



Bearbeitungsstand: 03.08.2016, V. 1

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

5.7. Litoral – Norderney

Nach der Untersuchung litoraler Ablagerungen der Insel Langeoog im Abschnitt 5.2 wird hier als weitere Nordsee-Insel Norderney ergänzt, ebenfalls zu den Ostfriesischen Inseln zählend, mit stärkerem Einfluß des Ems-Ästuars. Da bereits viele generelle Aspekte bei der Beschreibung der Ablagerungen auf Langeoog vorgestellt wurden, kann sich diese Darstellung auf eine kurze Beschreibung beschränken und auf Besonderheiten konzentrieren.

[5.7.1. Geologie von Norderney](#)

[5.7.2. Magnetische Suszeptibilität von Gesamtgesteinsproben](#)

[5.7.3. Zitierte Literatur](#)

5.7.1. Geologie von Norderney

Die Insel Norderney ist die von Westen betrachtet dritte zur Bundesrepublik Deutschland gehörende Ostfriesische Insel. Sie liegt nördlich von Norddeich und nordnordöstlich der Leybucht und des Dollart bei Emden, letzterer der stark erweiterte Mündungsbereich der Ems. Aufgrund der ostwärtigen Zirkulation der Oberflächenwassermassen (BECKER 2003) bietet sich diese Insel an, um den Einfluß detritischen Materials des Ems-Ästuars auf eine Düneninsel im Hinblick auf magnetische Suszeptibilität zu überprüfen.

Die maximale Länge der Insel Norderney, siehe [Abb. 5.7-1](#), beträgt 14.14 km in ENE-Richtung, die größte Inselbreite liegt nach Eindeichung östlich des Hafens bei 2.6 km in NNW-Richtung, die ungefähre Distanz zum Festland beträgt 3.44 km und der direkte Weg vom Fährhafen Norddeich-Mole zum Anleger Norderney sind etwa 7.99 km, Distanzen wurden hierfür bestimmt mit www.google-earth.de. Der Tidenhub bei Springtide beträgt nach (REINECK 1982), S. 14, für Norderney etwa 2 m, ähnlich wie für Langeoog.

Zwischen Norderney und der westlich gelegenen Insel Juist liegt das etwa 3.0 Kilometer breite betonnte Spaniergat bzw. Norderneyer Seegatt, eine Gezeitenrinne, auch als tidal inlet oder nach (REINECK 1994) als Ebbdelta oder Riffbogen zu bezeichnen, siehe [Abb. 5.7-1](#). Zwischen Norderney und der östlich gelegenen Insel Baltrum befindet sich die mit etwa 0,95 km Breite deutlich schmalere Wichter Ee, aufgrund der wechselnden Strömungsverhältnisse als einziges Seegat Ostfrieslands nicht betonnt. Das Rückseitenwatt zwischen Norderney und der Küste östlich Norddeich-Mole, auch Norderneyer Inselwatt genannt, wird durch das Riffgat als wattseitigem Zufluß des Spaniergats, eine sogenannte Balje (REINECK 1994), vom Festland getrennt. Bei Niedrigwasser ist es grundsätzlich möglich, das Rückseitenwatt im

Bereich der Wattwasserscheide zu durchwandern. Der Zielpunkt im Osten Norderneys wurde für Postkutschen mit der Postbake markiert, siehe <http://www.norderney-tour.de/insel/postbake.html>.

Norderney liegt auf den Blättern 3102 Emden (BARCKHAUSEN, et al. 1982) und 2310 Helgoland (BARCKHAUSEN, et al. 1973) der Geologischen Übersichtskarte 1 : 200 000 der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, <http://www.bgr.bund.de/>. Danach besteht der westliche Inselkern vorrangig aus Küstendünen, z.T. mittelsandigem Feinsand, der östliche aus Flugsand gleicher Körnung auf trockenem, d.h. supratidalem, Strand, der Strand nördlich der Dünenkette aus subaquatischem Sandriff und litoralem Sandstrand, überwiegend mittelsandiger Feinsand, die Salzwiesen des Inselgrodens südlich davon liegen auf marin-litoralen bis brackischen siltigen Sanden und Tonen, das Rückseitenwatt besteht aus marin-brackischen Ablagerungen überwiegend des Schlickwatts, Ton bis Silt mit wechselnden Sandgehalten = Klei, sowie siltigen Feinsanden des Sandwatts am Hohen Riff.

Die geologische Karte 1 : 50 000 gibt es in digitaler Form und Blattrand-los auf dem NIBIS Karten-Server des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, <http://www.lbeg.niedersachsen.de/kartenserver/nibis-kartenserver-72321.html>, mit Blatt L2308 Norderney und randlich L2310 Esens. Leider ist das Zuordnen der einzelnen Farben über einen Symbolschlüssel zu Petrographie und Stratigraphie umständlich. Nach letztgenannten Karten sind alle oberflächlichen Ablagerungen Norderneys holozänen Alters: das Intertidal bzw. der nasse Strand im Westen und Norden setzt sich zusammen aus Fein- bis Mittelsanden, die Salzwiesen im Süden der Dünenkette lagern auf siltigem Feinsand bzw. Silt bis Feinsand, das Supratidal bzw. der trockene Strand zwischen mittlerer Hochwasserlinie und Dünenfuß des Strandwalls besteht im Norden aus Fein- bis Mittelsand, bis hin zur Rattendüne am Ostende der Insel. Eine flache Erhebung SE' der Peilbake, von Salzwiesen umgeben, besteht aus Fein- bis Mittelsand, offenbar eine alte Düne. Die lokal bis über 20 m hohe Dünenkette, siehe z.B. <http://www.norderney-chronik.de/download/eberhardt/duenen.pdf>, ist ebenfalls aus Fein- bis Mittelsand zusammengesetzt, ebenso auch die ehemaligen Durchbruchbereiche innerhalb der Dünenkette, s.u. Künstliche Aufschüttungen finden sich nur rund um das Hafenbecken. Das Rückseitenwatt besteht aus siltigem Feinsand. Dominant sind also die Korngrößen Fein- bis Mittelsand im Strand- und Dünengebiet, nur im Windschatten der Dünen sind Silt und Feinsand verbreitet.

Derzeit sind die geologischen Messtischblätter 1 : 25 000 Blatt Nr. 2208 Norderney West und 2209 Norderney nicht lieferbar, nur das die Ostspitze umfassende Blatt 2210 Langeoog West, siehe http://www.lbeg.niedersachsen.de/karten_daten_publicationen, so dass hier nicht auf diese Karten eingegangen werden kann.

Nach (STREIF 1990) und (STREIF 2003) hat die Insel Norderney unterhalb des Meeresspiegels einen Kern aus pleistozänen Ablagerungen, und zwar aus Elstereiszeit-lichen Schmelzwassersanden, Lauenburger Ton der Elster-Eiszeit, Geschiebelehm der Saale-Kaltzeit und Flugsanden der Weichsel-Eiszeit. Während der Weichsel-Eiszeit blieb der Nordsee-Schelf eisfrei (REINECK 1994), S. 6, und (STREIF 2003). Über den pleistozänen Sedimenten liegen holozäne marine Watt- und Rinnensande der Norderney-Hilgenrieder Rinne, unter dem zentralen Teil Norderneys bis 30 m mächtig (REINECK 1994), S. 132, Brackwassersedimente sowie Torfe, darüber die oben beschriebenen rezente Oberflächen-nahen Sedimente. Nach (REINECK 1994), S. 117, zeigen sich im höheren Intertidal Strandquellen, die bei Niedrigwasser ein „Ausbluten“ der Süßwasserlinse der Dünenkette anzeigen.

