

Bearbeitungsstand: 27.03.2013

Forschungsprojekt FluviMag: Fluviatiler Transport von Magneto-Mineralen

Michael Pirrung

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

5.2. Litoral – Langeoog

Für die Untersuchung litoral Ablagerungen wurde die Insel Langeoog in Ostfriesland ausgewählt, die sich zwischen den Mündungen von Ems und Weser befindet. Der fluviale Eintrag von Magnetomineralen soll anhand von Gesamtfractions- und Kornfraktions-Messungen der magnetischen Suszeptibilität diskutiert werden.

[5.2.1. Geologie von Langeoog](#)

[5.2.2. Korngrößenverteilung der untersuchten Proben](#)

[5.2.3. Magnetische Suszeptibilität von Gesamtgesteinsproben](#)

[5.2.4. Magnetische Suszeptibilität von Kornfraktionen](#)

[5.2.5. Zitierte Literatur](#)

5.2.1. Geologie von Langeoog

Die Insel Langeoog gehört zu den ostfriesischen Inseln der deutschen Nordseeküste, siehe [Abb. 5.2-1](#). Die Landschaftstypen auf Langeoog sind – auf die Flächenanteile bezogen – vorwiegend Dünen in Inselmitte, gefolgt von Siedlungsgebiet im Westen und Südwesten, Salzwiesen südlich der Dünen und dem Sandstrand auf der Inselnordseite (HECKER, N. 1999). Östlich des Ortes Langeoog findet landwirtschaftliche Nutzung von Sommerpoldern statt (BUNJE, J. & ZANDER, R. 1999). Unter dem westlichen und östlichen Teil der Insel gibt es Süßwasserlinsen, die westliche im Bereich um das Pirolatal wird zur Trinkwassergewinnung genutzt (GALL, U. & BUNJE, J. 1999). Unmittelbar südlich der Ortschaft Langeoog befindet sich eine heute bewaldete künstliche Aufschüttung, das Wäldchen, die für die Anlage eines Militärflughafens im zweiten Weltkrieg angelegt wurde. Dies wird beim Vergleich historischer Karten mit heutiger Topographie deutlich, siehe [Abb. 5.2-1](#). Küstenschutzbauwerke in Form von künstlichen Dämmen finden sich nur im Bereich zwischen dem SW-Ende der Ortschaft Langeoog und dem Hafen und von dort östlich des heutigen Flugplatzes entlang bis zum Bereich W' des Schloppteiches in der Senke Große Schlopp. Diese ist bei einer Sturmflut mit Durchbruch der Dünenkette entstanden und wird im Bereich der ehemaligen Dünen durch ein Deichbauwerk geschützt. Nördlich einer weiteren Senke, Kleine Schlopp, hat sich der Dünengürtel wieder geschlossen. Im Bereich Pirolatal wurden künstliche Dünen angelegt. Die Melkhörndüne ist mit 19.8 m NN die höchste Erhebung Langeoogs (ANONYMUS 2002).

