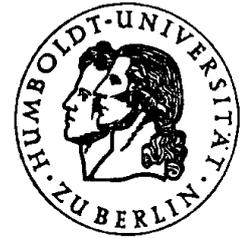


ARBEITSBERICHTE



Geographisches Institut, Humboldt-Universität zu Berlin

R. Kleßen & S. Breitenbach (Hrsg.)

Schweden

Exkursionsführer zur Hauptexkursion im Sommer 2002

Heft 83

Berlin 2003

Schweden
Exkursionsführer zur Hauptexkursion im
Sommer 2002

R. KLESSEN & S. BREITENBACH (Hrsg.)

vom 16.08.-30.08.2002

0.1 Editorial

Dieser Exkursionsbericht wurde mit größtmöglicher Sorgfalt editiert. Trotzdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich hier und da Fehler einschleichen konnten. Hierfür bitte ich beim Leser um Verständnis.

Das Layout wurde unter Nutzung von $\text{\LaTeX}2_{\epsilon}$ erstellt. Angesichts der Dynamik des Internets und damit möglicherweise schneller ‘Metamorphose’ oder ‘Mutation’ oder sogar plötzlichen ‘Aussterbens’ gefundener und benutzter Webseiten kann von den Autoren keine Garantie für die Inhalte gewährt werden. Zumindest bis Redaktionsschluß waren die Seiten aktuell.

© Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks, der Herstellung von Mikrofilmen und der photomechanischen Wiedergabe, sind vorbehalten. Auf Anfrage kann allerdings gern eine Berechtigung erteilt werden. Dazu wende der Leser sich bitte an folgende Kontaktadresse:

sebatroll@web.de

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen und Warenbezeichnungen usw. in diesem Skript berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sebastian Breitenbach
Berlin, Februar 2003

Kapitel 1

Einführung

Dieses Heft der Arbeitsberichte ist als Exkursionsführer konzipiert worden mit der Idee, als Nachfolger und als Erweiterung zum schon bestehenden Exkursionsführer¹ zu dienen. Daher sind einige Themen weniger umfangreich erläutert, andere dagegen genauer oder wurden neu einbezogen.

Natürlich ist den Autoren bewußt, dass keiner der Beiträge ausschöpfend und vollständig sein kann. So besteht denn auch kein Anspruch in diese Richtung; es soll dieses Heft nur dazu dienen, zu zeigen, welche Orte wir unter welchen Gesichtspunkten besuchten (eben ein "Arbeitsbericht"!) und vielleicht auch mit Hilfe der Bibliographien in den einzelnen Kapiteln Hinweise auf weitere Informationen geben. Möge es bei vielen weiteren Fahrten anderer Skandinavienfreunde gute Dienste als Informationsquelle leisten und beim geneigten Leser ein wenig Fernweh aufkommen lassen!

Im allgemeinen Teil werden einige wesentliche Grundzüge zur Geographie Schwedens beschrieben, die zum Verständnis der Exkursionsroute beitragen und dem Leser sowohl die naturräumlichen Gegebenheiten, als auch einige wenige anthropogene Faktoren aufzeigen sollen.

Der Exkursionsteil dieses Berichtes ist dann ausführlicher ausgewählten Stationen unserer Exkursion gewidmet, wobei wir die für uns wichtigsten herausgriffen. Diese subjektive Auswahl stellt alle nicht aufgenommenen Exkursionspunkte nicht hintan, nur sind sowohl der Platz in diesem Heft, als auch die Bearbeiterzahl begrenzt, weshalb eine Auswahl unerlässlich wurde.

Viel Spass!

¹KLESSEN, R. & LEY, M. (Hrsg.): Exkursion nach Schweden. In: Arbeitsberichte des Geographischen Institutes, Humboldt-Universität zu Berlin, Heft 20, 2.Auflage, Berlin 2002

1.1 Vorwort der Studenten

(von Sascha Kardaetz)

Die nachfolgenden Arbeiten beziehen sich auf die 14-tägige Hauptexkursion nach Süd- und Mittelschweden des Geographischen Institutes der Humboldt-Universität zu Berlin im Sommer 2002. Dabei fanden neben Seminararbeiten vor allem auch Reiseprotokolle Verwendung. Für diese wundervolle und äußerst lehrreiche Exkursion ist ganz besonders unserem Exkursionsleiter Dr. Kleßen zu danken, der die gesamte Exkursion schon im Vorfeld aufs gründlichste vorbereitete. Dabei "opferte" er sogar seinen Urlaub, um sich wenige Wochen vor Beginn der Exkursion von einigen Exkursionspunkten ein eigenes Bild zu machen. Durch die individuelle Planung und Gestaltung ist es gelungen, die Kosten der Exkursion auf ein Minimum von knapp 350 Euro zu drücken und somit sogar noch unter den Ausgaben vieler inländischer Hauptexkursionen zu bleiben. Besonders erwähnenswert sind hier vor allem die Selbstversorgung, die Unterbringung in Jugendherbergen und die Selbstverwaltung der Finanzen durch die Studenten. Es ist erstaunlich, wie billig Hauptexkursionen mit vorzüglichem Inhalt gestaltet werden können, wenn man nur etwas Eigeninitiative an den Tag legt. In Anbetracht der doch häufig knappen finanziellen Ressourcen von Studenten kann und sollte die Organisation als Vorbild für weitere Exkursionen dienen. Besonderer Dank soll Sabine Jordan und Jan Fiedler zukommen, die diese Hauptexkursion privat begleiteten und an vielen Punkten mit sehr gutem Fachwissen aushelfen konnten. Vor allem Sabine Jordans Beziehungen zur Universität Uppsala und die dadurch ermöglichten Kontakte zu momentanen Forschungsprojekten, sowie ihre Schwedischkenntnisse waren äußerst hilfreich. Unvergesslich wird uns allen sicherlich die Moorbohrung mit Thomas Giesicke bleiben, bei der nicht nur theoretisches Wissen endlich praktisch angewendet werden konnte, sondern auch endlich mal die Flug- und Klebeigenschaften von Torfen, Mudden und Tonen thematisiert wurden. Letztlich bleibt anzumerken, dass diese Exkursion in allen Punkten die Erwartungen übererfüllt hat und dies vornehmlich der Verdienst des Exkursionsleiters ist, der bewies, dass Engagement mehr zählt als akademischer Rang.

Die Studenten

1.2 Vorwort des Exkursionsleiters

Ein Resümee nach dieser Exkursion zu ziehen, fällt nicht schwer, da die Erinnerungen daran insgesamt sehr positiv ausfallen. Schon während der Informationsveranstaltung vor der Einschreibung gewann ich den Eindruck, dass Skandinavien unter unseren Studierenden ein sehr beliebtes Studien-, Wander- und Urlaubsgebiet darstellt, was sich mit der Einschreibung (62 Bewerbungen als Erstwunsch) bestätigte. Für die große Bewerberzahl gibt es natürlich weitere Gründe, wovon das recht preisgünstige Exkursionsangebot (380.- Euro für 15 Tage mit Übernachtung, Selbstverpflegung, Eintrittskosten, Fähr- und Benzingeld) sicher ein recht wesentlicher war. Bei der Teilnehmerauslosung hatte "Fortuna" wohl kräftig mitgewirkt, denn die 15 "Kandidaten" erwiesen sich als eine sehr engagierte, leistungsfähige, selbständige, belastbare und freundliche Gruppe, wenngleich die Erwartungen an die thematische Ausgestaltung der Exkursion durchaus unterschiedliche waren. Eine Gruppe von mehr geologisch bzw. physisch-geographisch Interessierten dominierte, aber einige mehr kultur- bzw. stadtgeographisch Orientierte wollten und sollten auch zu ihrem Recht kommen.

Im Gesamtverlauf des vorbereitenden Seminars wurden gute und sehr gute Referate präsentiert sowie zum Teil eine lebhaft Diskussion geführt. Dies war wohl vor allem deshalb gelungen, weil alle Teilnehmer bei der Themenwahl ihr Mitgestaltungsrecht auch wahrgenommen hatten und dadurch gut motiviert waren. Während und auch nach der Exkursion sind alle inhaltlichen Anforderungen (Hausarbeit, Exkursionsprotokoll) mit Engagement und Pünktlichkeit erfüllt worden.

Eine abwechslungsreiche Exkursionsgestaltung in der zweiten Exkursionswoche kam durch die tatkräftige Hilfe mehrerer Personen zustande. Sabine Jordan organisierte uns eine Führung in der CO²- und Energiebilanz-Waldmessstation Noranda und zeigte uns Alt-Uppsala. Thomas Giesecke, zur Zeit Promovent an der SGU in Uppsala, erläuterte uns die Landschaftsgenese von Uppland am Beispiel von zwei Moorkernen, die wir mit ihm selbst bei einer Bohrung gewonnen hatten. Weiterhin vermittelte er uns die Besichtigung der Kartenabteilung der SGU und den Kauf so mancher speziellen thematischen Karte. Maria Heydenreich brachte ihre reichen Skandinavistik-Kenntnisse bei einer klug geführten Stockholm-Exkursion zur Geltung und Jens Gläser stellte uns Kalmar vor. Allen genannten Aktiven sei hier nochmals herzlich gedankt.

Eine meiner Hauptsorgen, das tägliche selbständige Zubereiten aller Mahl-

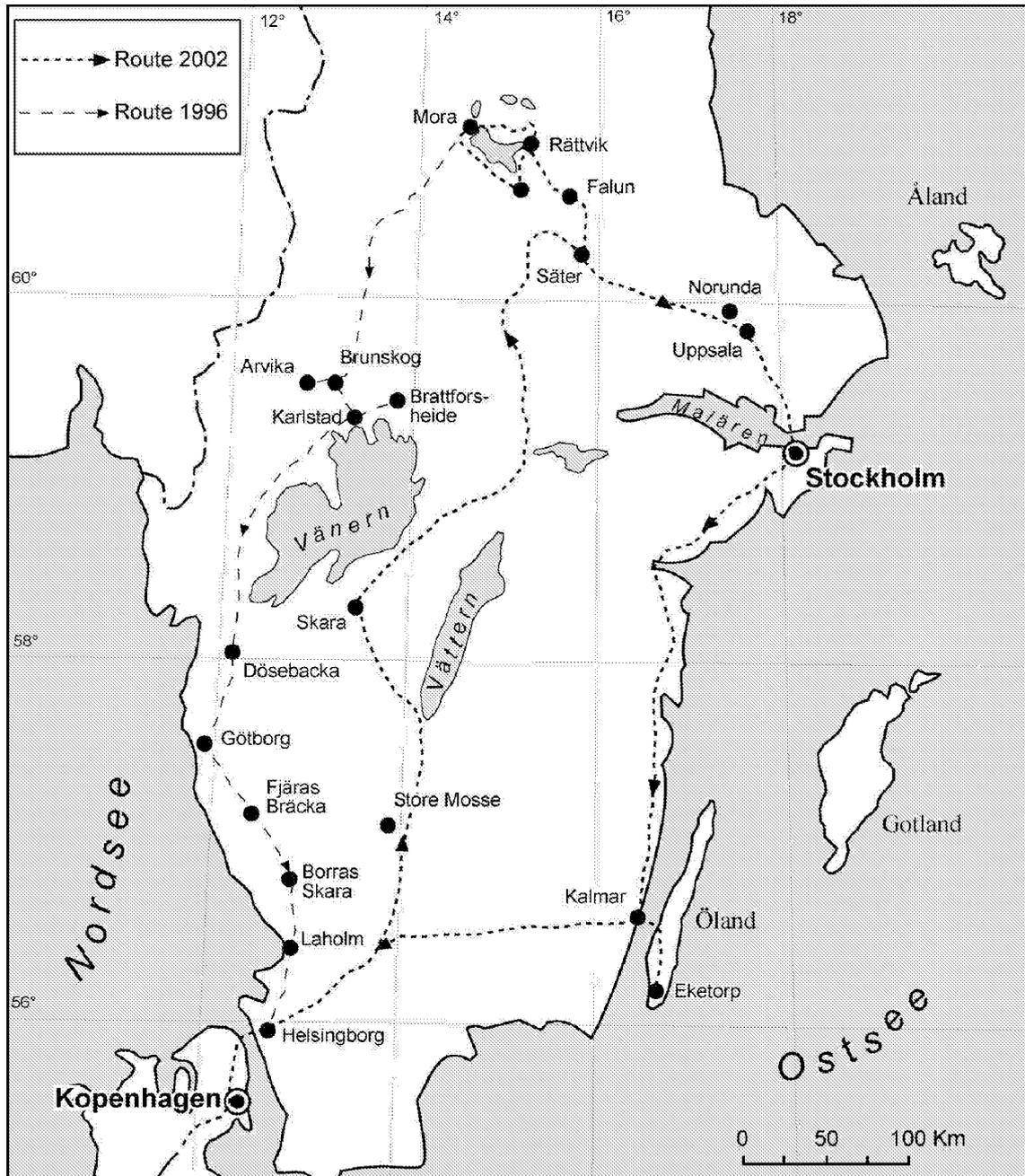
zeiten in den Wandererheimen, gestaltete sich, dank Einfallsreichtum und Engagement aller Teilnehmer, fast zu einem “kulinarischen Dauerknüller”. Hierfür sei der verantwortlichen Organisationsgruppe, allen voran Sebastian Breitenbach, nochmals herzlich gedankt.

Für die gute Stimmung während der Exkursion sorgten auch das außergewöhnlich sonnige Wetter in der gesamten Zeit und die einladenden Rast- und Badestellen.

Neben diesen positiven Erinnerungen möchte ich auch auf gewisse Unzulänglichkeiten hinweisen, die vielleicht darin bestanden, dass die ersten Exkursionstage ein zu volles Programm umfassten und die Ausdeutung des einzelnen Aufschlusses manchmal vielleicht zu kurz kam. Die insgesamt gefahrenen 4300 Kilometer waren schon eine gewisse Strapaze, aber notwendig, um die vier gewählten Exkursionsgebiete einigermaßen kennen zu lernen.

Insgesamt bin ich überzeugt, dass die gewählten Exkursionsschwerpunkte eine vertiefende Einsicht in das besondere erdgeschichtliche Inventar Süd- und Mittelschwedens gewährleisteten und einige stadt- und kulturgeographische Phänomene und Zusammenhänge während der Exkursion klarer wurden. Dies wird mit diesem Exkursionsheft sehr anschaulich dokumentiert. Für die sehr selbständige und gründliche Editierung bedankt sich die gesamte Gruppe herzlich bei Sebastian Breitenbach. Ebenfalls gilt Jan Lippmann unser Dank, der sich um die Bearbeitung vieler Abbildungen gekümmert hat.

Auf der folgenden Übersichtsskizze sind die Exkursionsrouten der Hauptexkursionen 1996 und 2002 zusammen dargestellt, weil die Routenführung und mit wenigen Ausnahmen auch die Exkursionspunkte der ersten Woche identisch sind. Die einzelnen Exkursionspunkte sind in der Kartenskizze markiert und werden hier anschließend aus Übersichtsgründen verbal aufgeführt. Erläuterungen zu den Exkursionspunkten der ersten Woche werden in diesem Heft nicht gegeben, da sie im Exkursionsführer von 1996 vorhanden sind.



