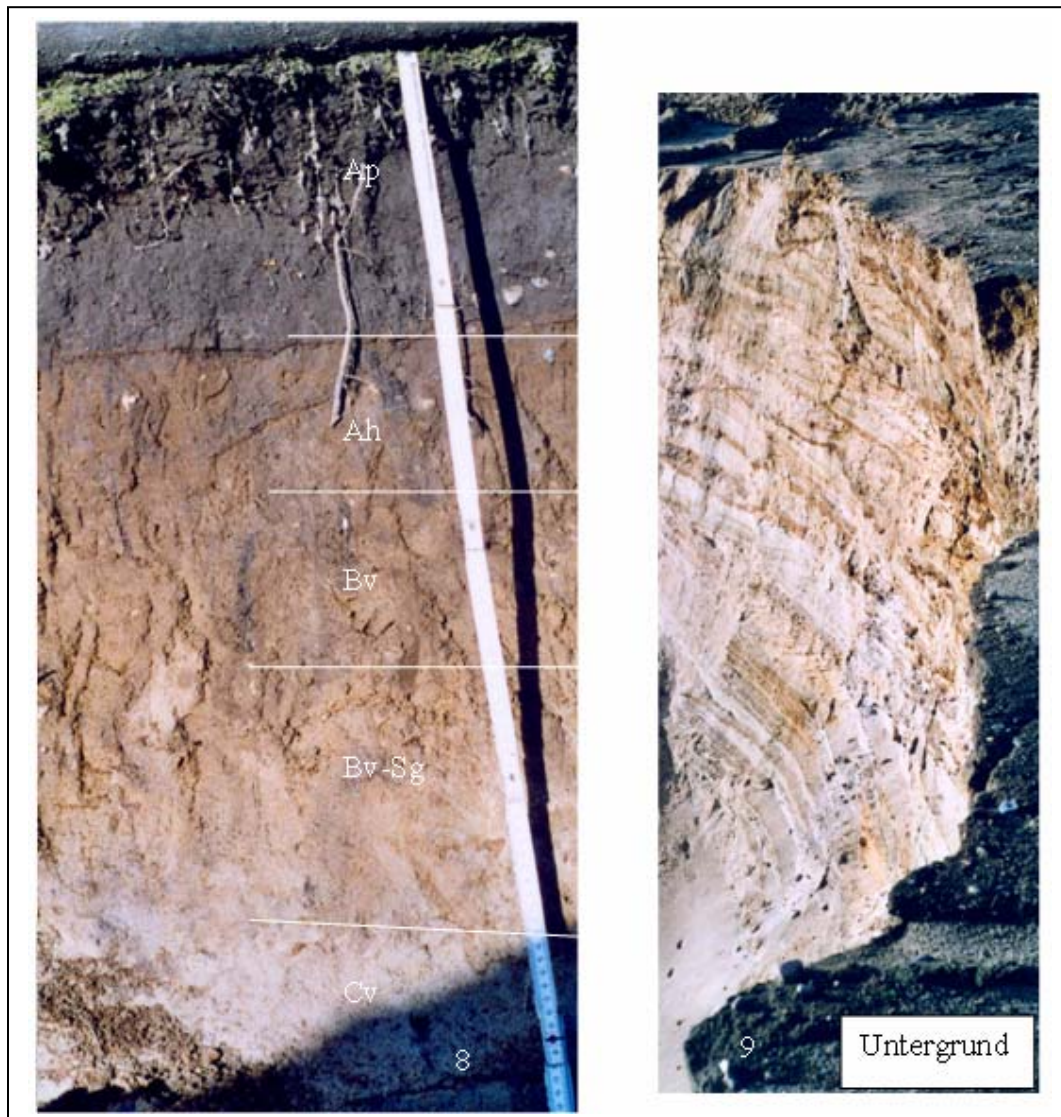


Photo 8 und 9: Bodenprofil Kiesgrube westlich Bortfeld (Firma Reinhold), Nähe Zweigkanal, Nordseite, Bodentyp: Braunerde über Bändersand mit Übergängen zu Bänderparabraunerde

Dieser Ton läßt sich auch im Süden und südöstlich von Bortfeld als feinsandiger Tonmergel feststellen und wird nach Woldstedt und Hausbrand (1932) Beckentonon zugeordnet. Im Nordosten der Ortschaft Bortfeld wurden in 17 m Bodentiefe hingegen dunkel gefärbte Geschiebemergel angetroffen (Woldstedt und Hausbrand, 1932).

Auch in der ehemaligen Kiesgrube in Watenbüttel, nordöstlich der FAL am Mittellandkanal gelegen, konnten noch vor 15 Jahren freie Aufschlüsse gefunden werden mit vergleichbarer Sandsedimentation wie in Bortfeld. Auch dort war der Oberboden flachgründig und die bereits im nördlichen Teil der FAL im Unterboden vorgefundenen, schräg geschichteten weißkörnigen Sande traten oberflächennah auf, wurden dort jedoch bereits der weichseleiszeitlichen Niederterrasse zugeordnet (Naumann, 1993). Die benachbarten Böden wiesen dort eine starke Rostfleckung (Gley-Effekt) bereits ab 50 - 60 cm Tiefe auf und bestätigten den starken Grundwassereinfluß auf die dortigen Böden sowie Bereiche im Nordosten der FAL.