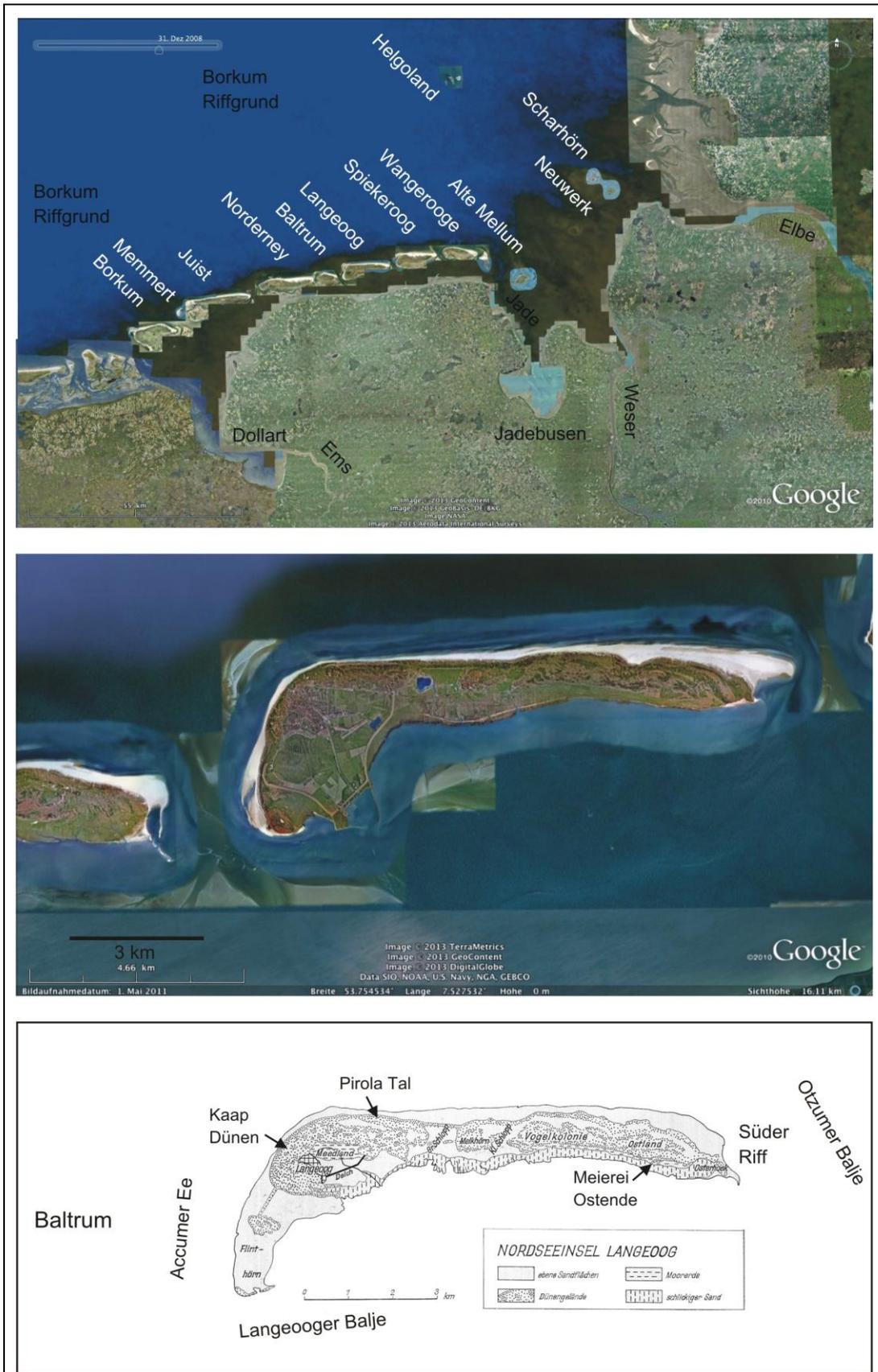


Abb. 5.2-1: Oben Übersicht über den südlichen Teil der Deutschen Bucht mit der Kette der ostfriesischen Inseln, mittig die heutige Situation der Insel Langeoog und darunter diejenige um etwa 1940. Kartengrundlage oben und mitte: Google Earth, ergänzt; unten: Karte nach (DEWERS, F. 1941), ergänzt und verändert.

Vom Festland wird die etwa 11.3 km (DEWERS, F. 1941) lange Barriere- oder Dünen-Insel (REINECK, H.-E. 1994) durch ein etwa 5-7 km breites Rückseitenwatt und von den im W und E benachbarten Inseln Baltrum und Spiekeroog durch Gezeitenrinnen, den sogenannten Seegaten, getrennt. Letztere stellen vermutlich ehemalige pleistozäne Rinnen dar. Bedingt durch den Tidenhub von im Mittel 2.6 bis 2.8 m (NIEMEYER, H.D. & KAISER, R. 1999) haben sie heute die Funktion von Deltas des Ebbstroms, auch als Riffbögen bezeichnet (REINECK, H.-E. 1994). Die vorherrschende Transportrichtung der Gezeitenströme vor der Seeseite Langeoogs ist etwa küstenparallel: bei Flut nach E, bei Ebbe nach W gerichtet, in der südöstlichen Deutschen Bucht generell bei Flut nach SE, bei Ebbe nach NW (REINECK, H.-E. 1982). Durch die überwiegenden Westwinde resultiert seewärts der Ostfriesischen Inseln ein Netto-Materialtransport in Ostrichtung, der sich durch das Ablösen von Sandriffen, also größeren Sandbänken, am Ostrand der Inseln bzw. das Anlanden neuer Sandriffe am Westrand äußert, erkennbar auch durch das Wandern ausgedehnter nur bei Stürmen überfluteter Platen, wie Roter Sand in der Wesermündung.

Beim Wind-bedingten Sandausblasen des bei Ebbe trockenfallenden Strandbereichs und Anwehung zu Dünen überwiegt der Transport nach SE, wodurch sich die annähernd küstenparallelen Dünenketten allmählich landwärts bewegen würden, wenn sie nicht durch Vegetation festgelegt wären (DEWERS, F. 1941).

Die südliche Nordsee zeichnet sich ozeanographisch durch die Mischung verschiedener Wassermassen aus: einerseits das salzreiche Nordatlantikwasser, das vor allem zwischen Hebriden und Norwegen einströmt, weniger über den Ärmelkanal, sowie das ausgesüßte Wasser der Ostsee, das über den Skagerrak einströmt, und das fluviatile Süßwasser vor allem aus Rhein, Ems, Weser und Elbe. Das leichtere Süßwasser aus den Flüssen wird durch Winde bis in die innere Deutsche Bucht transportiert, das zeigen z.B. die Salzkonzentrationsgehalte im Oberflächenwasser (BECKER, G. 2003). In der Nähe der Flussmündungen kommt es durch Ausflockung von Tonmineralen zu hohen Schwebstoffkonzentrationen, deren Partikel sowohl aus den Ästuaren als auch vom Nordseeschelf stammen (BROCKMANN, U., et al. 2003).