(Quelle: KLESSEN, bearbeitet durch J. LIPPMANN)

Abbildung 1.1: Exkursionsrouten 1996 und 2002

1.2.1 Exkursionsprogramm

1. Tag (Freitag, 16.08.2002) Anreisetag Abfahrt: Alexanderplatz 02:00 Uhr; Fähre Rostock–Warnemünde nach Gedser ab 05:30 Uhr; an 08:00 Uhr; ca. 10:30 Uhr an Helsingör; ca. 11:00 Uhr an Helsingborg E4 bis Värnamo – Exkursionspunkt; Ankunft Skara ca. 19:00–20:00 Uhr) (Quartier: Vandrarhem Skara, Vasaparken 53232 Skara, Tel.: +46-511-12165)

- Store Mosse (Hochmoor nordwestlich von Värnamo)

2. Tag (Sonnabend, 17.08.) Region Kinnekulle

- Altstadt und Dom von Skara
- Gräberfeld und Menhire von Källby Hallar
- Romanische Kirche Husaby
- Felszeichnungen von Flyhof bei Husaby
- Unterkambrische Sandsteine am Vänernufer bei Rabäckshamn
- Alaunschiefergruben im Kalksteinbruch Rabäcks
- Kalksteingrube der Cementas bei Hällekis - Högkullen–Aussichtsturm
- Orthoceren–Kalksteinbrüche Österplana Kirche und Sylten

3. Tag (Sonntag, 18.08.) Region Billingen

- Hochmoor Blängsmossen auf dem Billingen–Plateau
- Rundwanderung im Naturreservat Garparör am NE-Hang des Billingen
- Forstort Klyftamon und Langensee–Senke am NW-Rand des Billingen
- Rundwanderung zum Billingen–Plateau durch das Jättadalen bei Öglunda
- Fahrt durch die Kames–Landschaft Vallebygden
- Vogelschutzmuseum am Hornborgasjön
- Ekornavallen – Begräbnisstätte über 4000 Jahre

4. Tag (Montag, 19.08.) Region Halleberg

- Lidköping – Marktplatz
- Halleberg, NE-Hang – Stützpfilerbergbau im Alaunschiefer
- Halleberg – Strandwälle (Klappersteinfeld) am SE-Hang
- Nordkroken – subkambrische Peneplain
- Plateau Halleberg – Wanderung zum Hallesnipen
- Wanderung durch das Ravinental des Lundsbrunnsdeltas nördlich Skara

5. Tag (Dienstag, 20.08.) Fahrt nach Rättvik (Quartier: Vandrarhem Rättvik Centralgatan 79530 Rättvik, Tel.: +46-248-10566)

- Fahrt durch die Drumlin–Landschaft bei Hackvad
- Djurmo Klack – Aussichtspunkt am Dalälven, nw. Borlänge

6. Tag (Mittwoch, 21.08.) Rättvik und Umgebung

- Naturmuseum Rättvik
- Gesteinsaufschluß Sjurberg (Kontakt Granit/Sedimentit)
- Aufschluß Amtjärn (Crinoiden)
- Naturtheater Unskarsheden/Dalhalla
- Boda – Kirche

7. Tag (Donnerstag, 22.08.) Rundfahrt Siljansee

- Granitbruch Asberg
- Ausblick Gesundaberg
- Insel Sollerön: Altbergbauggebiet Klikten
- Gesteine der Dala-Formation am Ryssan
- Bärenpark Grönklitt
- Bonäslinie und Dünenfeld nördlich Mora
- Mäandergenerationen im Mora-Delta

8. Tag (Freitag, 23.08.) Säterdalen/Falun

- Säterdalen: Ravinen-Talsystem
- Schaubergwerk Falun
- Bergfest am Siljanufer

9. Tag (Sonnabend, 24.08.) Zentrum und Ostrand des Impaktkraters

- Hättberg: shatter cones und Pseudotachylite im Granit
- Aufschluß Trollberget
- Nunsås: Siedlung und Tourismusindustrie
- Kiesgrube und Wanderung am Rättviks-Os
- Kalksteinbruch Solberga

10. Tag (Sonntag, 25.08.) Fahrt nach Uppsala (Quartier: Vandrarhem Uppsala/Sunnersta Sunnerstavägen 24, 75651 Uppsala, Tel.: +46-18-324220)

- Rundwanderung im Naturreservat Styggforsen
- Tongrube Vaksala am Rand von Uppsala (wenn zugänglich?)
- Rundgang durch Gamla Uppsala

11. Tag (Montag, 26.08.) Fahrt nach Noranda und Stockholm

- Noranda (Sabine Jordan) 10:00–11:00 Uhr
- Stadtekursion Stockholm (Maria Heydenreich)
- Eigenständige Stadtbesichtigung

12. Tag (Dienstag, 27.08.) Moorbohrung mit Dipl.-Geogr. Thomas Giesecke

- Landschaftsgeschichte von Uppland am Beispiel des Bälinge Mosse (9:00 Uhr Abfahrt von der SGU mit dem Bohrgerät für zwei Gruppen; 14:00 Waschen des Bohrgerätes)

13. Tag (Mittwoch, 28.08.) Fahrt nach Kalmar (ca. 440 km) (Quartier: Vandrarhem Kalmar Svanen, Rappegatan 139230 Kalmar, Tel.: +46-480-12928)

- Küstenmorphologie bei Västervik/Gamleby
- Stadtrundgang und Abendessen in Kalmar

14. Tag (Donnerstag, 29.08.) Fahrt nach Öland (ca. 150 km)

- Färjestaden
- Karlevistenen (Runenstein)
- Stora Alvaret bei Resmo
- Fossiles Kalkstein-Kliff an der Bårbyborg
- Schiffssetzung bei Gettlinge
- Alaunbruch und Zementfabrik Degerhamn
- Früh- u. hochmittelalterliche Burgsiedlung Eketorps Fornborg
- Küstenmorphologie südl. Degerhamn
- Festungsrundgang und Abendessen in Kalmar

15. Tag (Freitag, 30.08.) Rückfahrt Kalmar – Malmö (ca. 270 km) Benutzung der Sundbrücke; Fähre ab Gedser: 17:00 Uhr; an Rostock: 19:30 Uhr, an Berlin Alex: ca. 22:30 Uhr

1.3 Die Teilnehmer der Exkursion

... wirklich dabei waren natürlich die Auserkorenen:

Claudia Fries
Cornelia Unverzagt
Gero Wiechmann
Ina Marschollek
Jan Lippmann
Jens Gläser
Julia von Bothmer
Kathrin Suckert
Maria Heydenreich
Moritz Kausche
Ramona Ball
Sascha Kardaetz
Sebastian Breitenbach
Thora von Oven
Ulli Raschke

Und dann waren auch dabei (also quasi als Urlauber ...):

Jan Fiedler
&
Sabine Jordan

Noch einer war natürlich der immer gern
(ver-)antwortende Exkursions-Leiter:

Dr. Reinhard Kleßen

Damit – und einer gewissen Menge Rucksäcke – wurden unsere zwei Insti-
tutsbusse und ein kleines privates Automobil prall gefüllt und ab gings ...

Inhaltsverzeichnis

0.1	Editorial	2
1	Einführung	3
1.1	Vorwort der Studenten	4
1.2	Vorwort des Exkursionsleiters	5
1.2.1	Exkursionsprogramm	8
1.3	Die Teilnehmer der Exkursion	11
2	Allgemeiner Teil	19
2.1	Erdgeschichte Skandinaviens	19
2.1.1	Das Präkambrium	19
2.1.2	Das Paläozoikum	21
2.1.3	Zusammenfassung	31
2.1.4	Literatur	33
2.2	Glazifluvialer Formenschatz	35
2.2.1	Einleitung	35
2.2.2	Der glaziale Formenschatz	36
2.2.3	Der glazifluviale Formenschatz	42
2.2.4	Literatur	46
2.3	Ostseeentwicklung	48
2.3.1	Die Ostsee - heute	48
2.3.2	Entwicklung der Ostsee	48
2.3.3	Gesamtbeziehungsfeld der wichtigsten Faktoren zur Ostsee- Entwicklung	61
2.3.4	Perspektive der nördlichen Ostsee	64
2.3.5	Literatur	64
2.4	Die Bändertonchronologie Schwedens	66
2.4.1	Einleitung	66
2.4.2	Die Geschichte der Bändertonchronologie	66
2.4.3	Entstehung von Warven und Sedimentationsprozesse in Eisstauseen	67
2.4.4	Methoden	71

2.4.5	Die Schwedische Zeitskala	74
2.4.6	Literatur	83
2.5	Die Pollenanalyse als Methode	84
2.5.1	Die Eignung des Pollens	84
2.5.2	Die Entwicklung der Pollenanalyse	84
2.5.3	Die Methodik	86
2.5.4	Die holozäne Vegetationsgeschichte Schwedens	87
2.5.5	Literatur	89
2.6	Naturschutz in Schweden	91
2.6.1	Einführung	91
2.6.2	Leitbilder und allgemeine Aufgaben im Naturschutz	91
2.6.3	Wandel der Naturschutzmotive und -leitbilder in Schweden	92
2.6.4	Naturschutzkategorien in Schweden	96
2.6.5	Zusammenfassung	107
2.6.6	Literatur	108
2.6.7	Webseiten	109
2.7	Zur Geschichte Schwedens	110
2.7.1	Einleitung	110
2.7.2	Schweden in der Jüngerer Eisenzeit	111
2.7.3	Schweden im Mittelalter	115
2.7.4	Schweden in der Neuzeit	122
2.7.5	Literatur	134
3	Exkursionsteil	135
3.1	Hochmoor Store Mosse	135
3.1.1	Einleitung	135
3.1.2	Moore in Schweden	135
3.1.3	Das Hochmoor "Store Mosse"	137
3.1.4	Entwicklungsphasen des "Store Mosse"	140
3.1.5	Kultivierung und menschlicher Einfluß	144
3.1.6	Literatur	145
3.2	Die Siljanstruktur	146
3.2.1	Einleitung	146
3.2.2	Was sind Impaktkörper?	146
3.2.3	Impaktphysik	148
3.2.4	Der Siljanimpakt — ein Fallbeispiel	155
3.2.5	Literatur	158
3.3	Siljan-Rundtour (9. Tag)	160
3.3.1	Außenring des Impaktes	160
3.3.2	Central-uplift-Bereich des Impaktes	162

3.3.3	Literatur	163
3.4	Fahrt von Rättvik nach Uppsala (10. Tag)	164
3.4.1	Naturreservat Styggforsen	164
3.4.2	Gamla Uppsala	166
3.4.3	Literatur	172
3.5	Norunda (11. Tag, vormittags)	173
3.5.1	Einleitung	173
3.5.2	Norunda – Lage, Vegetation, Klima, Boden	173
3.5.3	Meßsystem	174
3.5.4	Ergebnisse – Zusammenfassung	174
3.5.5	Literatur	177
3.6	Stockholmexkursion (11. Tag, nachmittags)	178
3.6.1	Einleitung	178
3.6.2	Eine Landschaft steigt aus dem Meer	178
3.6.3	Die Gründung und Entwicklung Stockholms	181
3.6.4	Streifzüge durch Stockholm	182
3.6.5	Literatur	186
3.7	Bälinge Mosse (12. Tag)	187
3.7.1	Das Hochmoor Bälinge Mosse	187
3.7.2	Die Bohrung	187
3.7.3	Die Landschaftsgeschichte	188
3.7.4	Literatur	190
3.8	Fahrt von Uppsala nach Kalmar (13. Tag)	191
3.8.1	Einleitung	191
3.8.2	Küstentypen	191
3.8.3	Literatur	197
3.9	Kalmar und Öland (14. Tag)	198
3.9.1	Kalmar	198
3.9.2	Öland	205
3.9.3	Literatur	212

Abbildungsverzeichnis

1.1	Exkursionsrouten 1996 und 2002	7
2.1	Gesteinsprovinzen des Baltischen Schildes	20
2.2	Altpaläozoische Sedimentitvorkommen	22
2.3	Einige Fossilien des Kambro–Silurs	23
2.4	Paläogeographie des Unterkambriums (links) und Mittelkambriums (rechts)	25
2.5	Paläogeographie des Altpaläozoikums	26
2.6	Stratigraphie des Kambriums	27
2.7	Stratigraphie des Silurs	32
2.8	Sichelmarken bei Bognes am Tysfjorden in Norrland	36
2.9	Entstehung von Stauchendmoränen am Beispiel des Rissdoppelwalls.	39
2.10	Bildung von Drumlins und Flutes, bzw. spiralförmiger Sedimenttransport unter dem Eis.	41
2.11	Os vor dem Breidamerkur-Jökull.	43
2.12	Profil durch den Uppsala–Os.	47
2.13	Tiefenkarte der Ostsee.	49
2.14	Maximale Verbreitung des Eem–Meeres. (aus MAIKOWSKA, 1982)	51
2.15	Paleogeographie im Ostseeraum.	53
2.16	Möglichkeiten des Ausbruchsverlaufs des Baltischen Eisstausees.	54
2.17	Fossilien.	58
2.18	Gegenwärtige Hebung in mm/a (bezogen auf den mittleren Meeresspiegel).	63
2.19	Sedimentation in einem Eisstausee.	68
2.20	Erstellen eines Bändertondiagramms: A: Ablagerung von Bändertonen vor rückschmelzendem Eis. B: Abtragen der Mächtigkeit der einzelnen Warven auf einem Papierstreifen. C: Übertragen der Warvenmächtigkeiten in eine Kurve, die mit Kurven anderer Orte verglichen werden kann.	72
2.21	Gletscherschrammen im Bezug zur Eisrand. Die jungen Schrammen stehen senkrecht zu ihm.	73
2.22	Der aktuelle Stand der Schwedischen Zeitskala (1992).	76
2.23	Warvenmächtigkeit in Zusammenhang mit dem Abfluss im Ångermanälven, wonach CATO die Anbindung an die Gegenwart vornehmen konnte.	77

2.24	Verbindung der Schwedischen mit der Finnischen Zeitskala nach Strömberg.	79
2.25	Verbreitung der Gothiglazialen Warven.	80
2.26	Typische Pollen- und Sporenarten der häufigsten Pollenklassen.	85
2.27	Vegetationsverbreitung Skandinaviens in Jüngerer Dryas, Präboreal, Boreal, Atlantikum, Subatlantikum und Gegenwart.	88
2.28	Verschiedene Pollendiagramme im Vergleich.	89
2.29	Verteilung der schwedischen Nationalparks	99
2.30	Der Hornbergsön im Wandel (1905 und 1965)	104
2.31	Schweden um 900 n. Chr.	112
2.32	Schweden um 1250 n. Chr.	118
2.33	Schweden um 1397 n. Chr.	120
2.34	Schweden um 1523 n. Chr.	122
2.35	Schweden um 1629 n. Chr. und 1658	126
2.36	Schweden um 1721 und 1814	129
3.1	Vegetationszonen und Sumpfvbreitung in Schweden	136
3.2	Karte des Store Mosse	138
3.3	Store Mosse-Entwicklung	142
3.4	Entwicklungsstadien eines komplexen Kraters.	149
3.5	Kontakt- & Kompressionsstadium: Schockwellenbildung und Projektilverformung (Drücke in GPa).	150
3.6	Initiale Schockwellen-Drücke und Bewegungsbahnen um das Einschlagszentrum.	151
3.7	Bewegungsbahnen während der Phase des Herausschleuderns.	152
3.8	Gravitationsbedingter Kollaps des Kraterandes eines komplexen Kraters.	153
3.9	Siljankrater: Durchmesser nach KENKMANN & VON DALWIGK.	156
3.10	Vereinfachte geologische Karte des Siljangebiets.	161
3.11	The Styggforsen area.	165
3.12	Skvaltkvarn.	166
3.13	Übersichtsplan über Gamla Uppsala (Quelle: LITTMARCK, 1995).	168
3.14	Grablegung eines Edlen in Valsgårde. Lennart Thorstenson (Quelle: LITTMARCK, 1993)	170
3.15	Rekonstruktion des heidnischen Tempels in Alt-Uppsala: Nils Gellerstedt	171
3.16	Emblem der Gemeinde Uppsala	172
3.17	Meßturm bei Norunda	173
3.18	Kartenausschnitt	175
3.19	Meßkammernsystem	176
3.20	CO ₂ -Fluss in Norunda am 7. Juli 1995.	177
3.21	Charakteristika der Stockholmer Landschaft.	179
3.22	Stockholms Landzunahme innerhalb von 700 Jahren.	180
3.23	Stockholm um das Jahr 1300.	182

3.24 Küstentypen der Ostsee	192
3.25 Die Verbreitung der Schärenhofküste, die hier in acht Küstenbereiche eingeteilt ist.	194
3.26 Verbreitung der Fjordenküste (gestrichelte Linie, Klintküste (punktierte Linie) und Verwerfungsküste (hakenförmige Linie).	195
3.27 Der Gullmarn-Fjord nördlich Göteborg	196
3.28 Schärenküste bei Stockholm.	197
3.29 Altstadt Kalmar und Kvarnholmen	200
3.30 Karte von Öland.	206
3.31 Querprofil vom Kalmarsund bis Finnland.	207
3.32 Querprofil durch Öland.	207

Tabellenverzeichnis

2.1	Zusammenfassung der Managementziele und Schutzgebiete der IUCN (DIEPOLDER, 1997, HOLZHUETER, 1999)	97
2.2	Die Schwedischen Nationalparks im Jahr 2002 (POTT & KUEPKER 1995); www.internat.naturvardsverket.se	100
3.1	Bohrprofil aus dem Bälinge Mosse	189

Kapitel 2

Allgemeiner Teil

Hier werden einige Grundlagen der Erdgeschichte speziell Schwedens und der Ostsee dargestellt. Der alle Oberflächen Schwedens bildende glaziale und glazifluviale Formenschatz wird von Ulli eingehend erläutert. Auch wird ein wenig über die Methode der Varvenchronologie als Datierungsmethode berichtet. Zur Vegetationsgeschichte Schwedens werden ebenso wie zu Naturschutz und Tourismus einige Gedanken geäußert.