#### **-8.4 Bereiche nördlich und östlich der FAL**

Im nördlichen Bereich der FAL treten spätestens mit dem Mittelkanal meist sandige Böden mit Podsol und Braunerde-Typen auf. Im Oberboden dominiert meist der Sand. Das Gebiet geht in die norddeutsche Heidelandschaft über. Podsolierungserscheinungen nehmen im Bereich der FAL besonders im nördlichen Teil zu und sind dort schwach ausgeprägt. Echte Ae-, Bhs- oder Bs-Horizonte sind jedoch im Bereich der FAL kaum ausgebildet worden, so daß die starke Eisenanreicherung im Unterboden auch unter den meist versauerten Waldböden eher Grundwassereinflüssen zugeordnet werden. Sanddünen, wie im Bereich der Völkenroder Mühle (nördlich des Flurstücks „Mühlencamp“), konzentrieren sich meist auf östlich der Oker gelegene Areale in Flußnähe. Mit zunehmender Entfernung zum Fluß nach Osten kommt es jedoch zu gravierenden Bodenwechsel, wobei insbesondere der Tongehalt stark zunimmt und die Bodentypen Pelosol und Pseudogley vorherrschen. Die Schluffdecke nimmt hier stark ab und in der Bodenart dominiert der tonige Lehm (Capelle et. al., 1994). Da hier das Ostbraunschweigische Hügelland beginnt, lassen sich zudem auch Überdeckungen mit Fließerde beobachten. Aus diesem Grunde sind hier keine weiteren Vergleiche zu den Verhältnissen in der FAL möglich. Die östlich der FAL gelegenen Bereiche (Kanzlerfeld) waren größtenteils durch ein Niedermoor (Ölper Moor und Rischauer Moor) bedeckt, das zwischenzeitlich drainiert wurde. Der parallel zur Bundesallee verlaufende Bachlauf diente der Entwässerung der heute unter der Siedlung Kanzlerfeld befindlichen Niedermoorböden (Rischauer Moor), deren Randbereich nach alten Karten aus dem Jahr 1750 auch in den östlichen Randbereich der FAL im Flurstück „Lammer-Eck“ hineinreichten. Niedermoorreste lassen sich auch heute dort noch in den Waldbereichen nachweisen.

## 9 Literatur:

Albrecht M., Bramm A., Eggers T., Fricke E., Löpmeier F.J., Paschold P.J., Roth D., Schmitz M., Sourell H., Thörmann, H.H., Seeßelberg F., Sommer C.; 1998:

Feldberegnung III

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft RKL, Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung 4.1.2

Al-Karadsheh, E. W. A.; 2003: Potentials and development of precision irrigation technology  
Landbauforschung Völkenrode SH 248

Al-Kufaishi, S.; 2004: Daten zur Masterarbeit am Institut für Betriebstechnik und  
Bauforschung In:

Al-Kufaishi, S.A.; Blackmore, B.S.; Sourell, H.; 2004: The contribution of precision irrigation to water conservation, Conference-paper

Altemüller, H.J.; 1957: Bodentypen aus Löss im Raume Braunschweig und ihre  
Veränderungen unter dem Einfluss des Ackerbaues  
Diss. Univ. Bonn

Arbeitskreis für Bodensystematik, 1998: Systematik der Böden und der bodenbildenden  
Substrate Deutschlands

Mitt. d. Deutsch. Bodenkundl. Gesellsch. 86 S. 1-180

Aslan, S.; 1980: Verlagerung von Pflanzennährstoffen (Ammonium- und Nitratstickstoff,  
Kalium, Phosphat, Calcium, Magnesium) im Bodenprofil unter natürlichen  
Anbaubedingungen nach Düngung mit Kalkammonsalpeter bzw. N-Lignin  
Diss. Univ. Gießen S. 141

Bailly, F.; Golisch G.; Lüders, R.; Lüttig, G.; Zeidler, H.; 1969:

Exkursionsführer zur Jahrestagung 1968 in Hannover

Mitt. d. Deutsch. Bodenkundl. Gesellsch. 9, 111 S.

Bailly, F.; 1973: Zur Vergesellschaftung der Böden aus Löss in der nördlichen Calenberger  
Börde

Geologisches Jahrbuch Reihe F Heft 1, 135 S.