Nach (REINECK 1994), S. 71, bilden eiszeitliche Ablagerungen des Nordseeschelfs, bei Transgressionen landwärts verlagert, den Ursprung der sandigen Sedimente. Für die Herkunft toniger Sedimente der Rückseitenwatten kann tonmineralogisch ein Eintrag aus heutigen Flüssen weitgehend ausgeschlossen werden, präquartäre und quartäre Umlagerung von

kreide- und tertiärzeitlichen Tonen gilt nach (REINECK 1994), S. 71, als wahrscheinlicher Prozeß der Tonmineralanlieferung, jedoch liegen im Einzugsgebiet der Ems ebenfalls kreidezeitliche Ablagerungen, siehe unten.

Die Schwermetallgehalte der Rückseitenwatten der Ostfriesischen Inseln sind oft erheblich. So liegen nach (IRION 1982), S. 66, für die Tonfraktion der Wattoberfläche nahe der Deichlinie des Festlands Pb-Gehalte für Norddeich bei rund 100 ppm, Cd und Hg bei rund 1 ppm; als eine wesentliche Quelle wird neben lokalen Quellen der Staub vom Festland angesehen, weniger die Flußfracht. Nach (ALBRECHT & SCHMOLKE 2003) kommt neben dem Flußeintrag und dem Staubpfad auch dem Schiffsverkehr durch Verbrennung schwermetallreichen Diesels eine größere Rolle zu. Generell sind die Metallgehalte der Feinkornfraktion <20 µm der Nordsee in den letzten Jahrzehnten nach diesen Autoren aufgrund gesetzlicher Regelungen, z.B. Verbot der Klärschlamm-Verklappung und Dünnsäure-Einleitung, überwiegend zurückgegangen.

Nach https://de.wikipedia.org/wiki/Norderney#cite_note-12 ist bereits Ende des 18. Jahrhunderts ein Seebad auf der Insel Norderney eingerichtet worden.

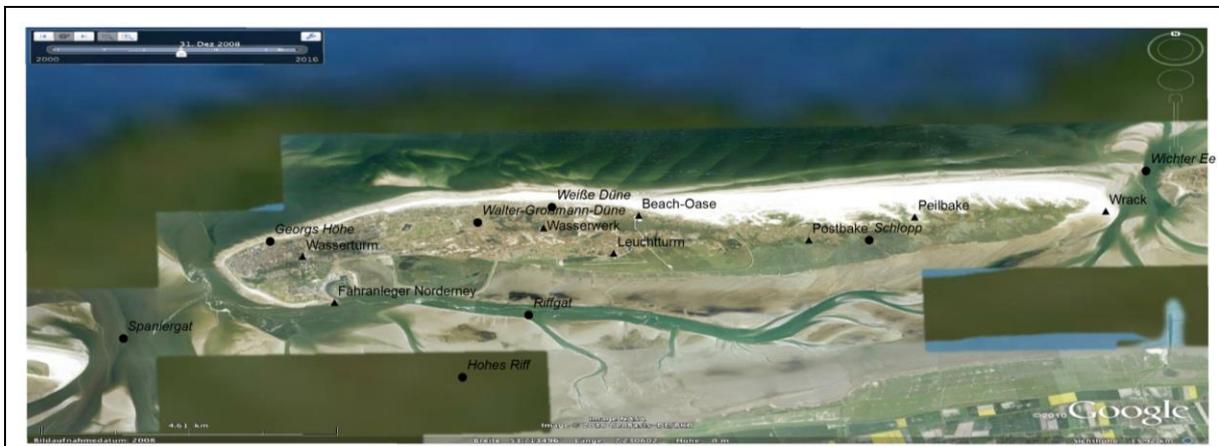


Abb. 5.7-1: Insel Norderney mit einigen markanten Lokationen, im Westen das tidal inlet „Spaniergat“ und das Ostende der Insel Juist, im Osten das tidal inlet „Wichter Ee“ und das Westende der Insel Baltrum mit dem Westdorf, südlich der Insel das etwa E-W-orientierte Riffgat als Gezeitenrinne. Der Ort Norderney liegt überwiegend westlich des Wasserturms. Unter geringer Wasserbedeckung sind auf der Nordseite mehrere Sandbänke, „Sägezahn-Riffe“, mit NE-gerichteten Kämmen erkennbar. Diese landen offenbar östlich der Beach-Oase an und tragen zum breiten Sandstrand der östlichen Inselhälfte bei. Außerdem erkennbar sind am Westrand der Wichter Ee E-W-orientierte sichelförmige Sandbänke, die sich in diesem unter Schönwetterbedingungen Ebbstrom-dominierten Bereich (REINECK 1994) vom Ostende Norderneys ablösen, und östlich daran grenzend eine seewärts von der S- in die ENE-Richtung umbiegende Gezeitenrinne. Die als „Schlopp“ bezeichnete Gezeitenrinne scheint zumindest momentan noch keine ausgeprägte Anbindung an das Riffgat zu haben. Im Spaniergat grenzt die Rinne in Verlängerung des Riffgats unmittelbar an die Küstenlinie, daher liegen hier die am tiefsten reichenden Buhnen. Bildquelle © der Luftbildkarte: Google Earth, Aufnahmedatum 31.12.2008.

Die Landschaftstypen auf Norderney und ihre Verteilung sind ganz ähnlich denen auf Langeoog: vorwiegend Dünen von Inselmitte bis östlichem Inselende, die größte Ansiedlung auf den Inseln Ostfrieslands im Westen und Südwesten, Salzwiesen südlich der Dünenkette, Sandstrand auf der Inselnordseite, siehe z.B. bei https://de.wikipedia.org/wiki/Norderney#/media/File:Karte_Isel_Norderney.png. Östlich des Ortes Norderney, mit seinem weitgehend tide-unabhängigen Hafen, erfolgt landwirtschaftliche Nutzung in Form von Pferdeweiden.

Zur Historie des Küstenschutzes der ostfriesischen Inseln ist bei <http://www.norderney-chronik.de/download/diverses/kuestenschutz.pdf> eine Zusammenfassung dargestellt, die auch Details zu Norderney präsentiert. Küstenschutzbauwerke aus Backsteinmauern, bzw. mit Backsteinklinkern verkleidete Betonmauern, 2008 fertiggestellt, siehe http://www.nlwkn.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=8437&article_id=44786&psmand=26, in Verbindung mit betonierten, seewärts geneigten Wegen konzentrieren sich auf den Westteil in unmittelbarer Ortsnähe, siehe auch https://de.wikipedia.org/wiki/Norderney#cite_note-12. Bühnen, überwiegend aus Basaltblöcken und in mehreren Metern Breite errichtet und im Westen bis 20 m Meter Wassertiefe reichend, siehe auch http://www.norderney-chronik.de/themen/insel-stadt/schutz/infoblatt/2011/seite_001.html, finden sich ergänzend zu den genannten Bauwerken westlich der Inselmitte, gut erkennbar z.B. bei <http://luftbild.fotograf.de/album/Norderney>. Auf der Westseite wird im Frühjahr Sand bei Niedrigwasser zusammengeschoben und per Fahrzeug über wenige Hundert Meter transportiert zur Aufhöhung des Strandkorb-Bereiches. Im Norden fanden mehrfach Sandaufspülungen küstennaher Sande mit einem Saugbagger-Schiff und Rohren zur Weiterleitung vom etwa inselmittig gelegenen Anlandungsbereich zu dem Strandbereich zwischen dem Restaurant Weiße Düne und Ortsbereich Norderney statt, siehe Informationsfilm der Kurverwaltung Norderney.

