

Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte	Band	Seite	Stuttgart 2010
NNU	79	201–220	Konrad Theiss Verlag

Salztorfabbau im Jadebusengebiet Prospektion von anthropogenen Landabsenkungen und ihren Folgen

Von

Annette Siegmüller und Friederike Bungenstock

Mit 7 Abbildungen

Zusammenfassung:

Der ständige Bedarf an Salz zum Kochen und Konservieren der Nahrung führte im Nordseegebiet zur Entwicklung einer hoch spezialisierten Technik, mit der Salz aus Torfen gewonnen werden konnte. Regelmäßig vom Meerwasser überfluteter Torf, so genannter Salztorf, der dementsprechend Salz gespeichert hatte, wurde gestochen und verbrannt. Die aus der ausgelaugten Asche entstandene Salzlauge wurde durch Erhitzen solange eingedampft, bis nur noch das Salz übrig blieb. Das so gewonnene Friesensalz wurde bis in die Neuzeit hinein gehandelt, bis es sich schließlich nicht mehr gegen die starke Konkurrenz durch qualitativ besseres Salz wie beispielsweise das Lüneburger Salz behaupten konnte. Erste Hinweise für den Salztorfabbau im Nordseegebiet stammen aus der Römischen Kaiserzeit. Im nord- und ostfriesischen Wattenmeer wird der Abbau von Salztorf als Verursacher von Landabsenkungen und der Zerstörung ausgedehnter Kulturlandschaftsflächen betrachtet. Innerhalb eines interdisziplinär angelegten Verbundprojektes, dem Jadebusenprojekt, soll geklärt werden, ob auch die Entstehung des Jadebusen durch den großräumigen Abbau von Salztorf beschleunigt, wenn nicht sogar verursacht wurde. Das Manuskript präsentiert die Ergebnisse aus Literatur- und Kartenauswertung und ersten Geländekampagnen. Es konnten drei verschiedene Abbauformen unterschieden werden. Darüber hinaus wurden weitere Flächen ausgewiesen, auf denen Salztorfabbau zu vermuten ist. Als Prospektionsmethode hat sich die Geoelektrik zusammen mit Sondierbohrungen als geeignet erwiesen.

Schlüsselwörter: Salztorf, Salztorfabbau, Friesensalz, Salzasche, Briquetage, Erosion, Geoelektrik, Jadebusen, Nordsee

Title: Salt-peat digging in the Jade Bay region: Evidence for anthropogenic land-lowering and the consequences

Abstract: In the North Sea region the constant need of salt for cooking and conserving food led to the development of a highly specialized technique for extracting salt from peat, so-called selnering. Peat regularly flooded by sea water, i.e. salt peat, was dug and burnt, the ashes washed and the resulting brine heated until pure salt was obtained. Production and trading of this 'Friesensalz' continued into the Modern Age until it was finally replaced by trade in high quality salt, for example from Lüneburg. The first evidence for selnering in the North Sea region dates from the Roman Iron Age. The digging of salt peat is regarded as the cause of land-lowering and destruction of extensive cultural landscapes on the North Sea coast of Germany. It is one objective of the interdisciplinary Jade Bay Project to investigate the relevance of peat digging for salt production to the formation of Jade Bay. Analysis of the literature and historical maps has made it possible to document three different techniques used for salt-peat digging and to designate areas where ancient selnering is likely to be found. Furthermore, geoelectric measurements together with coring proved to be suitable as a prospecting method during the initial field campaigns.

Keywords: salt peat, selnering, "Friesensalz", salt ash, briquetage, erosion, geoelectric, Jade Bay, North Sea

1. Einleitung

1.1. Vorbemerkung

Die Erforschung des Salztorfabbaus im Jadebusengebiet und dessen Anteils an der Genese der heutigen Küstenlinie wird in Zusammenarbeit von Archäologen und Geologen am Niedersächsischen Institut für historische Küstenforschung in Wilhelmshaven bearbeitet. Diese Untersuchung ist ein Teilprojekt eines seit 2008 interdisziplinär durchgeführten Verbundprojektes, das

die Erforschung eines umfassenden kultur- und naturwissenschaftlichen Gesamtbildes des Jadebusen zum Ziel hat. Dieses Jadebusenprojekt mit dem Titel „Entwicklung des Jadebusen seit dem Ende der letzten Kaltzeit – eine Baseline Study zur Erfassung naturwissenschaftlicher und kulturwissenschaftlicher Grundlagendaten für eine niedersächsische Küstendatenbank“ ist auf insgesamt drei Jahre angelegt und wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) in Wilhelmshaven, der Abteilung für Meeresforschung des Senckenberg Instituts in

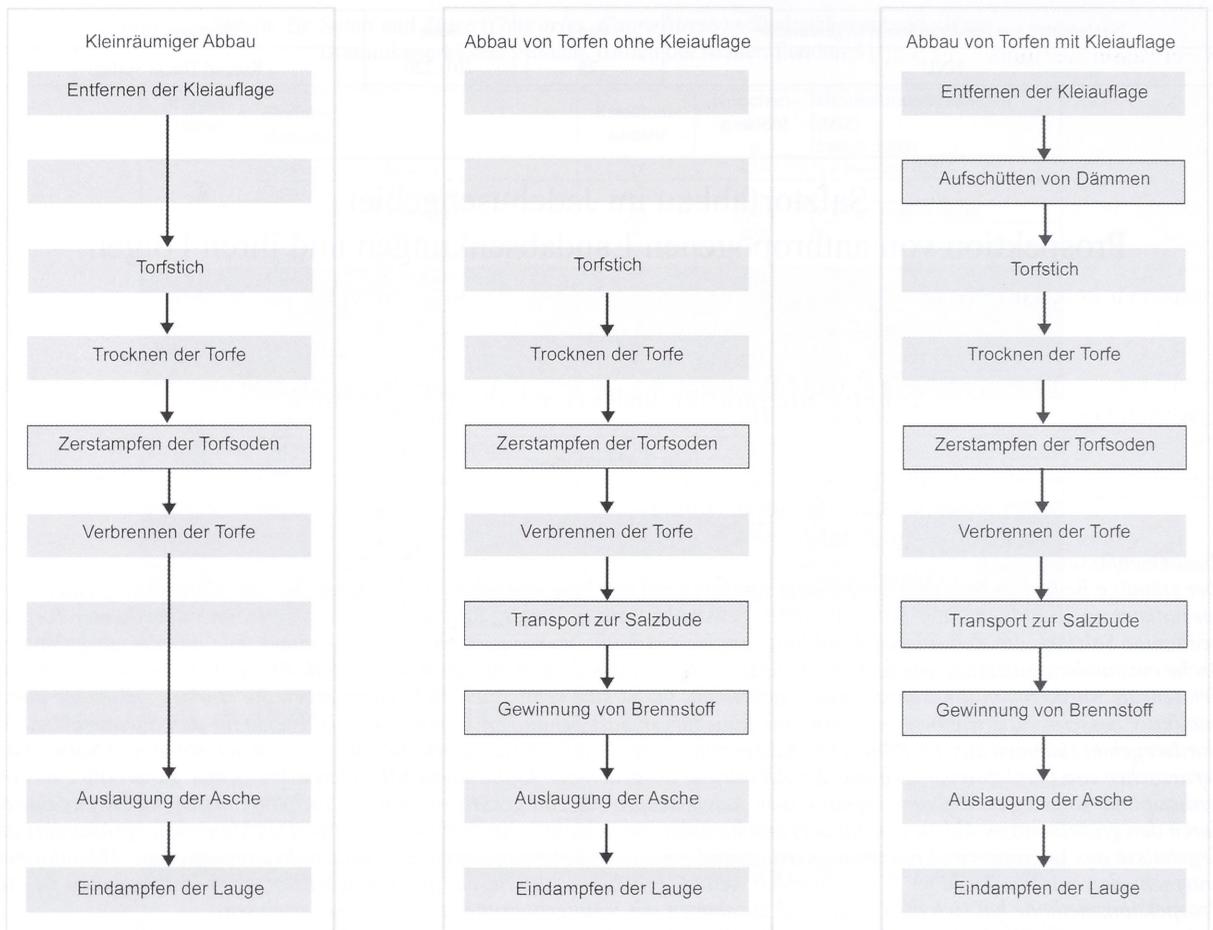


Abb. 1 Notwendige Arbeitsschritte bei der Salzgewinnung anhand von unterschiedlichen Abbaubedingungen und Organisationsstrukturen. Die Arbeitsschritte in den schwarz umrandeten Feldern mussten nicht immer zwingend durchgeführt werden.
Grafik: A. Siegmüller (NIhK).

Wilhelmshaven, der Forschungsstelle Küste des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz auf Norderney (NLWKN-FSK) und der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer in Wilhelmshaven durchgeführt. Das Projekt wird im Rahmen des Niedersächsischen Vorab Programms der Volkswagenstiftung finanziert.

1.2 Der Bedarf an Salz

Die Versorgung mit ausreichenden Mengen von Salz gehört für den Menschen zu den Notwendigkeiten des Überlebens. Salz war nicht nur als unverzichtbarer Nährstoff für Mensch und Vieh notwendig, es war auch das wichtigste Konservierungsmittel, um Fleisch und Fisch einzulagern und zudem eine begehrte Speisewürze¹. Hinzu kommen noch verschiedene Anwendungen im Handwerk wie beispielsweise der Gerberei, der Glasherstellung und der Metallurgie². Aufgrund

dieser vielfachen Nutzung bildete der Zugang zu Salz über den eigenen Bedarf hinaus gleichzeitig auch die Basis für einen erheblichen Wohlstand und eine Position im überregionalen Handel³. Die Bewohner von verschiedenen Naturräumen und Klimazonen entwickelten deshalb unterschiedliche Strategien, um diesen Bedarf zu decken. Zu unterscheiden ist dabei das Salz, das bergmännisch gewonnen werden konnte, das im Wasser gelöste Salz und das durch Überflutungen mit Meerwasser in Pflanzen und Torfen gespeicherte Salz⁴.

³ Die Bedeutung des Salzes wird auch durch Schriftquellen unterstrichen. Beispielsweise beschreibt Tacitus in seinen Annalen (13,57) eine Schlacht aus dem Jahr 58 n. Chr., in der sich die germanischen Stämme der Hermunduren und der Chatten um eine Region mit Salzquellen bekriegten. Hierbei wird besonders auch die religiöse Bedeutung der salzhaltigen Gewässer betont. Ein ähnliches Ereignis bezeugt auch Ammianus Marcellinus (Amm. 28,5,11) für das Jahr 369 n. Chr. (WULF, HESSE 2002, 166). Im Gebiet der schleswig-holsteinischen Halligen konnte für das 12. und 13. Jh. ein enger Zusammenhang zwischen den Abbauspuren und dem Vorkommen importierter Sandsteinsärge belegt werden (KÜHN 2004, 265). Diese Beobachtung zeigt deutlich den Wohlstand, der durch die Salzproduktion aus Torfen erreicht werden konnte.

⁴ Vergleiche hierzu beispielsweise. GEEL, BORGER 2002, 245 ff.

¹ Zusammenfassend: MARSCHALLEK 1973, 127 ff.; STÖLLNER 2004, 357.

² BANTELMANN 1984, 287. WULF, HESSE 2002, 166.

Im Bereich der südlichen Nordseeküste war Salz im Meerwasser verfügbar, es bedurfte allerdings spezieller Techniken, um es auch nutzbar zu machen. Wesentlich war dabei der Energieaufwand, speziell der Brennstoffbedarf, der hierzu in der holzarmen Region notwendig war. Die einfachste Variante der Salzproduktion war sicherlich das Verdunsten von Meerwasser in der Sonne oder in Gradieranlagen. Diese Technik ist jedoch im Nordseebereich kaum sinnvoll⁵, zum einen wegen der hierfür ungünstigen klimatischen Bedingungen, zum anderen reicht der Salzgehalt der Nordsee⁶ nicht aus, um diesen Prozess effizient zu machen⁷. Die Verdunstung musste also durch zusätzliche Erwärmung erreicht werden und zur Verbesserung der Effizienz musste die Konzentration der Salzlauge erhöht werden. Vor diesem Hintergrund wurde die Technik des Salztorfabbaus entwickelt, die eine effektive Salzgewinnung aus Torfen gewährleistete, in denen Salz gespeichert war.

1.3 Salzgewinnung aus Torfen

Eine bereits angereicherte Salzkonzentration liegt in den mehrfach oder auch regelmäßig überfluteten Hochmoortorfen an der Nordseeküste vor. Dieses Salz konnte erschlossen werden, indem der Torf gestochen und getrocknet wurde. Anschließend zerstampfte man die Torfsoden, um sie zu verbrennen (*Abb. 1*). Es war auch möglich, die Sode vollständig zu verbrennen, ohne sie vorher zu zerkleinern, dies hatte jedoch einen unregelmäßigeren Brand zur Folge. Bei diesen Torfbränden entstand ein unangenehm beißender Qualm, der über weite Strecken wahrzunehmen war⁸. Die stark

salzhaltige Asche wurde danach gesammelt und ausgelaut, indem man sie auf einem Gitter, einer Strohlage oder Ähnlichem liegend immer wieder mit Seewasser übergoss. Die so entstandene konzentrierte Lauge⁹ wurde dann über dem Feuer verdunstet, bis nur das Salz zurückblieb¹⁰.

Diese Arbeiten wurden bei der organisierten Produktion von großen Salzmenen in einer so genannten Salzbude vorgenommen. Es handelt sich dabei um kleinere Holzbauten, die speziell zu diesem Zweck errichtet wurden und mit entsprechenden Feuerstellen und Gestellen zur Auslaugung versehen waren. Der Verdunstungsprozess konnte mit dem Verbrennen des salzhaltigen Torfes gekoppelt werden¹¹, so dass ein vergleichsweise ökonomischer Kreislauf entstand. Dieser Kreislauf blieb jedoch nur so lange bestehen, wie der Transport des salzhaltigen Torfes zum Extraktionsplatz des Salzes, bzw. der Salzbude, nicht zu weit und damit zu teuer wurde. Ab einer gewissen Transportstrecke verbrannte man den Salztorf nahe der Entnahmestelle und verbrachte nur die Asche zur Weiterverarbeitung. Nach dem Auslaugen wurde dann näher erreichbarer reiner Brenntorf für die Verdunstung genutzt. Es musste also ein zusätzlicher Arbeitsschritt eingefügt werden. Dies bedeutete einen stark erweiterten Arbeitsaufwand¹². Ab einer bestimmten Größe der Produktionsstätte war dies dennoch leichter durchführbar, als die Verdunstung näher an die Salztorfvorkommen zu verlegen, sofern Brenntorf in der Nähe verfügbar war. Durch dieses Vorgehen, das überwiegend durch zunehmende Industrialisierung entstand, stieg der Gesamtbedarf an Torf erheblich. *Abbildung 1* zeigt die Abfolge der Arbeitsschritte bei der Salzgewinnung in verschiedenen Abbaugebieten.

Der Abbau der Torfe hatte beachtliche Folgen für die gesamte Landschaft, die hierdurch großflächig abgesenkt wurde und vernässte. In vielen Bereichen dürfte die Landoberfläche auch unter das Niveau des Mee-

⁵ MARSCHALLEK 1974, 128.