Beckmann, Th.; Altemüller, H.J.; 1994:

Morphologische und morphometrische Kennzeichen und Bewertung von Verdichtungen im  
Projekt Timmerlah (Parabraunerde aus Löß)

Landbauforschung SH 147; S. 91-112

Bornstedt, W.; 1981: 17 versunkene unter den Straßen der Stadt Braunschweig ab 1031

Reihe Denkmalpflege und Geschichte, 1981

Bodenschätzung, 1988: Bodenkarte auf der Grundlage der Bodenschätzung im Maßstab 1:  
5.000: Blatt 3828/5 Völkenrode; Blatt Lamme-Süd; Blatt Bortfeld-West, Blatt Wedtlenstedt

Bundesforstamt Wense, 2003: Forstkundliche Standorttypenkarte zur Liegenschaft Völkenrode 1999 Maßstab 1:10.000, Kartographisches Büro, F. Kitzing, Höchststadt, Aisch

Capelle, A.; Klausning, Ch.; Oelkers, K.H.; Imamoglu A.; Unbehaun E.; 1994: Bodenübersichtskarte von Niedersachsen 1:50.000, Blatt L 3728 Braunschweig Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover

Domsch H.; Giebel, A.; 2001: Electrical conductivity of soils typical for the state of Brandenburg in Germany  
3<sup>rd</sup> European Conf. On Precision Agriculture, June 18-20, Montpellier, France S. 373-378

Durphon, K; Lang, H.D.; Look, E.R.; Mengeling H.; Meyer K.D.; Schneekloth H.; Vinken R.; 1974: Geologische Übersichtskarte 1:200.000 Blatt CC 3926 Braunschweig NlfB, Hannover

Fuhse, F.; 1917: Gräberfelder der ältesten und älteren Eisenzeit aus der Gegend von Braunschweig, Manus VIII S. 134-210

Gehrt, E.; 1988: Bodenkarte von Niedersachsen 1: 25.000, Blatt 3728 Braunschweig West Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover

Gehrt E.; 1994: Die äolischen Sedimente im Bereich der nördlichen Lössgrenze zwischen Leine und Oker und deren Einflüsse auf die Bodenentwicklung  
Diss. Univ. Göttingen,

Gehrt, E.; 2004: persönliche Mitteilung

Germer, K.; 2004: Ergebnisprotokoll zum Praktikum Hydrologie I, SS 2004 TU Braunschweig

Grimmelmann W.; Blanke, K.; 1972: Gutachterliche hydrologische Stellungnahme zur Bemessung eines Trinkwasserschutzgebietes für die Brunnen der Forschungsanstalt für Landwirtschaft und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt unv.

Goetz D.; 1970: Bänderparabraunerden aus pleistozänen Sanden im Raum Berlin  
Diss. Univ. Berlin, 1970

Groetzner, E.; 1956: Auswinterungsschäden bei Roggen im Winter 1953/54  
Landbauforschung Völkenrode, H. 4/1956, S. 88-90

Harbort, E.; 1914:  
Über die Gliederung des Diluviums in Braunschweig  
Jahrb. d. Preuss. Geolog. Landesanstalt Bd 35 Hft 2, 276-297

Hoffmann, R.; 1976:  
Genese und Ökologie polygenetischer Parabraunerden mit Periglazialerscheinungen im Berliner Raum  
Diss. TU Berlin, 116 S.

- Jacobs U.; 1955: Die Entwicklung der ländlichen Siedlungen nördlich und südlich der Lößgrenze im Raum um Braunschweig (bis zur Separaton 1840/50)  
Diss. Univ. Braunschweig
- James, I.L.; Waine, T.W.; Bradley, R.I.; Godwin, R.J.; Taylor, J.C.; 2000: A comparison between traditional methods and EMI scanning for determining soil textural boundaries  
EURAGEng, AgEng 2000; Warwick, paper 00-PA-014, 10 p.
- KA 4; 1994: Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage, seit 2005 neu: KA5 (Erweiterung)  
Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden der Geologischen Landesämter der BRD
- Klausing, C.; Ostmann U.; 1993: Bodenübersichtskarte von Niedersachsen 1:50.000 (BÜK 50) Mitt. d. Bodenkundl. Gesellschaft 72 S. 971 - 972
- Könekamp, A.H.; 1959: Die Völkenroder Waldweide.  
Zeitschr. f. Acker und Pflanzenbau Bd 108; S. 159 - 176
- Look, e.R.; 1984: Geologische Wanderkarte 1:100.000 Braunschweiger Land  
Hrsg. Stadt Königslutter, Naturhistorische Gesellschaft Hannover, NlfB Hannover
- Lück, E.; Eisenreich, M.; Domsch, H.; 2002: Innovative Kartiermethoden für die teilflächenspezifische Landwirtschaft, Stoffdynamik in Geosystemen Band 7, ISSN 0949-4731, S. 155
- Lüders, R.; 1978: Karten des Naturraumpotentials von Niedersachsen und Bremen  
Bodenkundliche Standortkarte 1:200.000, Blatt CC 3926 Braunschweig  
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung NlfB, Hannover
- Lüttig, G.; 1958: Heisterbergphase und Vollgliederung des Drenthe-Stadium  
Geol. Jahrb. Bd 75 S. 419-430
- Müller, H.; 1948: Landwirtschaftliche Forschungsanstalt Völkenrode - Karten im Maßstab 1:2000 zu  
1) Bodenarten 2) Bodentypen, 3) Verbreitung und Mächtigkeit des Sandlösses, 4) Verbreitung und Mächtigkeit des Geschiebelehms und einer wachstumshemmenden Schicht des Untergrundes, 5) Bewässerungsbedürftigkeit
- Naumann, K.; 1993:  
Eine quartärgeologische Kartierung im südöstlichen Bereich des Blattes Wendeburg TK 25: 3628 und im südöstlichen Bereich des Blattes Braunschweig Nord TK 25: 3629  
Dipl. Arbeit Univ. Braunschweig
- Nieder, R.; Richter, J.; 1986: C- und N-Festlegung in Böden Südostniedersachsens nach Krümmenvertiefung. Zeitschrift Pflanzenernährung und Bodenkunde 149, S. 189-201
- Panten, K.; 2002: Ein Beitrag zur Fernerkundung der räumlichen Variabilität von Boden- und Bestandesmerkmalen, Landbauforschung Völkenrode SH 232, 136 S.
- Pfeiffer E.M., Sauer S.; 2002: Nutzung der Bodenschätzung zur Bewertung von Böden  
Mitt d. DBG Bd. 99 S. 39 - 87

