Das Scherrebektal -

Landschaftsgestaltung durch Wasser und Eis im Flensburger Raum.

Themen

Teil 1: Das Entstehen der Landschaft
- Gletschereis als Landschaftsgestalter
- Die Flensburger Eisrandlage
- Der Flensburger Sander
- Moränenablagerungen
- Erosion
- Ein verschüttetes Tal

Teil 2: Die heutige Landschaft
- Bodenschätze: Steine, Kies, Mergel, Lehm und Torf

Teil 3: Der Mühlenstrom und seine Auen

1. Gletschereis als Landschaftsgestalter

Schleswig-Holstein ist geologisch gesehen ausgesprochen jung!

Erst die großen Eiszeiten der jüngeren Erdgeschichte sorgten dafür, dass in einem flachen Schelfmeer im Gebiet des heutigen norddeutschen Tieflandes und Dänemarks Land entstand.

Während des Miozän (ca. 23 Mio. - 5 Mio. Jahre vor unserer Zeit) war das globale Klima meist sehr warm gewesen, der Meeresspiegel entsprechend hoch.
Viele niedrig gelegene Gebiete waren vom Meer überflutet, so auch das norddeutsche Senkungsgebiet.
Aber bereits im weiteren Verlauf des Miozän setzte eine Abkühlung ein und kündigte den Übergang zum Pleistozän (dem Eiszeitalter) an - dieses ist gekennzeichnet durch mehrere ausgedehnte Vergletscherungen der Nordhemisphäre.

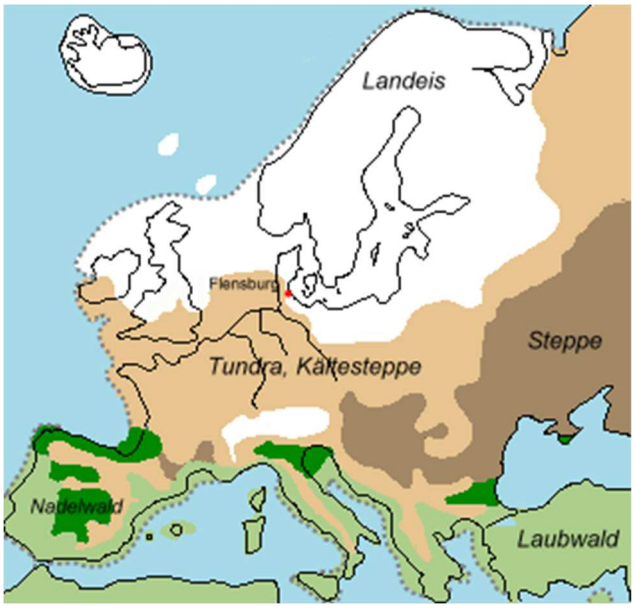
Was bewirkten die großräumigen, wiederholten Vereisungen?

Bildquelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/ File:EisrandlagenNorddeutschland.jpg/

Das von Skandinavien kommende Landeis führte in mehreren langen Kälteperioden gewaltige Mengen an Gestein und Erde mit sich und setzte dieses Material beim Abschmelzen ab.
Am südlichen Rand der Eisausbreitung – etwa in der Linie Leipzig – Dortmund – Amsterdam – stellen die glazialen Ablagerungen nur eine dünne Decke dar. Im Ostseeraum erreichen sie durch mehrfache Überlagerung gebietsweise eine Mächtigkeit um 300 m und mehr.

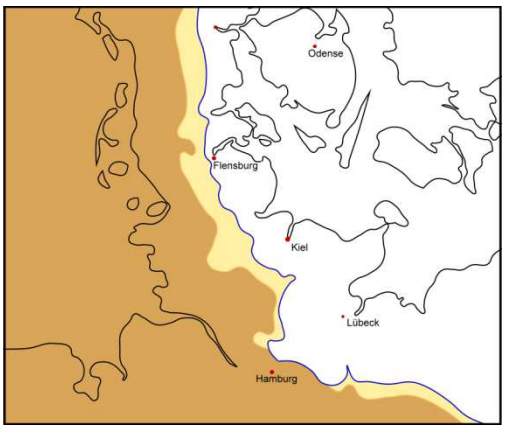
In dem hier insbesondere in die Betrachtung genommenen Gebiet, dem Scherrebektal südlich von Flensburg, stießen Bohrungen bei ca. 80 m Tiefe auf tertiäre Ablagerungen (*Johannsen), d. h. voreiszeitlichen Grund. Andernorts im Stadtgebiet erreichen die eiszeitlichen Schichten eine Stärke von bis zu 145 m (* Polensky Stadtgeologie).
Die vom Eis herantransportierten Erd- und Gesteinsmassen füllten also in unserer Region ein Relief auf, das um einiges unter dem heutigen Meeresspiegel liegt. Ohne die eiszeitlichen Ablagerungen verliefe die Küstenlinie in Norddeutschland sehr viel weiter südlich. Dänemark, Schleswig-Holstein - und Flensburg gäbe es nicht.

Während der großen quartären Vereisungen war ein großer Teil der nördlichen Hemisphäre von Eis bedeckt. Drei lange Vereisungsphasen sind für den nordeuropäischen Raum belegt. Sie werden nach Flüssen benannt, deren Täler von den jeweiligen Vereisungen erreicht wurden: Elster-, Saale- und Weichsel-Kaltzeit, wobei die letzte die geringste Ausbreitung erreichte.



Kartenskizze: Europa während der maximalen Eisausbreitung zur Weichseleiszeit.

Vereinfachte Kartenskizze nach Angaben in W. von Koenigswald: Lebendige Eiszeit (*)



Der weichselzeitliche Eisrand stagnierte in einer nordsüdlichen Linie mitten auf der jütischen Halbinsel und hinterließ dadurch eine für Schleswig-Holstein charakteristisch gegliederte Landschaftsgestalt: die uns vertraute Drei-gliederung in das östliche Jungmoränenland, die Sandergeest und das Schwemmland im Westen, die heutigen Marschen.

Die gigantischen Eispanzer hatten während langer Zeiträume alles Lockermaterial aus dem skandinavischen Raum mitgenommen, festes Gestein vom Untergrund losgerissen und den anstehenden Fels weitgehend zu Rundhöckern abgeschliffen. Ein großes vorhandenes Flusssystem, der „Baltische Hauptstrom“, wurde zum Ostseebecken ausgetieft (*Duphorn et al. 1995). Die landschaftsgestaltende Kraft des Wassers wirkte hier in einem sehr großen Gebiete auf besondere Weise: mit Hilfe des Eises und des daraus strömenden Schmelzwassers. Wobei die ausschürfende Kraft des Eises durch seine Härte in Verbindung mit seinem Gewichtsdruck und dem im Eis eingefrorenen Schutt noch wesentlich höher als die des fließenden Wassers ist. Über lange Zeiträume wurde auf diese Weise im nordeuropäischen Raum ein neues Landschaftsrelief geschaffen. Während insgesamt mehr als 500.000 Jahren drang das Eis in wiederholten Schüben aus dem nordbaltischen Raum in den Süden vor. Jeder Eisvorstoß schob sich in eine durch die früheren Vereisungen vorgeprägte Landschaft. Das Bodenmaterial aus der vorangegangenen Eiszeit wurde aufgenommen und umgelagert. Vorhandene Täler und Mulden wurden vertieft, vorhandene Hügel nivelliert und neue an den Eisrandlagen geschaffen (*Stephan). Das Eis erreichte in Schleswig-Holstein während des Maximums eine Mächtigkeit von bis zu 300 m. Die Eisdecke war von Spalten durchzogen und dunkel von abgelagertem Staub und Sand. Tiefgründige Eiskörper füllten die späteren Förden.

Der gewaltige Kälteblock des Landeises war gesäumt von einer Randzone, die entlang der Taupunktlinie entstand und dem Eis Einhalt gebot. Diese Eisrandlage war keineswegs statisch, sie wanderte mit den Klima- und Temperaturschwankungen während der langen Vereisungsperioden. Wir erleben an den heute weltweit zu konstatierenden Gletscherrückgängen, wie das Eis unmittelbar auf Klimaschwankungen reagiert. Aus Pollenanalysen ist bekannt, dass die Klimageschichte in den vielen Jahrtausenden der Weichsel-Kaltzeit sehr wechselhaft war (*Hill). Wärmere und kältere Perioden lösten einander ab und führten insbesondere am Rand des Eisschildes zu dynamischen Prozessen. Im Abschmelzen des Landeises wurde Grundmoräne freigelegt, durch hohes

Schmelzwasseraufkommen zerspült und mit neuen sandigen Ablagerungen bedeckt. Bei vorrückendem Eis wurden diese wieder überfahren. Die aus Lockersediment aufgebaute Landschaft war naturgemäß permanenten Veränderungen ausgesetzt.
Die Schmelzwasserausflüsse („Gletschertore“) an den Förden-Enden gehörten dabei zu den stabileren Punkten der Eisrandlage, denn die vorgegebenen Talungen gaben die Fließrichtung des Eises bei einem erneuten Vorstoß vor, und die mächtigen Eiskörper in den Tälern reagierten am langsamsten auf Temperaturschwankungen. Vor den großen Förde-Gletschern bauten sich dadurch im Lauf der Zeit besonders ausgedehnte Schwemmsand-Landschaften auf. Denn das aus dem Eis strömende Schmelzwasser schüttete große Mengen an zerriebenem Gesteinsmaterial in Korngrößen zwischen grobem Kies und feinstem Schluff aus und setzte es in den Ebenen vor dem Eisrand ab - daraus entstanden Kiesschüttungen nahe den Gletschertoren und weite Schwemmsandflächen mit geringem Tongehalt (die heutige Sandergeest). Leichte, feinkörnige Partikel lagerten sich in Becken vor dem Eis ab oder wurden mit den strömenden Schmelzwassern bis in die Meeresbecken der Nord- und Ostsee verfrachtet.