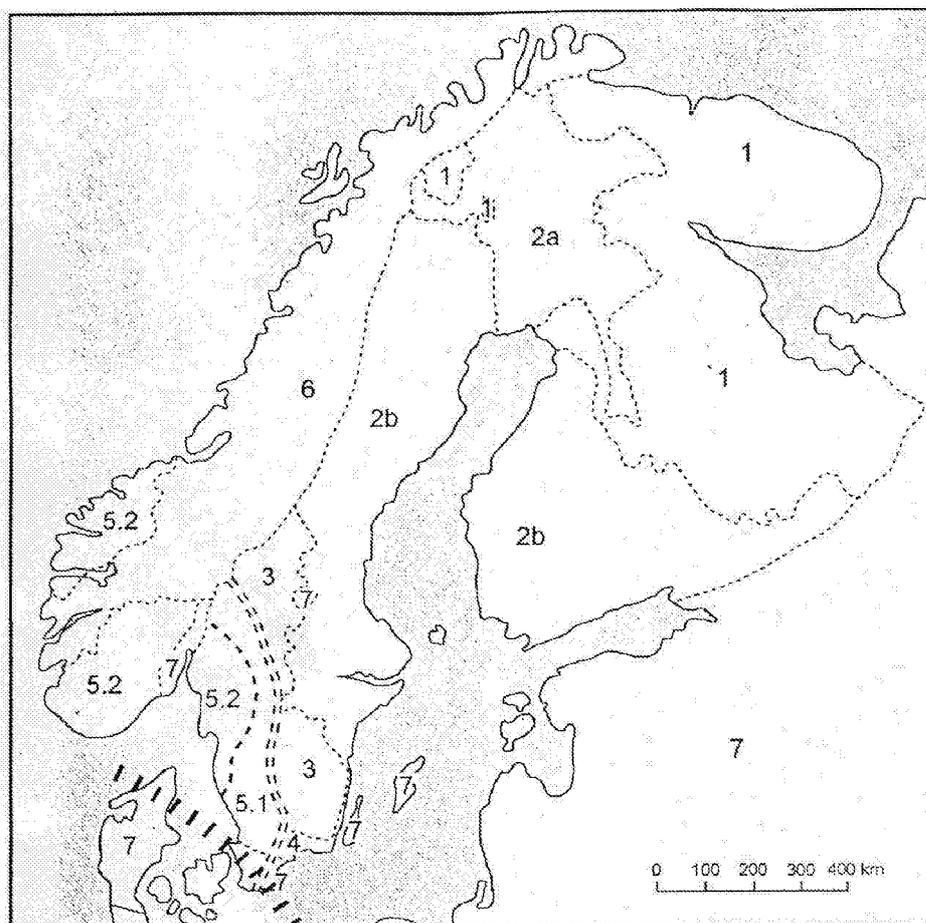
2.1 Grundzüge der erdgeschichtlichen Entwicklung Skandinaviens

(von Gero Wiechmann)

2.1.1 Das Präkambrium

Der Baltische (bzw. Skandinavische) Schild beherbergt die ältesten Gesteine Europas. Er ist aus verschiedenen präkambrischen Kratonen und Orogenzonen zusammengesetzt. Lithologisch dominieren Granite und Gneise. Die Gesteine der Archaischen Provinz (Abb. 2.1 auf Seite 20) weisen Alter von mehr als 2,5 Milliarden Jahren auf. Von großer wirtschaftlicher, aber auch wissenschaftlicher Bedeutung sind die Bändereisenerzvorkommen in den archaischen und frühproterozoischen Grünsteingürteln. Es handelt sich dabei um sedimentär abgelagerte Eisen-III-Verbindungen. Die Tatsache ihrer Entstehung weist auf das erste Vorkommen freien Sauerstoffs in der Atmosphäre hin. Durch die Svekokarelische Orogenese (1,9 - 1,75 Ga) vergrößerte sich Baltica beträchtlich. Auf die Svekokarelische Provinz folgt im Bereich Süd- und Mittelschwedens der Transskandinavische Granit- und Porphyrgürtel mit Gesteinen der Gotischen Orogenese (1,7 - 1,56 Ga). Während des Jotniums (1,6

Archaikum



Gesteinsprovinzen des Baltischen Schildes

(nach WASTENSON 1994a)

1. Archaische Provinz		
2. Svekokarelistische Provinz		
a) Lapponische Gesteine		Tornquist-Teisseyre-Zone
b) Svekofennische Gesteine	=====	Protoginenzone
3. Transskandinavischer Granit - Porphyre - Gürtel	-----	Mylonitzone
4. Blekinge - Region		
5. SW - Skandinavische Region		
5.1 östlich der Mylonitzone (Gneise)		
5.2 westlich der Mylonitzone (Gneise)		
6. Kaledoniden		
7. Phanerozoische sediment. und magmat. Gesteine (Schonen, Öland, Gotland, Billingen, Siljan)		

(Quelle: KLESSEN nach WASTENSON 1994a)

Abbildung 2.1: Gesteinsprovinzen des Baltischen Schildes

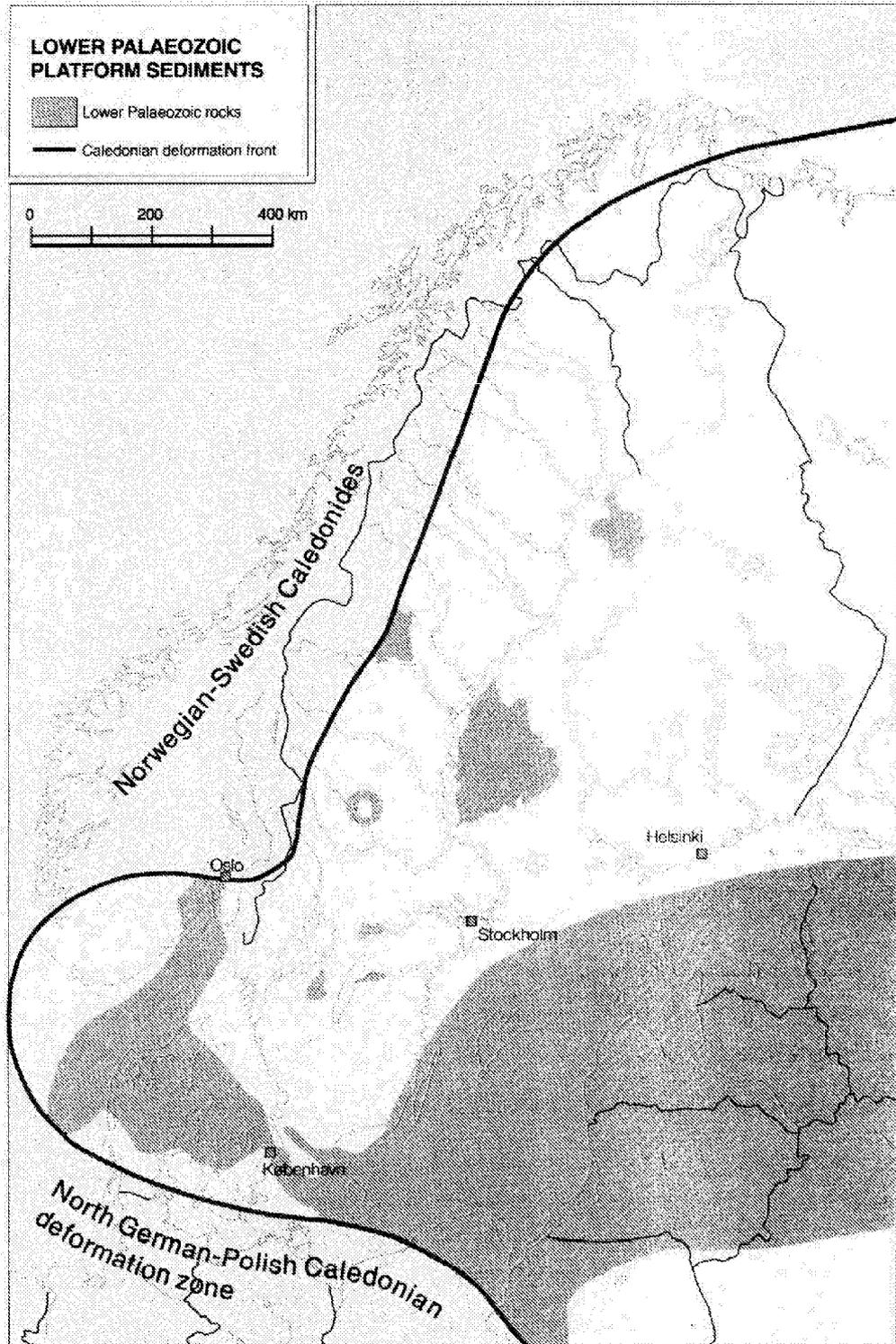
-1,2 Ga) abgelagerte Vulkanite und Molassesedimente blieben in Dalarna und Småland bis heute erhalten. Im Zuge der Svekonorwegischen Gebirgsbildung (1,10 - 0,92 Ga) kam es zur Kollision von Baltica mit Laurentia. Dabei wurden große Teile der Gotiden stark überprägt, wofür die Gesteine der Mylonitzone als Beleg herangezogen werden können. Baltica war nun ein Teil des Superkontinentes Rodinia, welcher, kaum daß er entstanden war, auch wieder zu zerfallen begann. Nachdem die Svekonorwegiden, die einen Teil des großen Grenvillian-Dalslandium-Orogens darstellten, weitgehend abgetragen worden waren, bildete sich im Neoproterozoikum, etwa dort wo sich einst das Svekonorwegische Gebirge erstreckte, ein kontinentales Riftsystem. Hier kam es zur Ablagerung der Sparagmit-Serie (Sandsteine, Arkosen, Konglomerate). Aus dem Rift entwickelte sich im Unterkambrium der Japetus-Ozean. Weiterhin schritt die Einebnung des Festlandes fort. So entstand die Subkambrische Rumpffläche (Peneplain), welche heute in weiten Teilen Schwedens an der Oberfläche ansteht.

Neo-
proterozoikum

2.1.2 Das Paläozoikum

Diese Subkambrische Rumpffläche wurde im Altpaläozoikum weitläufig vom Meer überflutet. Aufgrund ihrer Flachheit bewirkten bereits geringfügige Meeresspiegelschwankungen starke Verlagerungen der Küstenlinien und damit auch der Ablagerungsbereiche. Verantwortlich für die Meeresspiegelschwankungen waren vor allem epirogenetische Krustenbewegungen, wenngleich auch mögliche glazialeustatische Wirkungen eine Rolle gespielt haben könnten. In diesem Zusammenhang seien die Varanger-Eiszeit im Vendium und die Hirnantia-Eiszeit im Ordovizium genannt. Bereits während des Ordoviziums begann der Japetus sich wieder zu schließen, was mit der Bildung einer Subduktionszone am westlichen Rand des Baltischen Schildes einherging. Gegen Ende des Silurs kam es schließlich zur erneuten Kollision von Baltica mit dem Laurentischen Schild, woraus die Kaledoniden hervorgingen. Dabei wurde der Baltische Schild über den Meeresspiegel gehoben und ist seitdem bis heute Abtragungsgebiet. Daher sind die paläozoischen Sedimentite Schwedens nur noch in isolierten Restvorkommen erhalten (Abb. 2.2 auf Seite 22). Stratigraphisch reichen sie bis ins Silur. Jungpaläozoische Schichten fehlen in Schweden völlig. Nur in Schonen belegen aufgearbeitete Relikte in jurassischen Gesteinen ihre vormalige Existenz. Schwedens kambro-silurische Vorkommen befinden sich in Schonen, West- und Östergötland, Närke, Dalarna, auf Öland und Gotland, in der Ostsee und im Bottnischen Meerbusen sowie in Jämtland entlang des Ostrand des Skandinavischen Gebirges. Ihre Erhaltung verdanken die kambro-silurischen Gesteine vor allem der Tektonik.

Ordovizium

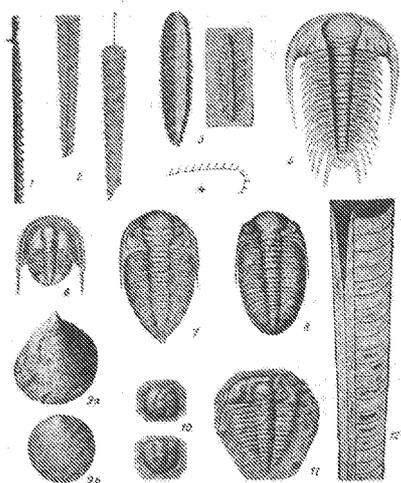


(Quelle: WASTENSON 1994a)

Abbildung 2.2: Altpaläozoische Sedimentitvorkommen

So blieben sie in Senken und Grabenstrukturen vor Verwitterung und Abtragung bewahrt. Sehr deutlich zeigt sich das beispielsweise im Bereich der TORNQUIST–TEISSEYRE–Suturzone in Schonen, aber auch in Östergötland und Närke. In Västergötland liegen die altpaläozoischen Schichten geschützt unter Diabasdecken, wodurch flache Tafelberge (z.B. Kinnekulle, Mt. Billingen, Halleberg, Hunneberg) entstanden. Am Rande der Kaledoniden in Jämtland liegen die kambro-silurischen Schichten größtenteils in Form allochthoner Überschiebungsdecken vor. Einem gewaltigen Meteoritenimpakt im Devon haben die ordovizischen bis silurischen Sedimentite im Siljangebiet ihre Erhaltung zu danken. Sie rutschten vom Rand des Kraters in denselben hinein. Die stratigraphische Untergliederung des Paläozoikums in Schweden basiert vor allem auf Fossilfunden (Abb. 2.3 auf Seite 23).

Kaledoniden



1 *Didymograptus suecicus*; 2 *Retiolites geinitzianus*; 3 *Phyllograptus densus*; 4 *Rastrites hybridus*; 5 *Paradoxides forchhammeri*; 6 *Tretaspis granulata*; 7 *Dalmanites mucronatus*; 8 *Chasmops*; 9 *Mickwitzia monilifera*; 10 *Agnostus pisiformis*; 11 *Olenus truncatus*; 12 *Endoceras wahlenbergi* (Quelle: MAGNUSSON 1957)

Abbildung 2.3: Einige Fossilien des Kambro-Silurs

Von herausragender Bedeutung hierfür sind Trilobiten, Graptolithen und Conodonten, da sie aufgrund ihrer Mannigfaltigkeit, weiten Verbreitung und ihrer erdgeschichtlichen Kurzlebigkeit eine sehr feine Zonengliederung für große Teile des Altpaläozoikums ermöglichen.

