Bearbeitungsstand: 30.08.2016, V. 2

Forschungsprojekt FluviMag: Fluviatiler Transport von Magneto-Mineralen

Michael Pirrung

mit GIS-Abbildungen von Jörn Engelhardt

Institut für Geowissenschaften, Friedrich-Schiller Universität Jena,
Burgweg 11, D-07749 Jena, E-Mail: michael.pirrung@uni-jena.de

5.8. Glaziale quartäre Ablagerungen – zwischen Lauenburg und Ostsee

In dieser Arbeit werden quartäre Ablagerungen der pleistozänen Eiszeiten und des Holozäns um Mölln, entlang des Elbe-Lübeck-Kanals und am Ostseeufer um Boltenhagen behandelt, siehe Abb. 5.8-1. Da es in dem untersuchten Gebiet kaum Industrie und nur wenige Städte gibt, können hier geogene Hintergrundwerte der magnetischen Suszeptibilität für Auesedimente aus glaziofluvialen Ablagerungen bestimmt werden.

5.8.1. Geologie vom östlichsten Schleswig-Holstein
5.8.2. Magnetische Suszeptibilität von limnischen und litoralen Gesamtgesteinsproben
5.8.3 Zusammenfassung
5.8.4. Zitierte Literatur

5.8.1. Geologie vom östlichsten Schleswig-Holstein

Neben allgegenwärtigen Relikten der pleistozänen Eiszeiten gibt es einige kulturhistorische Besonderheiten im betrachteten Bereich. Steinzeitliche Hügelgräber findet man beispielsweise im Bereich Albsfelder Tannen bis Krögen-Fredeburger Tangenberg, 5 km NNE´ Mölln. Ringwälle aus slawischer Zeit sind u.a. erhalten am Oldenburger Wall bei Neuhorst am Wall, 5 km ESE´ Mölln, in Sterley, 6 km E´ Mölln, und W´ der Farchauer Mühle am S-Rand des Küchensees bei Ratzeburg, außerdem am Spitzbubenberg 4 km N´ Mölln und zwischen Hammer und Elbe-Lübeck-Kanal, 4 km NW´ Mölln. Gräben einer mittelalterlichen Motte gibt es z.B. bei Kehrsen, 3 km N´ Gudow, in Lübeck ist die Außenfassade der Burg erhalten. Das früher auf dem 50 DM-Schein abgebildete, den Stolz der einstigen „Hauptstadt der Hanse“ repräsentierende, Holsten-Tor in Lübeck, eigentlich das auf einer Insel vorgelagerte Vortor der Stadtbefestigung, weist mit seinem abgesunkenen Mittelteil auf Setzungserscheinungen quartärer feinklastischer Ablagerungen hin. Der noch rein romanische Ratzeburger Dom, der Dom und weitere Kirchen in Lübeck und z.B. die wehrhafte Kirche in Mölln sind Beispiele mittelalterlicher Kirchenbau-Kunst, die von einstiger wirtschaftlicher Bedeutung der Orte künden. Sie sind umgeben von weitgehend erhaltenen, z.T. nach dem 2. Weltkrieg wieder aufgebauten, Altstadtbereichen aus Backstein bzw. einer Kombination aus Fachwerk- und Backsteinbauweise. SE´ des Kurparks von Mölln, am NE-Rand des Wildparks, liegt die noch recht gut erhaltene Franzosen-Schanze, wohl zu napoleonischen Zeiten errichtet. Mölln gilt als Stadt des Komikers Till Eulenspiegel und ist

Standort mehrerer Rehabilitationseinrichtungen. Die frühere Lübeck-Büchener Eisenbahn war einst Beispiel für Innovation und Ingenieurskunst. Die Nähe zur ehemaligen innerdeutschen Grenze, etwa 10 km SE´ Mölln, hat sicher zur Erhaltung der Natur- und Agrarlandschaften beigetragen. Der Bereich etwa zwischen Mölln, Ratzeburg, Gudow und Zarrentin wird auch als Lauenburgische Seenplatte bezeichnet. Einige Seen wie das Oldenburger Moor um den Oldenburger See bei Neuhorst am Wall und die Aue des Hellbaches mit dem Lottsee, 7-8 km SSE´ Mölln, sind als Naturschutzgebiete [NSG] ausgewiesen, der Sarnekower See W´ Gudow ist in Privatbesitz, kann aber auf einigen Wegen eingeschränkt begangen werden.

Seit dem Mittelalter verbindet ein Kanal die Elbe bei Lauenburg mit der Travemündung bei Lübeck, zum Transport von Salz vom Salzstock Lüneburg an die Ostsee und von Heringen binnenwärts. Seit etwa 1900 ist bei verkürzter Streckenführung, im Süden überwiegend der Stecknitz-Niederung folgend, der Elbe-Lübeck-Kanal neu angelegt bzw. ausgebaut mit zahlreichen Staustufen für die Schiffbarkeit mit Schleppkähnen. Entlang der gesamten Strecke von ca. 90 km ist der Kanal mindestens auf einer Seite auf einem Rad- und Wanderweg begeh- und befahrbar. Von Lauenburg bis etwa 10 km südlich Lübeck liegt das hier untersuchte Gebiet im Bereich des Landkreises Herzogtum Lauenburg.

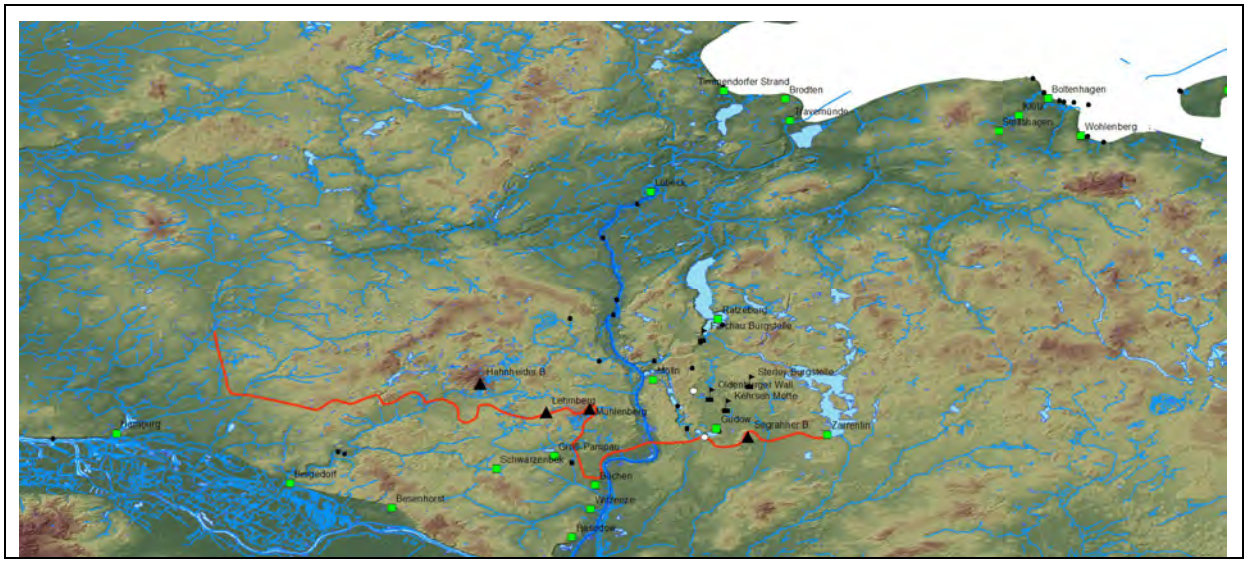


Abb. 5.8-1: Lage der Orte, historischer Befestigungen und Probenlokationen zwischen der Elbe bei Hamburg und der Ostsee etwa zwischen Timmendorfer Strand und Insel Poel. Darstellung auf einem digitalen Geländemodell, erstellt von JÖRN ENGELHARDT aus SRTM Daten der NASA, http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/, mit etwa 30 m Gitterweite und 6 m Höhenauflösung. Rote Farbe für Höhen >100 m ü.M.. Im Text erwähnte Ortsnamen, kulturhistorisch bedeutsame Stätten, und ausgewählte Erhebungen, die während der Weichsel-Eiszeit eisfrei blieben, nach Google Earth; Flüsse und Seen in Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern nach http://download.geofabrik.de/europe/germany, ursprünglich bezogen vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie. Die rote Linie zeigt die ungefähre maximale Ausdehnung des Weichseleises, verändert nach (SCHALLREUTER, et al. 1984), S. 132.