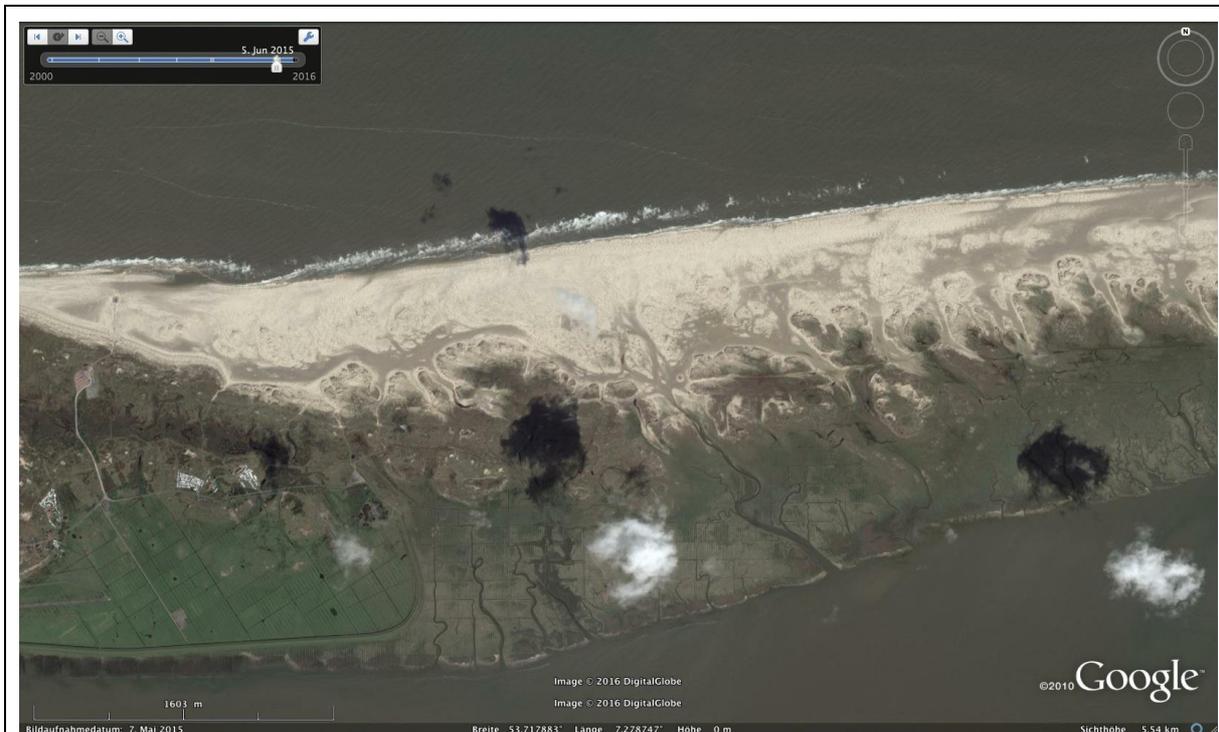


Abb. 5.7-2: Mittelteil der Insel Norderney, links unten die Rollbahn des Flugplatzes und links von der Bildmitte das Ende des landwärtigen Deiches. In diesem Bild relativ dunkel erscheinende, vermutlich etwas stärker durchfeuchtete, „Sandzungen“, mit helleren Sandaufwehungen an ihren Rändern und z.T. auch mittig, weisen auf mehrere ehemalige Durchbrüche der Dünenkette hin. In der Bildmitte befindet sich die auf einer Düne errichtete Peilbake, direkt östlich davon gibt es einen Durchbruch mit sich nach SE fortsetzender mäandrierender Gezeitenrinne, einem Priel, dem „Schlopp“, neben dem links der Bildmitte und am rechten Rand weitere kleinere Priele erkennbar sind. Auf dem Luftbild werden dunkle Flecken durch die SE' davon erkennbaren Wölkchen verursacht. Bildquelle © der Luftbildkarte: Google Earth, Aufnahmedatum 7.05.2015.

Unmittelbar östlich der Peilbake im östlichen Teil der Insel fallen kaum bewachsene sandige, nach S bzw. SE schmaler werdende zungenförmige Einschnitte mit flachem Boden auf, siehe

Abb. 5.7-2. Sie können als temporäre tidal inlets bezeichnet werden, die bei Sturmfluten angelegt wurden. Dabei brach der Dünenwall offenbar an mindestens 6 Stellen durch. Diese Strukturen sind bereits in einem Luftbild von Google Earth vom 31.07.2006 erkennbar. Für ein einziges, nicht weit zurückliegendes, Ereignis spricht die jeweils ähnliche Armut an Vegetation und der an dieser anknüpfenden Kleindünen. Heute fehlen hier größere Dünen vollständig, der Boden ist durch Brecher bzw. den Schwall „glattgeklopft“ worden, es gab im März 2016 noch erhaltene Wasserstandsmarken wenige 10er m östlich der Peilbake. In den zwei östlichen Durchbruchbereichen gibt es kleine Seen. Alternativ wäre ein wiederholter Durchbruch während der jährlichen Herbststürme denkbar. Bei z.B. <http://www.norderney-tour.de/insel/wrack/index.html> ist zu lesen, dass im Frühjahr 1968 das am Ostende liegende Schiffswrack dort gestrandet ist bei Sturm, eventuell ein früheres, ebenfalls für Durchbrüche verantwortliches, Ereignis. Bei der Sturmflut am Neujahrstag 1981, siehe http://www.norderney-chronik.de/themen/insel-stadt/kueste/ostfr/seite_018.html, wurde u.a. die Schutzdüne an der Kugelbake, etwa der E-Rand der seeseitigen Küstenschutzbauwerke, durchbrochen, danach erfolgte eine Sandaufspülung und nach erneuten Abbrüchen weiter östlich im Jahr 1983 und wiederum vorgenommenen Sandaufspülungen auch der behutsame Wiederaufbau der Schutzdüne. Somit könnten die in der Abb. 5.7-2 erkennbaren Durchbrüche vor allem auf das Jahr 1983 zurückzuführen sein. Weitere Sandaufspülungen vor den Küstenschutzbauwerken erfolgten z.B. 2000, siehe z.B. http://www.nwzonline.de/wirtschaft/weser-ems/inseln-vor-sturmflut-wieder-gut-geschuetzt_a_5,1,483248212.html. Jüngere Sturmfluten ereigneten sich im November 2006 und November 2007, siehe http://www.nlwkn.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=8437&article_id=44786&psmand=26.

In Erwartung eines steigenden Meeresspiegels als Folge des Treibhaus-Effektes dürfte das wiederholte Durchfluten z.B. an der in in der Mitte der Abb. 5.7-2 erkennbaren Lokation mit der landwärts anschließenden Gezeitenrinne „Schlopp“, siehe z.B. http://www.nationalpark-wattenmeer.de/sites/default/files/media/pdf/rfb_norderney_2016_web.pdf, in naher Zukunft zu einer Abspaltung der östlichen Inselbereiche und Bildung nur noch bei Niedrigwasser trockenfallender Sandbänke führen, sofern hier nicht regulierend eingegriffen wird. Letzteres ist jedoch eher unwahrscheinlich, da es sich – wie in vielen anderen Inselbereichen auch - um eine unter Naturschutz stehende Fläche handelt. Somit dürfte sich die Küstenlinie Norddeutschlands in einigen Jahrzehnten deutlich verändern.