⁶ Das Wasser der Nordsee hat einen Salzgehalt von etwa 3,3 % (MARSCHALLEK 1973, 128). Der Salzgehalt in der Wattenregion ist stark abhängig von der Jahreszeit und der dadurch bedingten Niederschlagshäufigkeit, beziehungsweise der Verdunstung. REINECK (1994, 84 f.) gibt für den Jadebusen und die Innenjade einen durchschnittlichen Salzgehalt von 2,9-3,2 % an, im Sommer kann der Salzgehalt in Wattpfützen jedoch auf 4,2 % ansteigen. Starke Niederschläge hingegen versüßen das Porenwasser vor allem im Sandwatt. Das feuchte Klima der Nordsee machte einen Gradierbetrieb unmöglich und verhinderte auch das Gewinnen von Salz aus Meerwasser mittels Sonnenkraft, wie es in südlichen Ländern praktiziert wurde. Die Salzproduktion aus den Torfen ist erheblich effektiver. GEEL und BORGER (2002, 253) geben eine Produktion von 19 kg Salz aus 1 m³ Seewasser an, wohingegen 1 m³ Torf etwa 24 kg Salz erbrachte.

⁷ Dennoch wurde die Verdunstung von Meerwasser zur Salzgewinnung in der Vorrömischen Eisenzeit und der Römischen Kaiserzeit nachweislich in verschiedenen Bereichen der südlichen Nordseeküste über lange Perioden hinweg praktiziert. Zusammenfassend: STÖLLNER 2004, 365 ff. In Großbritannien geht vermutlich ein größerer Anteil der so genannten „Red hills“ auf die Salzgewinnung aus Meerwasser zurück (DE BRISAY 1975. FAWN et al. 1990). Auch in den Niederlanden gibt es Nachweise für diese Methode (BESTEMANN 1974). Weitere Hinweise geben auch vereinzelte Textpassagen bei Tacitus (Tac. ann. 13, 57, 1) und Plinius (Plin. Nat. 31,39). Plinius beschreibt hier, dass bei den Germanen und Galliern Salz aus Salzwasser gewonnen wurde.

⁸ MARSCHALLEK 1973, 130. KRÄMER 1991, 102. Gelegentlich war die Rauchentwicklung so stark, dass es Beschwerden von Festlandsbewohnern gab.

⁹ Diese Lauge wurde auch „Breen“ oder „scharfer Pekel“ genannt (MEIER 2005, 114).

¹⁰ Auf diese Weise konnte aus 1 Hektar Torf etwa 400 kg Salz gewonnen werden (KRÄMER 1991, 104 Anm. 2; WULF, HESSE 2002, 167). Für das niederländische Gebiet Zuid Beveland wurde eine Salzproduktion von 15 kg pro m² errechnet, bei einer 80 cm dicken Lage abbaufähiger Torfe (DEKKER 1996, 60). Allerdings entstand Salz von minderer Qualität, weil Kalisalze, wie beispielsweise Chlormagnesium und Magnesiumsulfat, mit auskristallisierten und nicht von dem Natriumchlorid getrennt werden konnten. Das Produkt hatte deshalb eine bräunliche Farbe und schmeckte etwas bitter. Über die arbeitsintensive und harte Technik der Friesensalzproduktion liegen zeitgenössische Berichte aus dem 16. und 18. Jh. vor (zusammengefasst: MARSCHALLEK 1973, 129 ff.).

¹¹ GEEL, BORGER 2002.

¹² Siehe hierzu VAN DAM, P., VAN TIELHOF, M. 2003: The Subterranean Forest in the Netherlands. Ecology, technology, society. Second Congress of the ESEH, Prague, September 2003. In den südwestlichen Niederlanden wird etwa seit 1200 unversalzener Torf als Brennstoff für die Salzherstellung verwendet. Diese Nutzung geht in den Niederlanden erst im Verlauf des 16. Jh. durch die Einfuhr von Kohle aus Großbritannien zurück.

resspiegels abgesenkt worden sein¹³. Im Falle eines Deichbruches strömte das Meerwasser ungehindert in diese Areale und füllte sie vollständig aus¹⁴. Auch nach Rückfließen des Großteils des Wassers verblieb es an diesen Stellen im Binnenland. Oftmals bedurfte es jedoch keines Deichbruches, um Binnenseen entstehen zu lassen. In vielen Fällen wurde so tief abgetorft, dass sich in den abgesenkten Flächen Wasser sammelte und das Land damit wertlos wurde und nicht mehr für die Landwirtschaft genutzt werden konnte¹⁵. Aber auch in den Wattengebieten wurde der Torfstich in einigen Regionen, wie beispielsweise in einem Bereich der nördlichen Halligen in Nordfriesland, in großem Stil betrieben¹⁶. Hierzu wurden provisorische Deiche um die Entnahmeplätze errichtet. Der Abbau erfolgte ringförmig um die Produktionsplätze, die auch mit einer Ansiedlung verbunden gewesen sein konnten, herum, bis diese auf einem Torfsockel stehen blieb und oftmals wohl aufgegeben wurde. Nach der Aufgabe der Abbaufäche fielen die Deiche relativ schnell der Erosion zum Opfer. Die ehemals eingedeichten, nun abgetieften Areale wurden entweder durch hohe Sedimentationsraten innerhalb weniger Jahre wieder verfüllt¹⁷ oder es entstanden bei ungünstigen Strömungsverhältnissen Bedingungen, die zusätzliche Erosion förderten. Der Torfsockel der ehemaligen Siedlung war den Fluten zudem ungeschützt ausgesetzt und wurde meist abgetragen¹⁸. Auch Abbaufächen in Ufernähe brachten durch solche Erosionsprozesse Küstenlinie und Deiche in Gefahr¹⁹. Weiterhin sind die Erosionserscheinungen abhängig von dem Sediment, das nach Abbau der Torfe an der Oberfläche liegt.

Ein weiterer Grund für große Landverluste können Setzungsprozesse sein. Wie bei Untersuchungen in Nordfriesland gezeigt wurde²⁰, sind vor allem die Morphologie der pleistozänen Oberfläche im Untergrund und die daraus entstehenden Setzungsprozesse aufgrund der unterschiedlichen Sedimentmächtigkeiten und Sedimentbeschaffenheiten entscheidender Faktor für Landverluste während der mittelalterlichen Katastrophenfluten. Salztorfabbau und Sackungsprozesse haben auch im Wattengebiet zu großflächigen Absenkungen und damit Landverlusten geführt. Ebendieses ist vermutlich im Bereich der Oberahneschen Felder innerhalb des Jadebusen geschehen²¹. In jedem Fall aber verlangsamte der Salztorfabbau innerhalb der

Watten das Anwachsen der nutzbaren Landfläche erheblich, bzw. verwandelte bereits mit einer Vegetationsdecke überzogene Salzwiesen wieder in Watten²².

Der Abbau von Salztorf hat nicht nur zur Folge, dass die Küstenlandschaft verändert und abgesenkt wurde, sondern er hat insgesamt auch massive Landverluste begünstigt und die Deichsicherheit gefährdet²³. Für das Verständnis der Landschaftsentwicklung ist es deshalb von großer Bedeutung, die Ausdehnung des Torfabbaus zu erfassen und seinen Einfluss auf die Entstehung der heutigen Küstenlinie zu verstehen²⁴.

1.4 Abbaufähige Torfe

Nicht alle Torfe speicherten nach Überflutungen mit Meerwasser ausreichende Salzmenngen, um einen anschließenden Abbau zur Salzproduktion lohnenswert zu machen. In erster Linie waren Hochmoortorfe geeignet, weil sie über das Niveau des Grundwasserspiegels aufgewachsen waren und deshalb schnelle Ausspülungen des Salzeintrages durch das Grundwasser nicht auftraten. Durch den steigenden Meeresspiegel und die damit einhergehenden Veränderungen der Küstenlinie gerieten die Moore teilweise in den Überflutungsbe- reich. Die lockere Struktur der Hochmoortorfe führte nach BEHRE²⁵ dazu, dass hier das Salzwasser vor erneuten Überflutungen leicht verdunstet konnte. Die in den Torfen enthaltenen Huminstoffe konnten einen Teil des Salzes adsorbieren und binden²⁶. Je mehr aktive Bin- deplätze für die Ionen der Salze zur Verfügung stan- den, umso geringer musste die Überflutungszeit zur Erzeugung einer abbauwürdigen Salzspeicherung in den Torfen sein²⁷. Der niedrige pH-Wert in den Hoch- mooren führt zudem zu einer geringen Austauschka- pazität im Boden, was eine schnelle Auswaschung der gebundenen Salze verhinderte, gleichzeitig steigt die Adsorption von Anionen und Kationen mit zunehmen- dem Salzgehalt in der Bodenlösung²⁸. So konnte der „Wattentorf“ schließlich 10 % und mehr Salz enthal- ten²⁹. Dennoch blieb das Salz nicht über lange Peri- oden gespeichert, sofern die Hochmoore im Frühjahr und Herbst starken Niederschlägen ausgesetzt waren. Diese bewirkten eine zügige Auswaschung vor allem des Natriumchlorids. Diese wurde allerdings beendet, sobald eine Kleiauflage nach den Überflutungsereig- nissen auf den Torfen zurückblieb, die das Durchsickern größerer Mengen Süßwassers und so das Ein-

¹³ Siehe hierzu: KÜHN 2004, 266 f.

¹⁴ Siehe hierzu: LEENDERS 1989.

¹⁵ MARSCHALLEK 1973, 142. DEKKER 1996, 62.

¹⁶ BANTELMANN 1984, 287. KÜHN 2004, 264 ff.

¹⁷ KARLE, BARTHOLOMÄ (2008) und ARENS (2002) beschreiben für ehemalige Kleientnahmestellen für den Deichbau Sedimentationsraten von bis zu 22 cm pro Jahr.

¹⁸ BANTELMANN 1967, 87.

¹⁹ In den Niederlanden wurde diese Gefahr bereits im 13. Jh. erkannt und 1256 trat ein Gesetz in Kraft, das den binnenseitigen Torfabbau nahe des Seedeiches bei Strafe verbietet (DEKKER 1996, 63).

²⁰ HOFFMANN 1988, 100. KÜHN 2004, 271 f.

²¹ Zusammenfassend: BEHRE 2005, 21.

²² MARSCHALLEK 1973, 142. WULF, HESSE 2002, 168.

²³ BANTELMANN 1984, 287.

²⁴ Für das Gebiet des Jadebusen gibt es bislang keine zuverlässigen Untersuchungen, die die tatsächliche Ausdehnung des Salztorf- abbaus zum Ziel haben. BEHRE (2005, 20) schreibt jedoch „die mittelalterliche Salztorfgewinnung am Jadebusen ist vermutlich wesentlich umfangreicher gewesen als bislang angenommen.“

²⁵ BEHRE 2005, 20; 2008, 279.

²⁶ Siehe hierzu auch GEEL, BORGER 2002, 253; ZIECHMANN 1996, 186 ff.; SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL 1992, 94.

²⁷ GEEL, BORGER 2002, 253.

²⁸ Siehe hierzu genauer SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL 1992, 91 ff.

²⁹ MARSCHALLEK 1973, 129. BEHRE 2008, 281.

dringen in die salzdurchtränkten Torfe verhinderte. Sie versiegelte damit das gespeicherte Natriumchlorid in den Torfen, wo es noch nach Jahrhunderten abgebaut werden konnte, auch wenn das Gebiet inzwischen eingedeicht worden war³⁰.

Die tiefer gelegenen Niedermoortorfe befinden sich hingegen aufgrund ihrer Genese immer auf oder unterhalb des Grundwasserniveaus. Sie sind kompakt gelagert und gesättigt mit Süßwasser, alle Poren sind gefüllt und relativ eng, wodurch eine hohe Saugkraft in den Kapillaren entsteht. Ein Austausch erfolgt aus diesen Gründen bei Sturmfluten nicht oder kaum, so dass hier auch keine Salze angereichert werden können³¹. Es ist also davon auszugehen, dass im Binnenland nahezu ausschließlich Hochmoortorfe zur Salztorfgewinnung genutzt wurden. Im Wattenbereich waren die hoch anstehenden Niedermoortorfe dem Salzwasser dann ausgesetzt, wenn sie oberhalb des Grundwassers lagen. In diesen Fällen wurde das in ihnen enthaltene Süßwasser verdrängt und die Torfe von Salzwasser durchtränkt. Diese Niedermoortorfe konnten ebenfalls zur Salzgewinnung abgebaut werden, speicherten aber vermutlich wegen des deutlich höheren pH-Wertes und der geringeren Kapillardurchmesser nur vergleichsweise wenige Salze. Es ist deshalb davon auszugehen, dass nahezu ausschließlich Hochmoortorfe abgebaut wurden.

In vielen Fällen dürfte der Torfstich für die Salzgewinnung nach Entnahme der salzhaltigen Hochmoortorfe anschließend zur Brenntorfgewinnung genutzt worden sein. Bei solchen Beispielen sind die charakteristischen Abbauförmungen des Salztorfabbaus überprägt und die Gewinnung des so genannten Friesensalzes lässt sich hier nur noch über die Produktionsorte, wie beispielsweise Ascheplätze (siehe unten), nachweisen und nicht mehr über den Salztorfabbau selbst.

In Niedersachsen ist die ursprüngliche Verbreitung der Hochmoore mit einer Fläche von etwa 3500 km² zu veranschlagen³². Im Bereich des Jadebusen lagen vor allem am südlichen Rand ausgedehnte Hochmoorflächen. Sie konnten hier gedeihen, weil das Ausmaß der Verdunstung in der Region deutlich unter der Niederschlagsmenge liegt. Durch die zunehmenden Meereseinbrüche und die damit verbundenen Landverluste gerieten große Torfflächen unter Salzwassereinfluss. Im Arbeitsgebiet ist davon in der Regel der so genannte „Obere Torf“³³ betroffen, der flächig anzutreffen ist

und zudem weit nach Norden in das Wattenmeer hineinragt³⁴. Er beginnt in der Regel als Schilftorf (Niedermoortorf) und geht nach oben in einen Bruchwaldtorf über. An manchen Stellen reicht die Vegetationsentwicklung bis zum Hochmoortorf³⁵. Der Obere Torf geriet im Raum Wilhelmshaven in der Zeit nach 400 v. Chr. unter marinen Einfluss und wurde auf weiten Flächen von bis zu 2 m Klei überlagert³⁶. Im Bereich des Jadebusen wurde der Obere Torf seit dem Mittelalter teilweise großflächig erodiert, obgleich die süßwassergesättigten Hochmoorflächen in vielen Teilen zunächst am Festland verankert blieben und partiell auf dem Meerwasser schwammen. Deshalb konnten sie zunächst sehr flexibel auf die Hochwasserereignisse reagieren³⁷, langfristig der Erosion aber doch nicht standhalten. Dennoch blieben vor allem im Süden und Westen des Jadebusen ausgedehnte Hochmoore erhalten, die nur oberflächlich abgetragen oder überschlickt wurden, wie beispielsweise das Areal von Sande-Salzengroden, das nach einer Radiokohlenstoffdatierung um 600 n. Chr. von Klei abgedeckt wurde³⁸. In Diekmannshausen, südlich des Jadebusen gelegen, konnten erstmals im Arbeitsgebiet auch Spuren des Salztorfabbaus nachgewiesen werden (siehe unten). Die Datierung der Oberkante des überschlickten Hochmoores ergab ein Alter von 780 n. Chr. Die Torfabbaumaßnahmen fanden jedoch nach Aussage der archäologischen Funde zwischen 1200 und 1400 n. Chr. statt³⁹. In dieser Phase war das Moor nachweislich noch nicht überschlickt. Daraus muss gefolgert werden, dass die Oberkante des Hochmoores zunächst erodiert wurde, bevor sich hier Sediment ablagerte. Das genannte Beispiel verdeutlicht die Möglichkeit im südlichen und westlichen Jadebusenbereich noch bis in das hohe Mittelalter hinein Torfe abzubauen, die bereits seit längerem unter marinem Einfluss standen, ohne jedoch von Klei überdeckt zu werden.