Einen detaillierten Überblick über die Geologie Schleswig-Holsteins gibt (GRIPP 1964), ausgewählte Exkursionspunkte finden sich u.a. bei (DEGENS, et al. 1984), (DUPHORN, et al. 1995). Einen Überblick über die nordischen Geschiebe des südöstlichen Schleswig-Holsteins mit Exkursionspunkten geben (SCHALLREUTER, et al. 1984). Die geologischen Übersichtkarten 1 : 200 000 Blatt 2326 Lübeck (CHRISTENSEN, et al. 1987) und 3126 Hamburg-Ost (BRANDES, et al. 1977) umfassen den hier betrachteten Bereich. Die Ablagerungen der Gegend zwischen Mölln und Ratzeburg werden beschrieben bei (GAGEL

1903), die des Herzogtums Lauenburg bei (CHRISTENSEN, et al. 1984), darin auch quartärgeologische Übersichtskarten, auf S. 54 für das Herzogtum Lauenburg, auf S. 87 für den Raum Mölln-Gudow-Segrahner Berg, und eine stratigraphische Tabelle des Pleistozäns auf S. 68. Die geologischen Karten 1 : 25 000 Blatt 2129 Lübeck-West, früher Hamberge, und 2130 Lübeck–Ost, früher Lübeck, erläuterte (SPEYER 1938). Die Böden der Umgebung von Mölln werden detailliert behandelt in (JANETZKO 1990) für das Messtischblatt 2430 Gudow/2530 Gresse und in (GAGEL & STOLLER 1907) für Blatt 2330 Mölln.

Der östlichste Teil Schleswig-Holsteins zwischen Lauenburg an der Elbe und Lübeck an der Trave und weiter bis zum Ostseeufer bei Travemünde und im westlichen Mecklenburg bis Boltenhagen wird überwiegend durch fluvioglaziale Ablagerungen der pleistozänen Eiszeiten und Aueablagerungen des Holozäns bedeckt, siehe z.B. LANGE & KOSACK in (CHRISTENSEN, et al. 1984). Zwischen Mölln und Ostseeufer erstreckt sich die markant hügelige Jungmoränenlandschaft der Weichsel-Eiszeit, südlich davon bis zur Elbe die sanft hügelige Altmoränenlandschaft der Saale-Eiszeit und im Übergangsbereich, u.a. zwischen Mölln und Büchen, die während der Weichsel-Eiszeit entstandenen Sanderlandschaft.

Die ältesten oberflächlich aufgeschlossenen Gesteine sind Tone, Silte und Sande des Eozäns und Miozäns, die durch glaziale Stauchungen lokal aufgeschoben wurden, eine stratigraphische Übersicht zeigt CHRISTENSEN in (CHRISTENSEN, et al. 1984), S. 63. Aufschlüsse miozäner Tone gibt bzw. gab es nach LANGE & Kosack in (CHRISTENSEN, et al. 1984), S. 53, bei Schwarzenbek, nach Ehlers in (CHRISTENSEN, et al. 1984), S. 53, in der Sandgrube Besenhorst, und in der Kiesgrube Groß-Pampau, siehe LIERL & SCHALLREUTER in (SCHALLREUTER, et al. 1984), S. 140. Mitunter werden Haifischzähne aus den aufgeschuppten miozänen Tonen geborgen.

Während der Elster-Eiszeit bildeten sich die Lauenburger Tone als älteste zu Tage tretende quartäre Ablagerungen, z.B. südwestlich Witzeeze, zwischen Büchen und Lauenburg. Die bis >100 m mächtigen überwiegend grauen, gelegentlich warvierten, d.h. jahreszeitlich-geschichteten, Silte und Tone sind Absätze von Gletschertrübe in ausgedehnten Beckenbereichen (GRIPP 1964).

Zum Hangenden hin gehen diese glazialen Tone in Tone, Torfe und Sande der Holstein-Warmzeit über, früher in Tongruben bei Basedow lokal aufgeschlossen, eine stratigraphische Übersicht gibt MEYER in (CHRISTENSEN, et al. 1984), S. 68. Durch Eispressung deformierte helle kalkfreie marine Quarzsande, graue Tone und Torfe der Holstein-Warmzeit finden sich u.a. zwischen Witzeeze und Lauenburg (GRAHLE 1936).

Bei Lauenburg werden Lauenburger Tone in der Elbeaue von Saale-eiszeitlichen Geschiebemergeln und Schmelzwassersanden überlagert (GRAHLE 1936). Und ebenfalls bei Lauenburg liegen am Steilufer des Elbe-Urstromtales Aufschlüsse im Saale-eiszeitlichen Moränenzug. Bei Ablagerungen der Saale-Eiszeit wird zwischen einem älteren Drenthe-Stadial und einem jüngeren Warthe-Stadial unterschieden. Da es drei Saale-eiszeitliche Moränen aus drei Eisvorstößen gibt, finden sich unterschiedliche Bezeichnungen hierfür, siehe MEYER in (CHRISTENSEN, et al. 1984), S. 69. Durch unterschiedlich starke Entkalkung ist der Kalkgehalt der Moränen nicht immer aussagekräftig für eine Unterscheidung von meist kalkreichen Weichsel-eiszeitlichen Moränen von älteren kalkfreien Moränen, siehe auch (GAGEL 1903), S. 82, zum Vorkommen von kreidezeitlichen Bryozoen in Weichsel-eiszeitlichen Moränen. Nach EHLERS in (CHRISTENSEN, et al. 1984), S. 82, enthält die mittlere Saale-Moräne bei Lauenburg viel Flint=Feuerstein und sehr viele paläozoische und oberkreide-zeitliche Kalksteine. Die jüngere Saale-Moräne eines aus östlicher Richtung gekommenen Eisvorstoßes, die Transportrichtung läßt sich u.a. aus Geschiebe-Einregelungs-messungen ermitteln, enthält u.a. paläozoische Kalksteine und Dolomite und Geschiebe finnischer und Åland-Gesteine, selten schwedische und norwegische Geschiebe, siehe

EHLERS in (CHRISTENSEN, et al. 1984), S. 90. Von der Schleuse Berkenthin, etwa 12 km N´ Mölln, erwähnt (GAGEL 1903), S. 88, 63 m mächtige untere tonreiche Geschiebemergel, in geringerer Mächtigkeit auch von den Ufern des Ratzeburger Sees.

Die nachfolgende Eem-Warmzeit führte lokal zur Torfbildung, u.a. bei Lauenburg, siehe MENKE in (CHRISTENSEN, et al. 1984).