Die immer noch vorhandenen umfangreichen Vereisungsgebiete auf Grönland und Spitzbergen ermöglichen eine aktualisierende Forschung und tragen zum Verständnis der glazialen Vorgänge bei. In seinem für Schleswig-Holstein grundlegenden Werk gibt K. Gripp eigene Beobachtungen auf Spitzbergen wieder und vermittelt damit konkrete Vorstellungsbilder für Ereignisse, die für unseren Raum heute schwer vorstellbar sind (*Gripp).

Nicht umsonst setzte sich im 19. Jh. in der Wissenschaft die Erkenntnis über die gewaltigen Vereisungen mit entsprechendem Materialtransport erst gegen Wider-stände durch. Sich unsere liebliche und gepflegte Kulturlandschaft unter einem arktischen Eispanzer zu denken, erforderte Mut!

K. Gripp stellt in seinen Beschreibungen sehr anschaulich den allgemeinen Formenschatz glazialer Prozesse dar. Lokal liegen allerdings in der Landschaft auf Grund der lang andauernden glazialen Dynamik oft unklare, nicht einfach zu interpretierende Reliefs vor. Allein die sich über viele Jahrtausende erstreckende letzte große Kaltzeit (Weichsel-Kaltzeit, 115.000 -12.000 Jahren v. h.) ist ein sehr komplexes Geschehen mit einer ganzen Reihe wechselnder Klimaphasen - mit mehreren Vergletscherungsperioden, die jeweils zu Gletschervorstößen führten. Die durch die Klimaschwankungen bewirkte Oszillation des Eisrandes hat in den betroffenen Gebieten zu mehrfacher Aufarbeitung des Bodenmaterials geführt. Schließlich kommen spät- und postglaziale Prozesse hinzu - periglaziale Bodenbewegungen, Abflussumkehr und Winderosion. Alles zusammen hat zumeist verworrene, schwer überschaubare Verhältnisse geschaffen. Eine Beschreibung aus einer älteren Publikation gibt davon einen anschauliches Bild: „Größere Hügeldurchstiche, die man im westlichen Schleswig-Holstein für Damm-, Kanal- und Bahnbauten ausgeführt hat… zeigten ein ganz unberechenbares Bodenprofil. Riesige Tonschollen lagen in mehrfacher Wiederkehr schräg auf zusammengestauchte Sandschichten aufgeschoben, unterbrochen von harten Massen graublauer, mit Kreidestückchen gespickter Grundmoräne; als letzter Schmelzschutt lag darüber eine Rinde von sandigem Geschiebelehm oder Decksand, und die sanften Außenformen verrieten nichts von dem verworrenen Innern.“ (* Wolff S. 65)

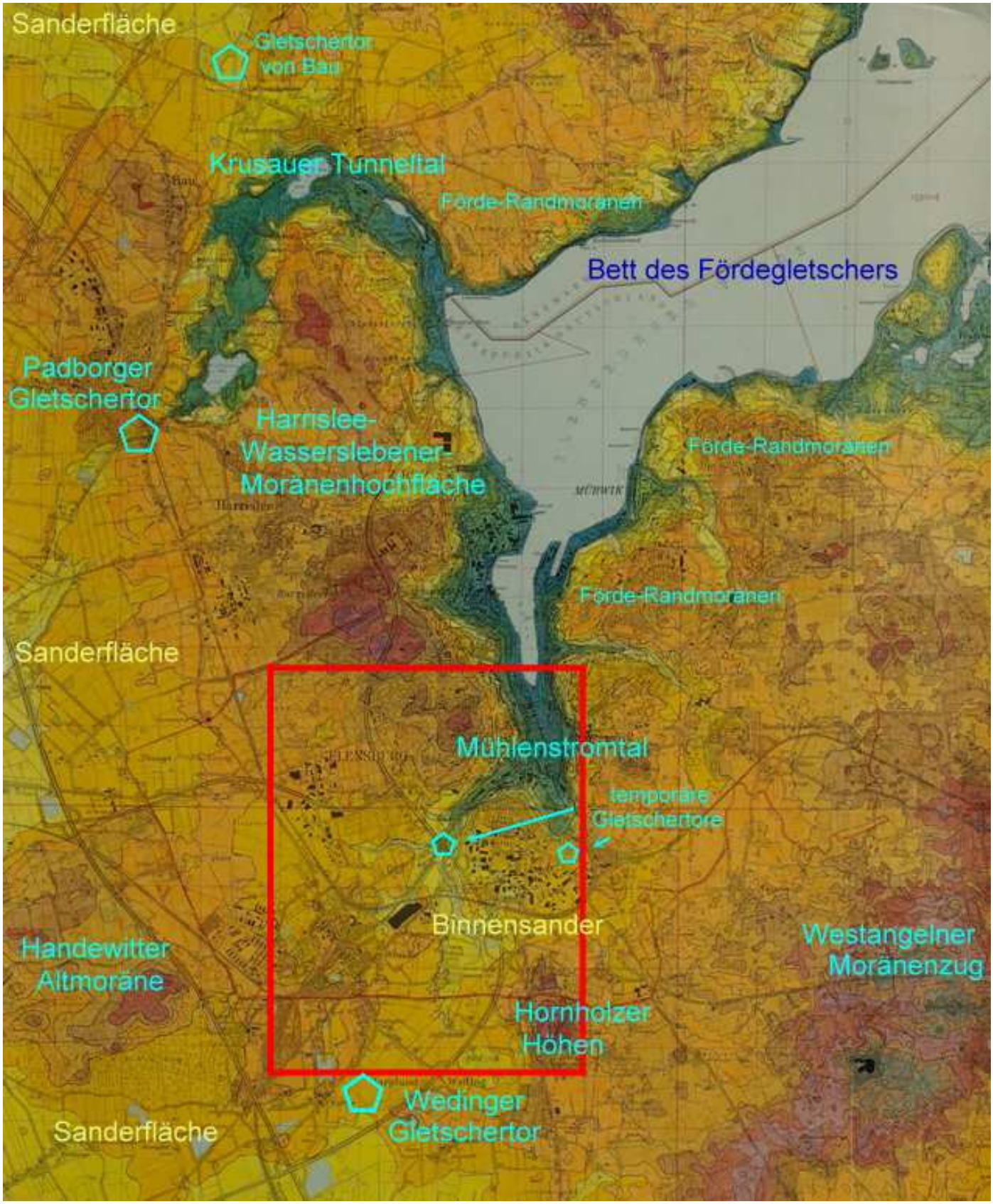
Was zu seiner Zeit wie ein erstarrter, kalter Panzer in einer abweisenden, lebensfeindlichen Landschaft lag, erweist sich im zusammenfassenden Rückblick als geomorphologische Dynamik. Darauf weisen sinnigerweise auch die Begriffe hin, die von der Glazialgeologie beschreibend für die Tätigkeit des Eises verwendet werden: es sind aktive Begriffe wie zertrümmern, schleifen, schürfen, transportieren, abtragen, anhäufen… und weitere Begriffe wie „Turbulenz“, „Stauchung“, „Faltung“… Da der aktiven Tätigkeit des Eises oder des Wassers stets Widerstände entgegenstanden - durch vorhandene Strukturen, Material oder geänderte physikalische Bedingungen, entstand zwangsläufig Dynamik. Der Boden unter unseren Füßen besteht aus den Hinterlassenschaften dieser Dynamik.