Im Verlauf des Mittelalters erschwerten die sich bildenden Sedimentauflagen zunehmend den Salztorfabbau, wodurch sich die Abtragstechnik veränderte. Je nach Lage der Torfe und nach Organisationsgrad des Abbaus finden sich sehr unterschiedliche Befunde im Boden, die die Prospektion und deren Auswertung erschweren.

³⁰ Freundliche mündliche Mitteilung K.-E. Behre (NIhK).

³¹ BEHRE 2005, 20.

³² BEHRE 2008, 47. Die Niedermoore nahmen hingegen eine Fläche von 2800 km² ein.

³³ Der Obere Torf ist ein markanter Leithorizont der Region, der flächig im Bereich der ganzen deutschen Nordseeküste auftritt und über die heutige Küstenlinie hinaus noch weit in die Watten hinein nach Norden nachweisbar ist. Im Raum Wilhelmshaven ist er bis zu 3 m mächtig (siehe dazu auch STREIF 1990). Der Obere Torf ist im Zeitraum zwischen 1500 bis 1000 v. Chr. entstanden (BEHRE 2005, 16).

³⁴ SINDOWSKI 1973, 114. HOFFMANN 1988, 100.

³⁵ STREIF 1990, 281.

³⁶ BEHRE 2005, 17.

³⁷ Das Süßwasser ist spezifisch leichter als das Salzwasser, wodurch süßwassergetränkte Torfe auf Salzwasser aufschwimmen. Ein besonders gut dokumentiertes Beispiel ist das Sehestedter Außen-deichsmoor (BEHRE 2005). Siehe hierzu auch HOFFMANN 1988, 100.

³⁸ BEHRE 2005, 17. Siehe auch SINDOWSKI 1973, 114.

³⁹ BEHRE 2005, 17.

2. Abbaumethoden

2.1 Einführung

Die Salzgewinnung aus Torfen konnte in der Regel nicht ganzjährig durchgeführt werden. Sie war abhängig von der Witterung und dem Wasserstand in den Abbaubereichen. Die Arbeiten begannen mit der Torfgewinnung Ende April oder Anfang Mai⁴⁰. Über die Prospektionsmechanismen, mit denen die salzhaltigen Torfe auch unter Kleiauflagen von bis zu 150 cm erfasst wurden, liegen bislang keine Erkenntnisse vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass hier in erster Linie Erfahrungswerte in Kombination mit gezielten Probegrabungen genutzt wurden.

Je nach Lage der salzhaltigen Torfe wurden verschiedene Abbaumechanismen angewandt, die zudem noch in unterschiedlichen Zeitepochen entwickelt und genutzt wurden. Dabei werden im Folgenden drei Abbausituationen unterschieden:

- Kleinräumiger und unorganisierter Abbau
- Abbau von Torfen ohne Kleiauflage
- Abbau von Torfen mit Kleiauflage

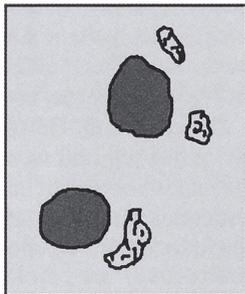
Diese Differenzierungen orientieren sich sowohl an der natürlichen Ausgangssituation als auch an dem Organisationsgrad des Abbaus. Dabei sind die Übergänge zwischen den verschiedenen Techniken oftmals fließend⁴¹.

Die in *Abb. 2* dargestellten Abbautechniken werden in den folgenden Unterkapiteln 2.2, 2.3 und 2.4 weiterführend erläutert. Auf *Abb. 3* ist die Verbreitung der einzelnen Abbautechniken im südlichen Nordseegebiet dargestellt.

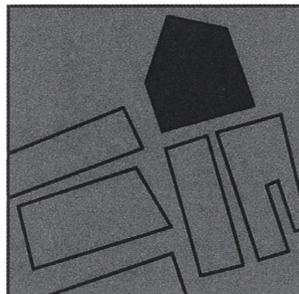
2.2 Kleinräumiger und unorganisierter Abbau

Im Verlauf der Geschichte der Salztorfengewinnung dürfte der kleinräumige, nur gelegentlich ausgeführte Torfabbau wohl in allen Phasen, Regionen und Natur-

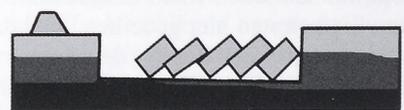
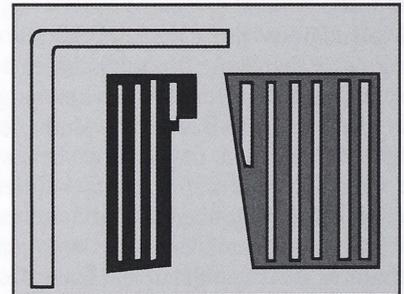
A: Kleinräumiger Abbau



B: Abbau des Torfes ohne Kleiauflage



C: Abbau des Torfes mit Kleiauflage



Kleiauflage



Hochmoortorf



Niedermoortorf

Abb. 2 Schematische Darstellung der drei hauptsächlich verwendeten Abbaustrategien (a, b, c).

Grafik: A. Siegmüller (NIhK).

⁴⁰ MARSCHALLEK 1973, 131. Bei zu feuchter Witterung konnte der Torf nicht ausreichend trocknen. Ende Juli (oft am Jakobitag 25.07.) war so viel Salzschmelze produziert, dass mit der Auslaugung begonnen werden konnte.

⁴¹ Zudem ist vielfach die Deutung von Befunden als mögliche Torfabbauspuren umstritten. Verschiedene Entnahmegruben können ein ähnliches oder identisches Befundbild erzeugen, wie beispielsweise die Kleientnahme für den Deichbau (KUIPERS 2004, 41).

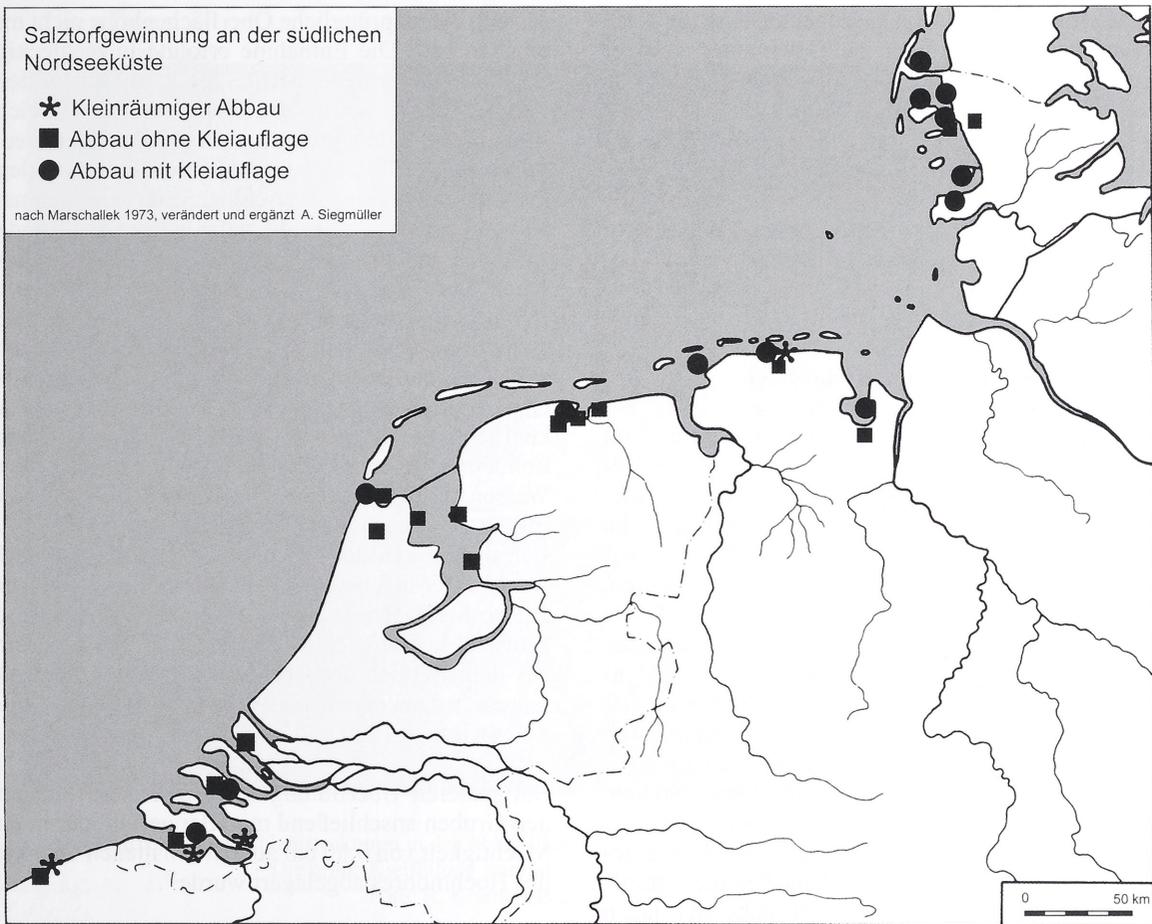


Abb. 3 Vorläufige Kartierung von Salztorfabbaustrukturen an der südlichen Nordseeküste.
 Grafik: A. Siegmüller (NIhK), verändert und ergänzt nach MARSCHALLEK 1973.

räumen genutzt worden sein⁴². Er wurde sowohl im Binnenland praktiziert als auch in der Wattenregion. In letzterer wurde der Torf bei Niedrigwasser in einen trocken gefallenem kleinen Lastkahn oder ein anderes flachbodiges Schiff geladen. Die einsetzende Flut überspülte die Entnahmestelle und das Boot bekam erneut Wasser unter den Kiel. Dazu wurden Areale mit hoch stehenden Torfen ausgewählt, um möglichst wenig Schlick entfernen zu müssen. In vielen Bereichen des deutschen Wattenmeeres steht der obere Torf sehr hoch an und konnte leicht abgebaut werden. Für den Jadebusen wird derzeit im Rahmen des Jadebusenprojektes die geologische Situation mit Hilfe von Bohrungen und Seismik untersucht, um u.a. auch Aufschluss über die Lage von Torfhorizonten innerhalb der Sedimentsäule zu bekommen. Für das Rückseitenwatt der Ostfriesischen Insel Langeoog dokumentieren BUNGENSTOCK & SCHÄFER (2009) im Bereich Ostbense bis zur Oberfläche anstehenden Torf. Tatsächlich konnten

für diesen Bereich entsprechende Abbauspuren belegt werden⁴³. Es handelt sich um unregelmäßige rechteckige und runde Gruben, die zum Teil aneinandergereiht und nach Aussage in der Nähe liegender Fundobjekte bereits in die Römische Kaiserzeit zu datieren sind⁴⁴. Gelegentlich wurde hier der Torf aber auch flächig abgebaut⁴⁵. In anderen europäischen Salztorfabbauregionen zeigen sich ähnliche Spuren, die vermutlich auf eine fehlende Organisation der Salzgewinnung schließen lassen⁴⁶. Auch hier finden sich ovale und rechteckige Gruben, zwischen denen oft breite Torfstege bestehen blieben. Sowohl im Binnenland als

⁴³ HEINZE 2000, 81 Abb. 4. NIEDERHÖFER 2004, 512.

⁴⁴ HEINZE 2000, 86. An einer ins Mittelalter zu datierenden Fundstelle im Watt bei Ostbense fand sich zudem eine Anhäufung von Salzasche (Bestimmung durch K.-E. Behre (NIhK)) und ein hölzerner Brettgerüst, der als Hinweis auf eine hier kurzfristig angesiedelte gewerbliche Salzproduktion aufzufassen ist (HEINZE 2000, 90). Baeteman (mündl. Mitteilung) beschreibt für die Römische Kaiserzeit einen unstrukturierten Abbau, bei dem der Torf mal vollständig, mal nur teilweise und z.T. auch die unter dem Torf liegende Kleischicht mit entnommen wurde.

⁴⁵ HEINZE 2000, 81; 86.

⁴⁶ Beispielsweise: KATTENBERG 2007, Abb. 3; BAETEMAN 2007.

⁴² Das tatsächliche Ausmaß dieses Abbaus dürfte kaum zu schätzen sein. Generell wird der präurbane Torfabbau jedoch als eher gering eingeschätzt. Siehe hierzu beispielsweise van DAM, VAN TIELHOF 2003.

auch außendeichs ist davon auszugehen, dass die Torfe für den Hausgebrauch oder zur Gewinnung geringer Überproduktionen für den kleinräumigen Handel verwertet wurden. Die tatsächlich hergestellte Menge für den Export mit dieser unsystematischen Technik ist anhand der Befunde nicht abzuschätzen. Die Übergänge zwischen den kleinräumigen und unorganisierten Entnahmestellen und dem Abbau von Torfen mit oder ohne Kleiauflage sind allerdings fließend. Oftmals ist eine Beurteilung aufgrund der geringen Größe der freigelegten Flächen nur schwer möglich.

2.3 Abbau von Torfen ohne Kleiauflage

Unter bestimmten Bedingungen bei der Überflutung von Mooren mit Meerwasser, vor allem bei geringen Fließgeschwindigkeiten oder begrenzter Sedimentzuführung, verbleibt der Torf ohne Kleiauflage, oder aber die Kleiauflage war ursprünglich so gering, dass sie beispielsweise bei einem Sturmereignis erodiert wurde. In diesen Fällen ist der Abbau des salzhaltigen Torfes vergleichsweise einfach. Er muss jedoch zeitnah nach den Überflutungen stattfinden, da die Salze bei fehlender Kleiauflage im Torf chemisch nur schwach gebunden werden, beziehungsweise mobil bleiben und durch Niederschläge ausgewaschen werden können. Entsprechende Bedingungen traten häufig am Rand von ausgedehnten Meeresbuchten oder in der Nähe größerer Inseln auf. Hier waren die Fließgeschwindigkeiten geringer, wodurch nur wenig oder kein Sediment transportiert wurde. Im südlichen Jadebusenbereich lagen stellenweise bis weit in das Mittelalter hinein entsprechende Überspülungsbedingungen vor, die zu einer Salzanreicherung in den Torfen ohne eine gleichzeitig erfolgende Kleiauflage führten⁴⁷. Der Abbau von Salztorfen in diesen Arealen konnte exemplarisch bei Erdarbeiten im Sommer 1989 in Diekmannshausen beobachtet werden (Abb. 4). Hier waren die Abbauspuren bei nachfolgenden Überflutungsereignissen vom Klei ausgefüllt, bzw. bedeckt worden und blieben deshalb erhalten⁴⁸.