Das Unterkambrium

Im Unterkambrium fand eine sehr weitläufige Transgression statt. Örtlich bilden geringmächtige Schichten aus roten Arkosen und Konglomeraten die

Transgression

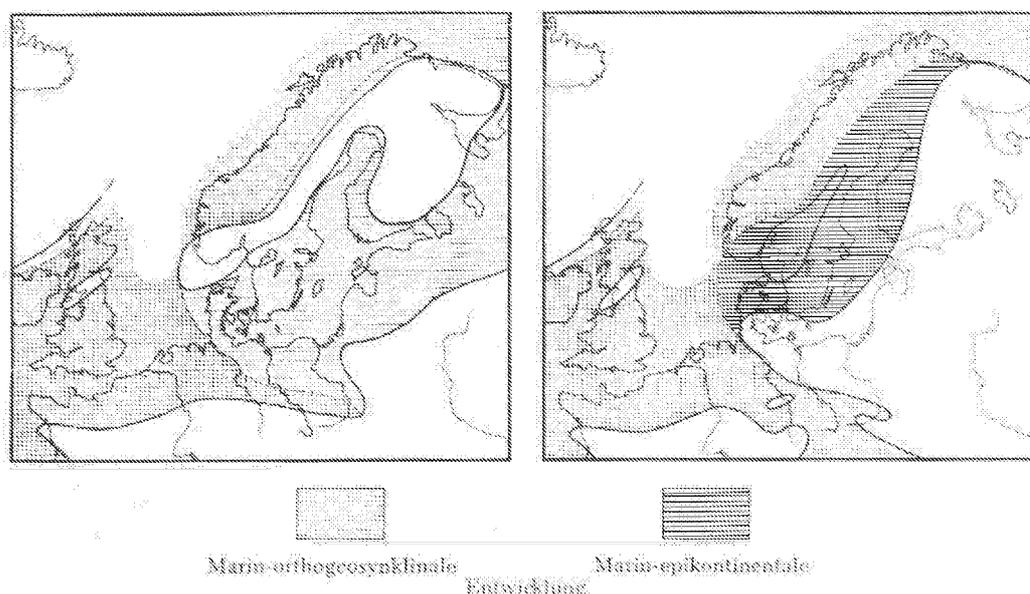
Basis, bei welchen es sich wahrscheinlich noch um Reste der kontinentalen Regolithdecke des baltischen Schildes handelt (BUBNOFF 1952 ;MAGNUSSON 1960; LINDSTROEM 1971; JAEGER 1984). Ansonsten besteht das Unterkambrium aus einer Serie von marinen Sandsteinen, die sich durch besonders hohe Quarzgehalte, bis zu 98% beim Lingulidensandstein in Västergötland (JAEGER 1984), sowie Glaukonit- und Phosphoritführung auszeichnen. Ihre Korngrößen bewegen sich überwiegend im Mittelsandbereich. LINDSTROEM (1971) geht aber dennoch von einem relativ energiereichen Sedimentationsmilieu aus, da Strömungs- und Oszillationsrippeln keine Seltenheit sind. In Schonen, wo die kambrischen Schichtfolgen außerordentlich vollständig vorliegen, macht der weiß bis hellgrau gefärbte Hardeberga-Quarzit mit mehr als 94 m Mächtigkeit einen Großteil des auf 135 m geschätzten Unterkambriumprofils aus (MAGNUSSON 1960). In seinen oberen Bereichen treten gehäuft röhren- oder u-förmige Spuren auf, welche auf Würmer zurückgeführt werden. Diese Skolithos- und Diplocraterion-Sandsteine sind für das untere Kambrium sehr typisch. Nach Osten hin zeigen die Sedimente einen zunehmenden Gehalt an Ton. Dies zeigt sich in dem z.B. in Östergötland und Närke vorkommenden Kråksten (Krähenstein). Sein knaueriges Gefüge erhielt der ursprünglich aus einer feinen Sand-Ton-Wechsellagerung aufgebaute Kråksten infolge starker Bioturbation. Schließlich liegen in Estland mehr oder weniger reine Tonschichten, unter anderem der sogenannte "Blaue Ton" vor, was auf einen relativ küstenfernen Sedimentationsraum schließen lässt (JAEGER 1984). Von Süden nach Norden dünnt das Unterkambrium Schwedens aus. So beträgt seine durchschnittliche Mächtigkeit in Västergötland noch um 30 m, in Närke etwa 15 m (MAGNUSSON 1960) bis schließlich im Siljangebiet überhaupt kein Kambrium mehr vertreten ist. Das Siljangebiet blieb somit Bestandteil einer Landmasse, welche das baltische Epikontinentalmeer vom Japetus-Ozean (Kaledonische Geosynklinale) abgrenzte (BUBNOFF 1952). Das Meer drang hier demzufolge aus südlicher Richtung vor, wobei es etwa der offenbar schon sehr alt angelegten Ostsee-Depression folgte (BUBNOFF 1952; JAEGER 1984; KROEMMELBEIN 1986) (Abb. 2.4 auf Seite 25).

In Jämtland zeigen die unterkambrischen Schichten im Autochthon eine Mächtigkeitszunahme in westlicher Richtung (MAGNUSSON 1960), da das Meer auch von Westen auf den Baltischen Schild übergriff. Die Lebensspuren und das häufige Vorkommen von Glaukonit in den Sedimenten sind Beleg für flachmarine Bedingungen. Glaukonit ist ein grünliches Tonmineral, welches in flachmarinen Räumen authigen gebildet wird. Körperfossilien sind im unteren Unterkambrium noch die Ausnahme. Erst im mittleren Unterkambrium treten Schalenfaunen mit den ersten Trilobiten der Gattung *Holmia* und hornschalige Brachiopoden (*Mickwitzia*, *Lingulida*), in überwiegend kalkigem Sandstein auf. Sie markieren den Hochstand der unterkambrischen

Skolithos-
Sandstein

Siljangebiet

Trilobiten



(Quelle: KROEMMELBEIN 1986)

Abbildung 2.4: Paläogeographie des Unterkambriums (links) und Mittelkambriums (rechts)

Transgression.

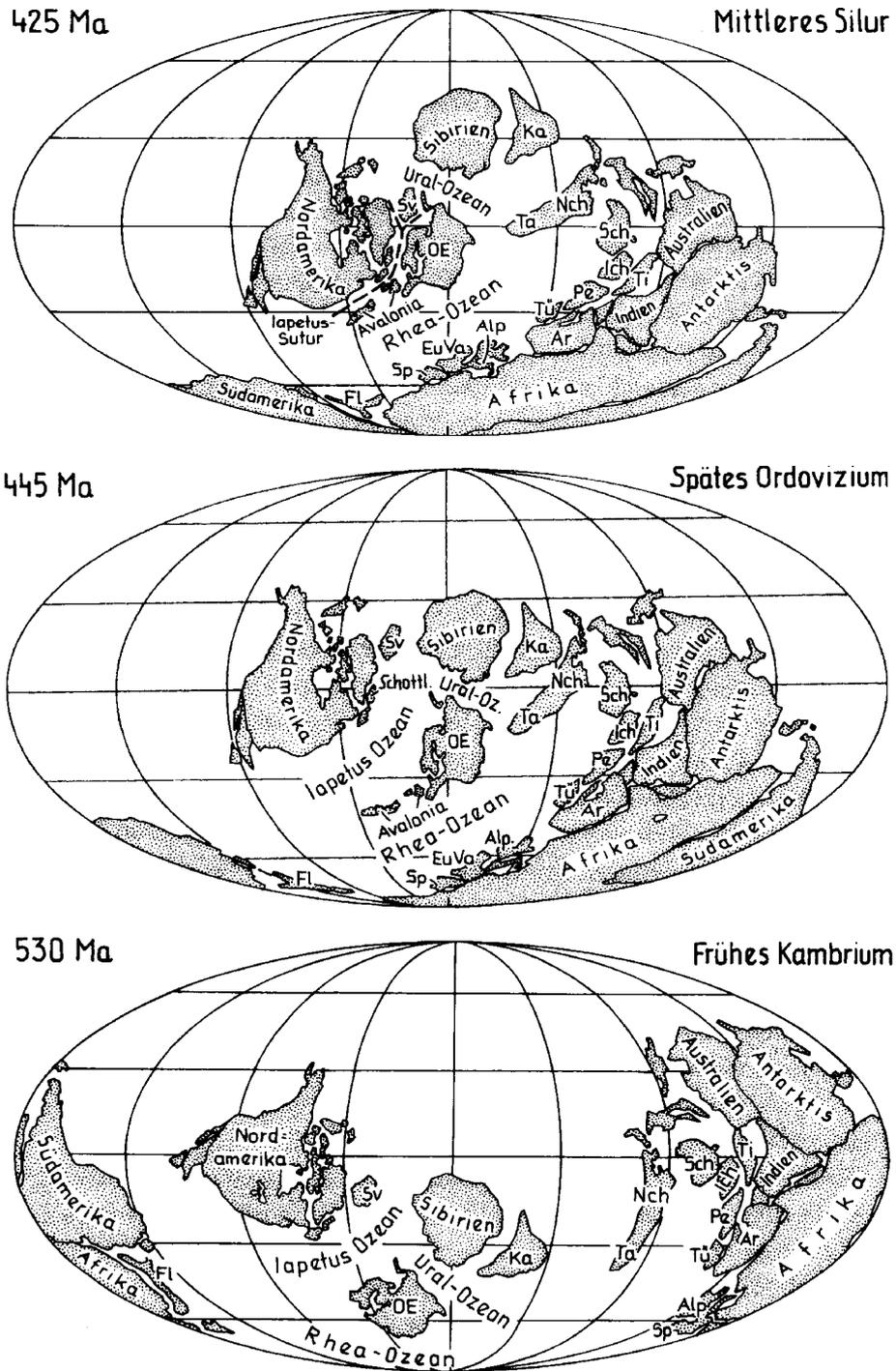
Das Fehlen von Archaeocyathidenriffen kann auf die relativ äquatorferne paläogeographische Lage Balticas im Unterkambrium zurückgeführt werden (Abb. 2.5 auf Seite 26).

Mittelkambrium bis Tremadoc

Die auf den Hochstand folgende, bedeutende Regression äußert sich in Form einer unterschiedlich großen Schichtlücke, welche das oberste Unterkambrium, sowie die Oelandicus-Stufe des Mittelkambriums betrifft (Abb. 2.6 auf Seite 27).

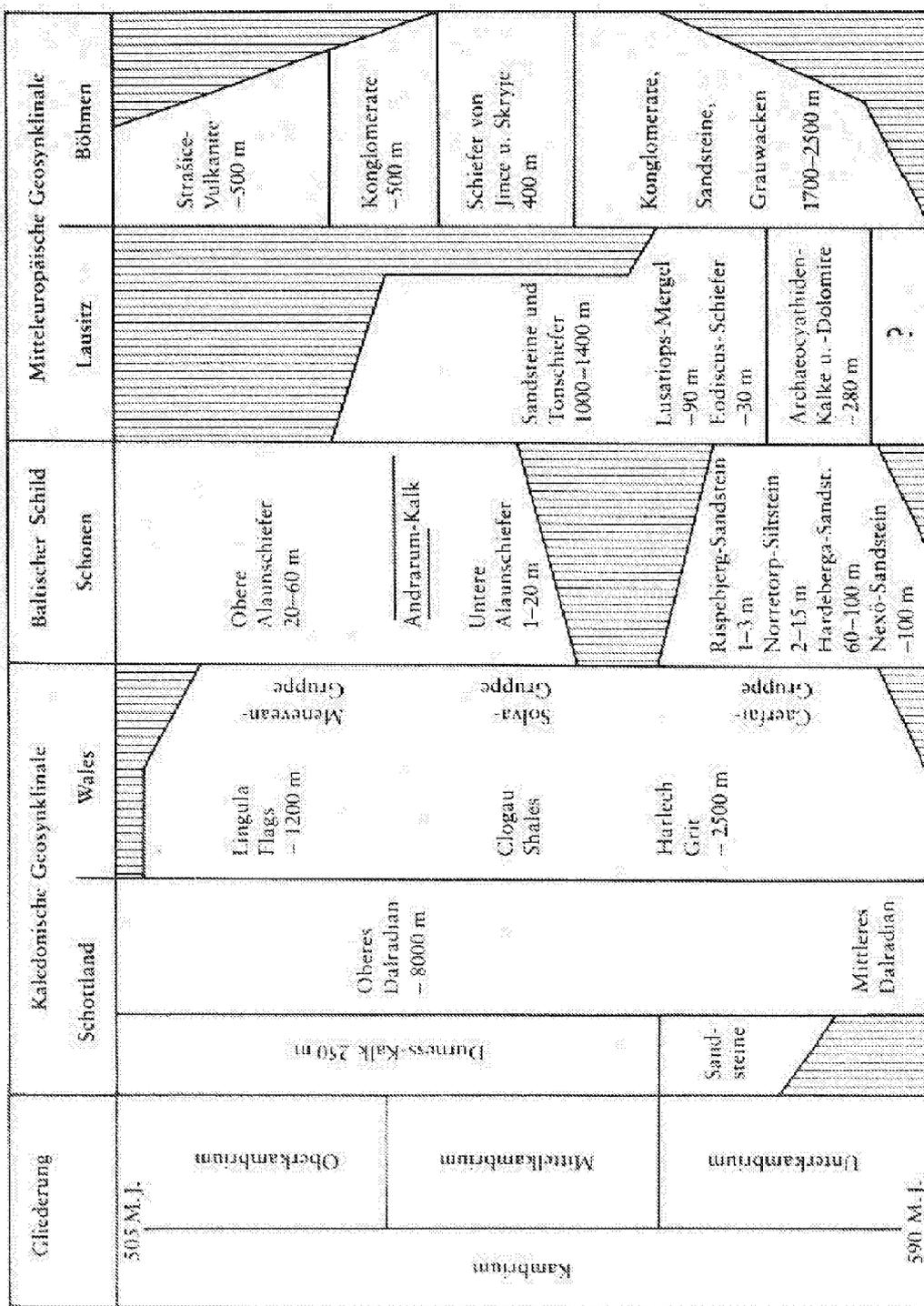
Letztere fehlt nämlich in Västergötland, Schonen und auf Bornholm. Auf Öland, Gotland, in Östergötland und Närke ist die Oelandicus-Stufe nur auf einem Nord-Süd verlaufenden ca. 300 km breiten Streifen (JAEGER 1984) vorhanden. In der Entwicklung des Mittelkambriums spielen verstärkt epirogenetische Faktoren eine Rolle. Ein wichtiges Element diesbezüglich ist die sogenannte Smäländer Erdnaht, die etwa Nord-Süd streichende alte Suturzone zwischen den Svekokareliiden und den Svekofenniden, entlang der Teilblöcke des baltischen Schildes entgegengesetzte Vertikalbewegungen ausführten. Zur Zeit der Oelandicus-Stufe befand sich der westliche Block (Oslo-Gebiet,

Smäländer
Erdnaht



(Quelle: FAUPL 1996)

Abbildung 2.5: Paläogeographie des Altpaläozoikums



(Quelle: SCHMIDT/WALTER 1990)

Abbildung 2.6: Stratigraphie des Kambriums

Västergötland, Schonen) in einer Hochlage, was durch eine entsprechende Schichtlücke in diesen Gebieten belegt ist. Später, ab der Paradoxissimus-Stufe, sank dieser jedoch tiefer ab als der östliche Block und blieb für den Rest des Kambriums unter dem Meeresspiegel, während die östliche Scholle nur noch gelegentlich überflutet war (JAEGER 1984). Diese Umkehr zeigt sich u. a. in Närke darin, dass die Oelandicus-Stufe von Osten (15 m) nach Westen (7 m) ausdünnert, während die Schichten der Paradoxissimus-Stufe in derselben Richtung zunehmende Mächtigkeiten (5 m im Osten, 12 m im Westen) aufweisen (MAGNUSSON 1960). Lithologisch ist die Oelandicus-Stufe aus dunklen bis graugrünen, glaukonitischen Sand- und Tonsteinwechsellagerungen aufgebaut. In Östergötland kündeten sich jedoch bereits die Alaunschiefer an, welche ab der Paradoxissimus-Stufe bis ins unterste Ordovizium (Tremadoc) die dominanten Gesteine sind (JAEGER 1960). Die dunklen Alaunschiefer sind i. d. R. reich an bituminöser Substanz (bis zu 20%) und Pyrit (bis 10%) (LINDSTROEM 1971). Weiterhin sind gewisse Mengen an Uran und Vanadium enthalten. Einige Vorkommen, z. B. im Halleberg und Hunneberg in Västergötland, wurden im Zusammenhang mit Basaltintrusionen "gefrittet", weshalb die Alaunschiefer dort keine organische Substanz mehr enthalten. Aufgrund der großen flächenhaften Ausdehnung, der geringen Wassertiefe und den eingeschränkten Verbindungen zum offenen Ozean war der Austausch von Wassermassen deutlich eingeschränkt, mit der Folge, dass bereits in geringer Wassertiefe euxinische Verhältnisse herrschten. Häufig sind in die Alaunschiefer Linsen oder Bänke aus Stinkkalk eingeschaltet (sog. Orsten). Hierin sind auch die Trilobitenfaunen vertreten, auf welchen die biostratigraphische Zonengliederung des Mittel- und Oberkambriums beruht. In den immer wieder auftauchenden konglomeratischen Aufarbeitungshorizonten spiegeln sich die kleineren Schwankungen des Meeresspiegels wider (JAEGER 1984). Seine größte Ausdehnung erreichte das Alaunschiefermeer im Oberkambrium (JAEGER 1984). In dieser Zeit waren die Lebensbedingungen besonders extrem. Nur wenige Arten konnten sich diesen Umständen anpassen. Manchmal besteht die Fauna sogar nur aus einer einzigen Trilobitenart (LINDSTROEM 1971; JAEGER 1984), die sich jedoch durch besonderen Individuenreichtum auszeichnet. Dabei handelt es sich meist um Vertreter der *Oleniden* und *Agnostiden*, beides Gruppen von Trilobiten. Die Monotonie der Alaunschieferfazies zeigt, dass sich die Sedimentationsbedingungen im großen und ganzen bis ins unterste Ordovizium nur wenig änderten (JAEGER 1984; LINDSTROEM 1971). Im Süden Schwedens fand nahezu kontinuierlich Sedimentation statt. Demzufolge sind die Mächtigkeiten der Alaunschiefer in Schonen am größten (MAGNUSSON 1960). Außerdem enthalten hier die Alaunschiefer mehr kalkige Schichten und weniger Stinkkalk als anderswo in Schweden (MAGNUSSON 1960). Von Bedeutung sind hier die Exsulanskalk-

Tremadoc

Orsten

Unterstes
Ordovizium

bank und der Andrarumkalkstein. Weiter nördlich, in Västergötland, findet der Andrarumkalkstein seine Entsprechung im Exporrecta-Konglomerat, was auf die Nähe einer Landmasse in diesem Gebiet schließen lässt. Über die Ausdehnung der oberkambrischen Transgression nach Osten gibt es offenbar keine gesicherten Erkenntnisse.