Die maximale Eisrandlage der Weichsel-Eiszeit lag zwischen Büchen und Witzeeze, jüngere Endmoränenzüge sind z.B. nördlich und östlich von Mölln verbreitet und als Hügellandschaft mit z.T. steilen Hängen deutlich erkennbar, insbesondere SW´ Farchau im Kuhteichsholz zeigen Geschiebe-reiche Sande deutliche Hügel und Vertiefungen, ebenso um den Pinnsee (GAGEL 1903). Aus dem Eis ragten einzelne isolierte Höhen überwiegend Saale-eiszeitlicher Ablagerungen heraus, die als Nunatak bezeichnet werden, so z. B. der ca. 60 m hohe Lehmberg, 10 km SW´ Mölln, oder der 99 m hohe Hahnheider Berg, 16 km W´ Mölln, siehe (SCHALLREUTER, et al. 1984), S. 132, bzw. die Endmoränen endeten an größeren Höhen, so der ca. 80 m hohe Segrahner Berg. Der W-Rand der geschlossenen Verbreitung von Grundmöränen verläuft östlich der Mölln-Gudower Seenrinne, etwa von Gudow aus in N-Richtung, siehe EHLERS in (CHRISTENSEN, et al. 1984), S. 87. Vom bis zu 17 m tiefen Bahneinschnitt S´ Ratzeburg, heute Ortsteil Dermin, berichtet (GAGEL 1903) folgende Abfolge: Zuoberst bis 7 m oberer, brauner bis grauer Geschiebemergel mit bis 20 m^3 großen Geschieben, darunter eine bis 1,5 m mächtige stark deformierte kalkreiche Sandlage, darunter bis 12 m mächtige ungestörte, horizontal lagernde, geschichtete, fast kalkfreie Sande mit rostroten Lagen einer älteren Eiszeit. Von drei Endmoränenstaffeln östlich Mölln erwähnt (GAGEL 1903) als Geschiebe silurische Kalksteine und Kreide-zeitliche Bryozoen. Bei Groß-Pampau bestehen die Geschiebe u.a. aus präkambrischem Dala-Sandstein, kambrischem Skolithos-Sandstein und Tigersandstein, ordovizischem Orthoceren-Kalk, silurischen Korallen- und Crinoiden-Kalken von Gotland, kreidezeitlichem Feuerstein, tertiärem Faserkalk und Bernstein, siehe LIERL & SCHALLREUTER in (SCHALLREUTER, et al. 1984). Besonders eindrucksvoll ist die Grundmoräne am Brodtener Ufer, eine Steilküste am Ostseeufer N´ Travemünde, aufgeschlossen, weiter NW´ auch z.B. bei Heiligenhafen. Im Tierpark Mölln sind große Findlinge der Region ausgestellt und mit kurzen Erläuterungen versehen.

Sander-Ablagerungen der aus Gletschertoren austretenden vor allem nach Süden gerichteten Schmelzwasserrinnen sind insbesondere in der Stecknitz-Niederung, unmittelbar östlich des südlichen Teils des Elbe-Lübeck-Kanals, verbreitet. Einige ehemalige subglaziale Weichsel-eiszeitliche Rinnen, nach dem Eisrückzug zunächst von Toteis gefüllt, werden heute von Seen eingenommen, z.B. die Mölln-Gudower Seenrinne. Der heutige Ratzeburger See ist ein ehemaliges Zungenbecken eines Abzweiges des Gletschers im Lübecker Zungenbecken (GRIPP 1964). Die oberen Geschiebemergel um Mölln sind nach (GAGEL 1903) von ungestörten oberen, Bryozoen-führenden Sanden überlagert. Ablagerungen der spätweichsel-eiszeitlichen Niederterrasse der Unterelbe bei Lauenburg bestehen aus wenige Meter mächtigen schwach kiesigen, schwach kalkigen Mittel- bis Grobsanden (GRAHLE 1936).

Nach dem Abschmelzen des Eises im Ostseetrog erfolgte im Norden die Umkehr des Entwässerungssystems mit der Bildung der heutigen Wasserscheide südlich von Mölln. In abflußlosen Hohlformen der Weichsel-Eiszeit, wohl zunächst ebenfalls Toteis-erfüllt, bildeten sich im Holozän Seen, z.T. mit Torfablagerungen. Vom Ratzeburger See beschreibt (GAGEL 1903) zwei Terrassen, ca. 7 bzw. 20 m oberhalb des heutigen Wasserspiegels. Auf der Weichsel-eiszeitlichen Niederterrasse der Elbe liegen holozäne feinklastische humose Auesedimente (SCHRÖDER 1988). Aktivitäten des Menschen haben in der Region um Mölln ein Nebeneinander von „Natur- und Mensch-bedingten Formen“ geschaffen (GRIPP 1964).

Die heutige Ostseeküste von Mecklenburg-Vorpommern ist durch fortschreitende Abrasion gekennzeichnet. Zwischen Boltenhagen und der östlich gelegenen Halbinsel Tarnewitz wurden mit mehreren Millionen € Aufwand zwischen 1992 und 2006 Buhnen aus eingrammten Holzpfählen erneuert, Sande aufgespült, Deiche verlängert, Deckwerke aus großen Blöcken und zwei Absperrbauwerke, am Klützer und am Tarnewitzer Bach, angelegt (ANONYMUS 2009), S. 82. Der Küstenrückgang in 100 Jahren beträgt an der Steilküste NW´ Boltenhagen 30-50 m, auch die Halbinsel Tarnewitz verliert Material, dieses wird vor dem Seebad Boltenhagen und SE´ der Halbinsel Tarnewitz durch generell ostwärtige küstenparallele Strömungen zwischengelagert an einer Ausgleichsküste (ANONYMUS 2009), S 17. Die Steilküste der Insel Poel ist nach der gleichen Quelle 25-45 m zurückgegangen in 100 Jahren. Die Maßnahmen des modernen Küstenschutzes sind an einem „geordneten Rückzug“ und nicht an einem „Halten um jeden Preis“ orientiert, was sicher zum Erhalt des landschaftlichen Charakters der Region wesentlich beiträgt.

Einige Beispiele für kulturhistorisch interessante Lokationen und für die verschiedenen Ablagerungsräume zeigt Abb. 5.8-2.

	Der von Slawen auf einer Erhebung aus Weichsel-eiszeitlichen Moränenablagerungen, Geschiebemergel und –lehm (CHRISTENSEN, et al. 1987) errichtete Oldenburger Wall bei Neuhorst am Wall ist noch auf allen Seiten gut erhalten, hier einer der Tordurchlässe im vermutlich ehemals palisadenbestandenen Wall aus Sand.
	Bei Kehrsen gibt es eine von Gräben umgebene Aufschüttung in Weichsel-eiszeitlichen Moränenablagerungen (BRANDES, et al. 1977), auf der im Mittelalter ein Wohnturm, eine „Motte“, errichtet wurde. Durch hohen Grundwasserstand sind die Gräben wassererfüllt. Geräumig waren die Wohnverhältnisse hier jedenfalls nicht.

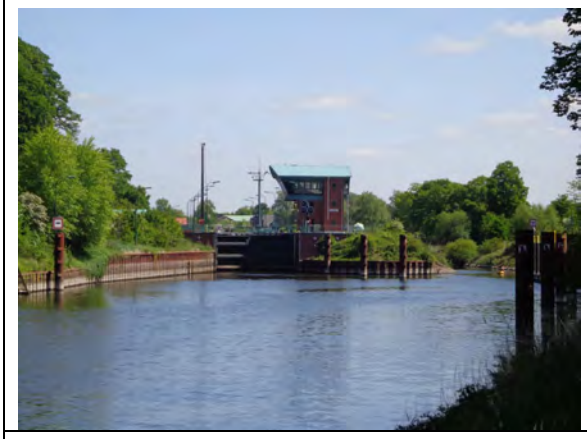
	Die beiden zylindrischen Türme der Toranlage des Holstentors in Lübeck neigen sich mit den Spitzen zueinander, der dazwischen liegende Tordurchgang ist abgesunken. Die Verbiegungen der Backsteinlagen zeigen Setzungen des Untergrundes an. Abwechselnd matte und glasierte Backsteine und viele Ornamente zeugen von der einstigen Blütezeit der Hansestadt.
	Der romanische Ratzeburger Dom ist zusammen mit der Altstadt auf einer Halbinsel im Ratzeburger See errichtet worden, deren Zuwege gut zu verteidigen waren. Die Backsteine sind vermutlich aus Lehm bzw. Ton-Sand-Mischungen nahegelegener Vorkommen gebrannt worden.
	Auch der hoch aufstrebende gotische Lübecker Dom ist aus Backstein errichtet worden. Die Altstadt von Lübeck steht auf Saale- bis Weichsel-eiszeitlichen tonigen Beckenablagerungen (CHRISTENSEN, et al. 1987), (SPEYER 1938) und ist im Osten durch die Trave und im Westen durch einen wohl künstlich angelegten Graben geschützt gewesen.