Die Abbauspuren reichen nur etwa 25 bis 30 cm in den Hochmoortorf hinein, der auf dem Niedermoor-
torf aufliegt⁴⁹. Wie tief genau abgetorft worden ist, lässt sich jedoch nicht mehr sicher rekonstruieren, da höchstwahrscheinlich bei nachfolgenden Überflutungen ein Teil des Moores erodiert worden war und

deshalb die ursprüngliche Oberflächenhöhe nicht mehr erhalten ist⁵⁰. Die Entnahme erfolgte in rechteckigen Gruben unterschiedlicher Größe⁵¹, zwischen denen Torfstege verblieben (s. Abb. 2b). In einigen Bereichen sind die Entnahmegruben sehr regelmäßig angeordnet und zeigen sich als parallel zueinander angelegte, länglich rechteckige Vertiefungen, die von schmalen Stegen getrennt werden. In anderen Bereichen sind die Gruben in unterschiedlichen Größen angelegt, dazwischen bleiben gelegentlich auch größere Blöcke des Hochmoortorfes stehen. Die verbliebenen Torfstege dienten vermutlich zum Abtransport des gewonnenen Materials und wohl auch zum Trocknen der Torfe. Gleichzeitig waren sie dazu da, die Gruben vor zu starkem seitlichem Wasserzufluss durch die angrenzenden Entnahmegruben zu schützen, die sich sukzessive mit Wasser füllten⁵². Im Jahr 2006 durchgeführte geoelektrische Untersuchungen konnten zudem belegen, dass sich die Spuren des Salztorfabbaus noch großflächig weiter unter den bewirtschafteten Weiden erstrecken⁵³. Die rechteckigen Entnahmegruben zeigen sich in den Profilen der Geoelektrik sehr deutlich. Keramikfunde aus dem Bereich der Abbaustellen datieren die Aktivitäten in Diekmannshausen nach R. KRÄMER⁵⁴ in die Zeit zwischen 1200 und 1400.

Bei späteren Überflutungen wurden diese rechteckigen Gruben anschließend mit Klei gefüllt, der in einer Mächtigkeit von 0,80 cm auf der erhaltenen Oberkante des Hochmoores abgelagert wurde⁵⁵.

Vor allem im südlichen und wohl auch westlichen Teil des Jadebusengebietes war der Abbau von Hochmoortorfen mit Salzanreicherung ohne nennenswerte Kleiaufgaben wahrscheinlich bis in das späte Mittelalter hinein auf ausgedehnten Flächen durchführbar. Allerdings liegen bislang ausschließlich in Diekmannshausen entsprechende großflächig dokumentierte Abbauspuren vor.

Auch in den Niederlanden konnten vergleichbare Abbauspuren nachgewiesen werden. Hier setzen diese Spuren oft schon in der Eisenzeit ein⁵⁶. Es ist in diesen Fällen sehr schwer zu erkennen, ob hier lediglich Brenntorf für die Verdampfung von Seewasser

⁴⁷ Vergleiche hierzu: BEHRE 2005, 19.

⁴⁸ Im Falle von Diekmannshausen konnte der Nachweis der Salztorfgewinnung in diesem Raum zudem einen sicheren Hinweis auf einen frühen Meeresvorstoß in der so genannten Friesischen Balje geben (BEHRE 1999, 20). Derartige Belege sind demnach auch ein wichtiges Indiz für die Rekonstruktion von Küstenlinienveränderungen, denn der Abbau von salzhaltigem Torf ist nur nach wiederholten Überflutungsereignissen lohnenswert.

⁴⁹ Vor allem der ausschließliche Abbau des wenig zersetzten Weißtorfs (Hochmoortorf) lässt eine Torfentnahme zur reinen Brennstoffgewinnung ausschließen. Denn der entnommene Torf eignet sich nicht als Brennstoff (KRÄMER 1991, 101. BEHRE 2005, 20 f.).

⁵⁰ BEHRE 2005, 17.

⁵¹ Ein großer Teil der Entnahmegruben besitzt eine Größe von etwa 5 x 1,5 m (KRÄMER 1991, 100).

⁵² MARSCHALLEK 1973, 129. KRÄMER 1991, 100 ff. BEHRE 2005, 20.

⁵³ THIessen 2006.

⁵⁴ KRÄMER 1991, 102.

⁵⁵ Die Kleifüllung der Entnahmestellen nach erfolgtem Abbau markiert eine Veränderung in dem Sedimenttransport innerhalb des Jadebusen. Nach dem 14. Jh. konnte das Wasser bei Überflutungen mehr Sediment umlagern und damit auch den Bereich von Diekmannshausen erreichen. Vor dem Abbau des Salztorfes gelangten die Überflutungen bis Diekmannshausen, hatten dort aber noch keinen Klei abgelagert (BEHRE 2005, 20). Die Region um Diekmannshausen wurde erst im 17./18. Jh. in die Linie des Seedeichs mit eingeschlossen.

⁵⁶ BROEKE 1996, 51 f.



Abb. 4 Rechteckige Abbaustrukturen in der Abbaufäche von Diekmannshausen an der Südspitze des Jadebusen. Die graue Kleifüllung stammt von nachfolgenden Überflutungen.
Foto: R. Krämer (Brake, Lkr. Wesermarsch).

abgebaut wurde oder ob bereits eine Salzherstellung aus Torfen erfolgte. Die zu erwartenden Befunde ähneln sich sehr stark⁵⁷. Neuere Befunde aus dem Raum Oostende und Middlekerke in Belgien erlauben jedoch eine zweifelsfreie Datierung in die Römische Kaiserzeit⁵⁸. In der Provinz Westergo wurden bei Workum am Ostrand des IJsselmeeres und an der Westseite der Lauwersbucht Befunde beobachtet, die denen aus Diekmannshausen ähneln. Es handelt sich hier um ein Netz aus rechteckigen, mit Klei gefüllten Gruben im Torf, die durch beigefundene Keramik in das 11. bis 13. Jh. datiert werden⁵⁹. Weitere Befunde wurden an der Nordspitze von Nordholland im Balgzandgebiet dokumentiert⁶⁰. Hier fanden sich auf engstem Raum unterschiedliche Grabensysteme und größere rechteckige Gruben, die von differenten Abbaustrategien zeugen.

In beiden Fällen wurden jedoch Torfe mit keiner oder nur sehr geringer Kleiauflage abgebaut. Durch Funde von Kugeltöpfen wurde die Fundstelle in das Mittel-

alter datiert⁶¹. C. Baeteman⁶² konnte für die Region Oostende und Middlekerke in Belgien aufzeigen, dass sich hier die Einfüllung der Gruben im Mittelalter deutlich von den Gruben der Römischen Kaiserzeit unterscheiden. Sind die römerzeitlichen Abbaugruben in der Regel mit einer grün-blauen Kleischicht mit krümeliger Struktur verfüllt, so zeigen die mittelalterlichen Grubenfüllungen meist einen Rückstand der Torflage an der Unterkante und die Verfüllung besteht aus Kleibrocken, vermischt mit Torfresten.

2.4 Abbau von Torfen mit Kleiauflage

Waren die salzhaltigen Torfe bereits von mächtigen Sedimentpaketen überdeckt, wurde es deutlich schwerer den Torf abzubauen. In diesem Fall hat man ein spezielles Verfahren angewandt, bei dem zunächst ein etwa 0,90 m breiter und 5 m langer Block des auf dem Torf

⁵⁷ BROEKE 1996, 54 Abb. 6.
⁵⁸ BAETEMAN 2007, 16 ff.
⁵⁹ MARSCHALLEK 1973, 139. KRÄMER 1991, 104 f.
⁶⁰ SMIT 1973.

⁶¹ SMIT 1972, 9 ff. Die Deutung der Fundstelle als Salztorfabbau wurde von BESTEMAN (1974, 173) angezweifelt. Seiner Ansicht nach belegt der Nachweis eines Brunnens aus dem 12. Jh., dass zur Abbaizeit noch kein Salzwassereinfluss bestanden haben kann und es sich deshalb um den Abbau von Brenntorfen gehandelt haben muss.
⁶² BAETEMAN 2007, 20.

aufliegenden Sediments entfernt und anschließend der darunter liegende Salztorf gewonnen wurde⁶³. In den so entstandenen Graben konnte nun der nächste Block der aufliegenden Sedimente mittels Hebelwirkung hineingedrückt werden. Hierbei waren ein erheblicher Kraftaufwand und mehrere Arbeiter nötig. Da die Sedimente in der Regel aus festem Klei bestanden, konnte die gesamte Auflage in einem Stück von der Oberfläche des Torfes gelöst werden. Dazu wurden Hebebäume benötigt, um diese schwere Arbeit durchzuführen⁶⁴. Die Kleiauflage vollzog bei der Kippbewegung eine unvollendete Drehung und verblieb in Schräglage in dem Graben. Nun lag ein weiterer Torfstreifen zum Abbau frei. In diesen Graben wurde dann wiederum die anschließende Kleiauflage gekippt. Mit diesem Vorgehen konnten abschnittsweise ausgedehnte Flächen abgetorft werden, ohne dass in großem Umfang Stege stehen bleiben mussten.

Diese Technik zeigt ein sehr charakteristisches Abbau-muster, das vor allem im Profil noch heute deutlich sichtbar wird. Entsprechende Spuren sind im Wattenmeer vor allem im nordfriesischen Halliggebiet großflächig erhalten⁶⁵. Die ehemalige Oberfläche ist mit den Kleiblocken nach unten gedreht worden. Hier sind noch häufig gut erhaltene Vegetationsreste vorhanden, regelhaft können so Pflanzen der Salzwiesen wie *Statice limonium* und *Triglochin maritima* nachgewiesen werden⁶⁶. Im Planum kann das typische Abbau-muster leicht mit Pflugspuren verwechselt werden, wie es beispielsweise auf den so genannten Oberahneschen Feldern im heutigen Jadebusen auch geschehen ist⁶⁷. Hier waren noch in der ersten Hälfte des 20. Jh. die typischen Furchenstrukturen sichtbar, die durch die schräg liegenden Kleipakete und das dazwischen abgelagerte, weichere Sediment gebildet werden⁶⁸. Nach bisheriger

Kenntnisstand ist der Abbau von überschlicktem Torf zuerst in den niederländischen Mooren nachweisbar⁶⁹. Erst im fortgeschrittenen Mittelalter ist diese Abbauform auch in Niedersachsen und zuletzt in Schleswig-Holstein belegt⁷⁰. Es wurde deshalb vermutet, dass diese Vorgehensweise erst durch frühe holländische Kolonisten in der zweiten Hälfte des 11. Jh. nach Deutschland gelangte⁷¹. Neuere Forschungen lassen jedoch vermuten, dass der Salztorfabbau in Nordfriesland bereits vorher praktiziert wurde und sich von der Gewinnung oberflächennaher Salztorfe am Geestrand in die infrastrukturell ungünstigeren Wattenregionen vorschob⁷².

3. Zusätzliche Hinweise auf Salztorf

3.1 Ascheplätze

Nicht nur die differenten Abbaumethoden, sondern auch Ascheanhäufungen durch den Verbrennungsprozess (Abb. 1) können Hinweise auf die Gewinnung von Salz aus Torf geben. Die Asche war zur Düngung der Felder ungeeignet und wurde deshalb zu Haufen aufgeschüttet. Diese Ascheplätze zeigen einen meist sehr charakteristischen, linsenförmigen Aufbau mit Mächtigkeiten von bis zu 1,80 m und einem Durchmesser, der 25 m und mehr betragen kann, wobei die Asche selbst durch eine rotbraune bis fast rosafarbene Färbung klar hervortritt. Im nordöstlichen Friesland (Niederlande) wurden diese Ascheplätze in einem großen Areal kartiert und in Verbindung zu den Abbauplätzen der Torfe gesetzt⁷³. Dabei traten die Ascheplätze teilweise dicht gestreut, aber auch eher vereinzelt auf und lagen sowohl auf ungestörten Bereichen als auch auf vormaligen Entnahmeplätzen des Torfes. In einigen Fällen befand sich die Asche in einer vorher angelegten flachen Senke. In vielen der Ascheansammlungen konnten zudem zahlreiche dünne Fragmente veriegelten Lehms sowie sehr harte verkittete Bereiche erkannt werden⁷⁴. In Steenbergen, Nordbrabant (Niederlande), gelang sogar der Nachweis, dass das gesamte mittelalterliche Stadtzentrum auf einer weißgrauen Aschelage erbaut worden war, die sich über einen Bereich von

⁶³ BANTELMANN 1967, 84.

⁶⁴ BANTELMANN 1967, 84 f. MARSCHALLEK 1973, 130. Siehe zu dieser Technik auch KÜHN 2004, 264.

⁶⁵ MARSCHALLEK 1973, 129 ff. KÜHN 2004, 264 ff.

⁶⁶ BANTELMANN 1967, 85.

⁶⁷ SCHÜTTE 1939, 37 ff. – SCHÜTTE (1939, 46) beschreibt seine Entdeckung auf dem damaligen Eiland der Oberahneschen Felder wie folgt: „Da stutzte ich beim Anblick eines scharf in Schollen geschnittenen Pfluglandes, das sich etwa 1,80 m unter der grünen Inseloberfläche mehrere Meter weit aus dem Inselblock auf den Wattstrand vorstreckte, wo die Schollenenden nach und nach von den Wellen verspült worden waren. Eine weitere Untersuchung ergab, dass das Pflugland sich quer durch das Eiland erstreckte (...). Ich erkannte sofort, dass hier ein sicherer Beweis für eine junge Küstensenkung vorliege, denn die Pflugschollenlagen etwa 1,40 m unter MHW, konnten aber zur Bewirtschaftung selbst im eingedeichten Groden auch nicht annähernd so tief gelegen haben.“ In jüngeren Untersuchungen (MARSCHALLEK 1973, 138. BEHRE 2005, 21) konnte festgestellt werden, dass es sich nicht um Pflugspuren, sondern vielmehr um die charakteristischen Anzeichen des Salztorfabbaus handelte.

⁶⁸ BEHRE 1999, 21. BLUMENBERG 1997, 18 ff. Nach den mittelalterlichen Sturmfluten wurde der Deichbau im 16. Jh. rund um den Jadebusen verstärkt. Dabei blieben innerhalb des Jadebusen einige Inseln erhalten, so auch die Oberahneschen Felder als Marschinseln, auf denen Ackerbau betrieben wurde. 1940 wurden ihre letzten Reste zerstört.

⁶⁹ BANTELMANN 1967, 40 ff. GEEL, BORGER 2002, 250.

⁷⁰ Zahlreiche Beispiele sind vor allem aus dem nordfriesischen Insel- und Halliggebiet um Nordstrand und Pellworm überliefert (BANTELMANN 1967, 42 ff.). Im Bereich der ostfriesischen Inseln konnten entsprechende Abbauspuren im Juister Watt und im Bereich der später untergegangenen Insel Bant nachgewiesen werden. In diesem Bereich ist ein direkter Zusammenhang zwischen dem Salztorfabbau und dem Verlust der Insel Bant als sehr wahrscheinlich zu bewerten, zumal noch 1585 auf dem Eiland sieben Salzsiedereien nachweisbar waren und die Insel 1804 auf Wattenniveau abgesenkt war (MARSCHALLEK 1973, 136 ff. FÖRST 1988, Abb. 1. KRÄMER 1991, 104. REINECK 1994, 152).