Die Alaunschiefer dünnen nach Osten aus (MAGNUSSON 1960). Während in Schonen Mächtigkeiten von bis zu 40 m für das Mittel- und Oberkambrium ermittelt wurden, liegen sie im Leba-Gebiet (polnische Ostseeküste) mit 10–20 m deutlich darunter (JAEGER 1984). Dieses Auskeilen kann möglicherweise auf die Nähe einer Küste hindeuten. LINDSTROEM (1971) dagegen argumentiert, dass die relativ langsame, weitverbreitete, einförmige Sedimentation eher für eine küstenferne Ablagerung in größeren Tiefen spricht. Den Übergang vom Kambrium zum Ordovizium markiert in weiten Teilen Südschwedens eine Schichtlücke, welche Teile des Oberkambriums und des Tremadoc umfaßt (LINDSTROEM 1971). Lediglich in Schonen (MAGNUSSON 1960) und im Oslo-Gebiet gehen die Alaunschiefer ohne nennenswerte Unterbrechungen in den Dictyonema-Schiefer des Tremadoc über (LINDSTROEM 1971, TROEGER, 1984). In Gislövshammar in Schonen beträgt die Mächtigkeit 16,5 m (NORLING 1977) und in Västergötland sind die Dictyonemaschiefer nur noch teilweise als höchstens 1 m mächtige Schicht vorhanden.

Schichtlücke

MAGNUSSON (1960) sieht in den Dictyonemaschiefern flachmarine Ablagerungsbedingungen. Es macht sich hier also offenbar eine Regression bemerkbar. Der Dictyonemaschiefer bildet den letzten Abschnitt der Alaunschieferzeit. Lithologisch den kambrischen Alaunschiefern noch ähnlich, zeigt er jedoch eine größere Faunendiversität als im Oberkambrium (LINDSTROEM 1971). Neben dem namensgebenden dendroiden Graptolithen *Dictyonema* treten nun auch die für die Biostratigraphie des Ordoviziums und Silurs so bedeutenden planktonischen Graptolithen (*Rhabdinopora flabelliformis* u.a.), sowie Conodonten und Acritarchen auf. Nach Osten hin wird der Dictyonemaschiefer durch den Obolussandstein abgelöst.

Dictyonemaschiefer

Ordovizium bis Silur

Im Ordovizium verstärkten sich die epirogenetischen Krustenbewegungen auf dem baltischen Schild im Zusammenhang mit der beginnenden Schließung des Japetus-Ozeans und damit auch die Meeresspiegelschwankungen, was sich in häufigeren Wechseln zwischen kalkiger Trilobitenfazies und Graptolithenschieferfazies äußert (KROEMMELBEIN 1986). Im Hangenden des Dictyonemaschiefers schließen sich die bis 2 m mächtigen, glaukonitreichen Ceraropygen-Schichten an, die in kalkiger oder mergeliger Ausbildung vorlie-

Japetus

gen und gelegentlich noch den Alaunschiefern ähneln (MAGNUSSON 1960). Zum größten Teil besteht das Ordovizium aus dunklen Graptolithenschiefern, nämlich Didymograptus- und Dicellograptus-Schiefer und roten oder grauen Orthocerenkalken. Im Mt. Kinnekulle beträgt die Mächtigkeit der Orthocerenkalk etwa 50 m (MAGNUSSON 1960). Der Orthocerenkalk ist sehr reich an Fossilien. Wie schon aus dem Namen hervorgeht, sind besonders häufig Vertreter der Nautiloidea (*Endoceras*, *Orthoceras*, *Lituites*) enthalten (Abb. 2.3 auf Seite 23).

Bentonit

Im oberen Ordovizium finden sich gelegentlich dünne Lagen von Bentonit. Sie sind vor allem in den unteren und mittleren Bereichen der Dicellograptus-Schiefer anzutreffen (NORLING 1977, MAGNUSSON 1960). Bentonite sind tonige Verwitterungsprodukte vulkanischer Aschen. Somit spiegeln sich hierin die vulkanischen Aktivitäten im Zusammenhang mit der fortschreitenden Subduktion des Japetus-Ozeans wider. Die Aschewolken wurden sehr weit verbreitet und sind somit eine wertvolle Hilfe bei der Korrelation der Profile weit entfernter Gebiete. Den Abschluß des Ordoviziums bilden die Dalmanitina-Schichten mit grobsandiger Basis und feinem Schiefertone darüber. Insgesamt sind die Lebensbedingungen verglichen mit denen im Mittel- und Oberkambrium offenbar deutlich besser geworden. Diese Annahme wird jedenfalls durch das Vorkommen von Riffen im Mittel- und Oberordovizium im Siljan-Gebiet gestützt, die sich deutlich von der Normalfazies abheben.

Stromatoporen

An der Riffbildung selbst waren in besonderem Maße Stromatoporen beteiligt. Stromatoporenkolonien weisen einen feinschichtigen Aufbau auf und erreichen Größen von einigen Zentimetern bis etwa 2 m. In der Systematik werden sie als eine den rezenten Schwämmen nahestehende Fossilgruppe eingeteilt (LEHMANN 1997). Der somit überwiegend massige Kalkstein enthält aber auch linsenförmige Ansammlungen von Brachiopoden, Trilobiten, Gastropoden und Cephalopoden. Weiterhin finden sich örtlich Massenreicherungen von Echinodermenresten, tabulaten Korallen, Bryozoen etc. vorwiegend in den Randbereichen der Riffe. Auch im Silur sind Graptolithenschiefer häufig. Wie für das Ordovizium so gibt es auch für das Silur eine feine Zonengliederung basierend auf Graptolithen. Allerdings sind es im Silur nur einästige Formen, sogenannte Monograptiden. In Südschweden (Schonen) geht das Ordovizium ohne Unterbrechung in das Silur über (MAGNUSSON 1960).

Silur

Es besteht aus vier Einheiten: den Rastrites-Schiefern, den Cyrtograptus-Schiefern, den Colonus-Schiefern und der Öved-Ramsåsa-Serie. Die beiden letztgenannten erreichen hier beträchtliche Mächtigkeiten (Colonus-Schiefer 600 m, Öved-Ramsåsa-Serie 800 m (KROEMMELBEIN 1986)). In den bunten Cyrtograptus-Schiefern sind auch Bentonitlagen eingeschaltet. Die Öved-Ramsåsa-Schichten bestehen aus hellen oder roten Sandsteinen und fossilreichen Kalken und Schiefertonen. An Fossilien kommen unter anderem

Gräten und Schuppen von Agnathen Fischen vor. Auf Gotland umfaßt dagegen eine Schichtlücke zwischen Ordovizium und Silur wahrscheinlich den größten Teil des Tremadoc. Die silurischen Schichten Gotlands weisen eine Mächtigkeit von etwa 650 m auf (MAGNUSSON 1960) und fallen flach nach Südosten in Richtung des Ostseebeckens ein. Im unteren Teil des Silurs sind größtenteils tonige und mergelige Sedimente vertreten, während in den höheren stratigraphischen Einheiten zunehmend kalkige Schichten vorherrschen. Es tritt ein häufiger Wechsel von Mergel, Kalkstein, Riffkalk und Oolith auf. (BUBNOFF 1952). LINDSTROEM (1971) deutet diese Abfolgen als Flachwasserfazies und weist in diesem Zusammenhang auf das allmähliche Wiederauftauchen des baltischen Schildes über den Meeresspiegel hin. Die obersten silurischen Schichten bestehen aus überwiegend roten, kontinental geprägten Sandsteinen. Hierin spiegelt sich die umfassende Regression infolge der Hebung des Baltischen Schildes wider. Die Sedimente des Devon, Karbon und Perm wurden, wenn sie denn überhaupt abgelagert wurden, im Laufe der Zeit vollständig erodiert. Es sind daher kaum Aussagen über das Jungpaläozoikum möglich. Ebenso verhält es sich mit dem Meso- und Känozoikum. Nur in Schonen und in der Ostsee sind Gesteine aus dieser Zeit zu finden. In großen Teilen Schwedens wird die Subkambrische Peneplain gar nicht oder nur von einer dünnen quartären Moränendecke überlagert.

Oberstes Silur

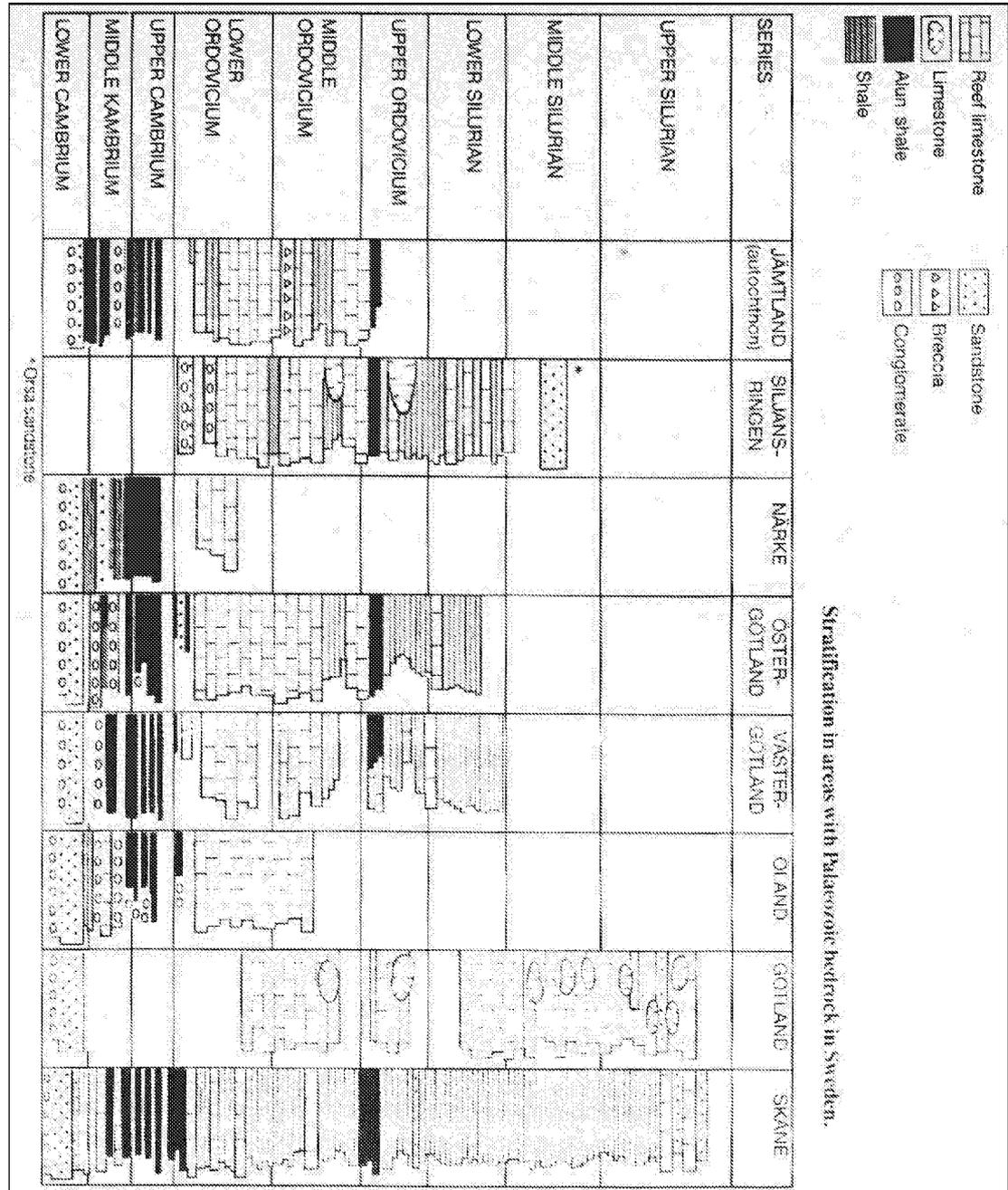
2.1.3 Zusammenfassung

Der Baltische Schild besteht überwiegend aus Präkambrischen Gesteinen. Beginnend im Jungproterozoikum kam es zur Öffnung des Japetus-Ozeans etwa entlang des ehemaligen Grenvillian-Dalslandium-Orogens, welches den Laurentischen Schild mit Baltica verband. Nach einer lange währenden Abtragungsperiode im Proterozoikum war eine weitgehend ebene Rumpffläche entstanden, die im Altpaläozoikum von einem flachen Epikontinentalmeer überflutet wurde. Die altpaläozoischen Sedimentite Schwedens wurden durch zahlreiche Transgressions – Regressionszyklen geprägt, die überwiegend epigenetische Ursachen hatten. Ein erster Großzyklus im Unterkambrium hinterließ überwiegend Konglomerate und quarzitisches Sandsteine (Abb. 2.7 auf Seite 32).

proterozoische
Rumpffläche

Die Transgression folgte weitgehend der altangelegten Ostsee-Mulde. Während einer zweiten Etappe kam es häufig zu Sauerstoffmangel in weiten Teilen. Daraus resultierten die Alaunschiefer und Stinkkalke des Mittel- und Oberkambriums. In der dritten Etappe wurden überwiegend Graptolithenschiefer und in zunehmendem Maße auch Riffkalke abgelagert. Hierin zeigt sich, dass sich der Baltische Schild in Richtung Äquator bewegte, denn im

Stinkkalke



(Quelle: SCHMIDT/WALTER 1990)

Abbildung 2.7: Stratigraphie des Silurs

Kambrium lag er noch in der Nähe des Südpoles (Abb. 2.5 auf Seite 26), wo die Lebensbedingungen für riffbildende Organismen infolge niedriger Temperaturen ungünstig waren. In Schonen sind die altpaläozoischen Schichtenfolgen sehr vollständig und weisen auch die größten Mächtigkeiten auf. In der Mächtigkeitsabnahme, besonders der kambrischen Schichten nach Norden, kommt die Form des Schildes zum Ausdruck. Trilobiten, Orthoceren, Graptolithen und Conodonten sind die biostratigraphisch wichtigsten Fossilien. Bentonitlagen im Ordovizium und Silur zeugen von vulkanischer Aktivität im Zusammenhang mit der Kaledonischen Orogenese. Im Zuge derselben wurde der baltische Schild wieder bis heute andauernd über den Meeresspiegel gehoben mit der Folge, dass die größten Teile der Altpaläozoischen Sedimentdecke bis auf wenige Reste wieder abgetragen wurde. Im Bereich Skandinaviens handelt es sich um die größte bekannte Schichtlücke des Phanerozoikums.

andauernde
Hebung

2.1.4 Literatur

- BERGSTROEM, J. (1985): Zur tektonischen Entwicklung Schonens (Südschweden). In: Zeitschrift für angewandte Geologie, Bd. 31, Heft 11, Berlin
- BUBNOFF, S. v. (1952): Fennosarmatia. Berlin
- GRAVESEN, P. (1993): Fossilien sammeln in Südsandinavien. Weinstadt
- JAEGER, H. (1984): Einige Aspekte der geologischen Entwicklung Südskandinaviens im Altpaläozoikum. In: Zeitschrift für angewandte Geologie, Bd. 30, Heft 1, Berlin
- KROEMMELBEIN, K. (1986): Brinkmanns Abriß der Geologie. Band 2, Historische Geologie. Stuttgart
- LEHMANN, U. & HILLMER, G. (1997): Wirbellose Tiere der Vorzeit. Stuttgart
- LINDSTROEM, M. (1971): Vom Anfang, Hochstand und Ende eines Epikontinentalmeeres. In: Geologische Rundschau, Band 60, Stuttgart
- MAGNUSSON, N.H. (1960): Description to accompany the map of the pre-Quaternary rocks of Sweden. In: SGU, Ser. Ba Nr. 16. Stockholm
- MAGNUSSON, N.H. (1957): Sveriges Geologi. Stockholm
- WASTENSON, L. (1994a): National atlas of Sweden; Geology. Stockholm
- NORLING, E. & SKOGLUND, R. (1977): Der Südweststrand der Osteuropäischen Tafel im Bereich Schwedens. In: Zeitschrift für angewandte Geologie, Bd. 23, Berlin
- SCHMIDT, K. & WALTER, R. (1990): Erdgeschichte. Berlin. New York
- SCHOENENBERG, R. & NEUGEBAUER, J. (1997): Einführung in die Geologie Europas. Freiburg im Breisgau