Die Entwicklung der Nordseeküste seit dem Pleistozän beschreibt z.B. (STREIF, H. 2003; STREIF, H. 1982; STREIF, H. 1999). Die Insel Langeoog besteht aus pleistozänen, vor allem aber holozänen Ablagerungen (KLAFFKE, S.M., et al. 2009). (DEWERS, F. 1941) zeigt ein ca. 23 m langes Bohrprofil Langeoog R IV mit etwa 15 m mächtigen Sanden auf tonreichen Wattsedimenten über torfigen Marschensedimenten, also verlandeten Wattgebieten, und basalen glazigenen Sanden. In einer Bohrung im Ostteil der Insel wurden marine Ablagerungen der Eem Warmzeit, der letzten Warmzeit vor dem Holozän, nachgewiesen und auch nördlich davon vermutet aufgrund von angespülten Eem-zeitlichen Muschelschalen (HÖFLE, H.C., et al. 1985). Als Ursache wurde von diesem Autor die Existenz zweier eemzeitlicher Geestinseln vermutet, in deren Schutz Eem-Ablagerungen erhalten blieben. Als Geest wird in Norddeutschland eine durch Moränen geprägte Landschaft bezeichnet (REINECK, H.-E. 1994). (KLAFFKE, S.M., et al. 2009) weisen auf eine ursprüngliche Auftragung pleistozäner Ablagerungen im Bereich von Langeoog hin, in deren Schutz es zum Erhalt aufgewehter holozäner Sande kam, das sogenannte Geestkerninsel-Stadium. Auf den nordfriesischen Inseln finden sich an Kliffs auch heute noch derartige glazigene Sedimente. (DEWERS, F. 1941) beschreibt aus einer Windmulde älterer Dünen auf Langeoog eine ehemalige Strandfläche mit Muschelpflaster und nordischen Geschieben bis Faustgröße. Der Name Flinthörn für den SW-Teil Langeoogs deutet auch auf nordische Geschiebe hin (DEWERS, F. 1941). Unter Langeoog finden sich pleistozäne Tone an den höchsten Stellen in etwa -11 m NN, nach Streif 1990, zit. in (REINECK, H.-E. 1994). Dies spricht gegen eine generelle, früher angenommene, Ostverlagerung der Inseln, da die Seegatts zwischen den Inseln bei Ostwanderung die pleistozänen Ablagerungen erodiert hätten (REINECK, H.-E. 1994). Aus Bohrungen ergibt sich z.B. für Langeoog eine südwärtige Verlagerung der

Düneninsel über ältere Rückseitenwattablagerungen um etwa 2 km in den letzten 2000 Jahren, Barckhausen 1969 zit. in (REINECK, H.-E. 1994).

Die verschiedenen Ablagerungsbereiche einer Düneninsel lassen sich nach (REINECK, H.-E. 1994) gliedern in 1. Das Sublitoral, das ständig meerwasserbedeckt ist, der Vorstrand; 2. Das Eulitoral, zwischen mittlerem Tideniedrig- {mTNW} und –hochwasser {mTHW} Niveau, das im Gezeitenwechsel bei Flut wasserbedeckt ist und bei Ebbe bis auf einige Rinnen trockengefallen ist, dazu gehört der nasse Strand auf der Meerseite und das Rückseitenwatt auf der Landseite der Insel; 3. Das Supralitoral mit dem trockenen Strand, das nur bei höher auflaufenden Fluten wasserbedeckt ist; und 4. Die Dünenregion. Einige Beispiele für die verschiedenen Ablagerungsräume zeigt [Abb. 5.2-2](#).

	<p>Flache Rinne auf dem oberen nassen Strand bei Ebbe, darüber Strömungsrippeln mit bereits etwas verwaschenen Rippelkämmen. Das mit etwa 0.5 m/s abfließende Wasser bildet stehende Wellen über Strömungsrippeln.</p> <p>August/September 2003.</p>
	<p>Auf Osterhoek am Ostende der Insel wird die flache ausgedehnte Sandbank des trockenen Strandes nur bei Stürmen überflutet. Sie grenzt landseitig an einen Gezeitenkanal, der das Rückseitenwatt im Gezeitenwechsel entwässert und überflutet.</p> <p>August/September 2003.</p>
	<p>Auf dem trockenen Strand wird im Sommer durch die vorherrschenden Westwinde Sand ausgeht und durch Gräser in kleinen Vordünen kurzfristig festgehalten.</p> <p>August/September 2003.</p>

	<p>Die Winterstürme haben die Vordünen am NE-Abzweig des Strandzuwegs in Verlängerung der Straße Gerk-sin-Spoor abradiert, Wasserstand ca. 3.5 m NN, im Sommer würde sich nach rechts der obere trockene Strand anschließen.</p> <p>Dezember 2004.</p>
	<p>Bei Stürmen wird die vorderste Dünenkette östlich des Pirolatales unterspült und die seewärtige Hangneigung spiegelt den maximalen Neigungswinkel stabiler Böschungen in lockerem gut sortiertem Sand wider. Im Vordergrund freigespültes Backsteinmauerwerk.</p> <p>Dezember 2004.</p>
	<p>An der Abrasionskante der vordersten Dünen östlich des Pirolatals zeigen helle Bereiche Abrissflächen von Rutschkörpern an, diese sind in sich mehrfach in kleinere Schollen zerbrochen und teilweise noch vegetationsbedeckt.</p> <p>Dezember 2004.</p>

Abb. 5.2-2: Sedimentationsräume auf Langeoog.

Detailuntersuchungen auf bzw. um Langeoog führten (KLAFFKE, S.M., et al. 2009) am östlichen Inselende mit Hilfe von Bohrungen und Georadar durch. (SELIGER, A. 2002) analysierte die Hydrologie der Insel, ebenso (NAUMANN, K. 2005) und (MARGGRAF, G. 2005). (SON, C.S. 2009) untersuchte Kastengreifer- und Vibrokerne aus dem Seegatt zwischen Langeoog und Spiekeroog und wies nach, dass eine Kombination von Sturm- und Gezeitenströmungen vor allem landwärts gerichtete Großrippeln erzeugt. (FLEMMING, B.W. & BARTHOLMÄ, A. 2003) zeigt eine Karte des Schlickanteils, d.h. des Anteils der Feinfraktion $<63 \mu\text{m}$, im Rückseitenwatt von Langeoog. Veenstra, 1982, zit. in (REINECK, H.-E. 1994), zeigt eine Abbildung der Mediane von nassem Strand, trockenem Strand und Vordünen der ostfriesischen Inseln. Für Langeoog liegen diese bei 170 bis 250, 170 bis 230 und 170 bis 200 μm , damit nimmt die mittlere Korngröße vom nassen Strand zu den Vordünen generell