⁷¹ BANTELMANN 1967, 40 ff. GEEL, BORGER 2002, 250.

⁷² PRANGE 1962. Siehe hierzu auch zuletzt BEHRE 2008, 281.

⁷³ GRIEDE 1978, Abb. 57-58.

⁷⁴ GRIEDE 1978, 126. Siehe hierzu auch: DU BURCK 1960, 94 f. mit chemischer Analyse. Das Material enthielt hier hohe Werte an CaCO₃ und MgCO₃.

300 bis 400 m erstreckte und 0,5 bis 1,0 m mächtig war. Die Analyse der Asche ergab, dass sie sehr wahrscheinlich bei der Produktion von Salz entstanden ist. Regionalgeschichtliche Ereignisse lassen dafür den Zeitraum zwischen 1263 und 1366 vermuten⁷⁵.

In Schleswig-Holstein wurden bereits durch W. PRANGE⁷⁶ entsprechende Ascheplätze beschrieben, die einen Durchmesser von etwa 50 m und eine Mächtigkeit von etwa 1,5 m besaßen. So stehen beispielsweise in Dagebüll sowohl der Bahnhof als auch das Strandhotel auf einer Wurt aus Salzasche⁷⁷. In Nordfriesland sind aber auch ringförmige Ascheplätze nachgewiesen worden, die sich um eine Salzsiederwarft anordnen. Eine solche Stelle konnte beispielsweise im Watt südlich Tamenswarf beobachtet werden⁷⁸.

Die Ascheplätze geben allerdings keine sicheren Hinweise darauf, ob es sich tatsächlich um Salzgewinnung aus Torf handelte. In mehreren Fällen dürfte der Torf nur als Brennstoff gedient haben, um so Meerwasser einzudampfen. Insbesondere bei den sehr alten Ascheplätzen aus der Zeit um Christi Geburt, wie sie beispielsweise mit den „Red Hills“ oder der so genannten „Red Earth“⁷⁹ aus England vorliegen, ist eine Produktion von Salztorf als unwahrscheinlich zu betrachten. An diesen Plätzen in England konnte vereinzelt nachgewiesen werden, dass die Salzkonzentration des Meerwassers vor dem Verdunstungsvorgang durch die Aufbereitung von salzhaltigen Tonen erhöht wurde⁸⁰. Die Zusammensetzung der Asche von diesen Fundplätzen deutet jedoch in einigen Regionen bereits auch auf das Verbrennen von Torfen hin. Da sich die Red Hills in Essex überwiegend in der Nähe der Küste und in Mündungssituationen finden⁸¹, ist sowohl die Verarbeitung von salzhaltigen Torfen als auch die Nutzung von Meerwasser zur Salzgewinnung denkbar⁸².

3.2 Briquetage

Bei der so genannten Briquetage handelt es sich um eine grobe Keramik, die nur nachlässig verarbeitet ist und oft Wandstärken über 2 cm aufweist. Die Scherben sind meist von rötlicher Farbe und nur bei geringen Brenntemperaturen gebrannt⁸³. Die Briquetagegefäße sind in der Regel säulenförmig gestaltet und wurden bei der Salzproduktion bei der Verdunstung der Lauge durch Erhitzen (*Abb. 1*) eingesetzt. Aufgrund der

hohen Funktionalität dieser Warenart bleibt sie mit kleinen Veränderungen im Wesentlichen seit dem Neolithikum bis in die Neuzeit hinein in Nutzung und ist annähernd formgleich aus weiten Teilen Europas bekannt⁸⁴.

Ogleich die schwere, meist säulenförmig ausgestaltete Briquetage als Transportbehältnis eher ungeeignet erscheint, tritt sie dennoch in Regionen auf, die, soweit heute bekannt, nicht über die naturräumlichen Voraussetzungen für die Salzgewinnung verfügen⁸⁵. Im Arbeitsgebiet liegen beispielsweise von dem Fundplatz Mahlstedt, Ldkr. Oldenburg, mehrere Briquetagefragmente vor, die in die Römische Kaiserzeit datieren⁸⁶. In der Umgebung der Siedlung sind jedoch keine Salzvorkommen bekannt. Es muss demnach davon ausgegangen werden, dass Salz auch in der Briquetage verhandelt wurde⁸⁷. Allerdings lässt die geringe Anzahl von Briquetagefragmenten vermuten, dass diese offenbar nur in Ausnahmefällen als Transportbehälter gedient haben⁸⁸. Im Bereich des Jadebusen sind bislang noch keine größeren Mengen Briquetage an einem Fundplatz nachgewiesen worden, die als Hinweis auf eine Salzproduktion vor Ort gewertet werden könnten. Die vereinzelt Vorkommen, die E. FÖRST⁸⁹ kartieren konnte, reichen nicht als Nachweis auf eine Herstellung aus, sondern dürften in den meisten Fällen auf kleinräumigen Handel in den Gefäßen aus Briquetage zurückzuführen sein. In der Römischen Kaiserzeit ist in der Germania Magna mit einem entsprechend kleinräumigen Salzhandel zu rechnen, zumal seit dem 3. Jh. ein Importverbot für Salz aus den römischen Provinzen in die unbesetzten Gebiete gültig war⁹⁰.

⁷⁵ LEENDERS 2005.

⁷⁶ PRANGE 1962.

⁷⁷ MARSCHALLEK 1973, 131.

⁷⁸ BANTELMANN 1967, 87.

⁷⁹ GRIEDE 1978, 133. Die so genannten „Red Hills“ finden sich überwiegend in der Grafschaft Essex und bestehen hauptsächlich aus Briquetagematerial, das jedoch stark mit Asche vermischt ist (WILKINSON, MURPHY 1995, 166 ff. WULF, HESSE 2002, 166).

⁸⁰ RIEHM 1969. STÖLLNER 2004, 367.

⁸¹ DE BRISAY 1975, 5 Abb.1. FAWN et al. 1990, 48 ff.

⁸² WILKINSON, MURPHY 1995, 168; 195.

⁸³ FÖRST 1988, 357.

⁸⁴ Die ältesten Nachweise von Briquetage liegen vom Karpathenrand und aus Bosnien vor. Sie werden in das Jungneolithikum datiert (STÖLLNER 2004, 362).

⁸⁵ SAILE 2000, 182; 188.

⁸⁶ FÖRST 1988, 358. Es handelt sich um drei Standfußfragmente, fünf Randscherben und mehrere Wandscherben, die zusammen in einem Grubenbefund lagen. Die in der Grube liegende Keramik gibt Hinweise auf eine Datierung in das 1. Jh. n. Chr.

⁸⁷ Der Salzhandel in Briquetagegefäßen ist umstritten und wurde wohl überwiegend nur im näheren Umfeld der Produktionsorte ausgeführt. Zuletzt: STÖLLNER 2004, 369. Aus England gibt es umfassende Untersuchungen zur Verbreitung der Briquetage von bestimmten Herstellungsorten. Demnach wurden entsprechende Gefäße von den küstennahen Produktionsorten bis zu 60 km weit ins Landesinnere transportiert. Briquetage aus Droitwich wurde sogar in Siedlungen mit bis zu 75 km Entfernung aufgefunden. Eisenzeitliche Gefäße aus Cheshire scheinen mit Distanzen von über 100 km noch weiter transportiert worden zu sein (SAILE 2000, 188).

⁸⁸ FÖRST 1988, 363.

⁸⁹ FÖRST 1998, 357 ff.

⁹⁰ Dieses Verbot ist gleichzeitig als Hinweis auf eine gewisse Abhängigkeit von Importen bei der Versorgung mit Salz innerhalb der Germania Magna zu werten (STÖLLNER 2004, 374). Es kann auch als Erklärung für die Nutzung ineffizienter Produktionstechniken im Freien Germanien dienen.

4. Beginn und Niedergang der Friesensalzproduktion

In Belgien und den Niederlanden gelang der Nachweis für den Abbau von Salztorf bereits seit der Römischen Kaiserzeit⁹¹. Im Jahr 47 n. Chr. fuhr Plinius d.Ä. mit der römischen Flotte die friesische Küste entlang und kam auf dieser Reise wohl auch in Kontakt mit den Wurtbewohnern der heutigen belgischen und niederländischen Küste. Er beschreibt, wie die Menschen den Schlamm trocknen und damit heizen und ihre Speisen kochen⁹². Es gibt keine Hinweise, inwieweit auch im Bereich der deutschen Nordseeküste der Salzgehalt des Torfes bekannt war und ausgenutzt wurde. Im Bereich des Jadebusen konnten bislang keine stichhaltigen Belege für die Gewinnung von Salz aus Torf in der Römischen Kaiserzeit gewonnen werden. Es liegen allerdings Funde von Briquetage aus der römisch-kaiserzeitlichen Siedlung Tidofeld im Stadtgebiet Wilhelmshaven, aus Abbickenhausen bei Schortens und wahrscheinlich auch aus der Wurt Seeverns in Butjadingen vor⁹³. Wie bereits ausgeführt, belegen diese kleinen Fundvorkommen keine örtliche Salzproduktion, wohl aber die Herstellung innerhalb der Region. Es ist allerdings bislang nicht zu belegen, dass die Briquetage tatsächlich zur Salzproduktion aus Torfen genutzt wurde, auch eine Verdunstung von Seewasser wäre denkbar. Da diese Technik für frühere Zeiten aus dem Jadebusenbereich jedoch nicht belegt ist und in diesen Breiten wenig effizient wäre, erscheint die Gewinnung von Salz aus Torfen bereits in der Römischen Kaiserzeit wahrscheinlich⁹⁴. Hierbei ist vermutlich von einem relativ unorganisierten Abbau in geringem Umfang auszugehen. Die Abbauspuren dürften demnach denen des „Kleinräumigen Abbaus“ (s. Abb. 2a und Abschnitt 2.1) entsprechen. Mögliche Nachweise für den römisch-kaiserzeitlichen kleinräumigen Abbau aus der deutschen Küstenmarsch stammen aus der Wattregion vor Ostbense, im Inselwatt zwischen der Insel Langeoog und dem Festland gelegen⁹⁵. Die Datierung in die Römische Kaiserzeit erfolgt hier allerdings lediglich über entsprechende Oberflächenfunde im Umfeld. Aus diesem Grund kann die zeitliche Einordnung nicht als endgültig betrachtet werden.

Die frühmittelalterliche Produktion von Friesensalz im deutschen Nordseeküstenbereich konnte bislang nicht

anhand von Befunden belegt werden. Dennoch ist es naheliegend, dass in dieser Phase bereits Handel mit Torfsalz betrieben wurde⁹⁶. Es ist anzunehmen, dass zunächst mit dem Abbau von hoch anstehenden Torfen mit keiner oder nur geringer Überschlickung begonnen wurde. Ergebnisse aus Nordfriesland belegen, dass diese Abbauflächen auch vergleichsweise weit im Innenland liegen konnten⁹⁷.

Ab dem hohen Mittelalter verdichten sich die Nachweise für die Salztorfproduktion im deutschen Nordseeküstengebiet. Dabei existieren die Belege nicht nur im archäologischen Befund, wie am Beispiel von Diekmannshausen bereits beschrieben, sondern auch in Form von Schriftquellen. Saxo Grammaticus schreibt im Vorwort seiner um 1190 verfassten *Res gestae Danorum*: „*torrefacta in salem glaeba decoquitur*“⁹⁸. Ab dem 13. Jh. gibt es verschiedentlich Hinweise auf den Handel mit Salz und Friesensalz in den schriftlichen Quellentexten⁹⁹. Anhand dieser Quellen lässt sich die Blütezeit des Friesensalzhandels auf den Zeitraum zwischen dem 13. und 15. Jh. eingrenzen¹⁰⁰. In dieser Phase werden in zunehmendem Maße auch salzhaltige Torfe mit mächtiger Kleiauflage in den Abbau integriert. Dieser Schritt wurde notwendig aufgrund der stetig steigenden Zahl der bereits ausgebeuteten Flächen. Für die Entfernung der Kleiauflage wurde – wie bereits dargestellt wurde – eine spezielle Technik entwickelt (Abb. 2c und Abschnitt 2.3). Nach bisherigen Forschungsergebnissen scheint sie in den niederländischen Produktionsstätten entstanden zu sein, um von dort aus an die Salztorfproduktionsgebiete in Deutschland weitergegeben zu werden. Zuletzt wird diese spezielle Abbauform offenbar in Nordfriesland eingeführt, wo sie dann in einigen Bereichen intensiv genutzt wurde und zwischen Eiderstedt und Sylt teilweise wohl auch industrielle Ausmaße annahm¹⁰¹. Dies führte in der Folge und in Kombination mit weiteren Faktoren vermutlich regional zu erheblichen Landverlusten¹⁰². Wegen dieser Gefährdung wurden in den niederländischen Regionen bereits im 13. Jh. erste Gesetze erlassen, die die Salztorfgewinnung reglementierten, da diese die Deichsicherheit gefährdete¹⁰³. Nicht zuletzt die stetig verschärfte Gesetzgebung dürfte zum relativ frühen Ende der niederländischen

⁹¹ BROEKE 1996, 58. GEEL, BORGER 2002, 248 ff. BAETEMAN 2007.

⁹² Plinius *Historia naturalis* (IV,13): „*Captumque manibus lutum ventis magis quam sole siccantes, terra cibos et rigentia septentrione viscera sua urunt.*“ Mit „*lutum*“ (Schlamm) dürfte hier wohl der den Römern unbekannt Torf gemeint sein (MARSCHALLEK 1973, 132).

⁹³ FÖRST 1988, 357. BEHRE 2005, 18.

⁹⁴ BEHRE 2005, 18 f. In den römisch besetzten Regionen hingegen gibt es umfassende Hinweise auf eine Salzproduktion durch Verdunstung des Meerwassers. Diese Herstellung wurde unter römischer Organisation gebietsweise offenbar in großem Umfang betrieben und bildete dann eventuell auch eine wesentliche Säule des Handels.

⁹⁵ HEINZE 2000. NIEDERHÖFER 2005.

⁹⁶ MARSCHALLEK 1973, 133.

⁹⁷ PRANGE 1962. Siehe hierzu auch zuletzt BEHRE 2008, 281.

⁹⁸ Aus getrockneten Erdklumpen wird Salz gekocht. MARSCHALLEK 1973, 132. BEHRE 2008, 279.

⁹⁹ Zusammengefasst: MARSCHALLEK 1973, 133 ff.

¹⁰⁰ DU BURCK 1960, 96 ff. BROEKE 1996, 58. BEHRE 2008, 282. In dieser Phase wurde ausschließlich in Nordfriesland eine jährliche Salzproduktion von 10.000–20.000 t überliefert (BEHRE 2008, 282). Allerdings endete hier der große Reichtum durch das Salz bereits mit der großen „Mandränke“ 1362 (KÜHN 2004, 264 ff.). Siehe für Nordfriesland hierzu auch: MEIER 2005, 113 ff.