THORSLUND, P. & JAANUSSON, V. (1960): The Cambrian, Ordovician, and Silurian in Västergötland, Närke, Dalarna and Jämtland, Central Sweden. In: Intern. Geol. Congr. XXI Session Norden, Guide, Sveriges Geol. Unders., Stockholm

TROEGER, K.A. (1984): Abriß der Historischen Geologie. Berlin

WEIDERT, W.K. (1990): Klassische Fundstätten der Paläontologie. Band 4

ZIEGLER, P.A. (1990): Atlas of western and central europe

ZIEGLER, B. (1998): Einführung in die Paläobiologie. Teil 3: Spezielle Paläontologie. Würmer, Spongien, Arthropoden, Lophophoraten, Echinodermen

Geological map of the fennoscandian shield (1 : 2000000) , SGU, Uppsala, 2001

2.2 Der glaziale und glazifluviale Formenschatz in Schweden

(von Ulli Raschke)

2.2.1 Einleitung

Schweden weist fast den gesamten bekannten glazialen und glazifluvialen Formenschatz auf. Die Landschaftsgenese des Landes ist hauptsächlich auf die Aktivitäten des Eises zurückzuführen. Als glazial werden die direkten, durch das Eis bewirkten Prozesse angesehen. Dazu zählen die Erosion, der Transport und die Akkumulation. Als glazifluvial bezeichnet man die indirekten Prozesse infolge der Vereisung, nämlich die Erosion, besonders aber die Transport- und Akkumulationsleistung durch die Schmelzwässer des Eises. Durch die große Erosionskraft des Eises sind oft Spuren im überfahrenen Festgestein zu erkennen. Diese hat das Eis durch mitgeführten Gesteinsschutt aus dem Untergrund präpariert. Sie werden als Gletscherschrammen bezeichnet. Meist repräsentieren diese Schrammen die Hauptvorstoßrichtung der jüngsten Vereisung. Ältere Schrammen sind oft verwittert bzw. von jüngeren überlagert. Manchmal sind jedoch bis zu drei Generationen von Schrammen identifizierbar. So konnte man darauf schließen, dass sich die Bewegungsrichtung des Eises innerhalb eines einzigen Glazials veränderte. Dies hängt mit der Verlagerung der Eisscheide von den Hochlagen der Skanden nach Osten zusammen.

Eisaktivität

Oft ist auch eine andere Form von Marken zu erkennen. Sie sind sichelförmige Brüche, die quer zur ehem. Eisflußrichtung liegen. Die konkave Seite zeigt meistens in Eisflußrichtung. Diese typische Form entsteht durch eine flach geneigte Bruchfläche, wobei die über der Bruchfläche befindliche schmale Platte am dünneren Ende abbricht und – punktförmig verstärkt durch Gesteinsbruchstücke – sich in den Untergrund hineinbohrt. Diese Sichelmarken (Abb. 2.8 auf Seite 36) sind allerdings kein sehr zuverlässiger Richtungsanzeiger, da sich manchmal auch die konvexe Seite in Eisfließrichtung des ehem. Eises befinden kann. Wir sahen Gletscherschrammen und vor allem Sichelmarken auf einer Sandsteinplatte am Flyhof bei Husaby (bereits im Heft 20, S.53, 2002, beschrieben).

Marken &
Zeichen



(Foto: ULLI RASCHKE)

Abbildung 2.8: Sichelmarken bei Bognes am Tysfjorden in Norrland

2.2.2 Der glaziale Formenschatz

Entstehung, Aufbau und Struktur

Fjorde, Rundhöcker und Schären Fjorde entstehen dadurch, dass sich das Eis durch die präglazial angelegten, fluviatil entstandenen Kerbtäler bewegte und sie großflächig ausräumte. So entstand das typische Trog- oder U-Tal. Die Gletscher kalbten schließlich ins offene Meer. Durch die einsetzende Transgression während der Eisschmelze wurden diese Täler partiell vom Meer ertränkt. Oft sind dem Fjord Schären vorgelagert. Sie sind im Prinzip vom Wasser umschlossene Rundhöcker und wie diese auf die gleiche Weise entstanden. Durch Druck verflüssigtes Schmelzwasser dringt in den Untergrund ein und gefriert dort wieder. Anschließend wird bei der weiteren Eisbewegung das mit Eis durchsetzte Material aus dem Untergrund herausgehoben und mittransportiert (Detraktion). So entsteht der steile Lee-Hang der Rundhöcker. Eine weitere erosive Form stellen die Gletschermühlen dar. Stürzende Schmelzwässer von der Gletscheroberfläche gelangen durch Spalten bis zum Untergrund, den sie durch Wirbel auskolken, oft im Verbund mit Mahlsteinen.

Gletschermühlen

Till, Geschiebe, Moränen und Drumlins (glaziale Akkumulation)

Till: Als Tillsediment wird vom Gletscher verfrachteter Gesteinsschutt jeder Korngröße und ohne Sortierung (Schichtung) bezeichnet. Die Grundmasse besteht aus Ton, Silt und Sand.

Geschiebe: Sind die in dem Tillsediment enthaltenen Gesteinsfragmente von Kiesgröße bis zu tonnenschweren (erratischen) Blöcken. Sie wurden während des Transports meist stark beansprucht, d.h. sie sind kantengerundet. Ihre Oberflächen sind geglättet, an diesen Schliefflächen lassen sich häufig Kritzungen finden. 10-20% der Kalkgeschiebe sind gekritzelt und in seltenen Fällen weisen auch Granit- und Gneisgeschiebe und sogar Quarzite Kritzungen auf. Kritzungen sind oft hilfreich für die Identifizierung einer Moräne und somit einer Vergletscherung, sie können jedoch auch anders entstehen, zum Beispiel durch tektonische Verschiebungen (Harnische), Erdbeben oder auch durch anthropogene Ursachen.

Kritzungen

Moränen: Sind auf, unter und in dem Inlandeis/Gletscher bewegter Gesteinsschutt. Er wird an dessen Untergrund, bzw. Rand abgelagert. Es gibt eine Reihe von Untertypen. Allen ist aber gemein, dass sie die häufigsten Indikatoren für eine glaziale Überprägung sind.

Grundmoräne: ist das Material, das sich zwischen Gletscherunterseite und dem Untergrund (Locker- und Festgestein) befindet. Grundmoränenflächen haben meist unregelmäßige, flachwellige bis kuppige Oberflächen und kein einheitliches Gefälle. In Bereichen nahe dem Eisrand bleibt viel Toteis zurück, was beim Ausschmelzen zu einer Kuppen-und-Kessel-Landschaft führen kann. Die Grundmoräne ist ein Gemisch aller Korngrößen und ist nicht geschichtet bzw. sortiert. Wenn der Gesteinsschutt lange transportiert wurde, werden weniger widerständige Gesteinsbruchstücke leichter zerrieben als widerständige. Dies führt dann zu einer Anreicherung relativ "harter" Kristallite und zu einer Verarmung "weicher" Sedimentite. Als Folge dessen erhöht sich der Matrixanteil mit zunehmender Länge des Transportweges, bei kurzen Entfernungen jedoch ist der Kiesanteil noch sehr hoch.

Moränentypen

Die Korngrößenverteilung ist von der Zusammensetzung des Einzugsgebietes bzw. der des lokalen Untergrundes abhängig. So bilden überfahrene Schotter kiesige, überfahrene Beckentone tonige Grundmoränen. Enthält eine Grundmoräne kalkhaltiges Material, d.h. standen in ihrem Einzugsgebiet Karbonatgesteine an, ist sie gräulich und wird Geschiebemergel genannt.

Geschiebelehme entstehen durch chemische Verwitterungsprozesse aus erdoberflächennahen Geschiebemergeln, ihr Kalkgehalt ist reduziert, sie sind gelblich-braun. Erratika (Verirrte), sind Gesteinsbruchstücke, die in ihrem Ablagerungsbereich nicht anstehen. Sie sind somit wichtige Zeugen für die Herkunft des Eises. Steht ein solches Gestein in seinem Herkunftsgebiet nur in einem relativ kleinen Gebiet an, so kann der Weg, den das Eis zurückge-

Erratika

legt hat, relativ genau rekonstruiert werden (Leitgeschiebe). Außerdem kann man sie ihrer Genese nach unterteilen.

Absetzmoräne: Gesteinsschutt wird direkt vom sich bewegenden Eis abgelagert. Meist in Bereichen, wo die Fließgeschwindigkeit herabgesetzt wurde, z.B. in Mulden oder an der Gletscherstirn.

Ausschmelzmoräne: Bei stagnierendem Eis kommt es beim basalen Schmelzen zur Akkumulation von mitgeführtem Material. Die Wärme entsteht durch Reibung und Druck. Auch die Erdwärme kann eine Rolle spielen.

Ablationsmoränen: bestehen aus Material, welches vor dem Abtauen des Eises auf dem Gletscherkörper, bzw. Inlandeis abgelagert wurde oder in dem Eis eingefroren war. Das abgesetzte Material überlagert die Grundmoräne.

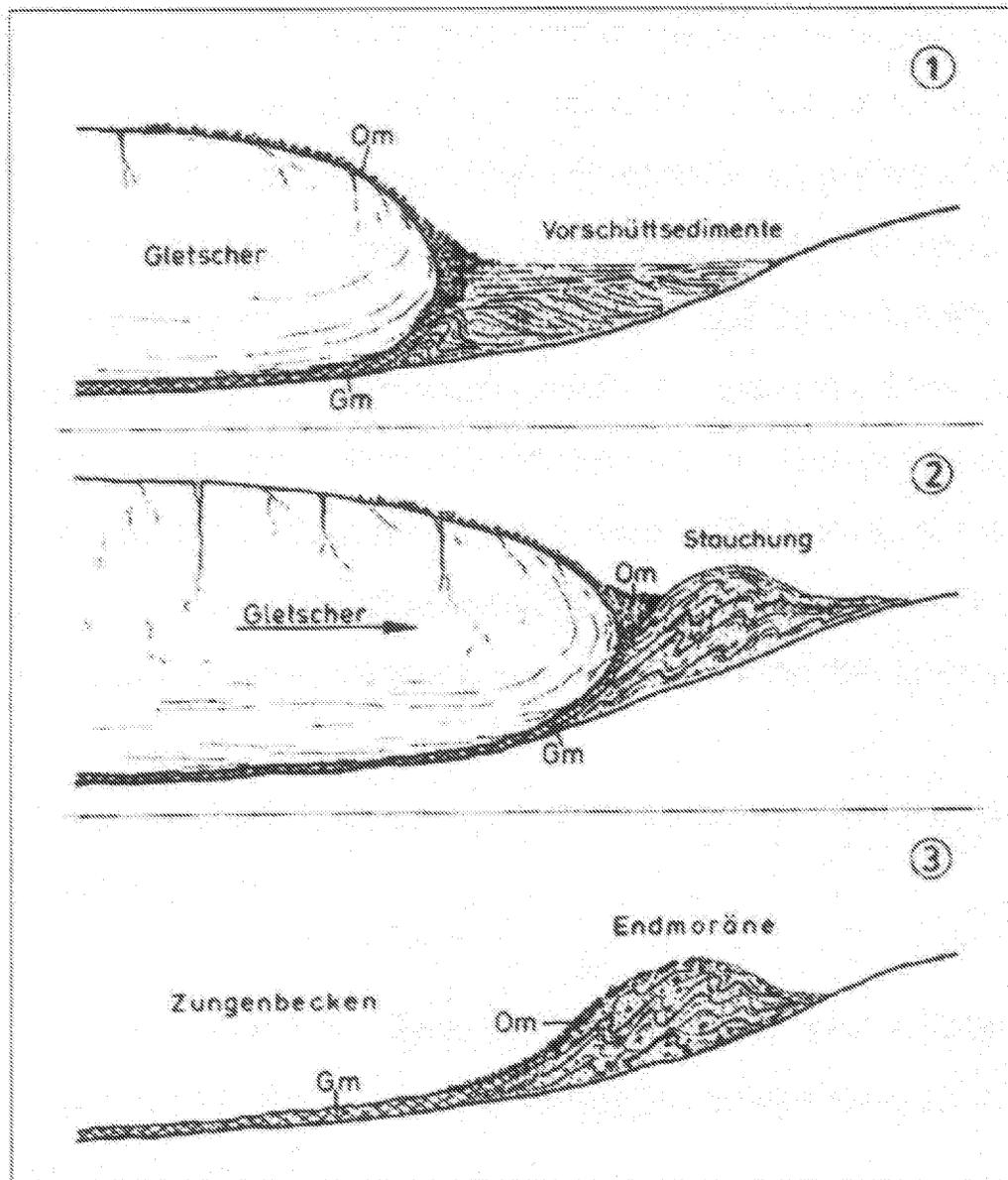
Endmoränen: entstehen dort, wo das Eis stationär eine lange Zeit verharret. Dabei gilt: je länger der Eisrand stationär war, desto deutlicher ist die Endmoräne ausgeprägt. Sie zeichnen so gut den ehemaligen Eisrand nach, da sie parallel zu ihm abgelagert wurden. An über einen längeren Zeitraum stationären Eisrändern werden Satzendmoränen abgelagert. Oszilliert der Eisrand jedoch, werden Stauchendmoränen gebildet. Es kann auch bei längeren Stillstandsphasen zu kleinen Oszillationen kommen. Nicht jede Eisrandlage hat auch einen Endmoränenzug ausgebildet, da manchmal starke Schmelzwasserströme dies verhindern können. Dann ist der Eisrand durch eine tiefer liegende Grundmoränenfläche im Rückland gekennzeichnet, welche direkt an eine höher liegende Sanderfläche (Hochsander) angrenzt. Dieser Fall wurde erstmals 1965 von FRANZ & WIESE im Brandenburger Stadium der Weichselvereisung nachgewiesen.

Oszillationen...

Stauchendmoränen: Das sind durch einen oszillierenden Eisrand in ihrer Ablagerung gestörte Endmoränen. Zur Oszillation kommt es durch Temperaturveränderungen oder durch Scherbewegungen an der Gletscherstirn. Jüngeres Material kann sich an älterem schuppenartig anlagern oder es kommt durch die große Auflast zu Faltungen. Oft wird auch Toteis eingelagert, das nach dem Auftauen das Gefüge noch einmal nachträglich verändern kann. Meistens bestehen die Stauchendmoränen aus geschichteten Sanden und Kiesen, die gefaltet oder verschuppt worden sind. Die zusammengeschobenen Wälle können Höhen bis zu 50 m erreichen (Abb. 2.9 auf Seite 39).

... und Folgen

Satzendmoränen: Bildung nur an stationären Eisrändern. Material wird am Rand durch das Abschmelzen sedimentiert. Gleichzeitig schiebt sich das Eis (mit neuem Material) in derselben Rate vorwärts. Es ist also selbst nicht stationär, sondern nur sein Rand. Hat das Eis während seines Rückzuges Stillstandsphasen, können sich sogenannte Rückzugsmoränen ausbilden. Ist deren Anzahl hoch und der Abstand zwischen ihnen relativ klein, kann man davon ausgehen, dass sie sich jährlich gebildet haben. Man spricht dann von Jahresmoränen. In den meist ungeschichteten Endmoränen mit ihren



1. Ablagerung von glazifluvialen Sanden; 2. durch das Vorrücken des Eises werden die bereits abgelagerten Sedimente aufgestaut; 3. nach dem Abschmelzen des Eises bleibt eine komplex verfaltete Stauchendmoräne zurück. (Quelle: SCHREINER, 1992, S.34)

Abbildung 2.9: Entstehung von Stauchendmoränen am Beispiel des Rissdoppelwalls.