ab, (REINECK, H.-E. 1994) führt dies auf Windtransport zurück. Die unterschiedliche Verteilung der Mediane spricht nach diesem Autor gegen eine große Bedeutung von küstenparallelem, nach Osten gerichteten Transport. Die Dünenzüge der ostfriesischen Inseln haben Mediane um 150 bis 175 μm (REINECK, H.-E. 1994). Stabilisiert werden die Dünen durch Anpflanzungen von Strandhafer und ihr Betreten ist verboten, als Maßnahme für den Inselschutz. Wie bereits oben erwähnt, wurden die Dünen von Langeoog im Bereich Große und Kleine Schlopp bei Sturmfluten durchbrochen (REINECK, H.-E. 1994). Korngrößenanalysen künstlicher und natürlicher Dünen auf Langeoog veröffentlichten (SEEHAUSEN, L., et al. 2011), die häufigsten Kornfraktionen von meist gut sortierten Sanden natürlicher Dünen auf Langeoog liegen danach zwischen 200 und 500 μm . Die Tonmineralogie im Rückseitenwatt von Langeoog aber auch in Suspensionsmaterial von Elbe und Weser untersuchte (ENGELHARDT, H.-J. 2000), dabei traten die höchsten Gehalte in Wattsedimenten in der feinstkörnigen Tonfraktion auf, offenbar adsorbiert an Fe-Hydroxide und Tonminerale. Diese sind Illit-dominiert und werden auf eine Mischung fluviatiler und glazigener Ablagerungen zurückgeführt. In Rinnen angeschnittene Torfablagerungen wurden von (WÖSTMANN, R. 2007) näher bearbeitet. Mit Bohrungen und Seismik wurden die Rückseitenwattsedimente Langeoogs von (BUNGENSTOCK, F. 2005) detailliert kartiert und sequenzstratigraphisch interpretiert.

Unterhalb von etwa 6 m Wassertiefe sind im NNW der Insel Langeoog durch Schleppnetzfund der Fischerei Geschiebe einer Grundmoräne bekannt, als „ unreiner Grund bezeichnet“ (DEWERS, F. 1941). Gadow und Schäfer 1973, zit. in (REINECK, H.-E. 1994), zeigen eine Karte für die Korngrößenverteilung im Vorstrandbereich der ostfriesischen Inseln. Nördlich Langeoog finden sich danach mit zunehmender Entfernung bzw. Wassertiefe mittelsandiger Feinsand, Feinsand in einem Bereich etwa 5 km N' der westlichen Strandlinie, feinsandiger Mittelsand bis Mittelsand etwa 6 bis 10 km N' der Strandlinie, grobsandiger Mittelsand findet sich erst etwa 20 km NW' Baltrum und 5 km N' Spiegeroog. Toniger Silt bzw. feinsandiger Silt findet sich rezent zwischen Elbmündung und Helgoland, siltiger Feinsand hat seine südlichste Verbreitung ca. 20 km NE' bzw. 25 km N' Langeoog. (DEWERS, F. 1941) zeigt in einer Abbildung Schlickgründe in ähnlicher Entfernung von Langeoog, die sich in der inneren Deutschen Bucht in Wassertiefen von 20 bis 60 m nach Westen auf dem Austergrund südlich der Doggerbank und nach Norden bis auf die Höhe Jütlands fortsetzen.

Die sandigen Wattsedimente Ostfrieslands bestehen vor allem aus Quarz, zu einem geringeren Teil aus Feldspat, deren Gehalte zu siltigen und tonigen Korngrößen hin zugunsten von Glimmern und Tonmineralen und Organik abnehmen (REINECK, H.-E. 1994). Nach (REINECK, H.-E. 1994) stammen die sandigen Anteile der Wattsedimente eiszeitlichen Ablagerungen auf dem Schelf der Nordsee, die bei Transgressionen landwärts transportiert wurden. Aufgrund hoher Smektitgehalte werden von diesem Autor für die pelitischen Anteile der Wattsedimente nicht Flussfrachten sondern aufgearbeitete kreidezeitliche und paläozäne bis eozäne Ablagerungen des Nordseeschelfs angenommen.

Baak 1936, zit. in (DEWERS, F. 1941), weist die Schwermineralprovinz für die Westfriesischen Inseln und den westlichen Teil der Ostfriesischen Inseln der sogenannten Hollandgruppe zu, die durch Granat, Epidot, Saussurit {Umwandlungsprodukt von Plagioklas, typisch für Gabbros} und Hornblende gekennzeichnet und vor allem im küstennahen Bereich zwischen Rhein- und Ems-Mündung verbreitet ist. Als Liefermaterial wird eine Mischung nordischer Geschiebe mit Material aus dem Rhein angenommen. Noch bis westlich von Baltrum überwiegt Granat die Schwermineralvergesellschaftung rezenter Schelfsedimente (REINECK, H.-E. 1994). Nördlich der Ostfriesischen Inseln bis zur inneren Deutschen Bucht hin wird dagegen die A-Gruppe aus Granat, Epidot und Amphibol gekennzeichnet durch Fehlen von Saussurit, als Liefermaterial werden Moränenablagerungen,

durch Gletscher aus Skandinavien südwärts transportiert, angenommen (DEWERS, F. 1941). Ilmenit ist von diesem Autor nicht gesondert ausgewiesen und wurde vermutlich zur Gruppe der opaken, undurchsichtigen Minerale gerechnet. Das Schwermineralspektrum entlang der Tidewasserniedriglinie auf Langeoog ist nach Wasmund 1938 und Lüttig 1974, zit. in (REINECK, H.-E. 1994), dominiert durch Ilmenit. Als Liefergebiet wird Borkum Riffgrund angenommen, wo der Oldenburgisch-Ostfriesische Geestrücken wieder an die Meeresoberfläche rückt (REINECK, H.-E. 1994). Auch (KOLDITZ, K. 2010) beobachtete in Salzmarschen auf Langeoog eine Dominanz von Ilmenit, neben Zirkon und Granat. Durch Windausblasung leichterer Körner bilden sich Schwermineralseifen im Supralitoral, also im Bereich zwischen mittlerer Hochwasserlinie und Dünenfuß (REINECK, H.-E. 1994).