Beispiel turbulenter Ablagerungsverhältnisse: weichselzeitliche, durch Kryoturbation verschobene Schmelzwassersande, Schönhagener Kliff 2008

2. Die Flensburger Eisrandlage

Die Weichsel-Kaltzeit ist für Flensburg von besonderer Bedeutung, denn der Eisrand ihrer Haupteisrandlage - und damit die ereignisreichste Zone des Landeises - stagnierte über einen längeren Zeitraum im Flensburger Raum. Hier treffen lokal mehrere Faktoren zusammen:
Die ausgeprägte Landschaftsgestalt der Innenförde mit ihren steil aufragenden Randmoränen ist ein Eisschürfbecken, das einer älteren, vorgegebenen Talbildung folgend in den Vorstoßphasen des Eises ausgeformt wurde. Es entwickelte sich im weiteren Verlauf zu einem „Tunneltal“, das durch große Mengen subglazial strömenden Schmelzwassers tief und breit ausgeräumt wurde.
Auch die weiter westlich anschließenden Sanderflächen sind - wie auch die Moränenhochlagen im Westen - vor allem das Werk des Eiskörpers, der als Teil der Eisfront das Fördetal füllte.

Schauen wir die damaligen Vorgänge und einige der sich daraus ergebenden, morphologischen Ausgestaltungen etwas genauer an:
Die heutige Flensburger Förde hatte als Tal bereits vor der letzten Vereisung bestanden, sodass die vorrückenden Massen des Inlandeises hier einen tiefgründigen und sehr massigen Gletscher ausbilden konnten. Nach neueren Erkenntnissen muss allerdings die Vorstellung von (vergleichsweise schmalen) Eiszungen, die sich ähnlich einem Talgletscher in einer Rinne aktiv vorwärts schieben, für die Fördentäler revidiert werden. Auch der assoziierte, bislang gebräuchliche Begriff des „Zungenbeckens“ führt daher zu missverständlichen Vorstellungen. Solchermaßen aktive Eiszungen wurden innerhalb der breiten Front des Landeises in unserer flachen Landschaft, die gänzlich aus Lockersediment besteht, nicht ausgebildet. Vielmehr wurde die breite Front des Landeises durch den Druck der riesigen skandinavischen Eismassen großräumig in häufig sogar ansteigende Gebiete hineingeschoben. Die Fördentäler wurden unter der großen zusammenhängenden Eisbedeckung durch ihre vorgeprägte Tieflage in erster Linie zu Sammelbecken und subglazialen Flussbetten des Schmelzwassers. Unter dem Eis bildete sich in gewaltigen Hohlräumen ein System tunnelartiger Kanäle aus, die großen, schnell strömenden Schmelzwassermengen Raum boten. (* Stephan 2003). Die erhaltenen Talformen der Ostseeförden gehen also nicht auf die mechanische Schubkraft einer Eiszunge zurück sondern auf die erodierende Kraft des untereisisch strömenden Schmelzwassers. Sie wurden späterhin konserviert durch Massen von Toteis, die lange noch als zungenähnliche Eiskörper in den Tälern erhalten blieben.
„Längliche schmale Eiskörper entstanden in entsprechenden Rinnenteilen und Becken jedoch erst am Ende einer Vergletscherung bei allgemeinem Eisabbau als restliche Toteiskörper, meistens bedeckt von Ablagerungen der Gletscherflüsse oder -seen. Sie konservierten so die Depressionen bis zum endgültigen Abschmelzen“ (* Stephan 2003, S. 107).



Topographische Karte von Flensburg (Riedel et al.) mit Eintragungen zur Glazialmorphologie.

Kartenbeschreibung:

Diese topographische Karte vermittelt einen sehr guten Eindruck von dem Relief der durch Eis und Schmelzwasser geschaffenen Talformen. Sie zeigt die markante Front der Förde-Endmoränen und die Gabelung der beiden Tunneltäler. Das hakenförmig gebogene, ausgeprägte Krusauer Tunneltal im Norden schüttete zeitweise aus zwei Gletschertoren Schmelzwasser aus und schuf so im Norden den Kiskelunder, nach Südwesten die ausgedehnten Harrisleer und Handewitter Sander. Das südliche Tunneltal folgt einer sehr alten, tiefgehenden Störzone. Es ist tiefer angelegt als das Krusauer Tal und heute im Hafenbecken weitgehend geflutet. Es endet in einer kurzen Gabelung. In dem breitstumpfen östlichen Talende, das früher vom Mühlenteich beherrscht wurde, blieb die ursprüngliche, durch die Gletscherzunge gebildete Form bewahrt, dort hat sich kein Erosionstal ausgebildet. Auf der Höhe weist der Name „Steinfeld“, „Steinfelder Weg“ auf steinreiche Ablagerungen hin, wie auch die tief in die Moräne gehenden Bauarbeiten für die Gleisanlagen zu Beginn des 20. Jh. auf umfangreiche Blockpackungen mit sehr großen Findlingen stießen. Eine späte Schüttung aus dieser Eiszunge von der Höhe der östlichen Rude (ca. Pflegeheim Valentiner Hof) erfolgte, als die Höhenlagen in Angeln bereits eisfrei waren. Die geologische Karte zeigt eine von hier ausgehende Kiesschüttung, die bis Weiche reicht, und alles bereits Vorhandene überlagert. Auf dieser Sanderfläche liegt das Gelände des Sophienhofs. Das Rätsel der beiden Talenden, des stumpfen, trockenen im Osten und des sehr ausgeprägten Erosionstal des Mühlenstroms mit einem verhältnismäßig großen Einzugsgebiet findet eine Erklärung in der Annahme, dass die Entwässerungsumkehr am Ende der Eiszeit im Mühlenstromtal vermutlich bereits subglazial erfolgte, indem (zeitweilig aufgestautes) Schmelzwasser im Gebiet des heutigen Scherrebektals über die Rinne des Mühlenstroms in die allmählich einsinkende Talbasis der Förde abfloss. Die Erosionsbasis der Ostsee lag damals viel tiefer als heute. Die Topographie zeigt, dass dabei selbst aus der weiter östlich gelegenen Feldmark von Sünderup die Entwässerung nicht in das näher gelegene Talende mit dem Mühlenteich erfolgte, weil hier der aufgeschüttete Endmoränenwall zu hoch war, sondern in einem weiten Bogen über Scherrebek und Mühlenstrom. Heute sind die ursprünglichen Geländeformen nicht mehr zu erkennen, weil sie durch die umfangreichen Erdbewegungen im Zuge des Bahnhofsausbaus und der Gleisanlagen zerstört wurden.

Die häufig in einem Tunneltal aufzufindenden gestaffelten Seen sind im Krusauer Tal im Niehuuser See, Krusauer Møllesø und im verlandeten Mühlenteich von Kupfermühle zu erkennen. Im heutigen Hafenbecken ist das ursprüngliche Bodenrelief durch Sedimentation einerseits und Ausbaggerung andererseits nicht erhalten. Gut zu erkennen ist in dem Kartenausschnitt die steil zum Fördebecken abfallende Endmoräne mit maximalen Höhen in der Marienhölzung und im Wasserlebener Wald. Die beachtlichen Erhebungen der Hornholzer Höhen bei Jarplund gehören zur Haupteisrandlinie, die sich von Jütland aus südwärts bis in den Hamburger Raum erstreckte, während die Moränenhöhen bei Hønsnap nördlich der Förde und Rüllschau/Hürup im Süden ihre Ausprägung in einer späteren Vereisungsphase erhielten. In der rechten unteren Bildecke sind die Erhebungen des Westangelner Moränenzugs (von Hürup über Munkwolstrup bis Oeversee reichend) zu sehen. Der rot markierte Kartenausschnitt gibt die Lage der Ausschnittkarte zum Einzugsgebiet des Mühlenstroms an. Die Skizzierung der vermuteten Gletschertore im südlichen Bereich folgt Angaben von Karl Gripp 1954, Schröder/Riedel 1977, P. Smed 2006.