Sanden, Kiesen und kantigen Blöcken können aber auch geschichtete Fließmoränen vorkommen. Es sind Ablagerungen von Schmelzwässern, die beim Austritt aus dem Eis Gesteinsmaterial (vorwiegend der Obermoräne) abräumten und dann sedimentierten. Satzendoränen können Höhen von ca. 100 m gegenüber dem Vorland erreichen. Das Rückland liegt meist noch tiefer, da es im Zuge der glazialen Erosion zur Ausschürfung von glazialen Becken/Zungenbecken kam. Die Längserstreckung kann viele Kilometer, die Breite bis zu 1 km erreichen.

DE GEER–Moränen wurden innerhalb des Eisrandes geformt und liegen richtungsparallel zu ihm.

Hummock–Moränen sind kleine, bis meterhohe Hügelchen, die durch frostbedingten Druck und Aufpressung von Material entstanden sind. Vorkommen finden sich in Tälern und weiten Ebenen.

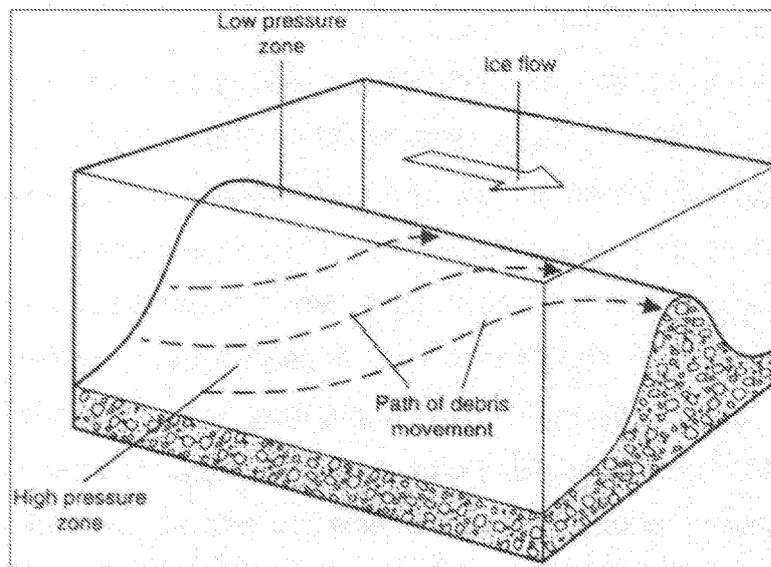
ein bisschen
Gälisch

Drumlins: sind stromlinienförmige, ca. 50 m hohe und bis Kilometer lange Erhebungen im Ablagerungsraum von Gletschern bzw. Inlandeis. Der Begriff stammt aus dem Gälischen (drum = Höhenrücken). Sie sind i.d.R. parallel zur Eisflußrichtung angelegt, treten oft in Schwärmen auf und besitzen meist einen steilen Luv- und einen flachen Leehang. Sie bestehen vorwiegend aus Moränenmaterial, können aber auch Felskerne aufweisen, manchmal sogar fluviale Schotter. Es gibt bis heute keine eindeutige Theorie zu ihrer Entstehung. EBERS (1925/37) stellte fest, dass es sich um eine zweiphasige Genese handelt. Erstens die Herausformung stromlinienförmiger Körper aus überfahrenem Sediment und zweitens, die Überdeckung mit Moränenmaterial. EBERL (1930) betrachtet Drumlins als rein erosive Form. Heute steht fest, dass wohl beide Prozesse zur Drumlinbildung führen können. Auffällig ist, dass die Entstehung offensichtlich beschränkt ist auf eine Zone dicht am Eisrand, wo die Fließgeschwindigkeit abnimmt. BENNET & GLASSER (1996) gehen davon aus, dass wenn subglazial Hindernisse überflossen werden, in ihrem Lee ein Bereich geringen Drucks (low pressure zone) besteht, während zu den Seiten dieser Zone ein Bereich hohen Drucks (high pressure zone) entsteht. Der Sedimenttransport findet spiralförmig entlang des Druckgradienten (von hohem zu niedrigem Druck) statt, so dass hinter Hindernissen langgestreckte Flutes oder Felskern–Drumlins entstehen (Abb. 2.10 auf Seite 41).

Flutes

Kleinere Formen der Drumlins sind Flutes. Flache, langgestreckte Sedimentrücken im Lee größerer Geschiebe oder von Hindernissen im Felsuntergrund. Flutes markieren wie Drumlins die lokale Eisflußrichtung. Sie werden nur bis zu 2 m hoch, 50 m breit und bis zu 100 m lang.

Neben den bereits vorgestellten Theorien der subglazialen Erosion (Deformation) und Ablagerung gibt es noch die Meinung, dass Drumlins das



(Quelle: BENNET & GLASSER, 1996, S.248)

Abbildung 2.10: Bildung von Drumlins und Flutes, bzw. spiralförmiger Sedimenttransport unter dem Eis.

Produkt von abgeschmolzenem, schuttreichem Eis seien. Als letzte Theorie gilt, dass sie fluviale Auffüllungen oder Reste subglazialer Fluten sein können. Während subglazialer Fluten werden unter dem Eis Hohlräume geschaffen, die von fluvialen Sedimenten verfüllt werden können. Oder es werden die Ablagerungen subglazialer Fluten durch das Eis überprägt. Diese Theorie kann fluviale Sedimente in Drumlins erklären, weshalb sie viele Befürworter hat. Von diesen vier Erklärungsversuchen ist der Ansatz der subglazialen Deformation der wahrscheinlichste, wobei die genauen Vorgänge, die zur Bildung von Drumlins führen, noch unklar sind.

Vorkommen in Schweden

Fjorde gibt es in Schweden nur wenige. Sie kommen an der Küste der Region Bohuslän vor. Allerdings sind sie nicht so lehrbuchhaft ausgeprägt wie in Norwegen. Schären kommen dagegen an weiten Teilen der schwedischen Küste vor, z.B. ist Stockholm eine solche Schärenküste vorgelagert. Ein gutes Beispiel für Endmoränenzüge sind die Doppelmoränen an beiden Seiten des Vänernsees, in der Region von Skara und Skövde. Reste gibt es noch weiter

wo find' ich
was?

östlich an beiden Seiten des Vättern-Sees. Dann zerteilen sich beide Moränen in eine Menge von getrennten Wällen. Sie setzen sich eher undeutlich durch Östergötland und Bråviken fort. Weiter landeinwärts gibt es weitere Moränen, die fast alle eine fluviale Schichtung aufweisen, besonders bei Talquerungen. Diese sind jedoch weniger zusammenhängend. Sie durchziehen die Provinzen der Westküste Schwedens. Sie scheinen bogenförmig weiter durch das südl. Småland umzubiegen und erreichen die Ostküste in der Gegend von Kalmar. Insgesamt konvergieren die Moränenbögen nach Westen hin. Daraus läßt sich schließen, dass die Rückzugsgebiete in Norwegen sehr viel geringer sind, als in Ostschweden und Finnland. Der Rückzug von nördl. des Skagerrak bis zum Mjösensee hat genauso lange gedauert, wie der Rückzug von Schonen bis Norrland.

Kleinere Randmoränen (Jahresmoränen) gibt es nördl. von Stockholm (Sundbyberg, Märsta), bei Westerås (Dingtunaebene), westl. des Vätternsees (Karlsborg), an der Ostseite des Vänern (Åräsbycht), in Norrbotten (Boden) und in Lappland (Tärnasee). Westlich von Stockholm bis ins südl. Värmland und in der Küstenregion von Norrbotten sind die DE-GEER-Moränen zu finden.

und Drumlins?

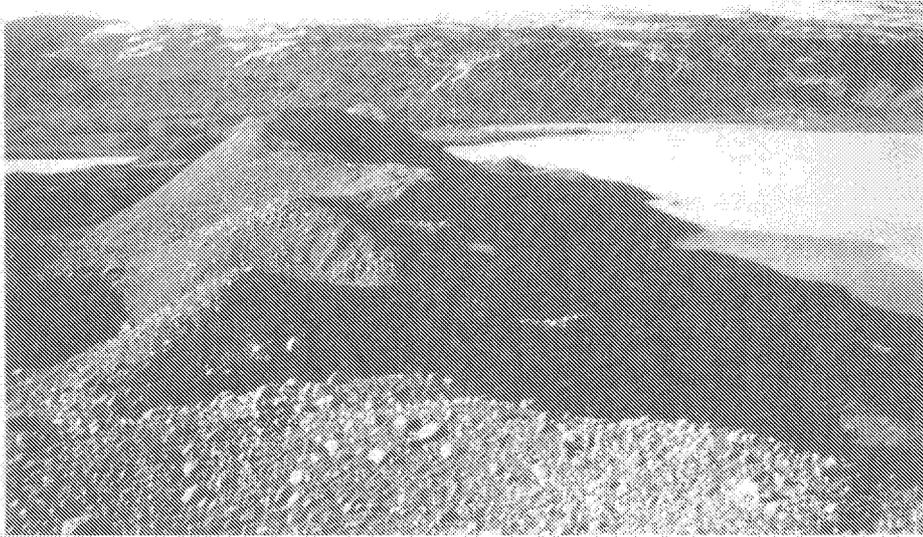
In Nordschweden kommen Drumlins in großer Ausdehnung, sowohl an der Västerbottischen Küste, wie auch im Landesinnern, vor. In Mittelschweden findet man sie in der Silurebene der Provinz Närke und auf dem nördlichen Teil von Öland. Als Exkursionspunkt war das Drumlinfeld von Hackvad Bestandteil der Überfahrt von Skara nach Rättvik (siehe hierzu Heft 20, S.73 ff). In Fennoskandinavien findet man meistens keinen engeren Verband zwischen den Drumlinlandschaften und den großen End- oder Randmoränenbögen. Drumlinvorkommen gibt es sowohl oberhalb, als auch unterhalb der marinen Grenze, wo das Meer beim Eisrückzug etwa um 300 m erniedrigt war. Wir besuchten auch die Kahlfelsenlandschaft von Klyftamon, die als Lokalität für den Ausfluß des Baltischen Eisstausees gilt.

Man kann dort glattgeschliffene Gneisfelsen sehen, die auch Schrammen aufweisen. Sie sollen, wie auch einige Schotterfelder im südlichen Leebereich der Kahlfelsen, auf eine große Flut hinweisen (dazu auch Heft 20, S.61).

2.2.3 Der glazifluviale Formenschatz

Aufbau, Entstehung und Struktur

Glazifluviale Ablagerungen sind von Schmelzwässern transportiert und akkumuliert worden. Dies hat zur Folge, dass sie im Gegensatz zu glazigenen Ablagerungen sortiert und geschichtet sind. Die Ablagerung kann subglazial, inglazial, supraglazial und proglazial erfolgen. Ein großer Teil des vom Eis



(Quelle: THOME, 1997, S. 241)

Abbildung 2.11: Os vor dem Breidamerkur-Jökull.

mitgeführten Gesteinsschutts wird so abtransportiert und glazifluvial abgelagert.

Sander, Kames, Oser, Sölle und Warvite:

Sander: Der Begriff stammt aus dem Isländischen (Sandur, Einzahl Sandar). Durch die Schmelzwasserströme am Eisrand, die von der Oberfläche des Eises oder aus Gletschertoren hervortreten, werden große Mengen an Sediment transportiert. Dieses wird im Vorland des Gletschers als Schwemmkegel abgelagert. Mehrere davon können sich zu einer großen Schwemmfläche vereinigen und so einen Sander bilden. Oft schließt sich der Sander direkt der Endmoräne an und besitzt ein Gefälle in Richtung Vorland. Mit zunehmender Entfernung nimmt dieses jedoch ab. In Bereichen des Sanders, die in Kontakt mit dem Eis stehen, ist häufig Toteis eingelagert. Bei dem Ausschmelzen des Toteises entsteht eine Kuppen- und -Kessel-Landschaft. Die Korngröße des akkumulierten Materials hängt sehr von der Fließgeschwindigkeit, von der Länge des Transportweges und dem Ausgangsmaterial ab. Die Korngröße nimmt mit zunehmender Entfernung vom Eis ab, die Sortierung hingegen zu. Je nach ihrer Lage zur Grundmoräne unterscheidet man

Schmelzwasser...

Vorstöß- oder Nachschüttsande. Fehlt eine Endmoräne, z.B. durch sehr starke Schmelzwasserströme, und der Sander schließt sich direkt an eine Grundmoräne an, so bezeichnet man ihn als Hochsander. Wenn sich ein jüngerer Sander in einen älteren einschneidet, dann ist dieser im Bereich des älteren, höher gelegenen talsohlenartig schmal und verbreitert sich trompetenförmig nach außen. Diese Sanderformen bezeichnet man als Trompetensander. Neben den Flächensandern gibt es noch Bortensander, die aus einer Vielzahl mehrerer kleiner Schmelzwasserströme bestehen. Sie sind oft relativ steil. An Eisrändern hochgestautes Wasser, das durch die Endmoränenwälle sickert, lagert schlecht sortiertes Schuttmaterial am Moränenfuß ab. Oft gibt es dabei Verzahnungen von unsortiertem Endmoränenmaterial mit mehr oder weniger sortiertem Bortensander. Schlauchsander entstehen dort, wo die Abflußbahn des Schmelzwassers seitlich begrenzt ist.

Toteis...

Kames: Kames sind typisch für Eiszerfallslandschaften. Die Schmelzwässer des zurückweichenden Eises schwemmen große Mengen an Material zusammen, das sich oft zwischen Toteis ablagert. Da das Material fluvial transportiert wurde, ist es sortiert und geschichtet (oft schräggeschichtet) und häufig durch Sackungen nach dem Ausschmelzen von Toteis gestört. Kames können aber auch durch Spaltenverfüllungen entstehen, dann sind sie aber eher unsortiert. Sie bestehen aus Sand, Kies und Gesteinen verschiedener Korngrößen. Nach dem Abschmelzen des Eises steht der Kame als konische, langgestreckte, abgeplattete oder völlig unregelmäßig geformte Erhebung im Gelände.

Schutt...

Kameterrassen werden im Zwischenraum zwischen dem Eis und einem ansteigenden Gelände abgelagert. Wo sonst eine Seitenmoräne war, flossen hier Schmelzwasserströme. Sie entstehen vorwiegend am Rand von Talgletschern (da ein Talhang o.ä. zur Bildung benötigt wird) und nur selten am Rand großer Eismassen. Kameterrassen können nur am Rand von Gletschern gebildet werden, die keine Spalten oder Klüfte besitzen, durch die das Schmelzwasser abfließen kann.

Oser: sind langgestreckte, bahndammartige Wälle aus geschichteten Sanden, Schottern und Kiesen (Abb. 2.11 auf Seite 43). Sie werden bis zu 100 m hoch und bis zu einigen hundert Kilometern lang. Der Begriff Oser stammt aus dem Schwedischen (Einzahl: Ås) und wurde bereits 1836 von SEFSTROEM eingeführt, der in ihnen einen Beweis für eine große Rollsteinflut sah. Später wurden sie als eine Moränenart gedeutet, aber erst DE GEER (1897) konnte nachweisen, dass es sich um Ablagerungen glazialer Schmelzwasser handelt. Sie werden in subglazialen, aber auch in supra- und intraglazialen Schmelzwasserflüssen gebildet. Ihre Seiten werden durch den ehem. Eistunnel begrenzt. Nach dem Abtauen des Eises bleiben sie als erhabene Oberflächenform zurück. Eine ältere Theorie geht davon aus, daß sie sich nur

am Gletschertor bilden, wo die Fließgeschwindigkeit rapide abnimmt und ein Großteil des Gerölls nicht mehr weiter transportiert werden kann. Bei der rückwärtigen Verlegung des Eisrandes, bzw. während der Stagnations- und Rückzugsphase, kommt es dann auch zur sukzessiven Akkumulation von Material. Oser zeigen oft einen jahreszeitlichen Bau mit Ablagerung im Sommer und Unterbrechung im Winter. Sie mäandrieren oft und verzweigen sich gelegentlich, es entstehen Os-Netze.

Man kann von der Gestalt und vom Aufbau der Oser auf das Sedimentationsmilieu schließen. So sind supramarine Oser eher flach verteilt auf der Landoberfläche und sogar teilweise von Sediment begraben, wo hingegen submarine Oser kompakter und auch höher sind (30-40 m). Das kommt daher, dass das Wasser sein mitgeführtes Material direkt an der Mündung (Gletschertor unter NN) abgelagert hat. So gibt es eine Charakteränderung auch innerhalb eines einzigen Os-Zuges, der das Überschreiten der höchsten marinen Grenze anzeigt. Oser besitzen oft trichterförmige Senken auf ihrer abgeplatteten Oberfläche, sogenannte Osgropen.