Die Schadstoffe im niedersächsischen Wattenmeer stammen überwiegend aus Flüssen, was durch Messungen gelöster bzw. partikulär gebundener Schwermetalle in Oberflächenwasser und Oberflächensedimenten offensichtlich wird (ALBRECHT, H. & SCHMOLKE, S.R. 2003). Die weite Ausdehnung des ausgesüßten Oberflächenwassers spiegelt sich durch erhöhte Schwermetallgehalte von der deutschen und dänischen Küste bis zu 200 km in die Nordsee hinein wider (ALBRECHT, H. & SCHMOLKE, S.R. 2003). Vor allem Zink, Kupfer und organische Schadstoffe stammen aus der Weser (HÖPNER, T. 1999), aber auch aus Elbe und Rhein. Die Schadstoffgehalte sind nach dem Ende der Verklappung belasteter Klärschlämme 1980 bzw. von Dünnsäure 1989 seit etwa 1995 im Wasser leicht und in Sedimenten relativ deutlich rückläufig (ALBRECHT, H. & SCHMOLKE, S.R. 2003). Im Rückseitenwatt von Langeoog gibt es in der Fraktion <20 µm ähnlich hohe Pb-, Cd- und Hg-Gehalte wie in anderen Wattbereichen Ostfrieslands (VON BERNEM, K.-H., et al. 1999).

[Zurück zur Übersicht](#)

5.2.2. Korngrößenverteilung der untersuchten Proben

Für diese Studie wurden im Sommer 2003 19 und im Dezember 2004 5 Proben aus dem Eulitoral und Supralitoral sowie der Dünenregion genommen. Ende Dezember 2004 war der Wasserstand aufgrund stürmischer Winde deutlich erhöht, siehe [Abb. 5.2-2](#), so dass bei der Zuordnung zu Ablagerungsräumen in [Tab. 5.2-1](#) Probennahmepunkte dieses Entnahmezeitraums bis etwa 3.5 m NN noch zum Eulitoral gestellt wurden, obwohl sie langfristig betrachtet zum trockenen Strand zu rechnen sind. Bei der Beprobung wurde maximal 350 g Material {Trockengewicht} entnommen. Dies erfolgte in der besonders geschützten Dünenregion nur direkt am Wegrand.

Die aus den gesiebten Fraktionen bestimmten Korngrößenparameter sind in [Tab. 5.2-1](#) dargestellt. Für die Ablagerungsbereiche nasser und trockener Strand sowie Dünen liegen die mittleren Werte für die Mediane im Bereich der von Veenstra, 1982, zit. in (REINECK, H.-E. 1994), für Langeoog genannten Werte. Zwei weniger gut sortierte Sedimente treten im Bereich der mTHW-Linie im unteren trockenen Strand bei etwa 3 bis 3.5 m NN auf: 1. Ein eher schlecht sortierter stärker organischer Klast mit Ton- bis Kiespartikeln, gefunden auf Flinthörn im SW der Insel, weist auf aufgearbeitete pleistozäne Klei-Ablagerungen im Sublitoral hin, wobei die Kiespartikel sicher beim Rollen des Klasten eingedrückt worden sind. Als Klei wird entwässerter älterer Schlick, also tonreiche Lehmböden verlandeter ehemaliger Wattflächen in Marschen, bezeichnet (REINECK, H.-E. 1994). 2. Eine Probe vom Spülsaum mit tonigen Klasten, vermutlich aus aufgearbeitetem Klei. Die beste Sortierung haben Schwermineralseifen des nassen Strandes und Dünenande, in beiden Bereichen liegen auch die Mediane geringfügig niedriger. Sande des nassen Strandes ohne erkennbare Schwermineralanreicherung sind allerdings kaum schlechter sortiert und nur unwesentlich gröber. Bis auf die Klei-Probe mit einem Modus, der massen-bezogen dominierenden Korngröße, von 2-3 mm liegt der Modus aller anderen Proben in der Fraktion 125-250 µm.

Damit ist eine Einordnung einzelner Proben in einen der drei Ablagerungsbereiche nicht möglich. Zwischen mittlerer Korngröße und Sortierung besteht eine positive Korrelation $\{R=0.995\}$, d.h. es gibt keine gut sortierten Grobsande unter den hier beprobten Sedimenten.

Nach makroskopischer Betrachtung liegen Bruchstücke von Muschelschalen vor allem in den Fraktionen $>500\ \mu\text{m}$ vor. Generell ist die helle Färbung der Sandfraktion offenbar durch hohe Quarzgehalte bedingt.

Ablagerungsmilieu	Mean	Median	Sortierung	Anzahl
Supralitoral, Dünen	195	187	1.2	3
Supralitoral, trockener Strand + Vordünen	227	210	1.3	3
Eulitoral, nasser Strand ohne SM-Seifen	215	204	1.3	9
Eulitoral, nasser Strand, SM-Seifen	178	175	1.2	5
Eulitoral, nasser Strand, Klei-Klast	1326	1730	4.0	1
Eulitoral, nasser Strand, Spülsaum mit Tonklasten	443	255	2.1	1
Gesamte Proben	267	268	1.4	22

Tab. 5.2-1: Gemittelte Korngrößenparameter der Proben von Langeoog; Korngrößen für Mean und Median in μm , Sortierung nach Trask, 1932, zit. in (Tucker, 1985 #284).