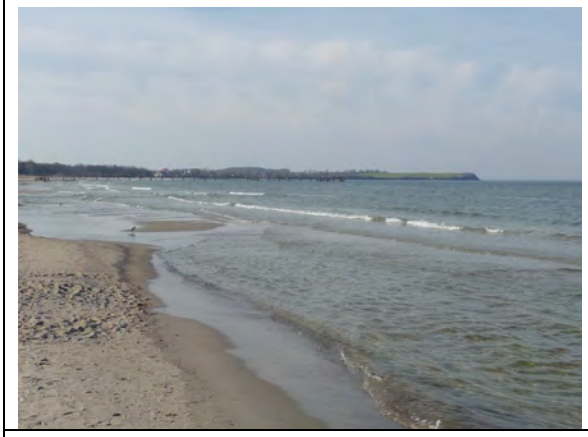
	Die Kirche in Sterley zeigt die eher seltene Kombination aus Findlingen bzw. Geschieben, Backstein und Fachwerk. Sterley liegt auf einer Weichsel-eiszeitlichen Grundmoräne aus Geschiebelehm bzw. –mergel (CHRISTENSEN, et al. 1987).
	Kirche und Altstadt von Mölln, an der Handelsstraße Lübeck-Lüneburg gelegen, wurden auf einer aus Weichsel-eiszeitlichen glaziofluviatilen Ablagerungen (CHRISTENSEN, et al. 1987) gebildeten Halbinsel angelegt, die landseits durch Anlage eines Grabens vorübergehend zur Insel wurde. Der Schulsee steht über den Möllner See mit dem Elbe-Lübeck-Kanal in Verbindung.
	Den Schalk im Nacken hatte dieser Komödiant, heute sind seine bronzenen Füße und Hände blankpoliert, eine ihm zugeordnete Grabsteinplatte befindet sich in der Außenfassade der Kirche. Die Geschiebe dahinter gehören zur die Kirche von Mölln umgebenden Mauer, mit vermutlich früher wehrhafter Funktion.
	Am Steilufer bei Lauenburg grenzen holozäne Aueablagerungen im Elbe-Urstromtal an Saale-eiszeitliche Moränenablagerungen aus Geschiebemergel und –lehm (BRANDES, et al. 1977).

	Eisenbahnbrücke über die hier durch steinerne Buhnen im Verlauf stabilisierte Unterelbe der Strecke Lüneburg-Lauenburg, unmittelbar stromauf der Mündung des Elbe-Lübeck-Kanals. Im Vordergrund gezeiten-geprägte sandige Ablagerungen. [FM_Elbe2015-1]
	Stromab einer Buhne sind Wasser-standsmarken erkennbar, dabei werden Holzstücke und Schwerminerale durch Wellenschlag angereichert, kleinere und leichtere Komponenten werden weiter transportiert. Die Ufersedimente sind im Vordergrund sandig und in der kleinen Bucht zwischen Schilfhalmen siltig-tonig. [FM_Elbe2015-2, -3]
	Am W-Ufer des Pinnsees zeigen steile Hänge sandige bis kiesführende Weichsel-eiszeitliche glaziofluviatile Ablagerungen in der morphologischen Form von Endmoränen (CHRISTENSEN, et al. 1987) an.
	Der einsam gelegene Pinnsee lädt im Sommer mit einer Badestelle in Bildmitte zum Verweilen ein. Der See entstand vermutlich in einem von Moränenmaterial umgebenen größeren Toteisloch, das nach dem Abschmelzen des sicherlich von Schmelzwassersanden überdeckten Eises zu einem See wurde. [FM_Pinnsee2015-1]

	Die Bismarck-Insel im Drüsensee besteht aus humosem Sand, der Bodentyp ist ein Gley (JANETZKO 1990).
	Wellenschlag erzeugt eine steile Abrißkante am westlichen Ufer des Drüsensees. Das Material der Weichsel-zeitlichen Sander-Sande (BRANDES, et al. 1977) ist hier ausschließlich sandig und relativ hell, eventuell infolge holozäner Bleichung durch Huminsäuren als Folge der Bodenentwicklung. [FM_Drüsensee2015-1]
	Steilufer mit Weichsel-eizeitlichen glaziofluviatilen Sanden (CHRISTENSEN, et al. 1987) am W-Rand des Lüttauer Sees, durch Endmoränenzüge angelegt. Wenige hundert Meter weiter südlich ist eine Seeterrasse ca. 6 m über Seeniveau ausgebildet.
	Die breite Talaue des Hellbachs südlich Mölln mit holozänen Niedermoortorfen (BRANDES, et al. 1977) grenzt im W an Weichsel-eiszeitliche Sander-Sande. Die Aue ist nur an W- und Ost-Rand und durch einen Querweg erschlossen und steht unter Naturschutz. Das Hellbachtal verbindet den Drüsensee und den Gudower Mühlenteich bzw. den Sarnekower und Gudower See.

	Am nördlichen Ende des Hellbachtals, kurz vor dem Südrand des Drüsensees, ist holozänes Niedermoor (BRANDES, et al. 1977), hier ein Baummoor, mit organikreichen feinsandig-pelitischen Sedimenten, verbreitet. Eine Beprobung des Materials des Baches war wegen schlechter Zugänglichkeit und NSG-Status nicht möglich.
	Ehemalige Sandgrube W´des Oldenburger Sees bzw. Moores. Der Weichsel-eiszeitliche glaziofluviatile Sand einer Endmoräne (CHRISTENSEN, et al. 1987) enthält Kies aus überwiegend nordischem Geschiebematerial. [FM_13.06.2015-1]
	Podsol auf Weichsel-zeitlichen Sander-Sanden am SW-Rand des Gudower Sees (BRANDES, et al. 1977). Sander sind sandig-kiesige Schmelzwasser-Ablagerungen im Vorfeld eines Gletschertores. Die Bleichung rührt her von Huminsäuren, die Eisen-hydroxide gelöst haben, in größerer Tiefe wurden sie wieder ausgefällt. [FM_13.06.2015-2]
	Gründungsstein am Nordende des Elbe-Trave-Kanals, auch Elbe-Lübeck-Kanal genannt, nahe des Burgtores in Lübeck. Heute wäre eine so rasche Baudurchführung wohl nicht mehr möglich, allein schon wegen rechtlicher Aspekte.

	Schleuse Lauenburg, nördlich der Mündung des Elbe-Lübeck-Kanals in die Elbe. Die Wasserstandsmarken an der Spundwand zeigen, dass der Gezeiteneinfluß der Nordsee sich hier noch auswirkt. Trotz des relativ geringen Frachtschiff-Aufkommens wurde diese Schleuse in den letzten Jahren modernisiert, sicher auch aus touristischen Überlegungen.
	Elbe-Lübeck-Kanal zwischen Büchen und Lauenburg. Der Radweg ist entlang des Kanals sehr gut befahrbar und sicher zu Fuß eintöniger zu erleben als mit dem Rad.
	Gegenüber des Getreidesilos bei Kronsforde liegt siltiger, schwach sandiger, stark organisch geprägter Aushub aus Bagger-arbeitem am Bett des Kanals. Trockenreisse zeigen den ursprünglich hohen Wassergehalt des Sedimentes an. [FM_Elbe-Lübeck-Kanal2015-1]
	Am linken Ufer der Kanaltrave SE´der Lübecker Altstadt zeigen Backsteinbruch-stücke und Kunststoffreste den zunehmenden anthropogenen Einfluß auf das im Fluß transportierte bzw. an den Ufern zur Stabilisierung eingesetzte Material. [FM_Kanal-Trave 2015-1]