- Pätzold, 1997: Gutachten zum geologischen Aufbau der Kiesgruben der Firma Reinhold nordwestlich von Bortfeld des Ing. Büro Pätzold, 1997
- Richter W.; 1974: Vergleichende Untersuchungen des Wasserhaushalts und Untersuchungen der Wasserdynamik in einem repräsentativen Parabraunerde-Areal mit mächtiger Lössdecke  
Diss. Univ. Göttingen, 131 S.
- Rohdenburg, H.; Meyer, B.; 1968:  
Zur Datierung und Bodengeschichte mitteleuropäischer Oberflächenböden (Schwarzerde, Parabraunerde, Kalksteinbraunlehm): Spätglazial oder Holozän?  
Göttinger Bodenkundliche Berichte 6, 127-212
- Rösch A.; Kurandt F.; 1950: Bodenschätzung und Liegenschaftskataster  
Carl Heymanns Verlag, Berlin
- Roeschmann, G.; 1963:  
Zur Entstehungsgeschichte von Parabraunerden und Pseudogleyen aus Sandlöß südlich von Bremen  
N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 117 S. 286-302
- Roeschmann, G.; 1968:  
Pseudogley-Tschernoseme und deren Übergangsbildungen zu Parabraunerden im Lößgebiet der Hildesheimer Börde  
Geolog. Jahrb. 85, S. 841 - 860
- Roeschmann, G.; 1971: Die Böden der nordwestdeutschen Geest-Landschaft.  
Exkursionsführer der Tagung der ISSS in Stuttgart-Hohenheim 1971, Mitt. D. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 13, S. 151-231
- Sauerbeck, G.; 2005: Bodenkundliche Detailkartierung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft - Erläuterung zum geographischen Informationssystem zu Boden und Nutzung des Geländes, PDF im Intranet der FAL und Daten-CD am Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft 260 S.
- Sauerbeck, G.; 2005a: Bodenphysikalischen Kenndaten und Merkmale innerhalb der FAL - Ergänzungen zum Bodeninformationssystem der FAL –  
Internet der FAL und Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft, FAL
- Schaffer, G.; Altemüller H.J.; 1965: Raumplanungsgutachten Südost-Niedersachsen  
Teil IIa Monographie Bodenkunde - Erläuterungen zur bodenkundlichen Übersichtskarte und zur Bodengütekarte von Südost-Niedersachsen Maßstab 1:200.000
- Schroeder D.; 1954: Untersuchungen über die Verwitterung und Bodenbildung an Lößprofilen, Diss. Hannover, 1954
- Schulz, K.H.; 1972: Bodenkundlicher Beitrag zur quantitativen Naturraumgliederung für die Landesplanung dargestellt am Regionalraum Braunschweig  
Diss. Univ. Braunschweig

Seibold, Th.; Sourell H.; Scheibe D.; 1998: Einfluß der Beregnungsintensität auf den Oberflächenabfluß  
Unv. Bericht aus dem Institut für Betriebstechnik Nr. 245/1998

Selle, W.; 1954:  
Das Vechelder Interglazial  
Eiszeitalter und Gegenwart: Jahrb. der Dtsch. Quartärvereinigung  
Bd 4/5 S. 176-180

Sellke, M.; 1935: Die Böden Süd-Niedersachsens  
Wirtschaftswissenschaftliche Gesellschaft zum Studium Niedersachsens e.V. Reihe B  
Forschungen Heft 12, Verlag Gerhard Stalling, Oldenburg

Skupin, K.; Speetzen E.; Zandstra J.G.; 1993: Die Eiszeit in Nordwestdeutschland - Zur Vereisungsgeschichte der Westfälischen Bucht und angrenzender Gebiete  
Geolog. Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld

Streiff H.H.; Eggert J.; 1994: Chronik des Dorfes Völkenrode,  
Verlag Bretschneider 288 S.