Insgesamt deuten die Korngrößenparameter darauf hin, dass im Bereich des trockenen Strandes gröbere und vermutlich auch schwerere Partikel liegen bleiben als Folge der Deflation {Ausblasung}, wie dies bereits von (REINECK, H.-E. 1994) beschrieben wurde.

[Zurück zur Übersicht](#)

5.2.3. Magnetische Suszeptibilität von Gesamtgesteinsproben



Abb. 5.2-3: Magnetische masse-spezifische Suszeptibilität von sandigen Gesamtgesteinsproben. Wertebereich $\{10^{-9}\ \text{m}^3\text{kg}^{-1}\}$: 0-9.9 dunkelgrün, 10-24.9 hellgrün, 25-49.9 gelb, 50-99 orange, >100 rot, Maximalwert 1500. Die beiden höchsten Werte treten in Schwermineralseifen an der mittleren Tidehochwasserlinie vor den Kaapdünen W' und vor dem Pirolatal NE' der Ortschaft Langeoog auf. Kartengrundlage: Google Earth, Luftbild vom 31.12.2008, es zeigt etwa die Situation bei mittlerem Tiedenniedrigwasser.

Die Werte der magnetischen Suszeptibilität sind an 24 überwiegend sandigen Gesamtgesteinsproben generell niedrig, siehe [Tab. 5.2-1](#). Das Spektrum reicht von 0.5 bis $1450 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$, der Mittelwert beträgt 83 , der Median $8.8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Die Probe mit dem höchsten Wert ist eine Schwermineralseife von der mTHW-Linie nördlich des Pirolatals, siehe [Abb. 5.2-3](#), die zudem in der Nähe von Resten einer Backsteinmauer genommen wurde. Auch in vier weiteren Schwermineralseifen wurden teilweise relativ hohe Werte beobachtet, jedoch weist auch eine Probe aus dem trockenen Strand einen ähnlich hohen Wert auf. Zwischen den Ablagerungen des nassen Strand, die nicht als Schwermineralseifen auffallen, und Dünsedimenten gibt es keinen großen Unterschied bei den Werten der magnetischen Suszeptibilität. Diese Beobachtungen sprechen dafür, dass Schwerminerale sich auf dem nassen Strand durch Ausblasung leichterer Körner bei Ebbe konzentrieren und an der mittleren Hochwasserlinie durch Wellen zusammengespült werden.

[Zurück zur Übersicht](#)

5.2.4. Magnetische Suszeptibilität von Kornfraktionen

Bei den Werten der masse-spezif. magnetischen Suszeptibilität von Kornfraktionen, siehe [Tab. 5.2-2](#), zeigt sich für alle Proben, vom nassen Strand bis zu den Dünen, ein Trend zu abnehmenden Werten mit zunehmender Korngröße der Sandfraktionen bis $500 \mu\text{m}$, darüber nimmt sie in einigen Proben wieder zu. Für 4 Proben mit $>1 \text{ g}$ Material der Feinfraktion weist die magnetische Suszeptibilität dieser Fraktion die höchsten Werte in den jeweiligen Proben auf. Für die wenigen Daten zu Kornfraktionen $>500 \mu\text{m}$ deutet sich an, dass es auch grobes stärker magnetisches Material geben muß.



Abb. 5.2-4: Magnetische masse-spezif. Suszeptibilität von feiner und mittlerer Sandfraktion, kleine Symbole: Fraktion $63-125 \mu\text{m}$, große Symbole: Fraktion $250-500 \mu\text{m}$, Wertebereich jeweils wie in der vorigen Abbildung, wobei Maximalwerte von 1800 bzw. 500 in der ersten bzw. zweiten Fraktion auftreten. Kartengrundlage wie in voriger Abbildung: Google Earth.

Beim Vergleich der Werte für die Fraktionen $63-125$ und $250-500 \mu\text{m}$ in [Abb. 5.2-4](#) fällt auf, dass die Werte der ersten Fraktion in allen Proben relativ hoch sind, während nur in der

Schwermineralseife N' des Pirolatals auch die zweite Fraktion einen hohen Wert aufweist. Dies deutet hier auf eine lokale Quelle von Magnetomineralen hin und könnte teilweise auch mit der Abrasion des nahegelegenen Backsteinmauerwerks zusammenhängen. Die Umgebung des Hafensbereichs zeichnet sich nicht durch erhöhte Werte bei der zweiten Fraktion auf, allerdings wurden keine Proben aus dem Hafenbecken entnommen.

Ablagerungsmilieu	Gesamt	<63 µm	63-125 µm	125-250 µm	250-500 µm	500-1000 µm	1000-2000 µm
Supralitoral, Dünen	5 {3}		222 {3}	2 {3}	0.4 {3}		
Supralitoral, trockener Strand + Vordünen	33 {3}	265 {1}	711 {3}	25 {3}	5 {3}	709 {1}	
Eulitoral, nasser Strand ohne SM-Seifen	9 {12}	183 {2}	97 {8}	3 {10}	2 {9}	21 {3}	-4 {1}
Eulitoral, nasser Strand, SM-Seifen	346 {5}		737 {5}	277 {5}	105 {5}	4 {1}	
Eulitoral, nasser Strand, Torfklast	50 {1}	174 {1}	113 {1}	35 {1}	46 {1}	91 {1}	84 {1}
Gesamte Proben	83 {24}	201 {4}	369 {20}	69 {22}	29 {22}	144 {6}	69 {2}

Tab. 5.2-2: Mittelwerte der masse-spezif. magnetischen Suszeptibilität von Gesamt- und Kornfraktionen; die Anzahl der Proben ist in {} angegeben, nur Proben mit >1 g Material wurden berücksichtigt.