¹⁰¹ Siehe hierzu zusammenfassend KÜHN 2004, 264 ff.

¹⁰² BANTELMANN 1967, 40 ff. GEEL, BORGER 2002, 250. KÜHN 2004, 266 f.

¹⁰³ Zusammenfassend: DU BURCK 1960, 95 ff.

Salztorfproduktion im 16. Jh. geführt haben¹⁰⁴. Bereits 1515 hatte Karl V. offiziell die Salztorfindustrie verboten¹⁰⁵. In der frühen Neuzeit geriet die Salzproduktion aus Torfen auch in den deutschen Küstenregionen zunehmend unter wirtschaftlichen Druck, vor allem wegen der starken Konkurrenz aus Lüneburg. Das dort bergmännisch gewonnene Salz hatte eine bessere Qualität. Dort konnte reines Steinsalz (Natriumchlorid) ohne die bitter schmeckenden Beimengungen von Magnesiumsalzen abgebaut werden. Seit den Jahren um 1600 kam schließlich noch der Wettbewerb mit dem englischen Salz hinzu, das über Liverpool und Newcastle verhandelt wurde¹⁰⁶. Zum Ende des 17. Jh. hin hatte das Friesensalz bereits stark an Bedeutung verloren und im Verlauf des 18. Jh. wurde die Erzeugung so unrentabel, dass 1782 die letzte Produktionsstätte in Nordfriesland geschlossen wurde¹⁰⁷.

5. Torfabbau und Landverluste

5.1 Nachweisliche Landverluste durch den Salztorfabbau

Die großflächigeren Landverluste speziell durch den Abbau salzhaltiger Torfe sind anhand von archäologischen und geologischen Untersuchungen nur sehr schwer nachweisbar. Die historische Überlieferung jedoch beschreibt in mehreren Fällen die direkten Auswirkungen und die entstandene Verschlechterung der Landsituation. Dabei musste nicht immer ein tatsächlicher, vollständiger Landverlust eintreten. Die Oberflächenabsenkung konnte auch zu so weit reichender Vernässung führen, dass das Land wertlos wurde. So mussten 1520 die Bewohner des Polders Zwartewaal auf der südniederländischen Insel Voorne das Land verlassen, weil eine erfolgreiche Bewirtschaftung aufgrund des Torfabbaus nicht mehr möglich war¹⁰⁸. In dem niederländischen West-Zuid-Beveland war im späten 14. und im 15. Jh. eine enorme Fläche so weit abgesenkt worden, dass sie nur noch zum Fisch- und Vogelfang genutzt werden konnte¹⁰⁹. In Seeland wurden die Überspülungen nach K. LEENDERS¹¹⁰ teilweise durch Änderungen in der Tidenhöhe als Folge der Entwicklung der Flussarme noch verschlimmert.

Ein Deichbruch macht die Folgen der Landabsenkung besonders augenscheinlich. Aus Nordfriesland wird

dazu berichtet, dass das Wasser¹¹¹ auch nach der Sturmflut bei normalen Wasserständen mit jeder Flut durch den Deichbruch in die abgetieften Ländereien lief¹¹¹. Durch den starken Wasserstrom wurden dabei auch Teile des humosen Oberbodens weggespült, wodurch die Nutzbarkeit der Flächen auch nach Wiedererrichtung des Deiches stark verringert war. Zudem wirkte sich das einströmende Salzwasser auf die Fruchtbarkeit der Areale aus. In den Niederlanden war diese Gefahr nach nachweislichen Überspülungen sehr früh erkannt worden. In der Folge wurden beispielsweise 1375 und 1404 durch Albrecht van Beieren Gesetze erlassen, die dieses Phänomen verhindern sollten¹¹². 1476 wurde es zudem in Holland, Friesland und Seeland verboten, innerhalb der Deichlinie salzhaltige Torfe zu stechen¹¹³. Diese Vorschriften sollten verhindern, dass das Inland zu tief abgesenkt wurde. Berichte über tatsächliche Landverluste hingegen sind rar. Für einige niederländische Gebiete wurde in jüngster Zeit angenommen, dass bereits die Salzproduktion der Römischen Kaiserzeit Landverlusten Vorschub geleistet haben könnte¹¹⁴.

Im deutschen Wattenmeergebiet ging die Insel Bant, bei der es sich um einen Erosionsrest der ehemaligen Marschen im Watt bei Juist handelte, vermutlich auch durch den groß angelegten Abbau von Salztorf unter¹¹⁵. Die Schriftquellen aus dem 15. Jh. erwähnen bis zu sieben Salzbuden, die Abgaben an die Kirche in Norden zu zahlen hatten, welche im Besitz der Insel war¹¹⁶. Noch im 16. Jh. wird die Salzgewinnung erwähnt. Die letzte Nachricht stammt von 1588. Um 1600 waren die Salzbuden demnach aufgegeben worden und die Insel diente fortan als Viehweide und zur Heugewinnung¹¹⁷. Der umfangreiche Torfstich hat die Substanz der Insel sicherlich stark verringert und angegriffen; ursächlich für ihren Untergang waren jedoch morphologische Veränderungen im Prielsystem, die zu ihrem völligen Verschwinden in der Zeit um 1780 führten¹¹⁸. Ähnlich sieht die Situation auch in Nordfriesland aus. Hier zeugen zahlreiche Spuren im heutigen Watt vom teilweise auch flächig durchgeführten Abbau salzhaltiger Torfe. Die systematische Aufnahme dieser Spuren konnte jedoch zeigen, dass der Abbau überwiegend in kleinerem Maßstab ausgeführt wurde, als ursprünglich angenommen¹¹⁹. Auch der Verlust des alten Rungholt wird häufig mit dem Abbau salzhaltiger Torfe in Verbindung gebracht¹²⁰. Neuere Untersuchungen in dieser Region ergaben jedoch, dass gerade in dem Gebiet von

¹⁰⁴ MEIER 2005, 57.

¹⁰⁵ DU BURCK 1960, 97 ff.

¹⁰⁶ DU BURCK 1960, 97

¹⁰⁷ GEEL, BORGER 2002, 248. Die Autoren sehen in dem römerzeitlichen Abbau den Grundstein für die Landverluste im Bereich von Südholland, die schließlich im Verlauf des Mittelalters zu der Aufgliederung in Inseln führte.

¹⁰⁸ STREIF 1990, 203 f. REINECK 1994, 152.

¹⁰⁹ MARSCHALLEK 1973, 135 ff.

¹¹⁰ STREIF 1990, 204.

¹¹¹ MARSCHALLEK 1973, 136. STREIF 1990, 205.

¹¹² KÜHN 2004, 266 f.

¹¹³ MARSCHALLEK 1973, 138.

¹⁰⁴ Gesetze mit Einschränkungen und auch tatsächlichen Verboten der Salztorfgewinnung sind beispielsweise aus Seeland aus den Jahren 1256, 1375, 1404, 1476 und 1515 überliefert (DU BURCK 1960, 97. MARSCHALLEK 1973, 142. DEKKER 1996, 63).

¹⁰⁵ BANTELMANN 1967, 87; 1984, 287. DEKKER 1996, 65.

¹⁰⁶ MARSCHALLEK 1973, 133.

¹⁰⁷ MARSCHALLEK 1973, 134 f. BEHRE 2008, 282.

¹⁰⁸ MARSCHALLEK 1973, 142.

¹⁰⁹ DEKKER 1996, 62.

¹¹⁰ LEENDERS 1989. Siehe zum Gebiet Seeland und zur Diskussion über den Anteil der Salztorfgewinnung an den Landverlusten auch: DIERENDONCK, KUIPERS 2004, 15.

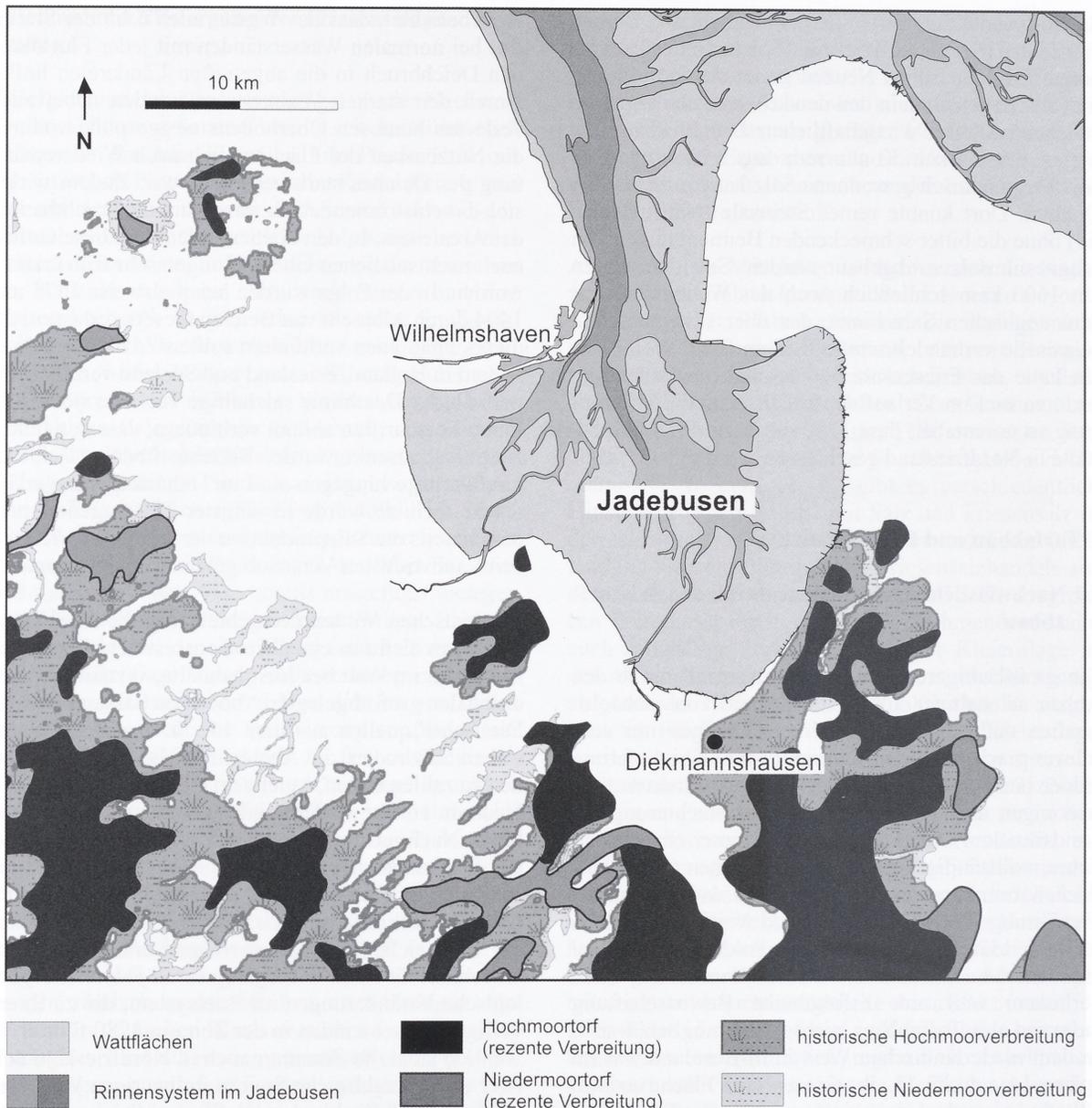


Abb. 5 Ausdehnung der oberflächlich anstehenden Torfe und der ursprünglichen Moorverbreitung auf der Basis historischer Karten im Arbeitsgebiet. Die Darstellung beruht auf den Daten des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) in Hannover.

Karte: F. Bungenstock (NIhK) auf Basis der LBEG Daten.

Rungholt deutlich weniger Salztorf abgebaut worden war als in dem Areal nördlich der Halligen. Der Untergang von Rungholt muss demnach neben dem Salztorfabbau noch durch weitere Faktoren verursacht worden sein, die hauptsächlich auf Setzungen feinkörniger Sedimente im Untergrund zurückzuführen sind¹²¹.

Der Salztorfabbau wird also vermutlich in wenigen Fällen den alleinigen Ausschlag für die Verluste von Land gegeben haben. Hierzu waren vielmehr eine Kombination aus anthropogener Landabsenkung und

ungünstiger Sedimentverhältnisse im Untergrund sowie Veränderungen in den Strömungsbedingungen oder der Morphologie des Prielsystems notwendig. Häufiger als der tatsächliche großflächige Landverlust dürfte mittels des Stichs salzhaltiger Torfe der Wertverfall des Landes durch Vernässung gewesen sein.

5.2 Geographische Situation

Die Kartierung der bekannten Abbaugelände im südlichen Nordseegebiet zeigt, dass sich die Torfentnahmeflächen überwiegend in Mündungs- und Buchtensituationen befinden (Abb. 3). Die Ursache hierfür ist

¹²¹ KÜHN 2004, 271 f. MEIER 2005, 115 f.

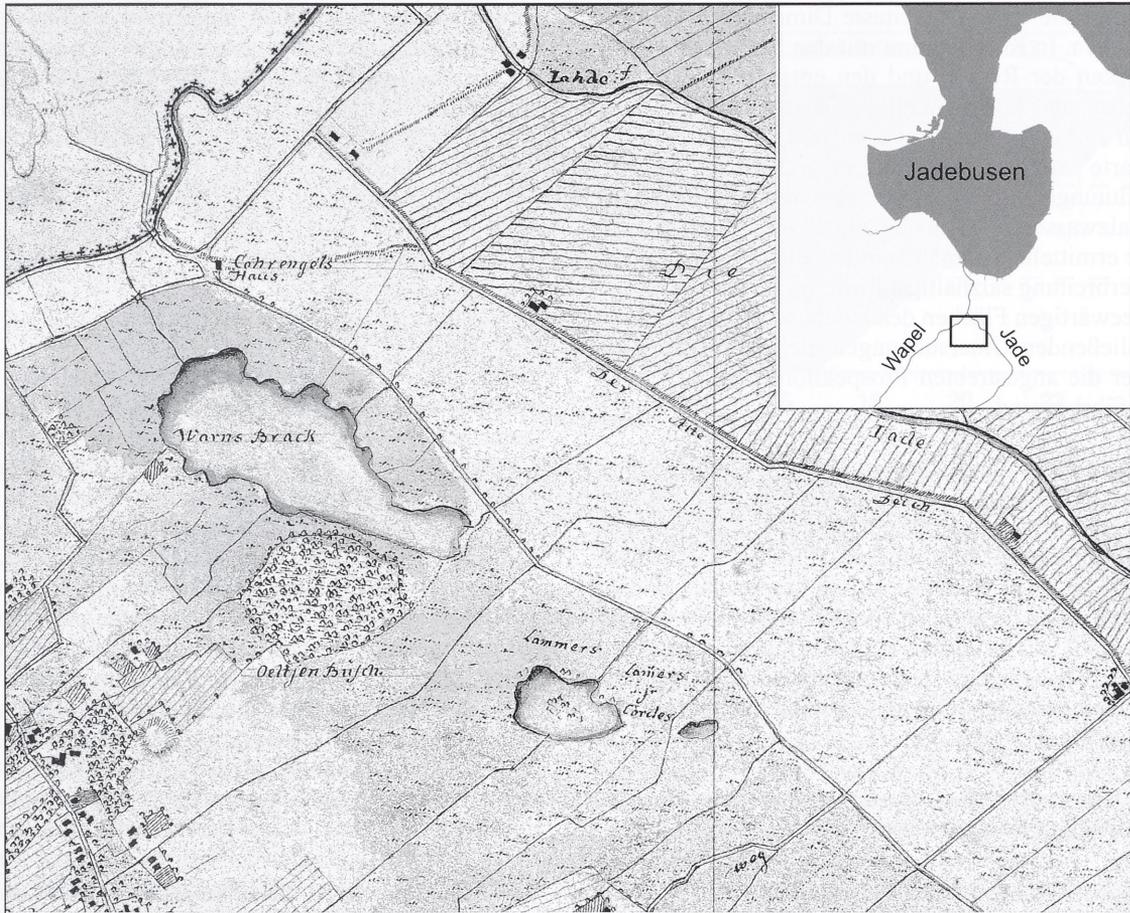


Abb. 6 Ausschnitt aus der Oldenburgischen Vogteikarte. Blatt Jade 1, Best. 298 Vogteikarten Nr. 10a; Staatsarchiv Oldenburg. Grafik: F. Bungenstock.

zum einen in den guten Voraussetzungen für großflächige Salzwassereinträge bei diesen naturräumlichen Bedingungen zu suchen, zum anderen sind in diesen Bereichen auch die Beobachtungsbedingungen für die Abbauspuren besonders günstig, da hier nicht nur regelmäßige Begehungen stattfinden, sondern durch die Strömungsverhältnisse auch ständig alte Oberflächen aufgedeckt werden¹²². Ein Großteil der direkt in den Buchten vorhanden gewesenen Abbauspuren dürfte allerdings der Erosion zum Opfer gefallen sein, wie es das Beispiel der Oberahneschen Felder zeigt¹²³. Im deutschen Küstenraum scheint der Abbau von salzhaltigen Torfen ausschließlich auf die friesischen Siedlungsgebiete beschränkt zu sein. Für außerhalb liegende Produktionsplätze gibt es bislang keine Hinweise¹²⁴.