Stremme H.; 1936: Die Böden des Deutschen Reiches und der freien Stadt Danzig -  
Erläuterungen zur Übersichtskarte 1 : 1000.000 des Deutschen Reiches und der freien Stadt  
Danzig, Petermanns. Mitteilungen Erg.heft 226, Verlag Justus Perthes Gotha

Taylor J.C.; Wood, G.A.; Earl R.; Godwin R.J.; 2003: Soil factors and their influence on  
within-field crop variability part II: Spacial analysis and determination of management zones  
Biosystems Engineering 84, p. 441-453

Thiele, J.-A.; 2004: Untersuchung der räumlichen Variabilität in einem Agrarökosystem  
anhand ausgewählter biotischer und abiotischer Bodenparametern  
Diplomarbeit am Zoologischen Institut der TU Braunschweig, 154 S.

Umweltatlas Braunschweig, 2002: Umweltatlas der Stadt Braunschweig, Schriftenreihe  
kommunaler Umweltschutz Heft 7

Weise, F.; 1957: Umbruchlose Umwandlung einer Waldhütung in eine Weidelgraswiese mit  
Hilfe intensiver Bewirtschaftung  
Landbauforschung Völkenrode Jahrg. 7, H.1, S. 17-18

Wendorff, C. 1983: Die Grabfunde der ausgegrabenen Bronze- und älteren vorrömischen  
Eisenzeit im nordwestlichen Harzvorland  
Neue Ausgrabungen und Funde in Niedersachsen 16 S. 215-362

Woldstedt P.; Durphon K.; 1974: Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter  
Koehler-Verlag Stuttgart

Woldstedt, P.; 1928: Über einen wichtigen Endmoränenzug in Nordwestdeutschland  
Jahresber. d. niedersächsischen geolog. Vereins, Mitteilungen der Naturhistor. Gesell. Zu  
Hannover Band 21, S. 10-17



Yoon, D.-H.; 2005: Leaching of nitrogen and phosphorus from agricultural soils with different cropping practices and with respect to preferential transport  
Diss. Univ. Kiel; 2005, Cuvillier-Verlag Göttingen ISBN 3-86537-377-1

Zhao, B.; 1993: Auswirkungen konservierender Bodenbearbeitung auf die Nährstoffverlagerung und einige bodenphysikalische und pflanzenbauliche Parameter  
Diss. Univ. Hohenheim

## **10 Anhang:**

- I) Luftbildaufnahme zum FAL-Gelände aus dem Jahr 1935 (Auswahlverfahren des Geländes zum Bau einer Luftfahrtforschungsanstalt mit Markierungen von Kiesgruben, Teichanlagen und Wüstung, Rischau) (Archiv Meyer ergänzt)
- II) Luftbildaufnahme zum Gebiet der LFA im Jahr 1938 (mit Angaben zu Bauveränderungen und Wegeneubau (teilweise nach 1947 Rückbau)) (Archiv Meyer ergänzt)
- III) Luftbildaufnahme zum Gelände der FAL im Jahr 1959 (mit Markierung zu Obstanlagen und langjährige Versuchsanlagen, Kleingärten (Pappelstück) und Bauanlagen, Hangars) (Archiv der FAL)
- IV) Luftbildaufnahme zur FAL aus dem Jahr 1998 (mit Markierungen zu Versuchsflächen und Bodenbeeinträchtigungen, Archiv der FAL)
- V) Übersichtskarte zu Gebäudebezeichnungen im Bereich der früheren Luftfahrtforschungsanstalt LFA
- VI) Übersicht zum Datenaufbau des Informationssystems