	Blick vom Badestrand auf die Schiffs-anlegebrücke Boltenhagen im Sommer 2015. Dahinter ist die NW´ Boltenhagen gelegene Steilküste erkennbar, deren Materialabtrag bei Stürmen durch küstenparallele, nach E-gerichtete Strömung zur Sandzwischen-lagerung an der Ausgleichsküste vor Boltenhagen führt. [FM_Ostsee2015-2]
	Die Steilküste NW´ Boltenhagen zeigt im Sommer 2015 bei aus ablandigen Winden resultierendem Niedrigwasser eine Brand-ungsterrasse des Intertidals, die sich mit ähnlichem Gefälle seewärts fortsetzt. Auf der Terrasse rollen und brechen die Wellen, so dass sie normalerweise die Steilküste erst nach Energieaufzehrung erreichen. [FM_Ostsee2015-3]
	Im Sommer 2007 werden aus der Grundmoräne stammende Geschiebe entlang der Steilküste NW´ Boltenhagen überspült. Diese bilden eine Art natürliches Deckwerk mit Wellenbrecher-Funktion und tragen zur Verlangsamung der Abtragungsraten bei.
	Am Übergang der Steilküste zur Ausgleichsküste NW´ Boltenhagen ist im Sommer 2015 im Vordergrund ein naturnah gestaltetes Deckwerk erkennbar, das bei Sturmfluten den Schwall verringert. Rechts liegt eine lange Holzbuhne, die zur Sedimentzwischenlagerung auf der linken, der küstenparallelen Strömung zugewandten, Seite führt. [FM_Klützer_Bach2015-1]

	Ebenfalls im Sommer 2007 war an der Steilküste NW´ Boltenhagen eine von Abschiebungen, Dehnung und Faltung stark deformierte, gebänderte, siltig-tonige, organik-reiche Abfolge aufgeschlossen, die wahrscheinlich aus einem der letzten Interglaziale stammt und durch Eislast der Weichseleiszeit aufgepresst und verschuppt wurde.
	Korn-Korn-Kollisionen als Folge grund-berührender der Schönwetterwellen am Badestrand in Boltenhagen, Sommer 2015, führen zu sehr guter Rundung der Körner, Zermahlen von karbonatischen Schalen, Oxidation organischen Materials und guter Sortierung. Schwerminerale werden im unteren Schwallbereich nahe der Wasserlinie konzentriert, hier rechts unten.
	Im Sommer 2005 findet sich ein Tanggürtel am Ufer der Ostsee in der Wohlenberger Wiek E´ Boltenhagen. Bei Stürmen im Subtidal abgerissene und am Ufer liegengebliebene Tange stabilisieren das Ufer und führen zur Anreicherung von Organik im Sand, der in wenigen dm Tiefe bereits anoxisch ist.

Abb. 5.8-2: Kulturhistorische und geologische Eindrücke des Untersuchungsgebietes, zu Beginn die Region zwischen Lauenburg und Lübeck, danach das Ostseeufer bei Boltenhagen. Angaben in [] beziehen sich auf Proben, die im abgebildeten Bereich oder in dessen Nähe genommen wurden.

Zurück zur Übersicht

5.8.2. Magnetische Suszeptibilität von limnischen und litoralen Gesamtgesteinsproben

Die masse-spezifische magnetische Suszeptibilität der Gesamtfraktion für pelitische bzw. sandige Proben ist in Abb. 5.8-2 zu sehen, einige Proben liegen außerhalb des dargestellten Bereiches. Von Mölln aus erfolgte im Mai und Juni 2015 die Probennahme etwa zwischen Lauenburg und Lübeck ausschließlich zu Fuß oder mit dem Rad.

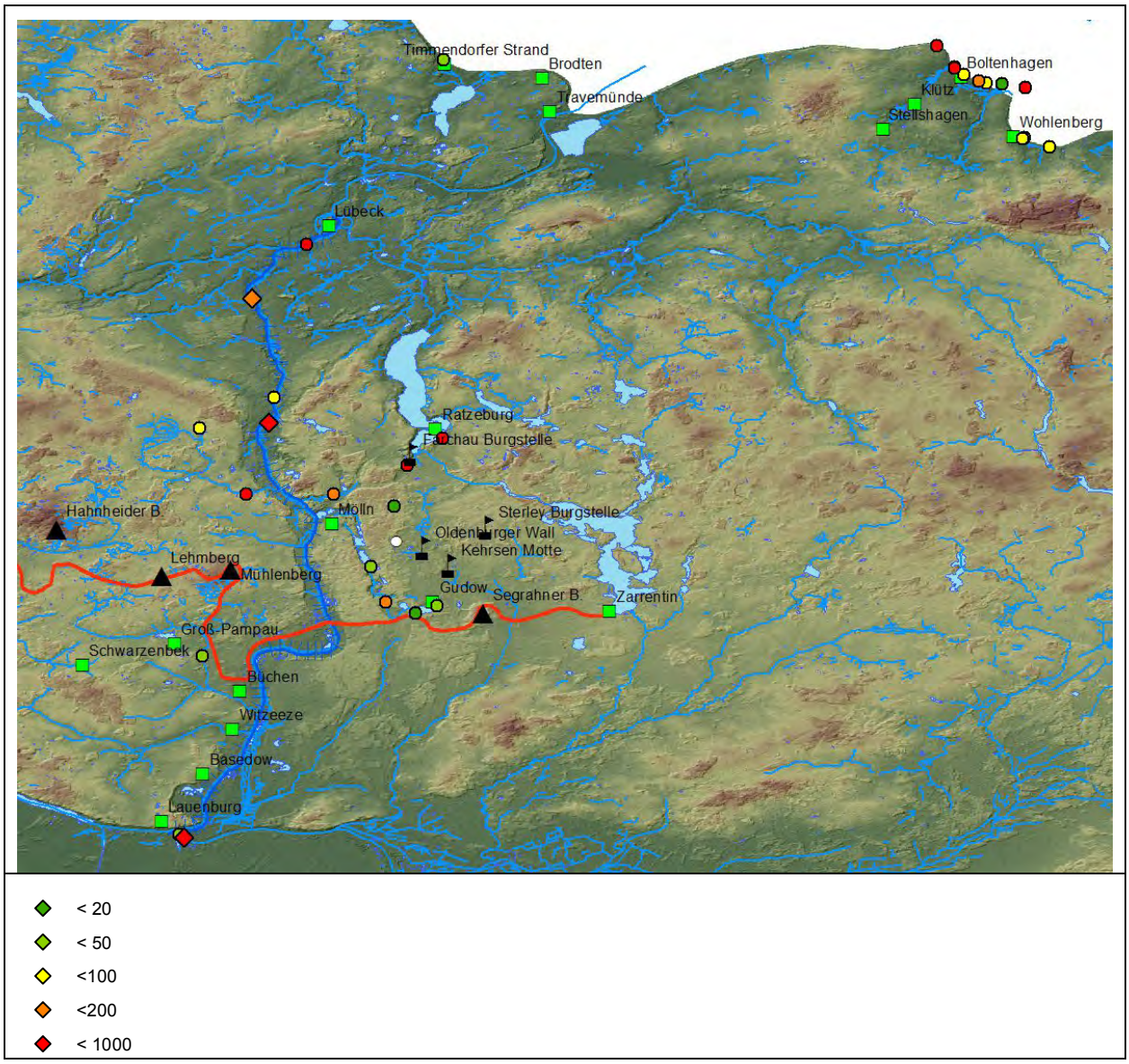


Abb. 5.8-2: Ausschnitt aus Abb. 5.8-1 für Probenlokationen zwischen Lübeck und Lauenburg, hier sind durch Niederungen das Lübecker Zungenbecken und die günstige Lage des – durch breiten Verlauf hervorgehobenen - Elbe-Lübeck-Kanals erkennbar. Die beiden weißen Kreise zeigen Liefergesteinsproben an. Dargestellt ist mit gleicher farbiger Codierung die magnetische Suszeptibilität sandiger Proben in [$10^{-9}m^3kg^{-1}$] mit Kreisen und pelitischer, also siltig-toniger, Proben mit Rauten. Zur Kartengrundlage siehe Abb. 5.8-1.