5.3 Mögliche Abbaugelände und überflutete Torfe im Bereich des Jadebusen

Zur Lokalisation eventueller Salztorfabbaugebiete im Bereich des Jadebusen ist es notwendig, eine möglichst genaue Kenntnis der vormaligen Ausbreitung der oberflächlich anstehenden Torfe, bzw. des Oberen Torfes, zu erlangen, bei denen es sich in dieser Region mit hoher Wahrscheinlichkeit in den meisten Fällen um den Oberen Torf handelt, was aber aufgrund fehlender Datierungen nicht überall nachgewiesen werden kann. Durch die Auswertung der bereits vorhandenen Bohrdaten aus dem Arbeitsgebiet konnte ein Bild der Torfverbreitung erstellt werden (Abb. 5)¹²⁵.

Sie ermöglichen eine vergleichsweise genaue Darstellung der heutigen Ausbreitung der oberflächlich anstehenden Torfe, und auch der ursprünglichen Moorverbreitung auf der Basis historischer Karten, ohne

¹²² Problematisch für die Untersuchung dieser sichtbar gewordenen Abbauspuren im Watt ist das oftmals sehr kleine Zeitfenster, das durch den Gezeitenwechsel für die Erforschung zur Verfügung steht. In den meisten Fällen werden die aufgedeckten Befunde innerhalb kurzer Zeit wieder von Sedimenten überlagert oder aber vollständig erodiert.

¹²³ Zusammenfassend: BEHRE 2005, 21.

¹²⁴ BEHRE 2008, 282.

¹²⁵ Das Niedersächsische Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) in Hannover hat freundlicherweise die Bohrdaten für das Arbeitsgebiet zur Verfügung gestellt.

allerdings die ehemals weiteste Dimension erkennbar zu machen. In Kombination mit den historischen Kartenwerken der Region und den entsprechenden geologischen und bodenkundlichen Kartierungen konnte jedoch eine Arbeitsgrundlage erstellt werden. Auf dieser Karte wurden in der Folge anhand der Höhenlinien Überflutungen „simuliert“, um den maximalen Bereich des Salzwassereinflusses einzugrenzen. Der auf diese Weise ermittelte Rahmen markiert die maximal mögliche Verbreitung salzhaltiger Torfe im Jadebusengebiet. Die seewärtigen Flächen des Jadebusen wurden für die anschließenden Untersuchungen nicht berücksichtigt, da hier die angestrebten Prospektionsmethoden nicht durchführbar sind.

Innerhalb des so abgesteckten Untersuchungsgebietes wurden die historischen Karten nach großflächig auftretenden Vernässungsflächen durchgesehen, die sich nach Möglichkeit über längere Perioden nachweisen lassen. Sie geben Hinweise auf anthropogene Landabsenkungen, die im Bereich ehemals überfluteter Hochmoore auf Salztorfabbau zurückzuführen sein könnten. Hierbei bekamen insbesondere die so genannten Braken eine Sonderstellung, die in ihrer speziellen Genese begründet liegt.

5.4 Die besondere Bedeutung der sogenannten „Braken“ im Jadebusenbereich

Die Bezeichnung Brake benennt wassergefüllte Becken, die durch Deichbrüche entstanden sind. Sie entsprechen dabei den auch als Wehle, Brack oder Kolk bezeichneten Gewässern. Braken finden sich in den historischen Karten in großer Zahl entlang der südlichen Jadebusenküste bis weit in das Landesinnere hinein (Abb. 6). Sie können von deutlich unterschiedlicher Größe sein und teilweise erhebliche Ausmaße annehmen.

Diese als Braken bezeichneten Gewässer bleiben durch Ausspülungen des einströmenden Wassers zurück und wurden oftmals nicht wieder verfüllt, sondern verlandeten langsam erneut. Braken in der Region entstanden jedoch nicht allein durch Ausspülungen bei hohen Fließgeschwindigkeiten, sondern bezeichnen zudem abgesenkte Flächen, die bei Deichbrüchen wassergefüllt zurückblieben. Diese Absenkungen können dabei auch anthropogenen Ursprungs sein und sind sicherlich teilweise auch auf den Torfstich zurückzuführen. Oftmals ziehen sich die Braken entlang von Moorrändern, wodurch eine Verbindung mit der Torfgewinnung nahe liegt. Die durch den Torfstich entstandenen, ungeschützten Steilwände verursachten bei Überflutungen zudem eine besonders starke Erosion, die ebenfalls zu den Braken am Mostrand führen konnte. Das süßwassergesättigte Moor schwimmt an diesen Kanten zunächst auf und wird dabei vom Untergrund gelöst. Anschließend kann das Wasser große Bereiche abreißen, die dann als so genannte Dargen

verdriften und schließlich abgelagert werden¹²⁶. Für die weiteren Untersuchungen soll aus den ausgeführten Gründen im Folgenden ein besonderer Fokus auf diese Braken an Moorrändern gelegt werden, da hier die Wahrscheinlichkeit groß ist, Abbaufächen salzhaltiger Torfe zu erfassen.

6. Prospektionsmethoden

6.1 Vorbemerkung

Die zu erwartende, ursprünglich ganz erhebliche Verbreitung von Salztorfabbaugebieten ist bis dato im deutschen Küstengebiet nur in kleinen Ausschnitten erfasst worden. Diese Informationen führten zu einer guten Kenntnis der differentiellen Abbautechniken, erlauben jedoch keine detaillierte Untersuchung des Umfangs und der tatsächlichen Folgen für die Landschaftsentwicklung der Abbauregionen. Hierzu müssen genauere Daten über die faktische Ausdehnung der anthropogen abgetieften Bereiche erlangt werden. Dazu sollen bei den in nächster Zeit im Rahmen des Jadebusenprojektes durchzuführenden Untersuchungen insbesondere geophysikalische Prospektionsmethoden in Kombination mit terrestrischen Laserscans und herkömmlichen Suchschnitten angewandt werden. Erste Tests im Bereich der bereits bekannten Abbaustelle bei Diekmannshausen führten zu guten Ergebnissen. Aufgrund der nun für diesen Bereich gut bekannten, ungestörten Untergrundstruktur sollen alle weiteren Prospektionsmethoden auch auf dieser Fläche getestet werden, um so effektive Vergleiche der Ergebnisse zu ermöglichen. Diese Auswertung soll mit dem Ziel durchgeführt werden, eine Methodenkombination zu entwickeln, mit deren Hilfe flächige Prospektionen der Flächen ohne umfassende Bodeneingriffe ausführbar werden. Dabei ist eine möglichst große Unabhängigkeit von der jeweiligen Wassersättigung der Torfe anzustreben. Zudem sollten alle differentiellen Abbaumechanismen erkennbar sein.

6.2 Geophysik

Das bereits vorgestellte Salztorfabbaugebiet bei Diekmannshausen¹²⁷ ist heute zu einem Biotop mit Teichen umgewandelt worden, wodurch die Abbaustrukturen zerstört wurden. Aufgrund von Hinweisen darauf, dass sich der Salztorfabbau über die von R. KRÄMER¹²⁸ untersuchte Fläche hinaus ausgedehnt hat, wurden in einer ersten Messkampagne auf drei angrenzenden Wiesen Sondierbohrungen und Messungen mit Multipol-Geoelektrik durchgeführt¹²⁹. Auf der Fläche direkt südlich des heutigen Biotops konnten mit weichem

¹²⁶ Siehe hierzu ausführlich: BEHRE 2005.

¹²⁷ KRÄMER 1991.

¹²⁸ KRÄMER 1991.

¹²⁹ Zusammenarbeit mit Dr. W. Thießen, Ingenieurbüro Dr.-Ing. V. Patzold in 21244 in Holm-Seppensen.

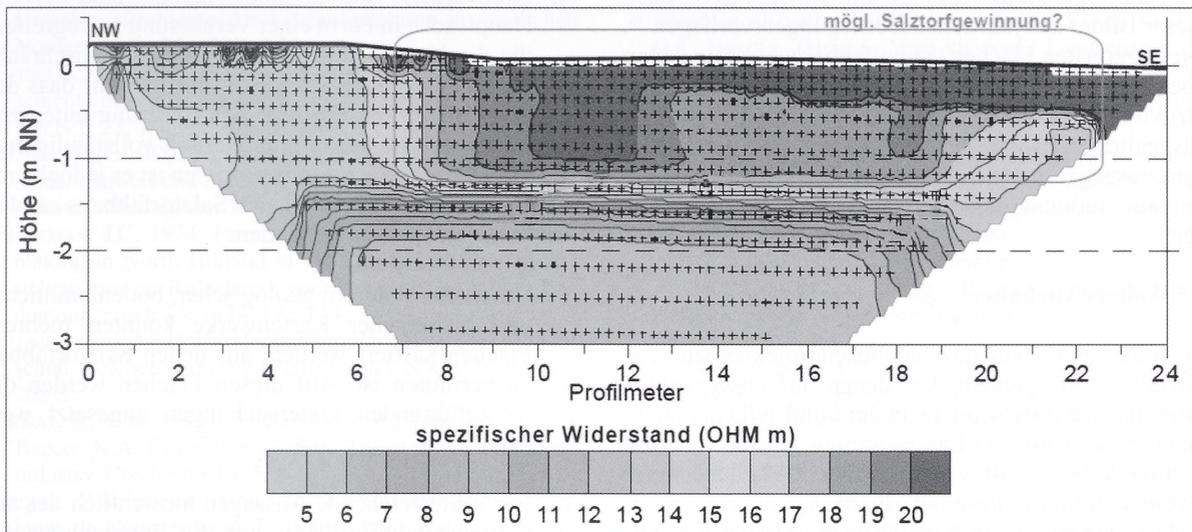


Abb. 7 Prospektion in Diekmannshausen, aus THIESSEN 2006.

Klei aufgefüllte ehemalige Grabenstrukturen mit einer Torfschicht an der Basis dokumentiert werden, die auf eine Salztorfgewinnung hinweisen (Abb. 7)¹³⁰. Auf dieser Fläche sollen weitere Detailerkundungen durchgeführt werden.

In den Niederlanden und Belgien wurde in jüngster Zeit bereits mit verschiedenen Prospektionsmethoden experimentiert, um auf diese Weise einen Eindruck der flächenmäßigen Ausdehnung des Salztorfabbbaus und der dadurch verursachten Folgen zu bekommen. In der Regel wurden hierbei geophysikalische Methoden mit herkömmlichen Bohruntersuchungen kombiniert¹³¹. Diese Kombination bietet den großen Vorteil, dass keine umfangreichen Eingriffe in den Boden notwendig sind. Sie ist dadurch auch auf landwirtschaftlich genutzten Flächen einsetzbar und gefährdet die Befundkontexte nicht. Sowohl Messungen mit Geomagnetik als auch mit der Geoelektrik zeigten gute Ergebnisse. Mit beiden Methoden konnten Spuren von Salztorfabbau im Untergrund erfasst werden¹³². Die Resultate verschlechterten sich jedoch erwartungsgemäß mit zunehmenden mineralischen Anteilen im Torf. Bei der Anwendung der Geoelektrik wurden die Daten zudem bei wassergesättigten Torfen unschärfer.

6.3 Botanik

Zusätzliche Hinweise auf ehemalige Salztorfabbaugebiete konnten in den Niederlanden am Kop van Noord-Holland über subfossile Reste des großen Seegrases (*Zostera marina*) gewonnen werden¹³³. Sie fanden

sich am Boden von Torfentnahmegruben, und zwar sowohl subfossil als auch verbrannt. Die subfossilen Pflanzenreste waren in einer homogenen, kompakten Lage nachweisbar ohne nennenswerte Beimengungen anderer Pflanzen¹³⁴. Die zahlreichen Nachweise für verbrannte Reste geben mögliche Hinweise auf die Salzproduktion aus Seegras. Die Torfentnahmegruben mit bereits einsetzender Kleiablagerung durch Überflutungen boten dem Großen Seegras hervorragende Lebensbedingungen. Es wuchs auf diese Weise an gut erreichbaren Stellen und konnte zu salzhaltiger Asche verbrannt werden. Entsprechende Analysen von Pionierpflanzen, die die ehemaligen Torfstiche unter Salzwassereinfluss besiedelten, können demnach zusätzliche Hinweise geben. Vergleichbare Untersuchungen sind jedoch in großflächige Prospektionen nur schwer zu integrieren, da sie sehr aufwändig sind und nach Möglichkeit Geländeaufschlüsse vorhanden sein sollten.

6.4 Luftbilder

Es ist zudem versucht worden, Spuren des Salztorfabbbaus anhand von Luftbildern nachzuweisen. In den Niederlanden konnten hiermit in einigen Regionen gute Ergebnisse erzielt werden, vor allem durch die Verwendung von Falschfarbenfilmen gelang der Nachweis von Torfabbaugebieten im Anjumer Kolk¹³⁵. Im Bereich des Jadebusen konnten jedoch keine entsprechenden Spuren auf den Luftbildern festgestellt

¹³⁰ THIESSEN 2006.

¹³¹ Vergleiche hierzu beispielsweise: KATTENBERG 2007.