Die oben beschriebene topographische Karte von Flensburg gibt gut zu erkennen, dass das Förde-Eis in seiner Hauptmasse in breiter Front an einen sperrenden Querriegel stieß, an die bereits vorhandene, heutige Harrislee-Wasserslebener Moränenhochfläche. Während der maximalen Eisausbreitung innerhalb der Weichsel-Kaltzeit drang das Eis in breiter Formation auch über diesen Altmoränenwall bis etwa Ellund im Westen vor (* Riedel 1976). Dabei reicherte es die Hochfläche mit Blockschutt und Mergel noch weiter an. In schwächeren Vereisungsphasen genügte die Schubkraft des Eises für eine Überdeckung der westlichen Höhe nicht. Die Harrisleer und Ruder Moränenhochflächen blieben eisfrei. In diesen Zeiten - und in der Spätphase - lagen nur in den Tälern noch Eiskörper und bewahrten die ausgeprägte Talform. Am Ende der beiden Tunneltäler - nahe Bau sowie bei Padborg und im Süden zwischen Jarplund und Weding - lagen die Schmelzwasserausflüsse wesentlich höher als die Gletschersohle - nach Gripp gut 35 m über NN (* Gripp S. 242). Das Schmelzwasser stieg durch starken hydrostatischen Druck auf und ergoss sich aus Überläufen, die im Allgemeinen als „Gletschertor“ bezeichnet werden. Dieser gebräuchliche Begriff ist für die breite Eisfront des skandinavischen Landeises allerdings nur eingeschränkt richtig und kann zu unzutreffenden Vorstellungen führen. Gletscher-“Tore“, wie wir sie aus Abbildungen alpiner oder anderer Gletscher kennen, können im Flachland so nicht entstehen. Das flächig ausgedehnte Landeis taute von der Oberfläche her ab, auch am Fuß des Eisrandes und sammelte sich dabei in vielen kleinen Schmelzwasserrinnen. Außerdem sammelte sich am Ende größerer Eiskörper in Tälern (insbesondere den späteren Förden) an der Talsohle ein großes Schmelzwasservolumen und stieg aus der Tiefe in Eiskarstquellen auf, vergleichbar den Karstquellen im Kalkgebirge. Diese Quellpunkte des Eisrandes lagen im Grundwasserbereich, also unter Wasser, sodass es kein sichtbares „Tor“ gab. Der hydrostatische Druck des im Tunnelsystem des Gletschers gesammelten Wassers konnte so groß sein, dass das Schmelzwasser aus der Gletscheröffnung nicht nur sickerte oder floss, sondern zuzeiten fontäneähnlich mächtig hoch sprudelte und auch größere Gerölle mit sich führen und auswerfen konnte (Gripp 1964, S. 189).

Gletschertor an einem norwegischen Gletscher. Anders als in den norddeutschen Moränen-gebieten besteht hier ein Gefälle aus dem Gletscher in das eisfreie Gelände. Die Ausflussöffnung liegt an freier Luft und kann als Tor ausgebildet werden. Das ausgeschwemmte Gesteinsmaterial besteht aus wenig abgeschliffenen, großen Brocken, da der Transportweg der norwegischen Talgletscher kurz und die mechanische Bearbeitung gering ist. Das Bild wird gezeigt, um den **Unterschied** zu den früheren Verhältnissen hierzulande deutlich zu machen.

3. Der Flensburger Sander

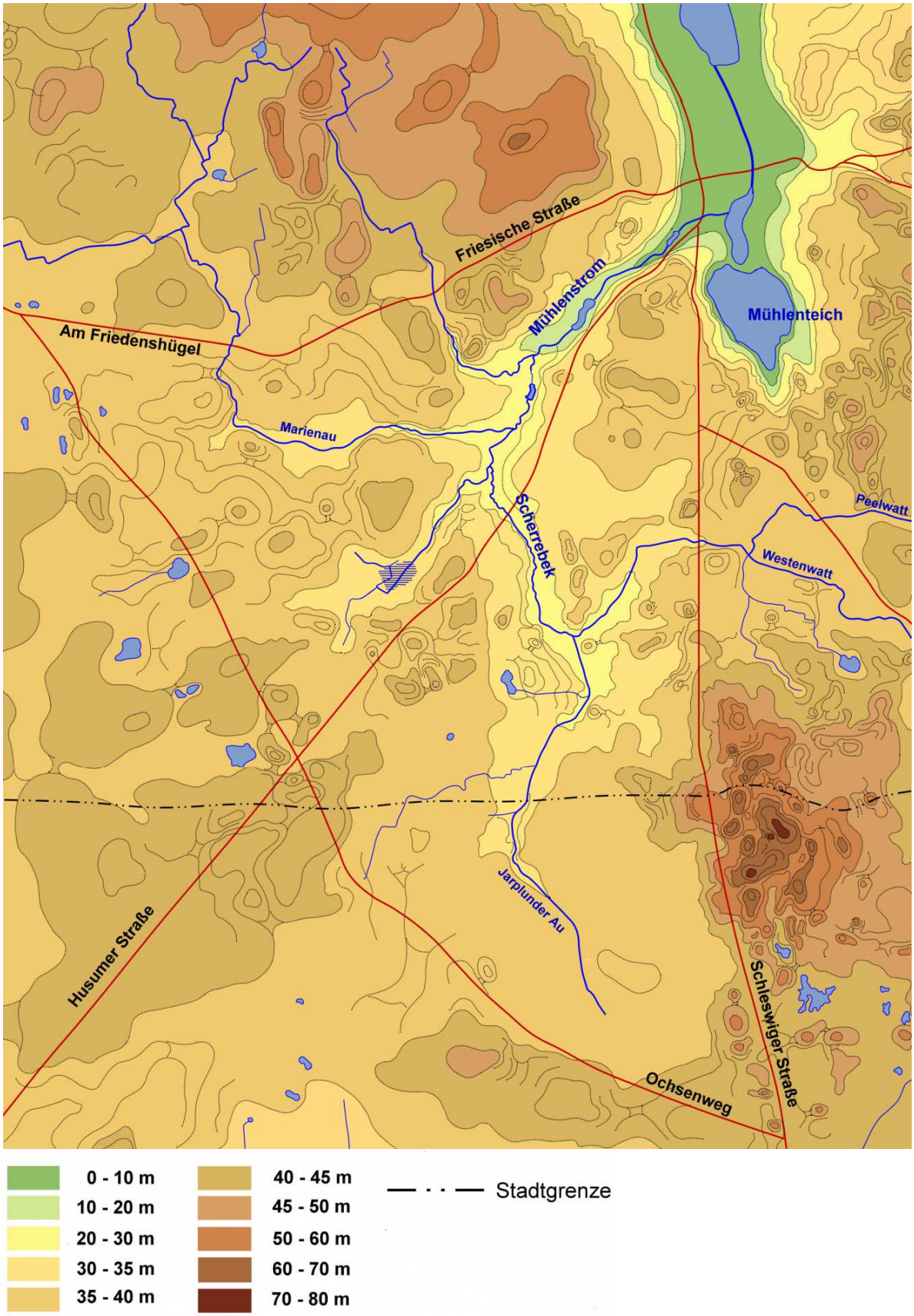
Der milchig weiße Gletscherfluss spülte seine Fracht aus Gesteinsmehl, Sand und Kies vor dem Eis zu einer ausgedehnten Schwemmsandebene auf. Sie bestand im Grunde aus einem Netz von Wasserläufen in einer Akkumulation aus Lockersedimenten und veränderte sich daher fortwährend, in Reaktion auf Witterung und Schmelzwassermenge. In Ruhezeiten konnte die Ebene bis auf größere Rinnen nahezu trocken fallen. In den durch Tages- und Jahreszeiten periodisch verstärkten Wasseraustritten schuf sich das Rinnensystem neu und neue Schmelzwasserabsätze bauten sich auf. Die durch keinen Pflanzenwuchs geschützten Schwemmsandflächen waren aber nicht nur der Auswaschung durch das strömende Schmelzwasser ausgesetzt sondern auch der Winderosion. Die beständigen kalten Fallwinde der Eisfront wirbelten Sand und feinen Gesteinsstaub auf und verlagerten ihn westwärts, wobei die Staubpartikel in die vielen Wasserläufe verblasen wurden oder weit im Westen, letztlich in der Nordsee landeten. Anders als an den älteren Eisrändern im Bereich der deutschen Mittelgebirge gab es in Schleswig-Holstein keine Höhenzüge, die die wertvolle Fracht hätten auffangen und als Löß sammeln können - hier waren die leichten, mineralreichen Bodenteilchen (bis auf wenige kleine Ablagerungsplätze im südlichen Schleswig-Holstein) verloren. Je länger das Land periglazial eisfrei lag, verlor es Bodenfruchtbarkeit. Zurück blieb im Bereich der Sandergeest eine verödete Sand- und Kieslandschaft, unterbrochen von Vermoorungen in den ehemaligen Schmelzwasserrinnen und Toteisträgen. Die Pflanzenwelt und die landwirtschaftlichen Bemühungen seitens des Menschen mussten nachfolgend mit einem recht nährstoffarmen und kaum bindigen Boden zurechtkommen.

Ein „Sander“ in kleinstem Maßstab: eine fein verästelte Wasserrinne im Ufersand an einem Kliff-Fuß der Flensburger Förde. Man denke sich hier anstelle des nieder rutschenden Lehms den Eisrand…

Die mit leichtem Gefälle nach Westen versehenen Sandergebiete sind im nördlichen Schleswig-Holstein und Jütland sehr breit (*geologische Übersichtskarte 1: 200.000, 1993). Solche Flächensander entstehen, wenn die Ausschüttung eines Gletschers große Ausmaße hat oder das vor dem Eis liegende Gebiet kein sehr ausgeprägtes Relief aufweist und eine Abfolge kleinerer Schmelzwasserüberläufe so dicht liegt, dass ihre Schüttungskegel sich überschneiden. Beides trifft auch für das Flensburger Gebiet zu. Die mit 35 m besonders hohe Position und die sehr kräftige Ausschüttung des Flensburger Gletschers sorgten dafür, dass weichselzeitliche Schmelzwassersande über Meynau und Soholmer Au sowie Süderau 40 km weit bis zu den nordfriesischen Inseln verfrachtet wurden (* Weiss). Die heutige Meynau im Norden, Jerrisbek und Treene im Süden führten damals große Mengen an Schmelzwasser den Urstromtälern im Westen zu. Darauf weisen die heute trocken liegenden, steilen Uferterrassen der weiten Talungen hin. Die heutigen, in Richtung Nordsee fließenden Flüsse und Auen sind stille Nachfahren der damaligen, wasserreichen Schmelzwasserströme.