Aufgrund der relativ schlechten Aufschlußverhältnisse und dem dadurch oft unklaren stratigraphischen Bezug wurden nur zwei Liefergesteine beprobt: 1. Weichselglazialer Sand, fein- bis mittelkiesig, die Kiesfraktion wurde für die Messungen eliminiert, in einer Grube zwischen dem Oldenburger See und dem Lüttauer See, in der aufgrund des Aufschlußzustandes keine Schichtung erkennbar war, und 2. ein Weichsel-eiszeitlicher Sand eines Sanders mit Podsol-Bildung am SW-Hang des Gudower Sees, dabei wurde der verbraunte Bereich des B_{hs} Horizontes, mit Anreicherung von Huminstoffen und Sesquioxiden, analysiert, nicht der darüberliegende hellgraue A_e Horizont, mit Abreicherung von Fe-Oxiden und –Hydroxiden infolge saurer Bleichung. Die erste Probe hat eine magnetische Suszeptibilität von 280 [10^{-9} m^3kg^{-3}] und eine Frequenzabhängigkeit von 2.1 %, die zweite von 360 [10^{-9} m^3kg^{-3}] bzw. 1.4 %. Damit liegen die Suszeptibilitäten dieser potentiellen Liefergesteine über denen der meisten limnischen Sedimenten sandiger

Korngröße im Untersuchungsgebiet. Für gebleichte Sande des Oberbodens wären geringere Suszeptibilitäten zu erwarten, dies wurde jedoch nicht untersucht.

Am Ufer von Drüsensee, Pinnsee, Gudower See wurde sandiges Litoral beprobt, sowie sandige Sedimente der Elbe bei Lauenburg und der Bäche Ratzeburg-Derminer Graben, Steinau bei Klein Pampau, Pirschbach, Schmielauer Bach, Göldenitzer Mühlenbach, Steinau bei Mannhagen, Teichbach bei Duvensee, Hellbach, Zufluß Gudower See, die Kanal-Trave sowie feinkörnige Sedimente am Elbe-Lübeck-Kanal. Insgesamt wurden 22 Proben entnommen. Bereits 2008 wurden zwei sandige Proben an der Bille bei Hamburg-Bergedorf genommen, 2003 zwei sandige Proben an der Elbe bei Hamburg-Övelgönne. Weitere Proben am Ostseeufer wurden zwischen 2005 und 2015 im Bereich Boltenhagen-Wohlenberger Wiek-Insel Poel und südlich davon im Klützer Winkel um Stellshagen sowie 2009 in Timmendorf genommen.

In Tab. 5.8-1 sind Ergebnisse der Suszeptibilitätsmessungen zusammengefaßt. Offensichtlich besteht – auch wenn hier wenige Proben vorliegen – zwischen Sedimenten von Gewässern mit Saale-eiszeitlichen und Weichsel-eiszeitlichen glaziofluviatilen Ablagerungen im Einzugsgebiet kein grundsätzlicher Unterschied.

Im Untersuchungsbereich liegen die meisten Werte sandiger Proben unter 100 [10^{-9} m^3kg^{-3}] und sind damit deutschlandweit als recht niedrig einzustufen. Besonders niedrige Werte <10 [10^{-9} m^3kg^{-3}] stammen von fein- bis mittelsandigen Sedimenten an den Ufern des Gudower Sees und des Pinnsees, die Mittelsande des Drüsensees liegen mit 31 [10^{-9} m^3kg^{-3}] nur geringfügig höher, insgesamt deutlich niedriger als die beiden oben genannten Liefergesteine. Dies spricht für das Auftreten sandiger Liefergesteine mit Quarz-Feldspat-Karbonat-Dominanz und daraus resultierenden niedrigen Suszeptiblitäten, eventuell auch äolischer Liefergesteine, sowie eventuell für die Lösung bzw. mechanische Aufarbeitung von Fe^{3+}-Oxiden/Hydroxiden aus den Kutanen der Sande als Folge huminstoff-reichen Seewassers und Wellenschlages und Fällung selbiger in tieferen Seebereichen/Auskämmen in Schilfarealen.

Herausragend hohe Werte sandiger Proben sind zu beobachten bei Proben der Kanaltrave, des Ratzeburg-Derminer Grabens, des Schmielauer Baches sowie Grobsand des Ostsee-Litorals bei Boltenhagen. Letztere Proben werden weiter unten bei Korngrößenebtrachtungen beleuchtet. Bei der Kanaltrave liegen Backsteinbruchstücke im Uferbereich, so dass hier ein anthropogener Effekt sicher ist. Beim Ratzeburg-Derminer Graben könnte ein Grund die Lage in einem ehemals von der Ratzeburger Stadtbahn genutzten Einschnitt liegen. Für den Schmielauer Bach, eigentlich ohne Namen, gemeint ist der W´des Ortes entlanglaufende Bach, etwa 1 km S´ der Burgstelle Farchau, ist der Anlaß nicht so offensichtlich. Stromauf liegt die Ortschaft Schmielau, jedoch liegen nur wenige Häuser am NW-Ortsrand in Bachnähe, überwiegend entwässert die Ortschaft über einen anderen Bach nordwärts. Oberhalb der Probenahmestelle liegt ein Fahrweg, ein Garten, und ein Teich, das Quellgebiet ist sumpfig.

Die Probe mit der höchsten Suszeptibilität der sandigen Proben ist mit etwa 700 [10^{-9} m^3kg^{-3}] Grobsand entnommen aus dem Bereich am Schiffsanleger in Boltenhagen. Für das Ostsee-Litoral zeigt sich generell eine deutliche Zunahme der Suszeptibilitäten von Fein- zu Grobsand. Die hellen Feinsande werden aufgrund der geringen Korngröße zumindest zeitweilig bei Niedrigwasser potentiell äolisch transportiert, wodurch Schwerminerale verlustig gehen. Die hohen Suszeptibilitäten der Grobsande sprechen für eine Anreicherung von Schwermineralen durch Seifenbildung im Schwallbereich und im Sublitoral, sie sind auch deutlich dunkler. Allerdings zeigen sich bei der Suszeptibilität auch innerhalb mittelsandiger Proben große Unterschiede: 10 [10^{-9} m^3kg^{-3}] im tiefen Intertidal der Wohlenberger Wiek E´ Boltenhagen und 178 [10^{-9} m^3kg^{-3}] im Litoral nahe der Mündung des Klützer Baches, am SE-Ende des Steilufers NW´ Boltenhagen, vor einem Deckwerk aus Granitblöcken.

Tab. 5.8-1: Gewässer um Mölln, magnetische Suszeptibilität ihrer Ablagerungen in [10^{-9} m^3kg^{-3}] in Abhängigkeit der vorherrschenden Korngröße, und einige Eigenschaften des Einzugsgebiets. In [] Anzahl der Proben für Mittelwertbildung sofern >1 Probe vorlag. Lakustrine Ufersedimente sind hellblau, fluviatile weiß und das Litoral der Ostsee um Boltenhagen gelb unterlegt. Mit „naturnah“, sind Gewässer ohne offensichtlichen bzw. minimalem Einfluß des Menschen charakterisiert. Suszeptibilitätwerte von Proben mit offenbar anthropogenem Einfluß sind rot hervorgehoben.