Im Folgenden sollen einige Besonderheiten, beobachtet im März 2016, beschrieben werden:

- Die litoralen Sande sind insgesamt sehr hell. Überwiegend handelt es sich um Mittelsande mit guter Rundung und hoher Sphärizität der Körner, abgesehen von meist eckigen karbonatischen Schalenbruchstücken mit gelegentlich erhaltenem organischem Überzug, dem Periostrakum.
- Dunkle Schwermineralanreicherungen wie auf Langeoog, die dort bereits aufgrund ihrer dunklen Färbung mehrfach auffielen, wurden im März 2016 auf Norderney nicht beobachtet.
- Am östlichen Inselende ist eine mehrere Hundert Meter breite Zone nur sanft seewärts geneigt. Zuoberst besteht sie aus „glattgeklopften“ Sandoberflächen, vereinzelt mit wenige dm hohen Sandfahnen an Hindernissen aus z.B. einzelnen Grasbüscheln. Hier liegt das oben erwähnte Wrack des Saugbaggers, der zunehmend im Sand verschwindet. Bei höherem Hochwasser muß dieser Bereich temporär überflutet werden, offenbar nicht nur bei höheren Sturmfluten.
- Entlang des Weges vom Wrack zur Peilbake sind Teilbereiche einer etwa in W-E-Richtung parallel zur Dünenkette verlaufenden Rinne mit dunkelbraunem,

humussaurem Wasser gefüllt, teilweise kommt es dort zur Ausfällung von rötlichem Fe-Oxiden/-Hydroxiden.

- Am Strand zwischen nordöstlichem Ortsrand und Restaurant Weiße Düne fanden sich mehrere Teerklumpen, siehe [Abb. 5.7-3](#), ebenso am Strand vor der „Beach-Oase“. Diese bestanden aus Öl-imprägnierten Sanden, oder muschelschalenreichem Teer, oder Fe-reichen Konkretionen mit Bitumengeruch, die alle bei Temperaturen von um die 5 °C fest waren, letztere auch bei Zimmertemperatur. Leider wird offenbar immer noch mit Altöl verschmutztes Bilgenwasser o.ä. vor der Küste illegal entsorgt. Außerdem fand sich am Strand vor der „Oase“ auch eine Ofenschlacke, die eventuell aus einer ehemaligen Bühne mit Steinschüttung kommen könnte.
- Hier gab es auch Steinkohlebruchstücke sowie Torfklasten und vermutlich aus Torfen stammende gut gerundete Holzklasten, z.T. mit Bohrlöchern. Im Bereich südlich der Dünenkette lagen ähnliche schwarze Torf- bzw. Klei-Klasten. Diese stammen also offenbar aus dem Rückseitenwatt der Insel. Warum sie sich im Nordstrandbereich finden, muß offen bleiben. Denkbar wäre 1. eine landwärtige Verlagerung der Düneninsel mit nachfolgender brandungsbedingter Freilegung der Torfe. Das müßte sich über den Vergleich historischer Karten mit heutiger Topographie feststellen lassen. Oder es handelt sich 2. um Torfe, die in der Rinne zwischen Norderney und Juist freigelegt worden sind infolge ostwärtiger Verlagerung der Rinne des tidal inlets und dann weiter ostwärts entlang des seeseitigen Litorals transportiert wurden. Sollte dies zutreffen, würde das eine Bedeutung auch für den Küstenschutz haben, denn dann würde sich die Rinne der Uferlinie am Westrand der Insel weiter nähern.
- Östlich des Restaurants Oase fanden sich mehrfach Zusammenspülungen von Seeigelgehäusen der Gattung *Micraster* unmittelbar oberhalb der Hochwasserlinie. Die Gehäuse waren alle unvollständig, d.h. mit Bruchstellen und fehlenden Platten. Die nur etwa einen Millimeter dicken karbonatischen Schalen wurden teilweise bei auflandigen Winden aus dem Strandbereich bis zum Dünenfuß geweht. Da Schalen, auch von Mollusken, offenbar relativ leicht windtransportiert werden, könnte dies zum Karbonatgehalt junger Dünensande beitragen. Dieser dürfte als Puffer der Versauerung entgegenwirken und zur Vegetationsverbreitung beitragen.
- Gelegentlich fanden sich östlich der Inselmitte am Strand der Nordseite Feuersteine, die auf einen Moränenbereich hinweisen. Es könnten sich Geestkerne im Bereich der heutigen tidal inlets oder im Flachwasserbereich seewärts der Inselmitte befinden. Westlich der Inselmitte wurde kein Feuerstein beobachtet, ob dies Zufall war muß offenbleiben.
- Schalen bis mehrere Zentimeter Länge waren östlich der Inselmitte mehrfach in etwa 1 m breiten und etwa 3 m langen „Zungen“ mit Längsachse senkrecht zur Uferlinie jeweils zwischen zwei sandig-feinkiesigen „Schwall-Buchten“ angeordnet, offenbar infolge besonderer Wind- bzw. Strömungsverhältnisse, die zu einem über mehrere Gezeiten stabilen Schwallssystem führten, siehe auch [Abb. 5.7-3](#).

Die Probennahme im März 2016 erfolgte im Intertidal zwischen der Wasserlinie und dem Dünenfuß, am Ostende ausschließlich wenige 10er m vom Ufer sowie auf einem Weg N´ des Wracks, bis auf eine Probe im Inselinneren von einer Düne am Weg von der Weißen Düne zum Leuchtturm. Aufgrund des Naturschutz-Status der Insel war keine Beprobung weiterer Dünen möglich, auch nicht der Salzwiesen südlich der Dünenkette, sowie wetterbedingt auch nicht des Rückseitenwatts.

In [Abb. 5.7-3](#) sind Beispiele für Ablagerungsmilieus auf Norderney zusammengestellt worden, aufgenommen im März 2016. Zunächst werden Ablagerungsraum und Sediment-

gefüge, beginnend an der Wasserlinie und endend in den Salzwiesen, gezeigt, dann geogene und später anthropogene Komponenten und zuletzt Aspekte des Küstenschutzes. In [] Proben, die bei der gezeigten Lokation oder nahe bei entnommen wurden.

	<p>Schwallbereich zwischen Beach-Oase und östlichem Inselende mit einer zungenförmigen „Halbinsel“ aus Muschelschill. Deren Länge von mehreren Metern zeigt, dass die Wellen während der Entstehung der Struktur ähnlich ausgelaufen sind, d.h. die Richtung der auflaufenden Wellen lag genau senkrecht zur Küstenlinie.</p> <p>11.03.2016, 12:27 Uhr.</p>
	<p>Etwa 2 m von der Wasserlinie, Intertidal NE' der Weißen Düne. Die hinter den meist einklappigen Muschelschalen, mit konkaver Oberseite, erkennbaren „Sandzungen“ wurden beim Rückfließen des Schwallwassers im „Windschatten“ eines Hindernisses abgelagert und zeigen damit als Strömungsmarken die Transportrichtung des Sedimentes an.</p> <p>09.03.2016, 14:35 Uhr.</p>
	<p>Schwallbereich N' der Siedlung Norderney, die Wasserlinie liegt vom oberen Bildrand etwa einen Meter entfernt. Ablaufender Schwall führt zu asymmetrischen Wellenrippeln, in deren flachen Rippelmulden sich gröbere, leichte, organische Klaster, eventuell aus zeretztem Torf, sammeln.</p> <p>12.03.2016, 12:00 Uhr.</p>



Intertidal NE' der Weißen Düne, Blick nach E, rechts hinten der helle Dünenfuß mit Supratidal und Dünenkette. Bei höherem Wasserstand hat zuvor der Schwall eine Sandbank, schill-arm, mit glatter landwärts leicht ansteigender Oberfläche aufgehäuft und „plattgeklopft“, dahinter ein kleiner, nunmehr entleerter Strandsee, dessen auslaufendes Wasser eine dunkle flache Rinne hinterließ.