Das Krusauer Tunneltal ist einigermaßen deutlich ausgeprägt erhalten geblieben. Die mergeligen Steilhänge, die flache Talsohle mit den gestaffelten Seenbecken, durch große liegengebliebene Toteiskörper entstanden, bilden ein markantes Profil. Die ehemalige Position des Schmelzwasseraustritts auf der Wasserscheide bei Padborg kann in etwa lokalisiert werden. Das südliche Tunneltal ist in Hafenbecken und Mühlenstromtal weniger erkennbar vorhanden. Der geflutete untere Teil schuf die Voraussetzungen für das charakteristische Flensburger Stadtpanorama, die Morphologie des Tales liegt heute unter der städtischen Bebauung verborgen. Der obere Teil des Mühlenstroms wurde spät- und postglazial durch die Umkehr der Fließrichtung zu einem Erosionstal mit weitgefächertem Einzugsgebiet umgewandelt. Die noch erhaltenen Abschnitte der Steilhänge können am ehesten zwischen B200 und Neumarkt wahrgenommen werden, allerdings ist der Zugang auf Grund der Bahntrasse und der Gewerbeansiedelung kaum möglich. Weiter südlich wurden vorhandene Talungen und Senken im Zuge später Schmelzwasserschüttungen mit Sand aufgefüllt. Über einem unebenen Relief entstand die Sanderebene des südlichen Stadtfelds, in die sich später das vergleichsweise weiträumig verzweigte Bachsystem des erosiven Mühlenstroms eingrub und das Flachmuldental der Scherrebek mit einigen kleineren Zuflüssen entstehen ließ. Für die Schmelzwasser-Austritte des Mühlenstrom-Eiskörpers können unterschiedliche Lokalitäten angenommen werden.

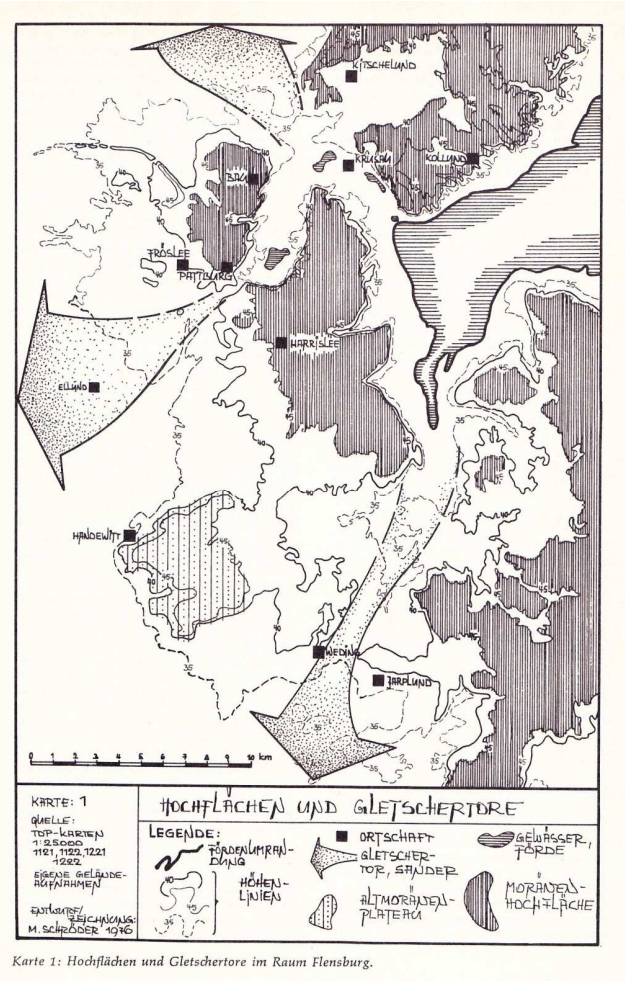
Ein Hauptschmelzwasseraustritt wird auf der Wasserscheide zwischen Jarplund und Weding vermutet (auf der Kartenskizze unten etwa mittig zwischen den beiden Altmoränen-Komplexen von Weiche/Weding und Jarplund).



Die Talmulde des Mühlenstroms mit seinen Zuflüssen. Die topographischen Angaben wurden von der Karte von 1879 (Königlich Preußische Landesaufnahme) übernommen und in Farbe übertragen. Geringfügige Abweichungen in den Höhenkonturen können auftreten. Zur Orientierung wurden heutige Straßenverläufe annähernd eingetragen

Da auf Grund der komplexen glazialen Überlagerungen und der Versandungen im Spätglazial die geomorphologische Beurteilung der heutigen Oberflächengestalt allein zur Analyse nicht genügt, können in glücklichen Fällen Bohrungen und Bodenanalysen die Interpretation der Landschaftsform ergänzen. Profile nach Bohrungen zeigen auf, dass nahezu überall in der schleswigschen Sandergeest die ältere, saalezeitliche Altmoränenlandschaft während der frühen Phasen der Weichsel-Kaltzeit nivelliert und in der Folge durch die weichselzeitlichen Sandschüttungen bis 15 m hoch überdeckt wurde (*Geokarte und Schröder 1977). Im Gebiet südlich der Rude weisen nur Bohrergebnisse auf die Existenz eines verborgenen, tief liegenden Tals unter den weichselzeitlichen Sanden hin (siehe unten). Die heutige Landschaftsgestalt verrät nichts davon.

Nach Gripp gehörte der Flensburger Gletscherteil gemeinsam mit dem breit lagernden Eckernförder Gletschereis zu den Eiskörpern, die sich in der Spätphase lange noch hielten, nachdem das über Angeln und Schwansen ausgebreitete Landeis bereits stark dezimiert war. Sie schütteten noch Schmelzwasser, als die kleineren Gletschertore,
z. B. das von Oeversee, bereits versiegt waren (*Gripp). Damals lag ein großer Toteisblock im Bereich des Sankelmarker Sees. Durch die andauernde, ergiebige Flensburger Schüttung entstand westlich von ihm ein lang gestrecktes, umfangreiches Sanderplateau. Der Lauf der Treene wurde in südliche Richtung abgedrängt, in ein Bett parallel zum Eisrand.
Der Kiesreichtum des Flensburger Sanders ließ in jüngerer Zeit im Norden und insbesondere im Südwesten, zwischen Weiche und Wanderup, bei Harrislee und Ellund sowie östlich von Kiskelund eine Vielzahl von Kiesgruben entstehen. Mit diesem Reichtum an Sand ist notgedrungen eine Armut an Bodengüte verknüpft.



Karte 1: Hochflächen und Gletschertore im Raum Flensburg.

Die nebenstehende Skizze stammt aus einem Aufsatz von M. Schröder:
„Bemerkungen zur Eisrandlagengenese im Raum Flensburg des deutsch-dänischen Grenzgebietes“ (1977) - und zeigt in markanter Darstellung die Richtung der drei großen Schmelzwasseraustritte des Flensburger Gletschers.

4. Moränenablagerungen

Das Landeis hat auf seinem langen Weg viel Gestein vom Untergrund losgerissen und über hunderte von Kilometern südwärts transportiert. Der im Eis eingebackene Gesteinsschutt, vom gewaltig großen Felsbrocken bis zu gefrorenen Schollen aus früher abgelagertem Bodenmaterial, wurde beim Transport seiner Härte entsprechend abgeschliffen oder zertrümmert und letztlich fein zermahlen. Diese gemischte Fracht wurde durch das Abtauen des Eises freigesetzt, als seitliche und frontale Moränenwälle am Eisrand und als Grundmoräne unter dem Eis. Wenn zu dem kontinuierlichen Absetzen die pressende Schubwirkung des Eises hinzukam und die Moränenwälle am Eisrand gestaucht und aufgeschoben wurden, konnten markante und steile Hügel entstehen, wie die Stirnmoräne der westlichen Höhe (in der Marienhölzung mit noch heute 65 m über dem Meeresspiegel) oder in den Hornholzer Höhen. Auch wenn die ursprünglichen Höhendifferenzen und die Schroffheit der glazialen Landschaft heute nicht mehr erlebt werden können, ist der Blick von Randmoränenkante hinunter in das Tal immer noch eindrucksvoll.