### **Ergänzende Schriften vom Autor (Gerhard Sauerbeck, 2005) (erhältlich in der Zentralbibliothek der FAL):**

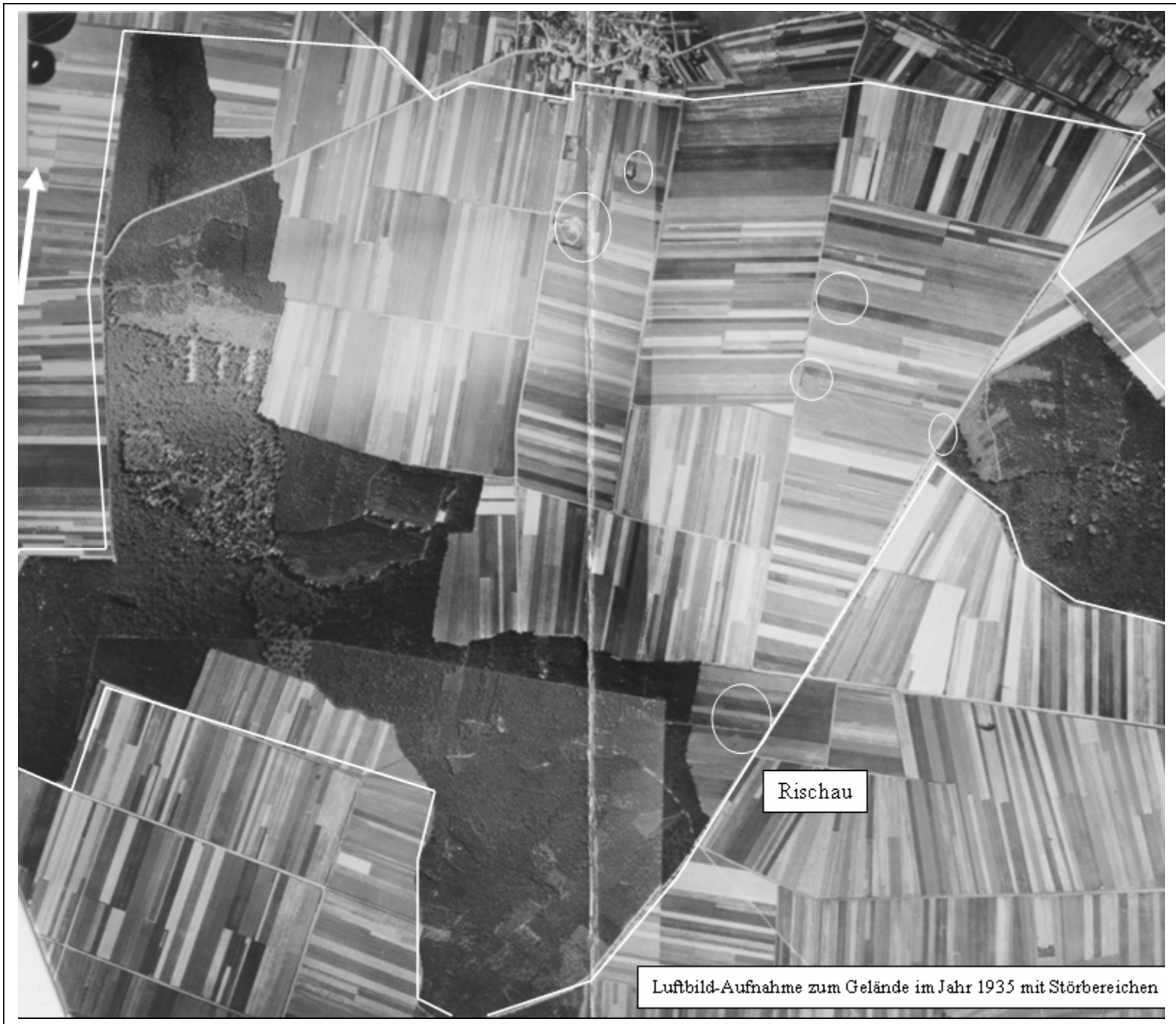
*Bodenkundliche Detailkartierung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft - Erläuterung zum geographischen Informationssystem zu Boden und Nutzung des Geländes*  
Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft und Zentralbibliothek, FAL, 260 S.

*Bodenphysikalischen Kenndaten und Merkmale innerhalb der FAL - Ergänzungen zum Bodeninformationssystem der FAL –*  
Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft und Zentralbibliothek, FAL, 34 S.

*Die landwirtschaftliche Nutzfläche der FAL im Wechsel der Jahrhunderte langen Nutzung*  
Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft und Zentralbibliothek, FAL, 31 S.

*Grünlandflächen in der FAL – Bewirtschaftung, Bodenmerkmale und Vegetation - ein historischer Überblick –*  
Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft und Zentralbibliothek, FAL, 24 S.

*Leitfähigkeitsuntersuchungen im Bereich der FAL im Vergleich zu alten Bodenkarten und zur Geologie des Geländes*  
Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft und Zentralbibliothek, FAL, 39 S.