09.03.2016, 14:50 Uhr
[FM_Norderney2016-6].



Intertidal E' der Beach-Oase, Blick nach W. Die Sandbank, auch Riff genannt, wurde bei ablaufendem Wasser von einzelnen späten, höher auflaufenden, Wellen flachgeklopft und zerschnitten, mit Bildung eines Sand-Fächers links der Bildmitte, als der links dahinter liegende Strandsee, bei Flut eine langgestreckte „Lagune“ bzw. ein Strandpriel, bereits weitgehend leer gelaufen war und damit ein tieferes Erosionsbasisniveau geboten hatte.

11.03.2016, 14:59 Uhr
[FM_Norderney2016-11].



Schwallbereich N' der Siedlung Norderney, die Wasserlinie liegt vom linken Bildrand einige Meter entfernt. Wenige mm mächtige Sandlagen wurden beim Überlaufen der Sandbank der letzten Wellenüberschläge durch Versickern des Wassers „liegen gelassen“ und stellen damit Strömungsmarken dar, ähnlich der sogen. Strömungstreifung, „parting lineation“, aber eben nur ähnlich.

12.03.2016, 12:08 Uhr.



Intertidal E' der Weißen Düne, trockenengefallener Strandsee hinter der Sandbank, die Wasserlinie liegt jetzt einige 10 m weiter rechts und etwa einen halben Meter tiefer. Mehrere Wasserstandsmarken zeigen das mehrphasige Ablaufniveau an, bestimmt durch das Einschneiden in eine zeitweilige Barriere.

09.03.2016, 15:13 Uhr.



Höheres Intertidal nahe des östlichen Inselendes. Auf dem festgeklopften Sand sind zwei Rippelrichtungen, die sich in spitzem Winkel schneiden, erkennbar, von auf- und ablaufendem Schwapp gebildet. Die Strömungsmarke hinter der Muschel links unten bildet genau die Winkelhalbierende. Eine dünne auf Kämmen angewehrte Sandlage macht die Strukturen deutlich.

11.03.2016, 13:11 Uhr.



Intertidal NE' der Weißen Düne, mit asymmetrischen, beim Rücklauf des Schwalles angelegten Strömungsrippeln eines früheren Strandsees, die Wasserlinie befindet sich auf der Seite des oberen Bildrandes. Die „pockennarbige“ Oberfläche dürfte durch das Anwehen erster Sandkörner gebildet worden sein, die am noch feuchten Boden „hängen“ blieben, auch Salzkristallisation wäre möglich.

09.03.2016, 15:15 Uhr.



Supratidal N' der Rattendüne nahe des östlichen Inselendes. An einzelnen Grasbüscheln bleibt vom seewärts, hier nach rechts, gerichteten Wind geblasener Sand hängen und bildet eine Sandfahne, eine „Minidüne“, auf durch Salzkristallisation im Porenraum verfestigten Sanden.

11.03.2016, 13:39 Uhr
[FM_Norderney2016-13].



Supratidal E' der Weißen Düne, schon etwas älterer, salzverkrusteter Schwallbereich, glattgeklopft, die Wasserlinie liegt mehrere 10er m vom oberen Bildrand entfernt. Seegerichteter Wind hat zu einer Sandfahne mit asymmetrischen Rippeln mit größeren, von feinen Partikeln freigewehten, Kämmen und feinkörnigen Mulden hinter einem einzelnen Klast geführt.

09.03.2016, 15:18 Uhr.



Weg von der Busschleife an der Weißen Düne zum Leuchtturm, nahe des letzteren, Blick seewärts. Wo Dünensande nicht von Gras- oder Busch-Vegetation bestanden ist, kann der Wind das oberflächliche, „schutzlose“ Material umlagern, nur bei längerer feuchter und windarmer Wetterlage ist eine Wiederbegrünung vorstellbar.

10.03.2016, 11:29 Uhr
[FM_Norderney2016-9].



NE' der Peilbake, Durchbruch der Dünenkette, mit flachgelaufenem Sand einer Sturmflutphase, nur spärlich von Minidünen und vereinzelt „Vegetationsinseln“ bedeckt. Nach S schließt sich die Gezeitenrinne Schlopp an. Zwischen den Dünen ist ein Hinweis auf Versinkgefahr à la „Mitreiter El Orence“ angebracht.

11.03.2016, 14:35 Uhr.



Weg von der Busschleife an der Weißen Düne zum Leuchtturm, nahe dem Wasserwerk. Hinter der Dünenkette liegt das Land nur wenige m oberhalb des Meeresspiegels, eine Süßwasserlinse führt zu Torfbildung mit Moorbirken, die oft in Windrichtung nach NE geneigt sind.

10.03.2016, 11:12 Uhr.



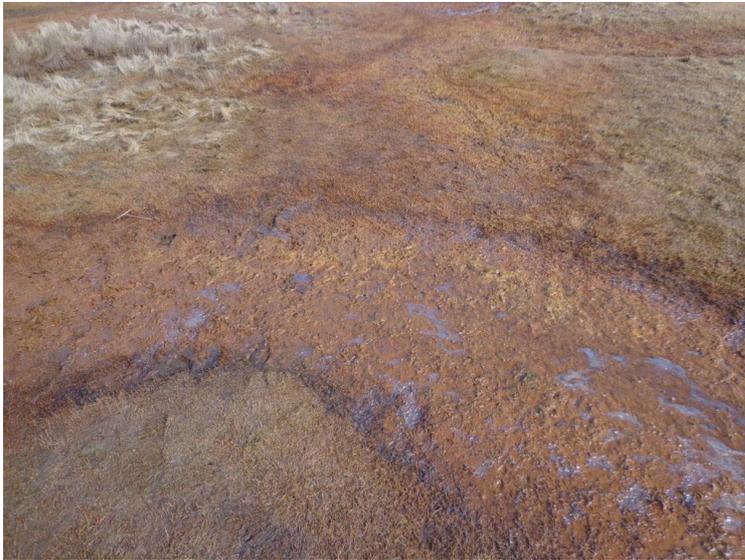
Weg von dem Wrack am Ostende zur Peilbake, südlich der hell im Hintergrund erkennbaren Dünenkette. Salzwiesen mit Quellaustritten und kleinen Tümpeln werden durch die Quellaustritte und den Aufstau von Süßwasser auf salzigem Grundwasser gebildet. Hoher Grundwasserstand führt zu morastigem Untergrund und Anreicherung organischer Substanz.

11.03.2016, 14:19 Uhr.



Weg von dem Wrack am Ostende zur Peilbake, südlich der Dünenkette, die hier erkennbar eine Lücke hat. Die relativ glatte Oberfläche zeugt von einem Durchbruchsfächer bei einer früheren Sturmflut. Einige kleine und größere Tümpel zeigen wiederum hohen Grundwasserstand an.

11.03.2016, 14:28 Uhr.



Weg vom Wrack am Ostende zur Peilbake, südlich der Dünenkette. Weiße Salzkrusten und rote bis ockerfarbene FeOOH-Fällungen weisen auf Quellaustritte am Kontakt von salzigem Porenwasser und Sickerwässern hin, die nach Niederschlägen im Dünenkörper durch humussaure Bleichung von Sandkörnern Fe-reich sind.