Zwischen der magnetischen Suszeptibilität der Gesamtfraction bzw. der einzelnen Kornfraktionen bestehen keine signifikanten Korrelationen gegenüber Korngrößenparametern. Dagegen zeigt sich eine positive Korrelation zwischen der magnetischen Suszeptibilität der Gesamtfraction mit derjenigen der Fraktion 125-250 µm {R=0.999}, siehe [Abb. 5.2-5](#), und auch mit derjenigen der Fraktion 250-500 µm {R=0.992}. Das heißt, dass die Gehalte an Magnetomineralen in den Sedimenten Langeoogs vor allem durch deren Konzentration in den feinen Sandfraktionen bestimmt werden.

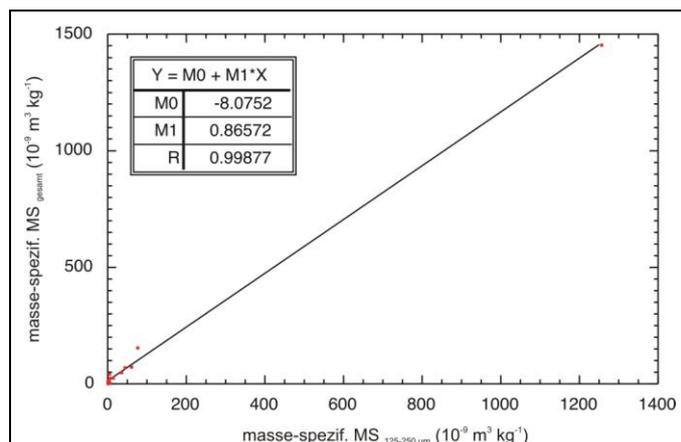


Abb. 5.2-5: Masse-spezif. magnetische Suszeptibilität der Gesamt- und Feinsandfraktion.

Vergleicht man die Werte der masse-spezif. magnetischen Suszeptibilität der Feinfraktion von Proben auf Langeoog mit Werten der Feinfraktion aus den Ästuaren von Elbe und Weser, so liegen letztere Werte noch deutlich höher, siehe [Tab. 5.2-3](#).

Langeoog	Weser-Ästuar	Elbe-Ästuar	Amrum
201 {4}	839 {8}	1552 {1}	326 {2}

Tab. 5.2-3: Masse-spezif. magnetische Suszeptibilität der Feinfraktion von Proben aus Langeoog im Vergleich zu Proben ästuariner Sedimente und von Gesamtproben pelitischer Sedimente von der nordfriesischen Insel Amrum, Daten von FluviMag.

Diese Beobachtungen sprechen dafür, dass die wichtigste Quelle für Magnetominerale feinkörnige Schelfablagerungen sind, die überwiegend aus Flusseinträgen stammen dürften. Auch die niedrigeren Gehalte an Magnetomineralen in Dünenablagerungen Langeoogs stammen vermutlich ursprünglich aus dem Eulitoral. Die Fraktion 250-500 µm besteht offenbar vor allem aus diamagnetischem Quarz und enthält nur wenige Schwerminerale. Die Fraktion 200-500 µm entspricht der dominierenden Korngröße von Dünenanden Langeoogs, siehe (SEEHAUSEN, L., et al. 2011). Darüberhinaus muß es auch stärker magnetisches Material grober Fraktionen geben, das vermutlich aus pleistozänen glazigenen Ablagerungen auf dem Nordseeschelf stammt, siehe u.a. (DEWERS, F. 1941). Für das Rückseitenwatt Langeoogs wären nach diesen Ergebnissen im Sandwatt geringe, im Misch- und Schlickwatt erhöhte Werte der magnetischen Suszeptibilität zu vermuten.

[Zurück zur Übersicht](#)

5.2.5. Zitierte Literatur

- ALBRECHT, H. & SCHMOLKE, S.R. (2003): Die Belastung der Nordsee mit anorganischen und organischen Schadstoffen. In: LOZÁN, J.L., RACHOR, E., REISE, K., SÜNDERMANN, J. & VON WESTERNHAGEN, H. (ed.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer; 77-82; 1. ed., Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.
- ANONYMUS (2002): Langeoog Inselkarte mit Ortsplan. 6. ed.; Kurverwaltung Langeoog, Langeoog.
- BECKER, G. (2003): Physikalische Beschreibung der Nordsee. In: LOZÁN, J.L., RACHOR, E., REISE, K., SÜNDERMANN, J. & VON WESTERNHAGEN, H. (ed.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer; 34-39; 1. ed., Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.
- BROCKMANN, U., LENHART, H., SCHLÜNZEN, H. & TOPCU, D. (2003): Nährstoffe und Eutrophierung. In: LOZÁN, J.L., RACHOR, E., REISE, K., SÜNDERMANN, J. & VON WESTERNHAGEN, H. (ed.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer; 61-76; 1. ed., Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.
- BUNGENSTOCK, F. (2005): Der holozäne Meeresspiegelanstieg südlich der ostfriesischen Insel Langeoog, südliche Nordsee - hochfrequente Meeresspiegelbewegungen während der letzten 6000 Jahre. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität.
- BUNJE, J. & ZANDER, R. (1999): Salzwiesenschutz im Nationalpark "Niedersächsisches Wattenmeer". In: HENKE, S., ROY, M. & ANDRAE, C. (ed.): Umweltatlas Wattenmeer, Band 2: Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung; 126-127; 1. ed., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- DEWERS, F. (1941): Das Alluvium. In: DEWERS, F., GRIPP, K. & OVERBECK, F. (ed.): Das Känozoikum in Niedersachsen; Tertiär, Diluvium, Alluvium und Moore; 268-454; 1. ed., Verlag Gerhard Stalling, Oldenburg i.O.
- ENGELHARDT, H.-J. (2000): Zur Herkunft der Tonminerale in Wattsedimenten der südöstlichen Nordsee. In: (ed.): Umweltgeochemie in Wasser, Boden und Luft - Geogener Hintergrund und anthropogener Einfluß; 117-140; ed., Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