Randmoränenkante nahe Quellental, Innenförde

Im Osten des Scherrebektals ragen die Stauchendmoränen der Hornholzer Höhen auf - mit einer für Angeln beachtlichen Höhe von heute noch 63 m. Bevor der inzwischen beendete Kies- und Findlingsabbau ihnen die Kuppen raubte, betrug ihre Höhe sogar 71 Meter. An klaren Tagen reichte der Fernblick von dort bis zur Nordsee. Dieser auf engem Raum hohe Hügelkomplex wurde während seiner Entstehung von zwei Seiten durch das Eis zusammen geschoben und zurückgelassen: von Norden her durch den Fördegletscher und von Osten her durch die Westangelner Eisfront. Die Hornholzer Höhen bestehen aus Geschiebemergel, allerdings partiell von Sanden überlagert.

Die ursprünglich um einiges höher als heute aufragende Handewitter Altmoräne war als Erhebung vom weichselzeitlichen Eisvorstoss ausgespart geblieben. Es sind jedoch, vor allem im Nordosten, Anlagerungen des weichselzeitlichen Hauptvorstoßes zu verzeichnen. Auch haben sich über den sandig-lehmigen Braunerden, die von der älteren saalezeitlichen Vereisung stammen, während der letzten Vereisung Flugsande abgelagert. Der südliche Teil ist heute vom Handewitter Forst bedeckt, im Norden erstrecken sich Koppeln.

Was ist Geschiebemergel?

Im Unterschied zu den ausgewaschenen und nach Gewicht sortierten und schichtweise deponierten Schmelzwassersanden bestehen die Moränenablagerungen aus einem unsortierten Gemenge aus schluffigem Ton, Kalk, Sand, Kies und größeren Steinen. Dieses komplexe, aus dem Gletscher abgesetzte Moränenmaterial wird im internationalen Sprachgebrauch als Till bezeichnet (allgemein gebräuchlich ist jedoch nach wie vor die ältere Bezeichnung Geschiebemergel). Unterschiedliche Zusammensetzung und Ablagerungsprozesse lassen verschiedene Tillarten entstehen.

Da die Grundmoräne als Gletschersediment unter dem Eis durch den schleifenden Druck des Gletschers gebildet wird, besteht sie in der Hauptsache aus einem sehr fein zermahlenen, geröllhaltigen Mineralgemenge. Sofern sie nicht ausgespült wurde, enthält sie noch alle mineralischen Komponenten, aus denen die vom Gletscher mitgeführten Ursprungsgesteine bestanden hatten, insbesondere Karbonate.

Ein abgerutscher, kompakter Klumpen Geschiebemergel am Strand, Flensburger Außenförde

Dank der ausgedehnten Kalksteinvorkommen in der südöstlichen Ostsee einschließlich der weißen, weichen Schreibkreide kann der Till sehr kalkreich sein. Enthält er Gerölle der Schreibkreide oder Kreideschlammablagerungen, ist sein Kalkreichtum mit bloßem Auge zu erkennen. Die häufig in den unteren Lagen eines Kliffs aufgeschlossenen, sog. „blauen“ Lehme enthalten vielfach einen hohen Anteil verarbeiteter ordovizischer und silurischer Kalke aus dem Ostseegebiet. Wegen seines Mineralreichtums liefert kalkreicher Till dem Landbau sehr fruchtbare Böden. Je nach Prozentanteil von Ton und Kalk werden Kalkmergel oder Tonmergel unterschieden.

Grundmoräne mit eingeschleppten kalkreichen Strukturen (Schreibkreide), Kliff auf der großen Ochseninsel

Flachkuppig hügelige, vielfach ungestörte Grundmoräne liegt verbreitet in den Landschaften von Angeln und Schwansen, gegliedert durch gestaffelte Moränenzüge, die unterschiedliche Stadien des Vereisungsrandes markieren. Angeschlossen an diese Moränenzüge, sprich temporäre Eisrandlagen, sind die dazu gehörenden Sander. Diese isolierten Binnensander wurden meist durch nachfolgende Eisbewegungen gestaucht und mit Grundmoräne vermischt. Die überwiegende Grundmoräne schenkt dem Östlichen Hügelland eine gute Bodenfruchtbarkeit - im Unterschied zur Sandergeest. Das trifft weitgehend auch für die Moränenhochlagen im Osten der Stadt zu.

Grundmoränekliff
an der Ostsee

Weitgehend ebene
Grundmoränenlandschaft in
Angeln,
Blick vom Bismarckturm,
Scheersberg, Nübel

In den Eisrandgebieten des westlichen Flensburger Umlandes und insbesondere südlich der Förde wurde zwar auch während der großen Eisvorstöße unter dem Eis Grundmoräne gebildet, aber durch nachfolgende Vorgänge wurde sie in vielfacher Weise gestört - gestaucht, verlagert, ausgespült und von Sand überdeckt. Entsprechend vielfältig sind die Bodenverhältnisse. Isolierte Mergelvorkommen unfern von Kiesgruben und Mooren wie beispielsweise im Gebiet von Jarplund-Weding sind keine Seltenheit. Ähnlich heterogen war die Situation auf der westlichen Höhe. Die Stirnmoränen von Harrislee und Wassersleben sowie der Rude sind im Kern Altmoränenkomplexe, die vielfach und im Einzelnen nicht rekonstruierbar überlagert wurden. Die Geokarte zeigt als heutige Oberfläche einen Flickenteppich an aufliegendem weichselzeitlichem Till, Ton, Sand, auch Flugsand, Beckensanden und Torf aus vermoorten Seeablagerungen. Die heutige Oberflächengestalt ist durch künstliche Aufschüttungen zum Reliefausgleich, durch Abtragung zur Bodennutzung und durch Baumaßnahmen stark verändert. Abgesehen von den bewaldeten Steilhängen dürfte kaum noch in der Umgebung der Stadt ein ursprüngliches Bodenrelief erhalten sein.

Einen kleinen Eindruck von der bewegten Entstehungsgeschichte unseres Bodens können hingegen die offenen Steilufer am Strand vermitteln.

Naturstrand an der Flensburger Innenförde.
Der seit der Eiszeit gestiegene Wasserspiegel löst mit seinem Wellenschlag das Bodenmaterial (Till) aus dem Klifffuß. Die frei geschwemmten Steine bleiben liegen und machen den Steinreichtum der Ostseestrände aus.

Infolge der Flutung der Fördentäler - etwa ab 5000 v. Chr. - und durch den weiterhin steigenden Meeresspiegel haben Erosion und Wellenschlag die Talhänge angenagt und insbesondere an exponierten Stellen aktive Kliffs entstehen lassen. Hier gibt der Boden etwas von seinem Aufbau, von der Abfolge glazialer Ablagerungen und Stauchungen preis. In den Kliff-Aufschlüssen im Allgemeinen gut zu erkennen sind der feste, von verstreuten Geröllen unterschiedlicher Größe durchsetzte Geschiebemergel, dazwischen eingelagert flache Bänder und Streifen von sandigen Schmelzwasser-ablagerungen und - meist im Bereich des Klifffußes - dunkle, sehr feine Tonablagerungen.
Eine Besonderheit zeigt sich u. a. am Habernisser Kliff und bei Langballigholz. Hier wurden ältere eemzeitliche Tone, die aus der Warmzeit vor der Weichselvereisung stammen, in Schollen über den Geschiebemergel geschoben.

Geschiebemergel über Schmelzwassersanden mit fossilen Wellenrippeln. Unter den glazifluvialen Sandablagerungen liegt eine ältere, sandreiche Grundmoräne.
Kliff Broager, Frydenlund, DK, Flensburger Außenförde

Die Flensburger Förde ist bekannt für ihre reichen Vorkommen an steinfreien Beckentonen. Sie gehen auf staubfeine Ablagerungen zurück, die sich während Phasen geringerer oder zurückgehender Vereisung in Eisstauseen im Fördetal anreicherten. Besonders auf den Halbinseln Holnis und Broager, aber auch an etlichen Strandabschnitten der Außenförde kann der Strandwanderer auf Ziegelbruch stoßen, der aus hier ehemals ansässigen Ziegelmanufakturen stammt, die die Beckentone als Rohmaterial für die Ziegelherstellung nutzten.
Die Uferhänge der Flensburger Innenförde sind durch lokalen Uferschutz und Bebauung weitgehend ruhig gestellt, nur an wenigen Stellen ist Naturstrand erhalten. Die Außenförde ist hingegen in weiten Partien ursprünglich geblieben. An einigen Stellen - insbesondere Habernis Spitze sowie Broager Borreshoved und Skeldekoppel - sind die aufragenden Ufer so exponiert, dass in jedem Jahr Landverlust stattfindet.
Dass die Ruhigstellung bewachsener Steilhänge letztlich nur temporär ist, zeigten die jüngsten Hangrutschungen im Bereiche des Wanderweges zwischen Ostseebad und Wassersleben.

offenes Grundmoränekliff, Broager Skeldekoppel, Flensburger Außenförde

5. Erosion

Die glazial abgelagerten Landmassen wurden durch die Erosionsvorgänge im Spät- und Postglazial bearbeitet und weiter ausgeformt. Unter den arktischen Klimabedingungen wirkten Wind- und Wassererosion gravierend, erst später bremste die sukzessiv sich entwickelnde Pflanzendecke das Bodenfließen und die Bodenabtragung.