11.03.2016, 14:18 Uhr.



Geröll aus grauem Ton im Intertidal vor der Aussichtsdüne am NE-Ende der Küstenschutzbauten am N-Strand. Hier könnte es sich um ältere holozäne marine Ablagerungen handeln, die bei Sturm / starker Strömung im Spaniergat erodiert wurde.

06.03.2016, 11:40 Uhr
[FM_Norderney2016-2].



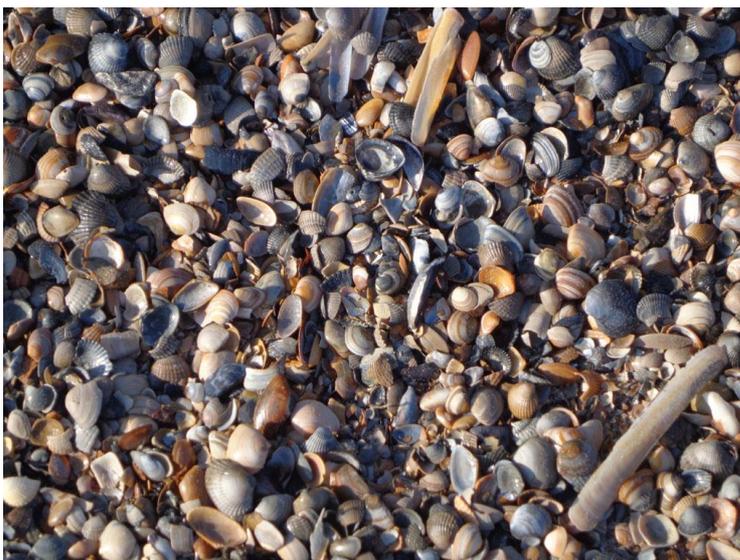
Höheres Intertidal NE' der Weißen Düne. Der Torfklast enthält noch ein größeres Ast- oder Wurzelstück. Doch woher kommt der „ertrunkene“ und vom Meeresboden abgetragene, hierher umgelagerte Torf auf der Nordseite der Insel – aus dem Spaniergat?

11.03.2016, 15:13 Uhr.



Weg E' der Peilbake, südlich der Dünenkette. Neben einem kleinen Tümpel lag ein herausgerissener Klei-Klast, organikreich, feinsandig, blättrig. Ein ganz ähnlicher Klast wurde am Nordstrand gefunden. Klei ist eine marine bis ästuarin-brackische, feinkörnige, meist organik-reiche, Ablagerung.

11.03.2016, 14:33 Uhr
[FM_Norderney2016-3c vom Nordstrand W' der Weißen Düne].



Etwa 2 m von der Wasserlinie, Intertidal NE' der Weißen Düne. Die durch die Gischt noch glänzenden Herz- und Scheidenmuscheln liegen überwiegend einklappig und mit der konvexen Schalenseite in mehr als der Hälfte der Exemplare nach oben orientiert, sie bilden ein „Muschelpflaster“.

09.03.2016, 14:38 Uhr.



Unmittelbar hinter dem Schwallbereich am Strand zwischen Weißer Düne und östlichem Inselende sind ausnahmslos zerstörte Gehäuse des irregulären Seeigels der Gattung *Micraster*, bei Sturm angelandet, zusammengespült worden. Der Wind rollt sie dann teilweise bis an den Dünenfuß, wo sie zur Kalkanreicherung beitragen.

11.03.2014, 11:21 Uhr
[FM Norderney2016-12].



Intertidal NE' der Weißen Düne, etwa 5 m von der Wasserlinie, vor kurzem „trocken“ gefallener Schwallbereich, noch relativ feucht. Erkennbar ist die gute Sortierung des Mittelsandes mit Feinsandanteil und der hohe Anteil von Muschelschalenbruchstücken bzw. Schill, der die Farbigkeit hervorruft.

09.03.2016, 14:51 Uhr.



Gerölle aus Holz, vermutlich eines Schiffes, mit Spuren einer bohrenden Muschel, hinten, und Steinkohlebruchstück mit stark glänzenden Spaltflächen, vorne. Intertidal vor der Aussichtsdüne E' des NE-Endes der Küstenschutzbauten am N-Strand, etwa in Höhe der Aussichtsdüne.

06.03.2016, 11:49 Uhr
[FM_Norderney2016-3a, b]



Höheres Intertidal NE' der Weißen Düne. Ein aufgrund der Rostfarbe offensichtlich Fe-reicher Teer-Klumpen enthält mehrere Schalen und eingebackene Sandkörner. Ein ähnlicher Klumpen vom Strand NE' der Beach-Oase war sehr stark magnetisierbar.

09.03.2016, 14:58 Uhr,
[FM_Norderney2016-14b NE' Beach-Oase].



Höheres Intertidal NE' der Weißen Düne. Ein Teerklumpen hat mehrere Scheidenmuschel-Schalen aber keine erkennbaren Sandkörner umhüllt. Das bedeutet, er ist mit den Schalen zusammen angelandet, siehe z.B. das „Muschelpflaster“ oben.

09.03.2016, 14:59 Uhr
[FM_Norderney2016-14a NE' Beach-Oase].



Rückseite des eben gezeigten Klumpen, mit noch mehr erkennbaren Muschelschalen.

	<p>Schwallbereich am Strand zwischen Beach-Oase und östlichem Inselende. Wellentätigkeit wird zur Zerstörung dieser gestrandeten Plastikflasche führen, vermutlich bis hin zur Entstehung von kleinsten Partikeln, die über die Nahrungskette dann z.T. wieder zu den Menschen auf den Tisch kommen werden.</p> <p>11.03.2014, 11:13 Uhr.</p>
	<p>Oberer Rand der Uferbefestigung westlich des Inselzentrums zwischen Pavillon und Milchbar, mit „Nage Spuren“ eines Hochwassers, vermutlich einer Sturmflut des vorausgegangenen Winters, da noch nicht bewachsen.</p> <p>06.03.2014, 10:07 Uhr.</p>
	<p>Schwallbereich am Strand zwischen Beach-Oase und östlichem Inselende. Der Plastiksack ist die zerstörte Verpackung eines sandgefüllten „big packs“, der bei einer Sturmflut von Hubschraubern aus abgeworfen oder mit LKW abgesetzt worden ist. Davor der Schillreiche Spülsaum.</p> <p>11.03.2014, 11:42 Uhr.</p>

Abb. 5.7-3: Sedimentationsräume auf Norderney.