¹³² KATTENBERG 2007.

¹³³ GEEL, BORGER 2002, 245 ff.

¹³⁴ Es ist nicht sicher nachweisbar, dass diese Lagen anthropogen eingebracht wurden, möglicherweise handelt es sich auch um Einspülungen. Es gibt allerdings auch Überlieferungen dafür, dass Seegraspakete zur Verstärkung der Deiche genutzt wurden (GEEL, BORGER 2002, 247).

¹³⁵ GRIEDE 1978, 126 f.

werden, obgleich umfassende und vollständige Serien dieser Bilder aus jährlichen Befliegungen vorliegen¹³⁶. Die abgetorfte Flächen sind offenbar von Kleipaketen überlagert worden, die die oberflächlich erkennbaren Strukturen vollständig abgedeckt beziehungsweise ausgeglichen haben. Dieser Vorgang war bereits bei dem ausgegrabenen Salztorfabbau in Diekmannshausen am Südrand des Jadebusen nachgewiesen worden¹³⁷.

6.5 Weitere Vorhaben

Im weiteren Verlauf des Jadebusenprojektes sind zusätzliche Tests geplant, bei denen auf ausgesuchten Probeflächen insbesondere an der Fundstelle bei Diekmannshausen mit 3D-Laserscanning genaue Oberflächenmodelle erstellt werden sollen. Möglicherweise lassen sich durch diese detaillierte Vermessung minimale Unterschiede im Setzungsverhalten der Kleiaufgaben durch differente Untergrundstruktur im Mikrorrelief nachweisen, die auf den Luftbildern nicht erkennbar sind.

7. Ergebnisse

Die hier vorliegende Ausarbeitung kann in den folgenden 6 Punkten zusammengefasst werden:

1. Salztorfabbau kann bislang für die südliche Nordsee sowohl in Belgien und den Niederlanden als auch in Deutschland nachgewiesen werden.
2. Erste Nachweise für Salztorfabbau stammen aus der Römischen Kaiserzeit. Der Nachweis dafür gelang vermehrt in den letzten Jahrzehnten in den Niederlanden und in Belgien. Mit den Beobachtungen aus dem Watt vor Ostbense in Ostfriesland gibt es auch für das deutsche Küstengebiet erste Hinweise auf Salztorfabbau in diesem Zeitraum, die aber noch nicht etabliert werden konnten. Ab dem Mittelalter gibt es auch aus dem Bereich der deutschen Nordseeküste sichere Nachweise für den Salztorfabbau, die sich in der frühen Neuzeit noch deutlich verstärken. Es sind weitere Untersuchungen nötig, um eine Chronologie von Abbautechniken und Ausmaß manifestieren zu können.
3. Die Auswertung der bislang vorliegenden Einzeluntersuchungen ergab einen Überblick über verschiedenen Methoden des Salztorfabbaus vom kleinräumigen Abbau bis hin zur Salzproduktion aus Torfen mit industriellem Ausmaß.

4. Landverluste durch Salztorfabbau sind in der Hauptsache in Form einer Vernässung zu begreifen, die die Nutzbarkeit der Flächen stark einschränkte. Es gibt jedoch auch Hinweise darauf, dass das Land durch den Einfluss der Abtorfung unter marinen Einfluss geriet und dadurch vollständig erodiert wurde. Bei diesen Prozessen ist es jedoch problematisch, den Anteil des Salztorfabbaus an den Landverlusten zu benennen.

5. Durch das Studium geologischer, bodenkundlicher und historischer Kartenwerke konnten mehrere Flächen kartiert werden, auf denen Salztorfabbau zu vermuten ist. Auf diesen Flächen werden die weiterführenden Untersuchungen angesetzt werden.
6. Für weiterreichende Aussagen hinsichtlich des anthropogenen Einflusses auf die Entwicklung der Küstenlinien und auf die großflächigen Landverluste des Mittelalters und der Neuzeit sind flächige Analysen notwendig. Methoden wie Bohrungen, Geoelektrik, Geomagnetik und botanische Untersuchungen, die sich generell als geeignet erwiesen haben, sollen innerhalb des Jadebusenprojektes auf ausgewählten Flächen im Bereich des Jadebusen durchgeführt werden, um so Hinweise auf die Ausdehnung des Salztorfabbaus zu erlangen. Ziel dabei ist es, die Ausdehnung der Abbauflächen abzuschätzen und Informationen zu den Folgen des Abbaus zu erlangen.

Danksagung

Wir danken Prof. Dr. W.H. Zimmermann, ehemals NIhK, durch dessen Anregung die Untersuchungen zum Salztorfabbau als mögliche Ursache für die mittelalterlichen Landverluste aufgenommen wurden. Herrn K.H. Peters, ehemals NL-WKN Brake, danken wir für die Unterstützung bei der ersten Geländekampagne.

LITERATUR:

- ARENS, S. 2002: Geomorphologie, Sedimenthaushalt und bodenkundliche Parameter. Dienstbericht Forschungsstelle Küste 13/2002.
- BAETEMAN, C. 2007: Roman peat-extraction pits as possible evidence for the timing of coastal changes. In: J.J.M BEENAKKER, F.H. HORSTEN, A.M.J. DE KRAKER, H. RENES (Hrsg.), *Landschap in ruimte en tijd*. Festschrift für G.J. Borger. Amsterdam 2007, 16-25.
- BANTELMAAN, A. 1967: Die Landschaftsentwicklung an der schleswig-holsteinischen Westküste. *Offa-Bücher* 21, Neumünster 1967.
- BANTELMAAN, A. 1984: Salzgewinnung. In: G. KOSSACK, K.-E. BEHRE, P. SCHMID (Hrsg.), *Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen an ländlichen und frühstädtischen Siedlungen im deutschen Küstengebiet vom 5. Jh. v. Chr. bis zum 11. Jh. n. Chr.* Bd. 1, *Ländliche Siedlungen*. Weinheim 1984, 287-288.
- BEHRE, K.-E. 1999: Die Veränderungen der niedersächsi-

¹³⁶ Für die Einsicht der Bilder möchten wir der Nationalparkverwaltung des Wattenmeeres und insbesondere Dr. Gerald Millat herzlich danken.

¹³⁷ Siehe hierzu KRÄMER 1991, BEHRE 2008.

- schen Küstenlinien in den letzten 3000 Jahren und ihre Ursachen. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 26, 1999, 9-33.
- BEHRE, K.-E. 2005: Das Moor von Sehestedt. Landschaftsgeschichte am östlichen Jadebusen. Oldenburger Forschungen N.F. 21, Wilhelmshaven 2005.
- BEHRE, K.-E. 2008: Landschaftsgeschichte Norddeutschlands. Umwelt und Siedlung von der Steinzeit bis zur Gegenwart. Neumünster 2008.
- BESTEMAN, J.C. 1974: Frisian salt and the problem of salt-making in North Holland in the Carolingian Period. Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 24, 1974, 171-174.
- BLUMENBERG, A. 1997: Heimat am Jadebusen. Von Menschen, Deichen und versunkenem Land. Nordenham 1997, 208 S.
- BRISAY, K.W. DE 1975: The Red Hills of Essex. In: K.W. DE BRISAY, K.A. EVANS (Hrsg.), Salt. The study of an ancient industry. Colchester 1975, 5-11.
- BROEKE, P.W. VAN DEN 1996: Turfwinning en zoutwinning langs de Noordzeekust. Tijdschrift voor Waterstraats Geschiedenis 5/2, 1996, 48-59.
- BUNGENSTOCK, F., SCHÄFER, A. 2009: The Holocene relative sea-level curve for the tidal basin of the barrier island Langeoog, German Bight, Southern North Sea. Global and Planetary Change 66, 2009, 34-51.
- DAM, P. VAN, TIELHOF, M. VAN 1996: The Subterranean Forest in the Netherlands. Ecology, technology, society. Second Congress of the ESEH, Prague 2003, 3-6.
- DEKKER, C. 1996: De moertering op de Zeeuwse Eilanden. Tijdschrift voor Waterstraats Geschiedenis 5/2, 1996, 60-66.
- DIERENDONCK, R.M. VAN, KUIPERS, J.J.B. 2004: Verdrongen landen langs de Noordzeekust. In: J.J.B. KUIPERS (Hrsg.), Sluimerend in Slik. Verdrongen dorpen en verdrongen land in zuidwest Nederland. Middelburg 2004, 10-17.
- DU BURCK, P. 1960: Oudheidkundige Vondsten en Waarnemingen tijdens een Bodemkartering en hun Betekenis voor de Bewoningsen Ontginningsgeschiedenis van de Kop van Noorholland. Westerheem VII (No. 11-12), 1960, 90-103.
- FAWN, A.J., EVANS, K.A., MCMASTER, I., DAVIES, G.M.R. 1990: The Red Hills of Essex. Salt making in antiquity. Colchester 1990.
- FÖRST, E. 1988: „Briquetage“- Funde im Weser-Ems-Gebiet. Archäologisches Korrespondenzblatt 18, 1988, 357-364.
- GEELE, B. VAN, BORGER, G.J. 2002: Sporen van grootschalige zoutwinning in de Kop van Noord-Holland. Westerheem 51/6, 2002, 242-260.
- GRIEDE, J.W. 1978: Het ontstaan van Friesland's Noordhoek. Een fysisch-geografisch onderzoek naar de holocene ontwikkeling van een zeekleigebied. Amsterdam 1978.
- HEINZE, A. 2000: Archäologische Funde im ostfriesischen Watt. Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 76-82, 1992-1998 (2000), 76-97.
- HOFFMANN, D. 1988: Das Küstenholozän im Einzugsbereich der Norderhever, Nordfriesland. In: M. MÜLLER-WILLE, B. HIGELKE, D. HOFFMANN, B. MENKE, A. BRANDE, K. BOKELMANN, H.E. SAGGAU, H.J. KÜHN, Norderhever-Projekt 1 Landschaftsentwicklung und Siedlungsgeschichte im Einzugsgebiet der Norderhever (Nordfriesland). Offa-Bücher 66, Neumünster 1988, 51-115.
- KARLE, M., BARTHOLOMÄ, A. 2008: Salt marsh sediments as natural resources for dike construction – Sediment recycling in clay pits. Senckenbergiana maritime 38(3), 2008, 83-92.
- KATTENBERG, A.E. 2007: The mapping of a peat-extraction landscape, windows into a past landscape by combining geophysical methods and coring. In: A.M.J. DE KRAKER, G.J. BORGER (Hrsg.), Veen-vis-zout. Landschappelijke dynamiek in de zuidwestelijke delta van de lage landen. Geoarcheological and Bioarcheological Studies, 8, Amsterdam 2007, 35-44.
- KRÄMER, R. 1991: Mittelalterliche Salztorfgrüfung im Gebiet des Jadebusens. In: Bodenfunde aus der Wesermarsch. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland Beiheft 5, 1991, 99-108.
- KÜHN, H.J. 2007: Jenseits der Deiche. In: C. VON CARNAP-BORNHEIM, C. RADTKE (Hrsg.), Es war einmal ein Schiff. Archäologische Expeditionen zum Meer. Hamburg 2007, 251-284.
- KUIPERS, J.J.B. 2004: Vloeden en stroomgaten. In: J.J.B. KUIPERS (Hrsg.), Sluimerend in Slik. Verdrongen dorpen en verdrongen land in zuidwest Nederland. Middelburg 2004, 26-41.
- LEENDERS, K.A.H.W. 1989: Verdwenen Venen. Een onderzoek naar de ligging en exploitatie van thans verdwenen venen in het gebied tussen Antwerpen, Turnhout, Geertruidenberg en Willemstad. 1250-1750. Brussel/Wageningen 1989.
- LEENDERS, K.A.H.W. 2005: Ashes of saltproduction from peat and seawater. Analysis of “Zel as” at Steenberg, province North-Brabant, The Netherlands. 2005 <http://users.bart.nl/~leenders/txt/zelaseng.html>
- MARSCHALLEK, K.H. 1973: Die Salzgüfung an der friesischen Nordseeküste. Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 10, 1973, 127-150.
- MEIER, D. 2005: Land unter! Die Geschichte der Flutkatastrophen. Ostfildern 2005.
- NIEDERHÖFER, K. 2004: Archäologie im Watt. In: F. BOTH, M. FANSA, H. HASSMANN (Hrsg.): Archäologie Land Niedersachsen. 25 Jahre Denkmalschutzgesetz – 400 000 Jahre Geschichte. Begleitschrift zur Ausstellung. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland Beiheft 42, Stuttgart 2004, 511-513.
- PRANGE, W. 1962: Mittelalterliche Salztorfaschen und Torfstiche bei Wester Langenhorn (Nordfriesland). Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, 32, 1962, 73-83.
- REINECK, H.-E. 1994: Landschaftsgeschichte und Geologie Ostfriesland's. Geologische Exkursionen 1, Köln 1994.
- RIEHM, K. 1969: Die Produktionstechnik urgeschichtlicher Salzsieder. Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen 4, 1969, 98-122.
- SAILE, T. 2000: Salz in ur- und frühgeschichtlichen Mitteleuropa – Eine Bestandsaufnahme. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 81, 2000, 129-234.
- SCHÜTTE, H. 1939: Sinkendes Land an der Nordsee? Zur Küstengeschichte Nordwestdeutschland's. Schriften des Deutschen Naturkundevereins N.F. 9, Öhringen 1939.
- SCHIEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. 1992: Lehrbuch der Bodenkunde. 13. durchgesehene Auflage von P. Schachtschabel, H.-P. Blume, G. Brümmer, K.-H. Hartge, U. Schwertmann. Stuttgart 1992.
- SINDOWSKI, K.-H. 1973: Das ostfriesische Küstengebiet – Insehn, Watten und Marschen. Sammlung geologischer Führer 57, Berlin/ Stuttgart 1973.
- SMIT, P. 1972: Middelleeuwse bewoningsresten op het Balgzand. Westerheem 21/1, 1972, 3-18.
- STÖLLNER, T. 2004: Stichwort „Salz, Salzgüfung, Salzhandel § 3“: Archäologisches. In: Reallexikon der Germanischen Altertumskunde 26, Berlin/New York 2004, 357-379.

STREIF, H. 1990: Das Ostfriesische Küstengebiet, Nordsee, Inseln, Watten und Marschen. Sammlung geologischer Führer 57, Berlin/Stuttgart 1990.

THIESSEN, W. 2006: Geophysik – vielfältige Erkundungsmethoden bei Fragestellungen im Wasser und an Land. Berichte Forschungszentrum Terramare, 16. Beiträge der 24. Jahrestagung des Arbeitskreises „Geographie der Meere und Küsten“ 2006 in Wilhelmshaven, 2006, 87-92.

WILKINSON, T. J., MURPHY, P. L. 1995: The archaeology of the Essex Coast, Vol. I: The Hullbridge Survey. East Anglian Archaeology Report 71, 1995.

WULF, F.-W., HESSE, S. 2002: Ur- und frühgeschichtliche

Salzgewinnung in Nordwestdeutschland. Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 3/2002, 166-168.

ZIECHMANN, W. 1996: Huminstoffe und ihre Wirkungen. Heidelberg, Berlin, Oxford 1996.

Anschrift der Verfasserinnen:
Dr. Annette Siegmüller M.A.
Dr. Friederike Bungenstock