- FLEMMING, B.W. & BARTHOLMÄ, A. (2003): Sedimentation und Erosion an der Nordseeküste. In: LOZÁN, J.L., RACHOR, E., REISE, K., SÜNDERMANN, J. & VON WESTERNHAGEN, H. (ed.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer; 57-60; 1. ed., Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.
- GALL, U. & BUNJE, J. (1999): Grundwassergewinnung aus den Süßwasselinien der Ostfriesischen Inseln. In: HENKE, S., ROY, M. & ANDRAE, C. (ed.): Umweltatlas Wattenmeer, Band 2: Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung; 134-135; 1. ed., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- HECKER, N. (1999): Naturräumliche Einheiten des Niedersächsischen Wattenmeeres. In: HENKE, S., ROY, M. & ANDRAE, C. (ed.): Umweltatlas Wattenmeer, Band 2: Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung; 52-53; 1. ed., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- HÖFLE, H.C., MERKT, J. & MÜLLER, H. (1985): Die Ausbreitung des Eem-Meeres in Nordwestdeutschland. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 35: 49-59.
- HÖPNER, T. (1999): Das Wattenmeer als Vorfluter. In: HENKE, S., ROY, M. & ANDRAE, C. (ed.): Umweltatlas Wattenmeer, Band 2: Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung; 100-101; 1. ed., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- KLAFFKE, S.M., BUNGENSTOCK, F., LINDHORST, S., BRÜCKNER, H. & FREUND, H. (2009): Wie wuchs Langeoog aus dem Meer empor? Neue sedimentologische und geophysikalische Untersuchungen zur Inselentstehung. *Marburger Geographische Schriften*, 145: 1 - 16.
- KOLDITZ, K. (2010): Geochemical investigations of salt marsh pore waters and sediments at Langeoog island in course of a simulated transgression. Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.
- MARGGRAF, G. (2005): Geogene und anthropogene Einflüsse auf ein isoliertes System (Düneninseln) in Bezug auf die Hydrochemie des Grundwassers. Fakultät Physik und Geowissenschaften, Institut für Geowissenschaften, Braunschweig.
- NAUMANN, K. (2005): Eine hydrogeologische Systemanalyse von Süßwasserlinsen als Grundlage einer umweltschonenden Grundwasserbewirtschaftung. Fakultät Physik und Geowissenschaften, Institut für Geowissenschaften, Braunschweig.
- NIEMEYER, H.D. & KAISER, R. (1999): Mittlere Tidewasserstände. In: HENKE, S., ROY, M. & ANDRAE, C. (ed.): Umweltatlas Wattenmeer, Band 2: Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung; 24-25; 1. ed., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- REINECK, H.-E. (1994): Landschaftsgeschichte und Geologie Ostfrieslands. 1. ed.; 1-182; Verlag Sven von Loga, Köln.
- SEEHAUSEN, L., FREUND, H. & ITURRIZAGA, L. (2011): Entwicklung der künstlichen Dünen im Pirolatal auf Langeoog – sedimentologische und vegetationskundliche Untersuchungen. *Coastline Reports*, 17: 167-176.
- SELIGER, A. (2002): Methoden zur Erfassung des regionalen Wasserhaushalts im niedersächsischen Küstengebiet am Beispiel der Insel Langeoog. Fachbereich Physik und Geowissenschaften, Technische Universität Braunschweig.
- SON, C.S. (2009): Sediment dynamic processes and products on the shoreface of the East Frisian barrier-island system, southern North Sea. Fachbereich 5, Universität Bremen.
- STREIF, H. (2003): Die Nordsee im Wandel - vom Eiszeitalter bis zur Neuzeit. In: LOZÁN, J.L., RACHOR, E., REISE, K., SÜNDERMANN, J. & VON WESTERNHAGEN, H. (ed.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer; 19-28; 1. ed., Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.
- STREIF, H. (1982): Geologie des Küstenraumes. In: REINECK, H.-E. (ed.): Das Watt, Ablagerungs- und Lebensraum; 24-30; 3. ed., Verlag Waldemar Kramer, Frankfurt a.M.

- STREIF, H. (1999): Geologische Küstenentwicklung. In: HENKE, S., ROY, M. & ANDRAE, C. (ed.): Umweltatlas Wattenmeer, Band 2: Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung; 12-13; 1. ed., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- VON BERNEM, K.-H., MÜLLER, A. & PRANGE, A. (1999): Schadstoffe in Sedimenten des Wattenmeeres. In: HENKE, S., ROY, M. & ANDRAE, C. (ed.): Umweltatlas Wattenmeer, Band 2: Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung; 104-105; 1. ed., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- WÖSTMANN, R. (2007): Biomarker in torfbildenden Pflanzen und ihren Ablagerungen im nordwestdeutschen Küstenraum als Indikatoren nacheiszeitlicher Vegetationsänderungen. Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaft Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.