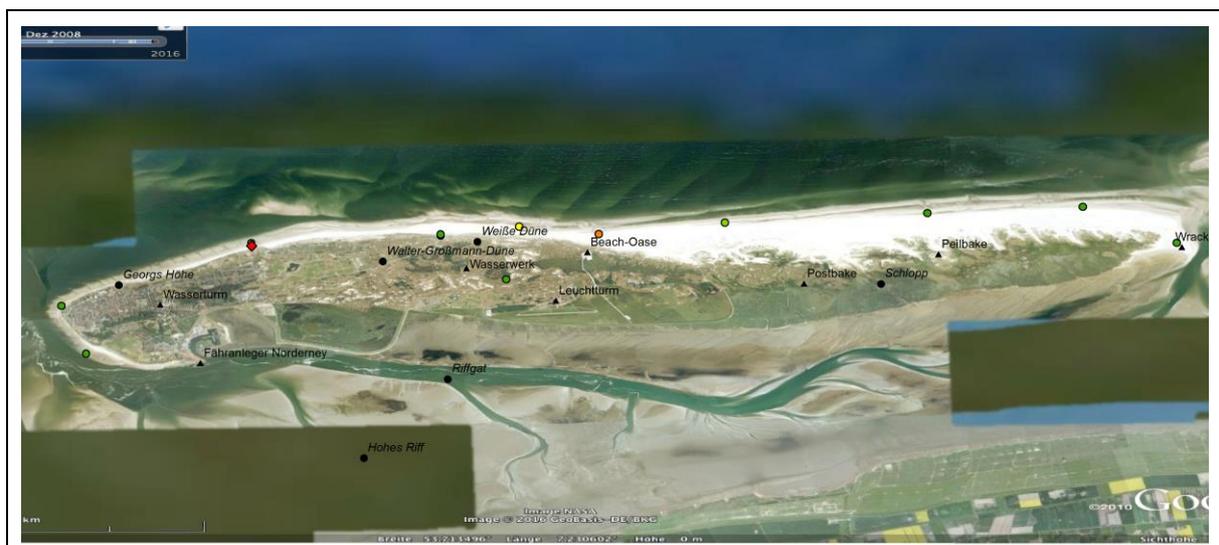
[Zurück zur Übersicht](#)

5.7.2. Magnetische Suszeptibilität von Gesamtgesteinsproben

Die Darstellung der masse-spezifischen Suszeptibilitäten von Gesamtfractionen pelitischer und sandiger Ablagerungen zeigt [Abb. 5.7-4](#). Erkennbar ist, dass die Werte insgesamt recht niedrig sind. Ein erhöhter Wert zeigt sich mit $90 [10^{-9} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}]$ bei der pelitischen Probe [FM_Norderney2016-2] vom nordöstlichen Ende der Küstenschutzbauwerke bei der Aussichtsdüne mit der Kugelbake, ein Tongeröll. Zwar wurden aus der Ems bisher keine Proben für Vergleichszwecke entnommen, doch dürfte die Feinfraktion letztlich aus fluviatiler Materialfracht stammen. Nach (VOGES & VINNEMANN 1993) entspringt die Ems im Ostteil des „Münsterländer Kreidebeckens“ mit Karbonaten der Oberkreide und fließt nördlich davon durch glaziofluviatile Sedimente des Quartärs. Nur einen sehr geringen Einfluß dürften Gesteine des Muschelkalks und des Juras vom Teutoburger Wald als nordöstliche Umrandung des „Beckens“ haben. Die Nebenflüsse Hase und Leda fließen ausschließlich durch quartäre Ablagerungen. Damit herrschen Karbonate und Mergel der Oberkreide und Sande, Tone, Lehme und Torfe des Quartärs als Liefergesteine vor. Daher kann für die Suspensionsfracht der Ems angenommen werden, dass deren geogene masse-spezifische Suszeptibilität recht gering ist, was mit dem vergleichsweise geringen Wert der Pelitprobe von Norderney konform wäre. Allerdings wären weitere Proben aus dem Rückseitenwatt der Insel wünschenswert, um belastbare Aussagen treffen zu können.

Bei einer weiteren Probe mit einem erhöhtem Wert von $80 [10^{-9} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}]$ handelt es sich um den erwähnten Teerklumpen vom Strand N der „Oase“ [FM_Norderney2016-14a]. Hier dürfte das Öl im „Schiffsbauch“ rostiges Metall aufgenommen haben. Eine von der selben Lokation stammende, in der [Abb. 5.7-4](#) nicht dargestellte Probe einer Eisenkonkretion [FM_Norderney2016-14b] ergab einen Wert von $5440 [10^{-9} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}]$. Eine Steinkohle vom Strand westlich der Weißen Düne [FM_Norderney2016-3a] ergab sogar einen leicht negativen Wert.

Alle übrigen, ausschließlich sandigen, Proben des Intertidals liegen bei Werten der masse-spezifischen Suszeptibilität von 3 bis $11 [10^{-9} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}]$. Aus dem Bereich des Supratidals wurden ausschließlich Dünensande beprobt, deren Suszeptibilität liegt sehr ähnlich mit 1 bis $13 [10^{-9} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}]$.



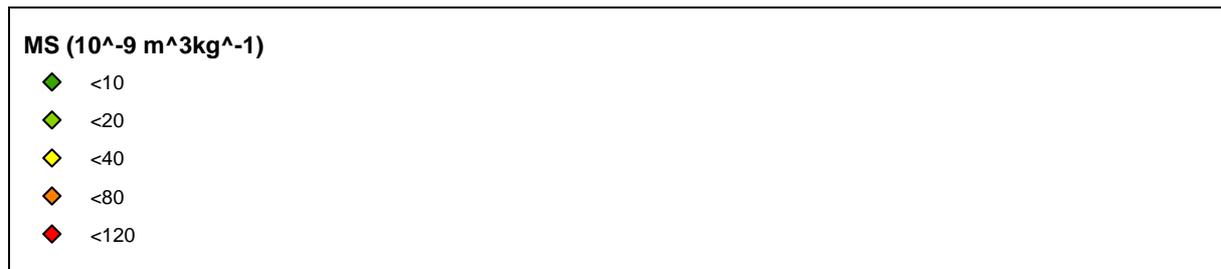


Abb. 5.7-4: Magnetische masse-spezifische Suszeptibilität [$10^{-9} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$] von Gesamtgesteinsproben auf einer Luftbildkarte, sandige Proben mit Kreisen, eine pelitische Probe mit einer Raute dargestellt. Bildquelle © der Luftbildkarte: Google Earth, Aufnahmedatum 31.12.2008.

Auch die Korngröße von intertidalen und supratidalen Ablagerungen ist zumindest makroskopisch nicht sehr unterschiedlich: in einer Probe des Intertidals, [FM_Norderney2016-6] NE' der Weißen Düne aus einem Sandpriel neben einer Durchbruchsrinne, dominiert Schill-reicher Grobsand, stark mittelsandig; in 6 Proben herrscht Mittelsand, feinsandig, oder in einer Probe schwach grobsandig, vor, davon eine supratidale stark feinsandige Probe; 4 Proben, 3 davon aus dem Supratidal, zeigen Feinsand-Dominanz mit schwachem bis starkem Mittelsand-Anteil. Im Dünendurchgang W' der Weißen Düne, N' des Restaurants Weiße Düne, ist ein Profil durch die Dünenkette aufgeschlossen. Dort liegt 1 m über Wegniveau in Probe [FM_Norderney2016-8] Mittelsand, stark feinsandig, vor, während 10 m weiter landwärts in Probe [FM_Norderney2016-7] in gleicher Höhe Feinsand, schwach mittelsandig, vorherrscht. Interessant dabei ist auch, dass die Mittelsand-Probe eine geringfügig niedrigere Suszeptibilität aufweist als die Feinsand-Probe. Dies zeigt, dass Dünensande eben auch lagenweise aus Mittelsand bestehen. Grundsätzlich beobachtete (REINECK 1994) die Dominanz der Feinsandfraktion in Dünensanden Ostfriesischer Inseln. Diese in genannter Probe vorliegende Abweichung dürfte auf zeitweilig erhöhter Windgeschwindigkeit beruhen, eventuell einem Sturmereignis. Darüberhinaus könnte aus mehrfachem Wechsel des Ablagerungsraums während des Aufenthaltes der Sandkörner durch wechselnde Windrichtungen bei Ebbe, d.h. Ausblasung aus dem Intertidal unter auflandigen Winden und Auswehung aus dem Supratidal bei seewärtigen Winden, eine Ähnlichkeit der Kornverteilung supra- und intertidaler Sande resultieren. Tatsächlich zeigt (REINECK 1994) auf S. 114 in einer Abbildung zu Korngrößen von Vordünen am Übergang Strand-Dünenkette für die Mitte und den Osten Norderneys für 2 Proben mit Medianen von ca. 230 bzw. 260 μm die höchsten Median-Werte für die Ostfriesischen Inseln.