Milieu / Gewässer	Mag. Suzept. Silt+Ton	Mag. Suzept. Feinsand	Mag. Suszept. Mittelsand	Mag. Suszept. Grobsand	Weitere ältere Gesteine	Saale-eiszeitliche Ablagerungen	Weichsel-eiszeitliche Ablagerungen	Naturnah	Siedlungen stromauf
Bille→Elbe			52 [2]			x			x
Drüsensee→Möllner Seen→ Elbe-Lübeck-Kanal			31				x	x	x
Elbe-Lübeck-Kanal	171 [2]					x	x		x
Göldenitzer_Mühlenbach→Elbe-Lübeck-Kanal		96					x		x
Gudower See→Gudow-Möllner Seenkette→ Elbe-Lübeck-Kanal			2				x	x	x
Gudower_See_Zufluß→Gudower See…			41				x		x
Hellbach→ Möllner Seen→ Elbe-Lübeck-Kanal			115				x	x	x
Kanaltrave→Trave			403				x		x
Klützer-/Redewischer Bach→Ostsee				240			x		x
Ostsee um Boltenhagen		52 [3]	68 [7]	440 [3]			x		x
Pinnsee→Gudow-Möllner Seenkette		7					x	x	
Pirschbach→Elbe-Lübeck-Kanal			140				x		x
Ratzeburg_Graben→Ratzeburger See → Wakenitz→Trave			407				x		x
Schmielauer Bach→ Küchensee→ Ratzeburger See→Wakenitz→Trave				500			x		x
Steinau [Klein Pampau]→ Elbe-Lübeck-Kanal			44			x	x		x
Steinau [Mannhagen]→ Elbe-Lübeck-Kanal			390				x		x
Teichbach→ Elbe-Lübeck-Kanal			88				x	x	
Unterelbe→ Nordsee	488		73 [4]		x	x			x

Vergleichen lassen sich die mittelsandigen Proben des Litorals der Ostsee um Boltenhagen, einerseits, mit zwei Mittelsand-Proben aus dem Litoral der Eckernförder Bucht bzw. weiter nördlich bei Weidefeld südlich der Schleimündung, nördlich des in Abb. 5.8-2 dargestellten Bereiches, andererseits. Im letzteren Fall besteht das Liefergestein aus Weichsel-zeitlichen

Schmelzwassersanden und Moränen (ELWERT, et al. 1993), ganz ähnlich wie um Boltenhagen (CHRISTENSEN, et al. 1987). Die Suszeptibilität beträgt 127 [10^{-9} m^3kg^{-3}] am Badestrand von Weidefeld bei Kappeln und liegt damit etwa zweimal so hoch wie um Boltenhagen. Da Werte für vier Mittelsand-Proben vom Ufer des brackischen und fjord-artigen Schlei-Ästuars zwischen 69 und 197 [10^{-9} m^3kg^{-3}] liegen, erscheint eine Herkunft des litoralen Materials aus Eintrag der Schlei wahrscheinlich. Der mit 326 [10^{-9} m^3kg^{-3}] am Badestrand von Eckernförde deutlich höhere Wert des Litorals der Eckernförder Bucht könnte mit der Abrasion von Moränenmaterial und Seifenbildung am Ostseeufer zusammenhängen., sofern man nicht anthropogene Einträge durch die Ortslage Eckernförde postulieren möchte. Die Proben der Schlei und um Kappeln bzw. Eckernförde stellte freundlicherweise G. Weinzierl, Friedrich-Schiller-Universität Jena, zur Verfügung.

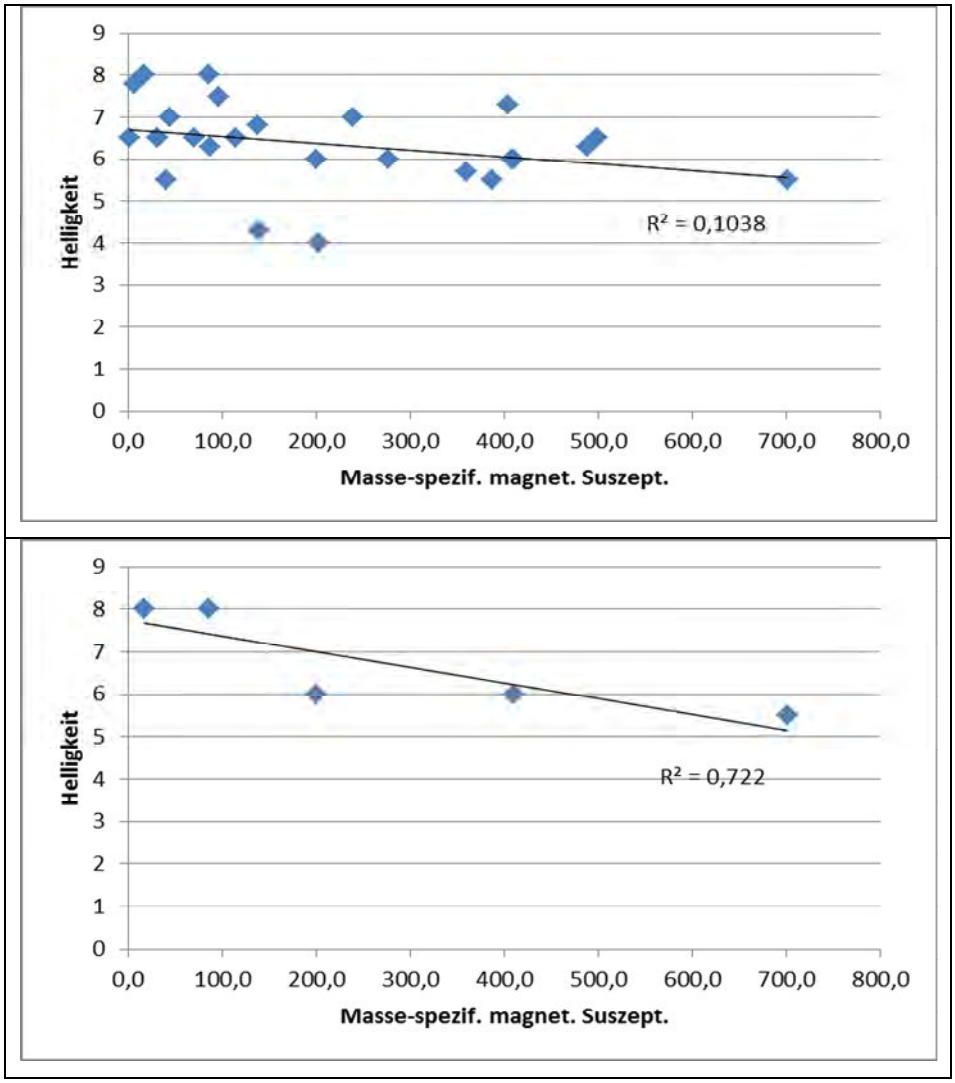


Abb. 5.8-3: Oben masse-spezifische magnetische Suszeptibilität in [10^{-9} m^3kg^{-3}] gegen Helligkeit nach MUNSELL. Unten Suszeptibilität gegen Helligkeit nach MUNSELL für nur zwei feinsandige Proben, <100 [10^{-9} m^3kg^{-3}], und grobsandige Proben des Ostsee-Litorals.

Um zu untersuchen, in wie weit sich farbliche Unterschiede der Proben auch magnetisch bemerkbar machen, wurden in Abb. 5.8-3 die MUNSELL-Farben (ANONYMOUS 1991) trockener Proben bestimmt. Betrachtet man alle Proben, so haben hellere Proben tendenziell geringere Suszeptibilitäten jedoch bei starker Streuung. Für die Intensität der Farben ergibt sich bei Betrachtung aller Proben überhaupt kein Zusammenhang mit der Suszeptibilität. Nimmt man jedoch nur die Proben des Ostsee-Litorals um Boltenhagen, so ergibt sich ein

Zusammenhang zwischen abnehmender Helligkeit als Folge der Zunahme dunkler Minerale und steigender Suszeptibilität. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Farbbestimmung nicht sehr genau ist, und Werte zwischen einzelnen gegebenen Farbfelder interpoliert werden müssen. Offensichtlich lassen sich also litorale Schwermineralseifen bereits farblich gut erkennen.