Das damalige Landschaftsrelief hat während der letzten 10.000 Jahre an Prägnanz verloren - die Höhen wurden flacher, die Täler durch Sedimenteintrag erhöht, die Steigungen sanfter. Auch heute noch werden durch stürmische Winde Bodenkrume und Sand von freien Bodenflächen aufgewirbelt und an Wallhecken abgelagert oder in die Auen geweht. Vor allem in den Wintermonaten können Wind, Regen und Frost flächigen oder punktuellen Bodenabtrag bewirken - wenn auch vergleichsweise minimal. Aus dem Flensburger Sandergebiet wurde bei Fröslev ein großer Komplex von Flugsanddünen zusammengeweht. Kleinere Flugsandanhäufungen liegen verstreut auf den Harrislee-Wasserslebener Altmoränenhochflächen und nördlich der Handewitter Altmoräne. Auch im Scherrebektal liegen unter der Humusschicht stellenweise feinste Flugsande.

Im Bereich der Eisrandlage und insbesondere im Nahbereich der heutigen Ostseeküste erfuhr das Bodenrelief eine - im wahrsten Wortsinn „einschneidende“ - Umgestaltung durch die zum Ende der Vereisungsperiode einsetzende **Entwässerungsumkehr**.

Was ist darunter vorzustellen? Die immer höher aufgeschobenen Endmoränenablagerungen und die wachsenden Sanderaufspülungen vor dem Eisrand wirkten als Barre. Unter dem allmählich nachlassenden Druck des anfallenden Schmelzwassers konnte sie nicht mehr durchbrochen werden, das Wasser nicht mehr nach Westen abfließen. Es staute sich in einer Kette von Eisstauseen am Eisrand. Dann, mit dem nieder tauenden Eis, kam der Zeitpunkt, da das Schmelzwasser nicht mehr aus dem Eis zum Eisrand floss, sondern umgekehrt das am Eisrand gesammelte Wasser nach Osten zurückströmte. Die vom Eis und Schmelzwasser ausgeschürften, subglazialen Rinnen wurden nun zum Bett wasserreicher Bäche und Flüsse in umgekehrter Fließrichtung. Da das Eis in gefrorenem Zustand ein wesentlich größeres Raumvolumen ein nimmt als in geschmolzenem und da die Landeismasse in erheblichem Maße auch von der Sohle her taute, bildeten sich ausgedehnte Hohlräume und Tunnel im Eis. Über

ein tiefes subglaziales Rinnensystem in der westlichen Ostsee strömte das eisrandnahe Schmelzwasser in die gewaltigen Tunneltäler der dänischen Belte und über Kattegat und Skagerrak in die damals trocken liegenden Nordseegebiete (*Hinweis H.-J. Stephan). Später, mit dem allmählichen Tauen der Eismassen im südlichen und mittleren Ostseebecken flossen die Wässer der frühen Nacheiszeit dorthin in tief liegendes Terrain ab und sammelten sich zu einem riesigen See, dem baltischen Eisstausee, einer Frühform der heutigen Ostsee. Während der Kaltzeit hatten bis 3 km mächtige Eismassen die gesamte baltische Region durch ihr ungeheures Gewicht tief in die Erdkruste gedrückt. Das Ostseebecken lag um einige hundert Meter tiefer als heute. So gab es große tiefliegende Gebiete, die nun mitsamt allem noch vorhandenen Resteis zum Sammelbecken des zurückströmenden Schmelzwassers wurden. Auf der jütischen Halbinsel entstand nahe der Ostseeküste eine neue Wasserscheide zwischen West und Ost, zwischen der Nordsee und der späteren Ostsee.

Mit dem Abschmelzen des Eises setzte eine Landhebung ein, die noch heute andauert. Eine schwache Gegenbewegung lässt die norddeutsche Küstenregion umgekehrt beständig um sehr geringe Werte absinken.

Die Permafrostböden der frühen Nacheiszeit ließen eine intensive Oberflächenerosion zu. Wind und Regenwasser wirkten in das ungeschützt liegende Land ein. Die Moränenhänge entlang der großen Fördentäler wurden angenagt; es bildeten sich vergleichsweise kurze, steile Kerbtäler aus.

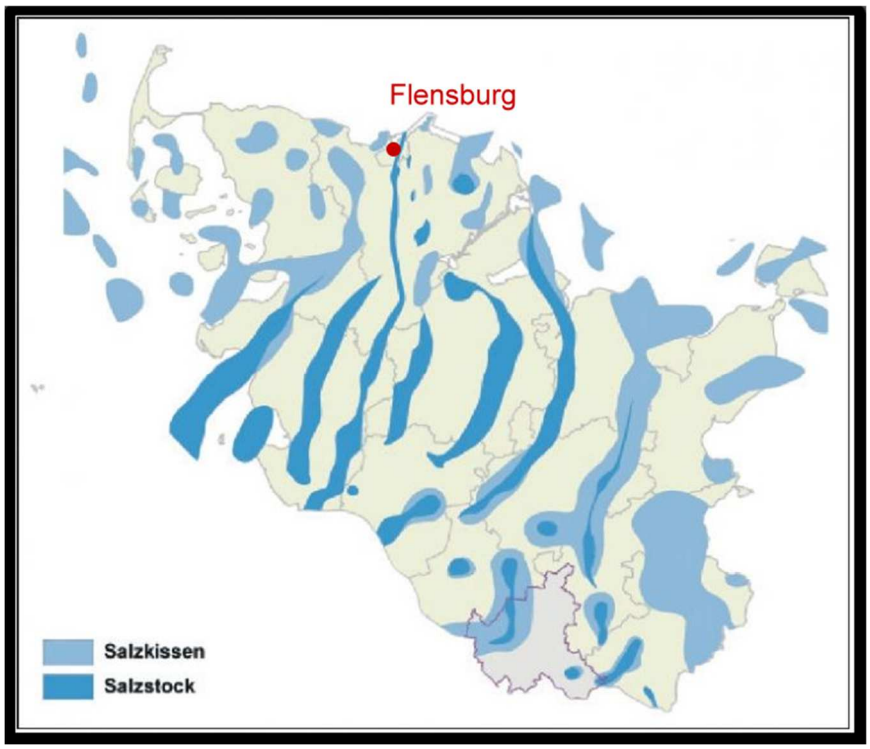
Auch in der Innenförde gibt es eine Vielzahl dieser Erosionstäler. Im Flensburger Stadtgebiet sind die Bachläufe dieser Täler heute notwendigerweise partiell verrohrt, z. B. Glimbaek, Schwarzentalbach und Teile von Osbek, Mühlenbeek, Gleisbach und Mühlenstrom.

Kleines Erosionstal im Kollunder Wald, Flensburger Förde

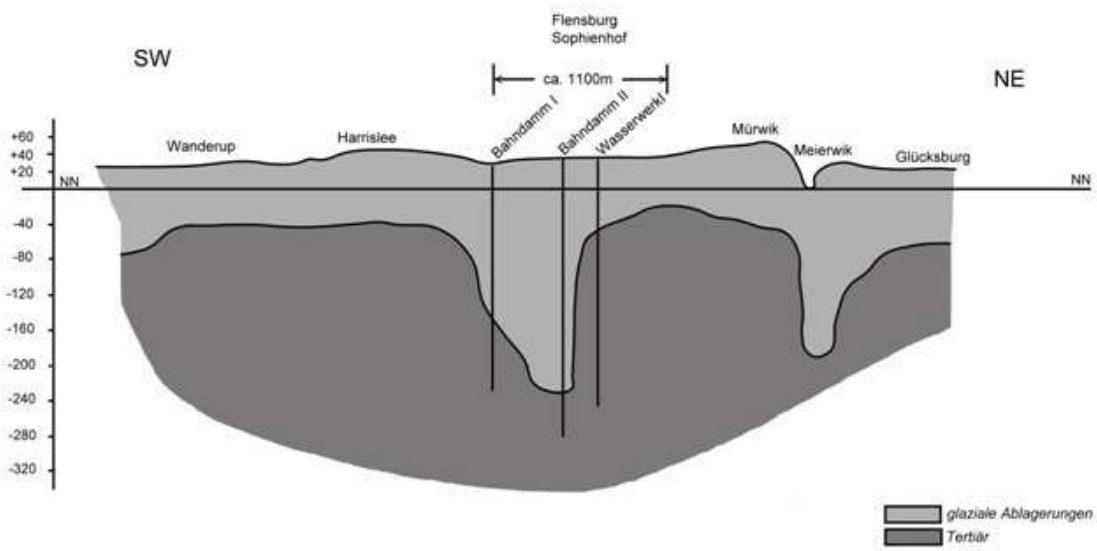
6. Ein verschüttetes Tal

Im Süden der Stadt liegen besondere und sehr interessante geologische Verhältnisse vor, verborgen unter der sanftwelligen Wiesenlandschaft des Scherrebektales. Sie wurden durch Tiefbohrungen im Bereich Sophienhof südlich des Bahndammes in den Jahren 1962 – 1967 offenkundig. Damals wurde im Zuge der Wasserexploration, die später zum Bau des Wasserwerks Süd führte, überraschenderweise eine von glazialen Sedimenten verschüttete, fast 200 m tiefe, schmale Trogbildung festgestellt (*Johannsen 1970). Dieser Trog setzt sich sowohl nach Norden, etwa dem Verlauf des Hafenbeckens folgend, als auch nach Süden fort. Was ist die Ursache für diesen auffallenden Bruch im Relief des Untergrundes?