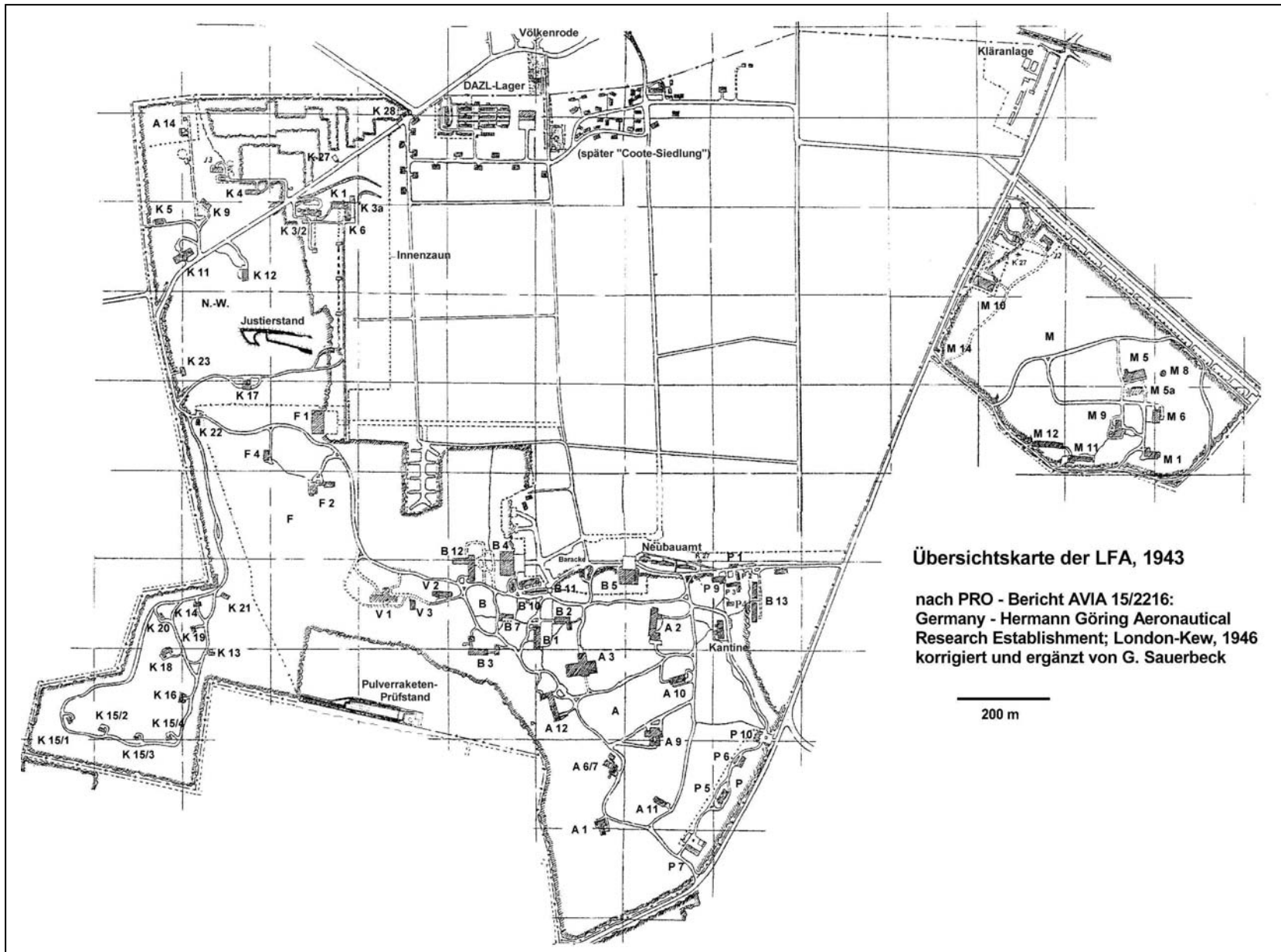
Rischau

Luftbild-Aufnahme zum Gelände im Jahr 1935 mit Störbereichen









**Übersichtskarte der LFA, 1943**

nach PRO - Bericht AVIA 15/2216:  
 Germany - Hermann Göring Aeronautical  
 Research Establishment; London-Kew, 1946  
 korrigiert und ergänzt von G. Sauerbeck

200 m

## Dateiaufbau des GIS-System

Ordner	2./3. Ordner	Map	Layer	Beschreibung
1) Abschluß-Themenkarten				
	Leitfähigkeit			Agricon-, -Veris-EC-Daten
	Leitfähigkeit	<b>Leitfähigkeit</b>		Leitfähigkeit EC-korrigiert
		Leitfähigkeit-Rohdaten		Leitfähigkeit EC-Rohdaten
		<b>Leitfähigkeit-Stufen</b>		Leitfähigkeit klassifiziert
	Leitfähigkeit-Korrigiert-Übersicht			
	Nordbusch	<b>EC-Nordbusch</b>		Nordbusch, Mühlenkamp Kreisregner, Höhe, Agricon Veris, EC-klassifiziert
	Rohdaten			Rohdaten Veris, Agricon
	Südbusch	<b>EC-Südbusch</b>		EC-Agricon und Veris Bodenarten, Höhe in allen Maps Grundlagen- karte
2) Altkarten				
		<b>Übersichtskarte</b>		Altkarten H. Müller, 1948 alle Grundlagen-Layer
	Bewässerungsbedürftigkeit			
		Beregnungsbedürftigkeit		Beregnung
	Bodenart-Oberboden			
		Bodenart-Oberboden		Bodenart Oberboden
	Bodenart-Unterboden			
		Bodenart-Unterboden		Bodenart Unterboden
	Bodentyp			
		Bodentyp		Bodentypen
	Geologie-Unterboden			
		Geologie-Untergrund		geologische Schichten
	Sandlöß			
		Sandlößmächtigkeit		Sandlößmächtigkeit und Verbreitung
	Substrate-1948			
		Substratverteilung		Substraterteilung n. eig. Befunden, Kartierung
	Tiefenlage-Geschiebelehmschicht			
		Geschiebelehmtiefe		Tiefenlage des Geschiebe- Lehms unter Gof
3) Beregnung				
		<b>Beregnung-neu</b>		nutzbare Feldkapazität
			Beregnung-nFK	nFK nach max. Durchwurzelung
4) Bodenanalysen				
	Karte-Bodenanalyse			Körnungsanalysen je dm Bodentiefe v. 40 b. 100 cm
		<b>Bodenanalysen</b>		