Bei der Munsell-Helligkeit nach (ANONYMOUS 1991) sind die 4 supratidalen Sande mit im Mittel 7,3 etwas heller als die intertidalen mit 6,9, jedoch liegen supratidale Proben nahezu vollständig im Streubereich intertidaler. Bei letzteren ist die grobsandige Probe mit einem Wert von 5,5 die dunkelste Probe. Eine Korrelation zwischen Helligkeit und magnetischer Suszeptibilität ergibt eine negative Korrelation, siehe [Abb. 5.7-5](#).

Aufgrund guter Sortierung und damit nahezu fehlendem Silt-Anteil und der niedrigen Suszeptibilität dürften die sandigen Sedimente auf Norderney hauptsächlich aus Quarz, Feldspat und Muschelschalenbruchstücken bestehen, alles Komponenten mit negativer Suszeptibilität. Zwei Proben intertidaler Sande zeigten auch nach über einjährigem Lagern noch hygroskopische Eigenschaften, was auf die Präsenz von Salz im Porenraum schließen läßt.

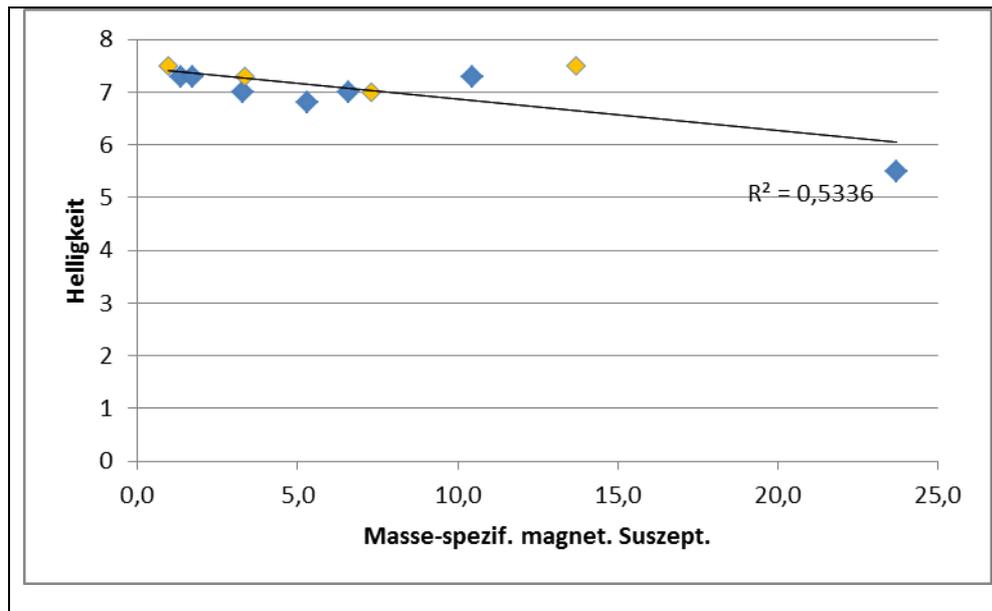


Abb. 5.7-5: Munsell-Helligkeit ausschließlich sandiger Proben gegen masse-spezifische magnetische Suszeptibilität [$10^{-9} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$]. Äolisch transportierte supratidale Sande der Dünen sind orange hervorgehoben, die übrigen Sande sind intertidal.

Vergleicht man die Werte der masse-spezif. magnet. Suszeptibilität von Norderney mit denen von Langeoog, so liegt der Median für 11 sandige Proben von Norderney, ohne Gerölle bzw. Teer, bei $5,3 [10^{-9} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}]$ und der für 22 sandige Proben von Langeoog ohne offensichtlichen anthropogenen Einfluß, wie z.B. Nähe zu Backsteinresten oder Hafenbereich, bei $8,8 [10^{-9} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}]$, ohne 4 Schwermineralseifen bei $6,6 [10^{-9} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}]$, also praktisch identisch.

Zusammenfassend läßt sich sagen, dass auf Norderney die magnetische Suszeptibilität aufgrund der niedrigen geogenen Hintergrundwerte sehr gut zum Ermitteln anthropogener Anomalien herangezogen werden kann, sofern es sich um Sande handelt. Während für das Rückseitenwatt hier keine Aussagen gemacht werden können, liegt aufgrund der niedrigen Suszeptibilitäten die Vermutung nahe, dass die Strandsande von Norderney auch sehr niedrige Schwermineral-Gehalte und wahrscheinlich auch niedrige Schwermetall-Gehalte aufweisen.

[Zurück zur Übersicht](#)

5.7.3. 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. (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer. S. 77-82; 1. Aufl.; Hamburg (Wissenschaftliche Auswertungen).

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

BARCKHAUSEN, J., HÖFLE, H.C., MERKT, J., MEYER, K.-D., TÜXEN, J., TER WEE, M.W., BEUSEN, J., VAN ADRICHEM BOGAERT, H.A., BLOCK, M., KETTEL, D., HAMMERSCHMIDT, M., LOCMELIS, B. & RADEMACHER, C. (1982): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000, Blatt CC 3102 Emden. 1. Aufl. - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Hannover.

- BARCKHAUSEN, J., LANG, H.D., MENGELING, H., MEYER, K.-D., STREIF, H., ELWERT, D., JARITZ, W., GRIGO, K.-J. & RADEMACHER, C. (1973): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000, Blatt CC 2310 Helgoland. 1. Aufl. - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Hannover.
- BECKER, G. (2003): Physikalische Beschreibung der Nordsee. - In: LOZÁN, J.L., RACHOR, E., REISE, K., SÜNDERMANN, J. & VON WESTERNHAGEN, H. (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer. S. 34-39; 1. Aufl.; Hamburg (Wissenschaftliche Auswertungen).
- IRION, G. (1982): Schwermetallgehalte der Wattsedimente als Maßstab der Umweltverschmutzung. - In: REINECK, H.-E. (Hrsg.): Das Watt, Ablagerungs- und Lebensraum. S. 63-68; 3. Aufl.; Frankfurt a.M. (Verlag Waldemar Kramer).
- REINECK, H.-E. (1994): Landschaftsgeschichte und Geologie Ostfrieslands. - 1. Aufl.; 182 S.; Köln (Verlag Sven von Loga).
- REINECK, H.-E. (1982): Topographie und Geomorphologie. - In: REINECK, H.-E. (Hrsg.): Das Watt, Ablagerungs- und Lebensraum. S. 7-10; 3. Aufl.; Frankfurt a.M. (Verlag Waldemar Kramer).
- STREIF, H. (1990): Das ostfriesische Küstengebiet. Nordsee, Inseln, Watten und Marschen. – Sammlg. geol. Fü., 57: 1-376.
- 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. (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer. S. 19-28; 1. Aufl.; Hamburg (Wissenschaftliche Auswertungen).
- VOGES, A. & VINNEMANN, C. (1993): Geologische Karte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 1 000 000, Blatt 1: Grundkarte, Blatt 2: Legende und Kartengrundlagen. 4. Aufl. - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Hannover.