Eine große, sehr tief liegende tektonische Störung zieht in N – S Richtung durch den Flensburger Raum. In ihrem Verlauf grenzen die westschleswigsche und die ostholsteinische Scholle aneinander, was in der Vergangenheit bis ins Eiszeitalter hinein zu Brüchen und Verschiebungen geführt hat (*Johannsen). In solchen Schwächezonen gerät das in der Tiefe liegende, unter Druck plastische Salz (aus Ablagerungen des Zechsteinmeeres im Erdmittelalter) in Bewegung. Schleswig-Holstein ist durchzogen von einem sehr bewegten Relief hoher und steiler Salzmauern, allesamt parallel in ungefähr nordsüdlicher Richtung liegend. Sie bildeten sich auf Grund der Fließfähigkeit des Salzes, das in tektonischen Schwächezonen aufsteigt.
Eine Karte der Salzstrukturen zeigt, dass der längste der Diapire im norddeutschen Raum – vom Teufelsmoor in Niedersachsen bis nach Süddänemark reichend – hier im Landesteil Schleswig exakt dieser Schollennaht folgt.



Diese Abbildung zeigt die Verteilung von flachen Salzkissen und Salzstöcken im Untergrund von Schleswig-Holstein



Bildquelle (ergänzte Skizze): GÜK 250, LLUR Schleswig-Holstein

Die Profilskizze mit Lokalitäten von 3 Tiefbohrungen südlich von Flensburg vermittelt einen Eindruck von der unter dem östlichen Flensburg liegenden Salzstruktur (stark vereinfacht nach Angaben in Johannsen 1970).

Im Profil zeigt sich, dass die hoch aufragende Salzmauer auf beiden Seiten von tiefen Talbildungen begleitet wird. Das aufdrängende Salz ließ seitlich Gesteinspakete einbrechen und niedersinken. Der Flensburger Abschnitt des Salzhorstes liegt auf der Linie Sankelmarker Moränengebiet - Hornholzer Höhen - Sünderup - Mürwik. Die westlich begleitende Senkung wurde mit den Bohrungen im Bereich des Wasserwerks Süd und am ehemaligen Bommerlunder-Gelände/Schleswiger Straße aufgedeckt. Sie stellt eine tiefliegende schmale Rinne dar. Erst in etwa 230 m Tiefe ab Oberfläche liegen originale tertiäre (präglaziale) Braunkohlensande und Glimmertone
(* Johannsen), über ihnen bis ca. 60 m u. NN von den Seiten eingebrochenes, umgelagertes Material. Das Tal existierte also lange vor den Kaltzeiten und wurde von dem vorrückenden Eis lediglich etwas weiter ausgeräumt und - bis zur letzten Verfüllung - als Form bewahrt.

Eine beschauliche Weidelandschaft liegt über dem tiefen, verfüllten Trogtal - und verrät nichts...

Möglicherweise bestand das Tal als südlicher Arm des Fördegletschers noch in der Frühzeit der Weichselvereisung - in Fortsetzung von Mühlenteichniederung und Kockeschünegang - und wurde erst in späteren Phasen durch Moränenablagerungen und Sande verschlossen und gänzlich verschüttet. Eine auf der geologischen Karte
(*Fl-Süd 1222) verzeichnete, bis nach Weiche reichende späte Schmelzwasser-Kiesschüttung nimmt vom Raum Valentiner Allee aus ihren Anfang, sodass zumindest temporär hier ein spätglazialer maßgeblicher Schmelzwasseraustritt vermutet werden kann, als eine Schüttung aus der südlichen Gabelung des Fördegletschers.
Es gibt zu denken, dass im Verlauf der Scherrebek als Oberlauf des Mühlenstroms Bohrungen eine recht hoch liegende saalezeitliche Moräne mit aufliegender weichselzeitlicher Decke (≥ 20 m) unter Schmelzwassersand nachweisen konnten (*Fl-Süd 1222). Diese unter dem Sand liegende Erhöhung reicht von der Rude bis nach Weiche. Es gibt keinen Hinweis auf eine weitergehende tiefliegende Talbildung im oberen Verlauf des Mühlenstromtals. Das stellt die Annahme eines Tunneltals im Bereich des Mühlenstroms - vergleichbar dem Krusauer Tal - zumindest für den oberen Teil bis zu einem angenommenen Gletschertor am Ochsenweg in Frage.

Die tiefliegenden, eiszeitlich verfüllten tertiären Rinnen und Tröge stellen wertvolle Grundwasservorkommen dar. Auch die Rinne im Süden der Stadt ist ein sehr ergiebiger, natürlicher Wasserspeicher. In vier, zwischen 200 und 300 m tiefen Brunnen entlang des Bahndamms wird seit 1970 Wasser von guter Qualität gefördert.

Das schlichte Gebäude des Wasserwerks Süd, erbaut 1970

Flensburg war stets besonders gut mit frischem Wasser versorgt. Das war von vorgeschichtlicher Zeit an ein großes Plus für siedelnde Menschen. Waren es zunächst die vielen Bäche und Quellen in den steilen Moränenhängen, die diese unverzichtbare Ressource bereithielten, sind es heute die reichen Vorkommen in der Tiefe, am Ostseebad und hier im Süden, die den Bedarf der Stadt abdecken.

Literatur (lt. Anmerkungen):

Duphorn, Karl et al.: Die deutsche Ostseeküste. In: Sammlung Geologischer Führer, Bd. 88. Stuttgart 1995.
Geologische Übersichtskarte 1:200.000 CC 1518 Flensburg, Hannover 1993
Geologische Übersichtskarte von Schleswig-Holstein 1:250.000 (GÜK 250)
Gripp, Karl: Die Entstehung der Landschaft Angeln, in: Jahrbuch des Angler Heimatvereins 1954
Gripp, Karl: Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. Neumünster: Karl Wachholz Verlag 1964.
Hill, Th., Zich, B.: Von Wegen. Auf den Spuren des Ochsenweges (Heerweg) zwischen dänischer Grenze und Eider, Flensburg 2002
Johannsen, Alfred: Tektonischer Einfluss auf tertiäre und quartäre Sedimentverteilung im Flensburger Raum, Meyniana Nr. 20. Kiel 1970
Koenigswald, Wighart von: Lebendige Eiszeit, Klima und Tierwelt im Wandel, WBG Darmstadt 2002
Polensky, Roland und Riedel, Wolfgang: Kurzgefasste Grundlinien einer Stadtgeologie von Flensburg in: Die Heimat, 91. Jg. Neumünster 1984, S. 270-279
Riedel, Wolfgang und Schröder, M.: Neue Beobachtungen zum Rand der letzten Vereisung im deutsch-dänischen Grenzraum bei Flensburg, in: Die Heimat 1976
Schröder, Manfred: Bemerkungen zur Eisrandlagengenese im Raum Flensburg des deutsch- dänischen Grenzgebietes, in: Die Heimat 1977
Smed, Per: Landskabskort over Danmark. Blad 3. Sønderjylland. Geografforlaget
Stephan, Hans-Jürgen: Zur Entstehung der eiszeitlichen Landschaft Schleswig-Holsteins (Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst. Bd. 68) Kiel 2003
Strehl, E.: Geologische Karte von Schleswig-Holstein 1:25000 , 1222 Flensburg Süd, Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein, Kiel 1995
Weiss, E. N.: Bau und Entstehung der Sander vor der Grenze der Würmvereisung im Norden Schleswig-Holsteins, Meyniana 7, Kiel 1958
W. Wolff: Die Entwicklungsgeschichte der Flensburger Gegend in: Voigt, Chr. (Hrsg.): Flensburg, ein Heimatbuch Bd. 1, Flensburg 1929