An zwei sandigen Proben am rechten Ufer der Unterelbe bei Hamburg-Neumühlen bzw. -Övelgönne, mit Gesamtproben-Suszeptibilitäten von 72 und 120 [10^{-9} m^3kg^{-3}], wurden Kornfraktionen abgetrennt: Mean und Median liegen um 400 µm, die Sortierung, berechnet nach TRASK in (TUCKER 1985), ist mit 1,2-1,3 gut bis sehr gut. Die Kornfraktion mit den niedrigsten Werten um 45 [10^{-9} m^3kg^{-3}] ist die von 250 bis 500 µm, die für Fraktionen 125-250 und 500-1000 µm liegen mit 68 bis 470 [10^{-9} m^3kg^{-3}] deutlich höher, für die Fraktionen <63 bzw. >1000 µm liegen für verlässliche Aussagen zu kleine Mengen vor. Bei insgesamt drei siltigen und sandigen Proben vom rechten Elbufer unmittelbar stromauf der Einmündung des Elbe-Lübeck-Kanals bei Lauenburg liegt die siltige Probe mit rund 490 deutlich höher als die mittelsandigen Proben mit 32 bzw. 70 [10^{-9} m^3kg^{-3}].

Die Frequenzabhängigkeit der magnetischen Suszeptibilität, bestimmt nur für Proben mit Rohwerten >30 [10^{-6} cgs], liegt für alle 9 limnischen Proben ≤4 %, die Probe mit 4 % ist der Silt der Unterelbe bei Lauenburg, alle übrigen Proben liegen ≤2.2 %. Daraus ergibt sich nach (DEARING, et al. 1996), dass nahezu keine ultrafeinen, superparamagnetischen Partikel vorliegen, ausser eben zu einem geringen Anteil in dem Silt der Unterelbe. Rezente Senken für ultrafeine Partikel liegen vermutlich im Watt der Nordsee und im Flußwatt stromab Hamburg-Finkenwerder und möglicherweise auch in den profundalen Sedimenten der Lauenburgischen Seen.

Zurück zur Übersicht

5.8.3. Zusammenfassung

Im Bereich zwischen Lauenburg und Ostseeküste, entlang des Elbe-Lübeck-Kanals und am Ostseeufer um Boltenhagen, liegen die Werte der magnetischen Suszeptibilität limnischer Sedimente niedrig, meist unter 100 [10^{-9} m^3kg^{-3}]. Dies spricht dafür, dass hier tatsächlich überwiegend anthropogen kaum beeinflußtes, geogene Hintergrundwerte repräsentierendes, Material beprobt wurde, das aus spätquartären glaziofluviatilen Sedimenten stammt. Offenbar anthropogen beeinflußte Proben liegen bei etwa 400-500 [10^{-9} m^3kg^{-3}].

Im Ostseelitoral führt die Anreicherung von Schwermineralen skandinavischer Herkunft im Brandungsbereich, am Material durch dunkle Färbung erkennbar, zu erhöhten Werten der Suszeptibilität von bis zu 700 [10^{-9} m^3kg^{-3}] in Grobsanden, während helle inter- bis supratidale Fein- bis Mittelsande ebenfalls meist unter 100 [10^{-9} m^3kg^{-3}] liegen.

Zurück zur Übersicht

5.8.4. Zitierte Literatur

ANONYMOUS (1991): Rock color chart with genuine Munsell color chips. 1. Aufl. - Geological Society of America;

ANONYMUS (2009): Regelwerk Küstenschutz Mecklenburg-Vorpommern, Übersichtsheft: Grundlagen, Grundsätze, Standortbestimmung und Ausblick. - 1. Aufl.; 102 S.; Rostock (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern).

BRANDES, H., HÖFLE, H.C., JORDAN, H., LEPPER, J., MENGELING, H., MERKT, J., MEYER, K.-D., REUTER, G., TÜXEN, J., VINKEN, R., VOSS, H.-H., GRUBE, F., LANGE, W. & JARITZ, W. (1977): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000, Blatt CC 3126 Hamburg-Ost. 1. Aufl. - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Hannover.

CHRISTENSEN, S., EHLERS, J., HÖLBE, D., KOSACK, B., LANGE, W., MENKE, B., MEYER, K.-D. & PICARD, K. (1984): Geologie des Herzogtum Lauenburg. - In: DEGENS, E.T., HILLMER, G. & SPAETH, C. (Hrsg.): Exkursionsführer des Nordsee- und Ostseeraumes. S. 51-106; 1. Aufl.; Hamburg (Selbstverlag des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Universität Hamburg).

CHRISTENSEN, S., LANGE, W., MENKE, B., SCHLÜTER, G., STREHL, E., STEPHAN, H.-J., MEYER, K.-D., EHLERS, J., DENEKE, E. & SCHMITZ, J. (1987): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000, Blatt CC 2326 Lübeck. 1. Aufl. - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Hannover.

DEARING, J.A., DANN, R.J.L., HAY, K., LEES, J.A., LOVELAND, P.J., MAHER, B.A. & O´GRADY, K. (1996): Frequency-dependant susceptibility measurements of environmental materials. – Geophys. J. Intern., 124: 228-240.

DUPHORN, K., KLIEWE, H., NIEDERMEYER, R.-O. & WERNER, F. (1995): Die deutsche Ostseeküste. – Sammlg. geol. Fü., 88: 1-281, 1 Taf.

ELWERT, D., SCHLÜTER, G., STEPHAN, H.-J., STREHL, E., PEDERSEN, S.A.S., PETERSEN, K.S., RASMUSSEN, L.A. & OTT, G. (1993): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000, Blatt CC 1518 Flensburg. 1. Aufl. - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Hannover.

GAGEL, C. (1903): Über die geologischen Verhältnisse der Gegend von Ratzeburg und Mölln. – Jb. königl. preuß. geol. L.-A., XXIV: 61-90.

GAGEL, C. & STOLLER, J. (1907): Bodenkundliche Karte 1 : 25 000 Blatt Mölln, Gradabteilung 25 Blatt 21 (heute Blatt 2330 Mölln). Aufl. - Berlin.

GRAHLE, H.O. (1936): Die Ablagerungen der Holstein-See (Mar. Interglaz. I), ihre Verbreitung, Fossilführung und Schichtenfolge in Schleswig-Holstein. – Abh. Preuß. Geol. L.-A., N.F., 172: 1-112.

GRIPP, K. (1964): Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. - 1. Aufl.; 468 S.; Neumünster (Schleswig-Holsteinische Unversitäts-Gesellschaft, Karl Wachholtz Verlag).

JANETZKO, P. (1990): Bodenkarte von Schleswig-Holstein 1 : 25 000, Blatt 2430 Gudow / 2530 Gresse. Aufl. - Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein; Kiel.

SCHALLREUTER, R., VINX, R. & LIERL, H.J. (1984): Geschiebe in Südostholstein. - In: DEGENS, E.T., HILLMER, G. & SPAETH, C. (Hrsg.): Exkursionsführer des Nordsee- und Ostseeraumes. S. 107-147; 1. Aufl.; Hamburg (Selbstverlag des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Universität Hamburg).

SCHRÖDER, P. (1988): Aufbau und Untergliederung des Niederterrassenkörpers der Unterelbe. – Mitt. Geol. Inst. Univ. Hannover, 27: 1-121.

SPEYER, O. (1938): Erläuterungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und benachbarten deutschen Ländern (heute: Blatt 2129 Hamberge/Lübeck West und 2130

Lübeck Ost), Lieferung 200, Nr. 746 Blatt Hamberge und Nr. 747 Blatt Lübeck. 2. Aufl. - Preußische Geologische Landesanstalt; Berlin.

TUCKER, M.E. (1985): Einführung in die Sedimentpetrographie. - 1. Aufl.; 265 S.; Stuttgart (Enke Verlag).