Ordner	2./3. Ordner	Map	Layer	Beschreibung
5)	Bodenkarte-Horizonte	<b>Boden-Horizonte-1</b>	Horizont 40..100	Bodenarten je Horizonttiefe 40 bis 100 cm Tiefe Bodenart 40-100 cm
6)	Bodenkarte-Einheiten	<b>Bodenkarte</b>	Bodenkarte-Genzen-Einheiten-akt Waldbodentypen	Standorteinheiten Acker- und Waldbereiche
		Bodenkarte-A		Schwarz-Weiß-Darstellung
7)	Bodenveränderungen-Anthropogen	<b>Bodenveränderungen-akt</b>	Umriss-FAL Gärtnerei Wüstungen Wege-Zufahrten Spargelkulturen Obstbaumplantage Sandgruben Gräberfeld Moorteich Heerstraße Hecken Versuchsanlagen Ackerterrasse Aufschüttung	Anthropogene Veränderungen malt. Heerstraße n. Celle Beregnung, Lysim. NO-Gelände mächtige Bodenaufträge
8)	Grundwasser	<b>Grundwasser-Pegel-bunt</b>	Pegel-1959 Grundwasser-MGW15 Pegel-aktuell-15Jahre (Shape) Höhenlinien-Hauptfeld	Grundwasserstände-Pegel Schwarz-weiß-Darstellung Lage Pegel 1959
9)	Hydromorphie	<b>Hydromorphie</b>	Pegel-aktuell-15Jahre Tiefe-Sw Tiefe-Sg Tiefe-Go	Hydromorphe Bodenver- änderungen-Pegelstände



Ordner	2./3. Ordner	Map	Layer	Beschreibung
10) Leitungen		<b>Leitungsplan-FAL-Felder</b>	Leitungen Störungen	Leitungstrassen Feldflur Leitungen erläutert Störbereiche EC-Mess.
11) LFA-Geschichte		<b>LFA-Anlagen</b>	Compass-Swinging-Point Landebahn-RAF-45 Baracken Andere-Anlagen (Andere-Anlagen-1, shp) Startbahn bis 1945 Wege-Zufahrten Bunker Kerosin-Tanks Flugzeughallen Gebäude Funkanlagen FLAK-Stellung Aufschüttung Abstellplatz	Störungen durch LFA Abstellplatz Rodung
12) Reichsbodenschätzung		<b>Reichsbodenschätzung</b>	Reichsbodenschätzung-Var1 ReichsbodenschätzungVar2 Reichsbodenschätzung-1	Waldboden Acker: Bodenart+ Ackerzah 1 Wald-Ackerfläche Acker, Bodenart, Wertzahl Bodentyp-Wertzahl SW-Darstellung
13) Waldkartierung		<b>Waldkartierung</b>	Moor- und Feuchtgebiete Wölbäcker Wald-Acker-1750 Waldkarte-Einheiten Grundlagenkarte	Waldkartierungen Forst

Ordner	2./3. Ordner	Map	Layer	Beschreibung
14) Sonderkarten		<b>Flurkarte-1928</b>		Flurgrenzen-RBS Flurgrenzen-1928 Feldwege-Straßen-1867 Bodenschätzung
		<b>Nährstoffverteilung-1960a</b>		Phosphatverteilung Nährstoffe-P
		<b>Sonderkarten-Geologie-Hydromorphie</b>	Geologie	Lysimeter-Lagepunkte Tiefe-Sw Tiefe-Sg Tiefe-Go Tiefe-Slo-Deckschicht Auftrag-Mächtigkeit Bodenarten 30..100 Grundwassereinfluß Waldkarte-Einheiten Bodenkarte-Einheiten Geologie-FAL Umriss FAL
	Altkarten-1948			Übersicht zu Versuchsflächen n. 1948
		<b>Versuchsflächen 1948-1950</b>		Landebahn-RAF-1945-1947 Versuchsanlagen-1948
	Versuchsflächen			
	Neigung	<b>Neigung</b>		Neigung-Erosionsschutz Geschiebelehm-1948 Bodenkarte-Einheiten Grundwassereinfluß Auengebiete Umriß-FAL Erosion Erosionsgefahr Fläche Berechnung-Neigung% Neigung 10m Raster
	Neigrod RAF-1945			Punktdatei-Rohdaten RAF-Landebahn

### Hinweise zum Aufbau:

-gestaffelter Datei-Aufbau:

**Ordner:** mit Kerndarstellung als Map

– **Unterordner1:** mit Kerndarstellung als Map

– **Unterordner2:** mit Kerndarstellung als Map

- 14 Themenbereiche mit Detaildarstellungen abgelegt in Ordnern

- relevante Map-Darstellung ist fett gedruckt