Auffällig sind auch längsparallele Vertiefungen, die Osgraben. Sie entstehen, wenn der Os-Zug postglazial durch starke Wasserströme angeschnitten wird. Dies geschieht entweder fluviatil oder marin.

Sölle: Sie werden auch als Toteisseen bezeichnet und entstehen dadurch, dass beim Eisrückzug mächtige Blöcke vom Inlandeis abbrechen, weil sie, durch Gletscherspalten geschwächt, keine homogene Masse mit dem Eis bilden. Sie werden anschließend mit Sediment bedeckt, das wie ein Isolator wirkt und den Eiskern nur sehr langsam tauen läßt. Der vorher bedeckte, gut in seine Umgebung einnivellierte Eisblock, hinterläßt nun eine Hohlform, die oft mit Wasser gefüllt ist.

Warvite: Typisches Sediment der mit Schmelzwasser gefüllten Seen und vorgelagerten Deltas. Sie sind feinkörnige, hell-dunkel laminierte Bändertone, die eventuell von Dropstones durchschlagen wurden. Sie sind glazilimnisch und bilden eine gute Möglichkeit zur Datierung des Eisrückzuges.

Vorkommen in Schweden

Sander kommen in den gleichen Gebieten vor wie die Endmoränen. Sie sind ihnen vorgelagert. Ein großer Sander- bzw. Deltakomplex befindet sich bei Dals-Ed westlich des Billingen. Er soll beim Auslauf des großen Eisstausees entstanden sein. Kames sind seltener verbreitet. Einen Komplex aus Sanderflächen und Kames findet man in der Heide von Axevalla und in der an sie gebundenen Kameslandschaft von Billingen, sowie in der Heide von Malmstätt in Östergötland. Ausgeprägte Schotterfelder gibt es in Riddarhytten

Formen

Eisstausee

und Hörrsjö, in Västermanland sowie in Remmen und Tellvattnet in Ångermanland. Oser gibt es reichlich in Schweden. Besonders gut erhaltene gibt es im östl. Mittelschweden, in der Umgebung des Hjälmar-sees und des Mälarsees und von dort aus nordwärts bis Hälsingland (siehe Abbildung 2.12 auf Seite 47). Eine Besonderheit ist das Uppsala-Os. Es ist das größte und wohl auch das bekannteste Os in ganz Schweden. Es ist rund 450 km lang und hat im Querschnitt ein asymmetrisches Profil. An der einen Seite ist es ca. 140 m hoch, wovon jedoch etwa 100 m unter tonigen Sedimenten begraben liegen.

Oser

Als besonders gut ausgeprägtes Os erwies sich das Rättvik-Os. Es befindet sich ca. 5 km NE der Stadt. Dieser Os-Zug ist mehrere Kilometer lang und ca. 20 m hoch. Oft verzweigt er sich in kürzeren Ausläufern. Der Os-Zug steht unter lichtem Nadelwald. Charakteristisch ist, dass die Gerölle sehr gut zugerundet sind. Man spricht ihn daher als Rollstein-Os an. An seiner Nordseite befindet sich ein Steinbruch, wo das Material industriell abgebaut wird. Dort kann man gut ein Profil des Oser betrachten und erkennt eine Sortierung des Sande und Kiese, zumindest im oberen Bereich.

2.2.4 Literatur

- BENNET, M. & GLASSER, N. (1996): *Glacial Geology: Ice Sheets and Landforms*. Chichester
- EHLERS, J (1994): *Allgemeine und historische Quartärgeologie*. Stuttgart
- EHLERS, J (1983): *Glacial Deposits in North-West Europe*. Rotterdam
- HENDL, M., LIEDTKE, H. (1997): *Lehrbuch der Allgemeinen Physischen Geographie*. Gotha
- HOEGBOM, A. (1913): *Handbuch der Regionalen Geologie*. Bd. 13, Fennoskandina-
via. Heidelberg
- JACOB SHAGEN ET AL. (2000): *Einführung in die geologischen Wissenschaften*. Stuttgart
- KLESSEN, R. (2002): *Exkursion nach Schweden*. In: *Arbeitsberichte des Geogr. Instituts der HU zu Berlin*, LEY, M. (Hrsg.), Heft 20, 2. Auflage
- LESER, H. (1997): *Wörterbuch Allgemeine Geographie*. München
- SCHREINER, A. (1992): *Einführung in die Quartärgeologie*. Stuttgart
- SOEMME, A. (1960): *The Geography of Norden*. Oslo
- V. THOME, K.N., (1998): *Einführung in das Quartär*. Heidelberg

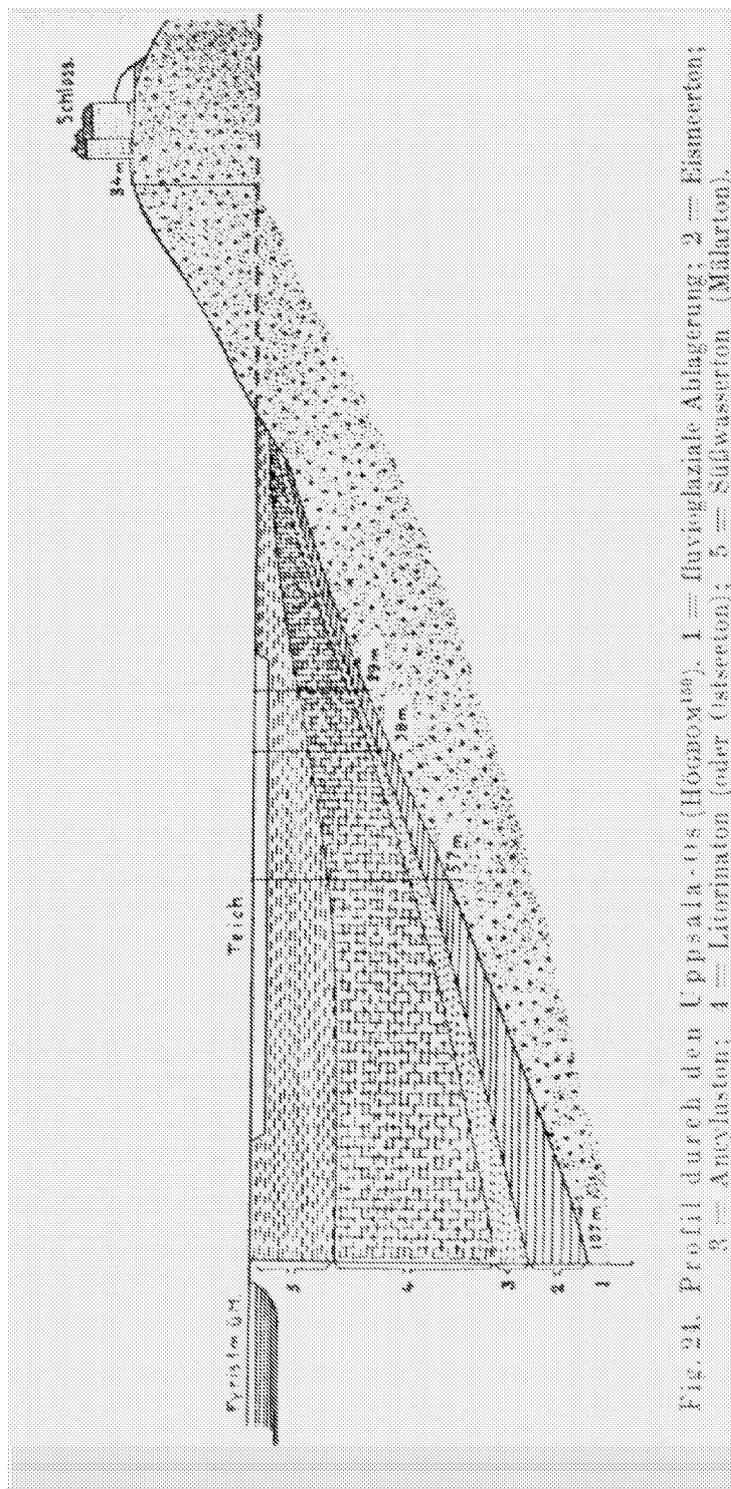


Fig. 21. Profil durch den Uppsala-Os (Högbom¹⁰⁰). 1 — fluvio-glaziale Ablagerung; 2 — Eisenerde; 3 — Anhydrit; 4 — Löss (Löss); 5 — Süßwasser (Märlar).

(Quelle: HOEGBOM (1913), S. 100)

Abbildung 2.12: Profil durch den Uppsala-Os.

2.3 Die Entwicklungsphasen der Ostsee im Überblick

(von Kathrin Suckert)

2.3.1 Die Ostsee - heute

max. Tiefe bei
459 m

Die Ostsee ist wie auch die Nordsee ein Nebenmeer des Atlantiks. Mit einer Fläche von rund 415.176 km² und einem Volumen von 21.716 km³ ist die Ostsee um 150.000 km² kleiner als die Nordsee. Durchschnittlich ist die Ostsee 52 m tief (Nordsee 94 m), die tiefsten Stellen liegen im westlichen Gotlandbecken und betragen 459 m (Landsorttief). Die Ostsee gliedert sich in einen Westteil, welcher durch ein System von Inseln und engen Meeresstraßen gekennzeichnet ist, und einen Ostteil, in dem sich sowohl flache Schwellen wie auch tiefe, in sich abgeschlossene Becken befinden (vgl. Abb. 2.13 auf Seite 49), was lange Verweilzeiten der Wassermassen und einen geringen Austausch mit der Nordsee bedingt. Das Zirkulationsmuster wird durch den Süßwasserzufluß der nordosteuropäischen Flußsysteme und den Salzwasserzufluß aus der Nordsee geprägt. Das dichte, kalte und schwere Salzwasser befindet sich in der Tiefe, während das leichtere Süßwasser eine mehrere Meter mächtige Schicht an der Oberfläche der Ostsee bildet, in dem der größte Teil der biologischen Primärproduktion stattfindet.

Ostsee-
Gliederung

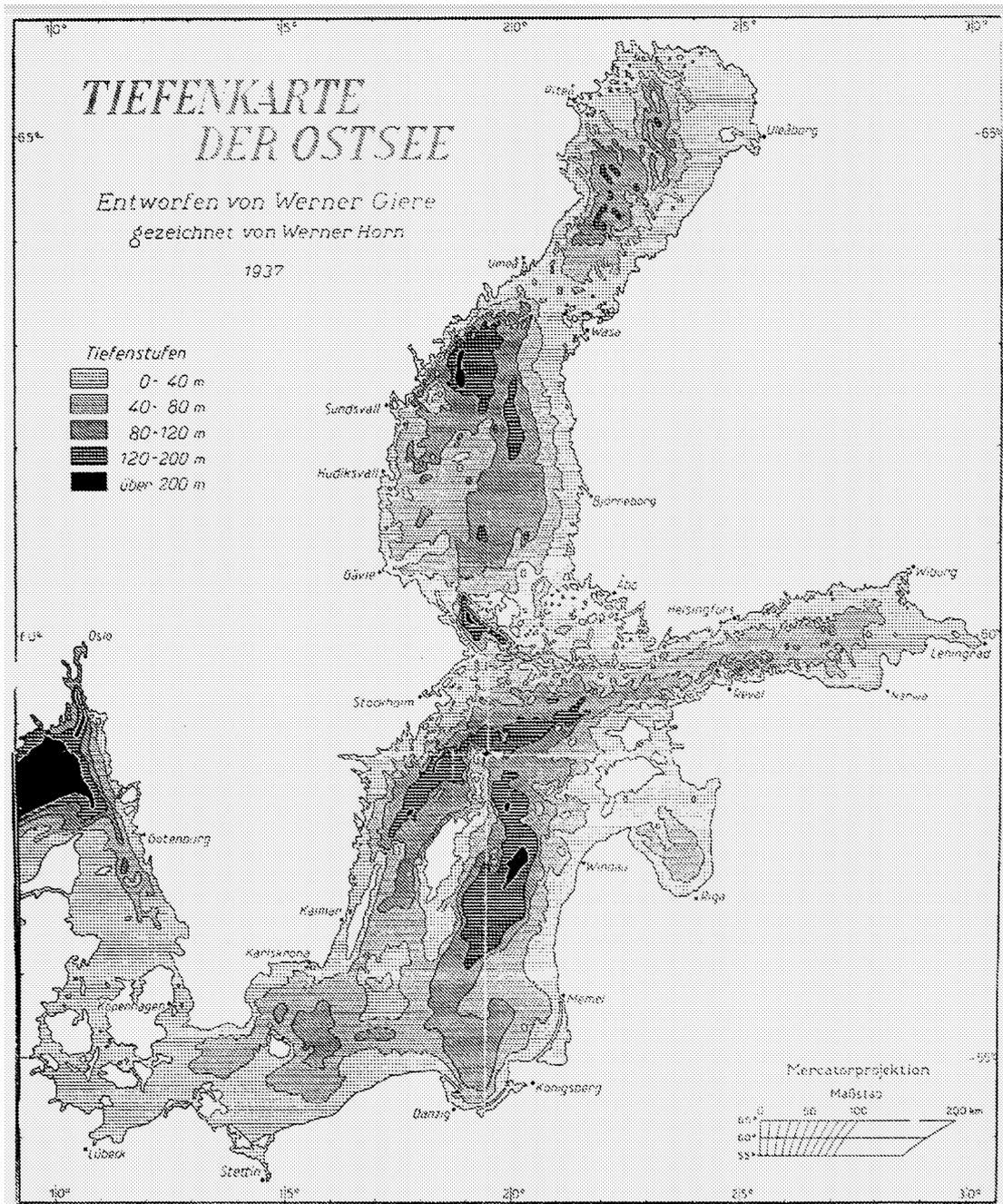
Dabei existiert sowohl eine horizontale wie auch vertikale thermohaline Schichtung der Ostsee. Die durch das Ein- und Ausstromsystem bedingte Salzgehaltsschichtung ist in der gesamten Ostsee permanent vorhanden, schwächt sich aber mit wachsender Entfernung von den Meeresstraßen ab. Die Ostsee läßt sich in Beltsee, Arkonasee, Bornholmsee, Gotlandsee, Rigaer Bucht, Finnischer Meerbusen, Ålandsee und in den Bottnischen Meerbusen unterteilen (vgl. HUPFER 1981, KOHL/MARCINEK 1978).

2.3.2 Entwicklung der Ostsee

Alle großen Vereisungen überdeckten das Ostseegebiet. Vermutlich lag es während der letzten 900.000 Jahre mehr als 500.000 Jahre unter Inlandeis.

2.3.2.1 Frühe Entwicklung (Vor-Weichselkaltzeitliche Entwicklung)

Die vor-weichselkaltzeitliche Entwicklung ist weitgehend unbekannt. Wie die Hohlform genau entstanden ist, ist Spekulation. Ende des Tertiär war das Ge-



(Quelle: GIERE (1938))

Abbildung 2.13: Tiefenkarte der Ostsee.

Ostseevorläufer

biet der heutigen Ostsee Festland. Fest steht, dass glaziale Ausschürfungen bei der Formung der Ostsee eine wesentliche Rolle gespielt haben und sich die Ostsee-Senke im Laufe des Quartärs erheblich vergrößert hat, deshalb konnte seit der Elster-Kaltzeit das Weltmeer in den Warmzeiten in das Ostseebecken vordringen (vgl. EHLERS 1994, KOHL/MARCINEK 1978, MEYER 1991). Erste deutliche Hinweise auf die Existenz eines Ostsee-Vorläufers stammen aus der Holstein-Warmzeit (vor etwa 500.000 Jahren). In vielen baltischen Republiken wurden marine Ablagerungen des sogenannten "Holstein-Meeres" gefunden. In Deutschland läßt sich die Holstein-Transgression (von der Nordsee her kommend) bis ins östliche Mecklenburg-Vorpommern sowie in brackischer Fazies bis ins nordwestliche Brandenburg nachweisen. Der damalige Meeresspiegel lag KOHL und MARCINEK zufolge etwa 8 m unter dem heutigen Ostseespiegel (vgl. EHLERS 1994, KOHL/MARCINEK 1978). In der an die Saale-Kaltzeit anschließenden Eem-Warmzeit (vor etwa 128.000 bis 115.000 Jahren) füllte das sogenannte "Eem-Meer" große Teile der Ostsee-Senke aus. Die damalige Küstenlinie ähnelte der heutigen sehr, wobei gesagt werden muss, dass die Ausdehnung nach Nordosten und Osten nicht vollständig geklärt ist (vgl. Abb. 2.14 auf Seite 51).

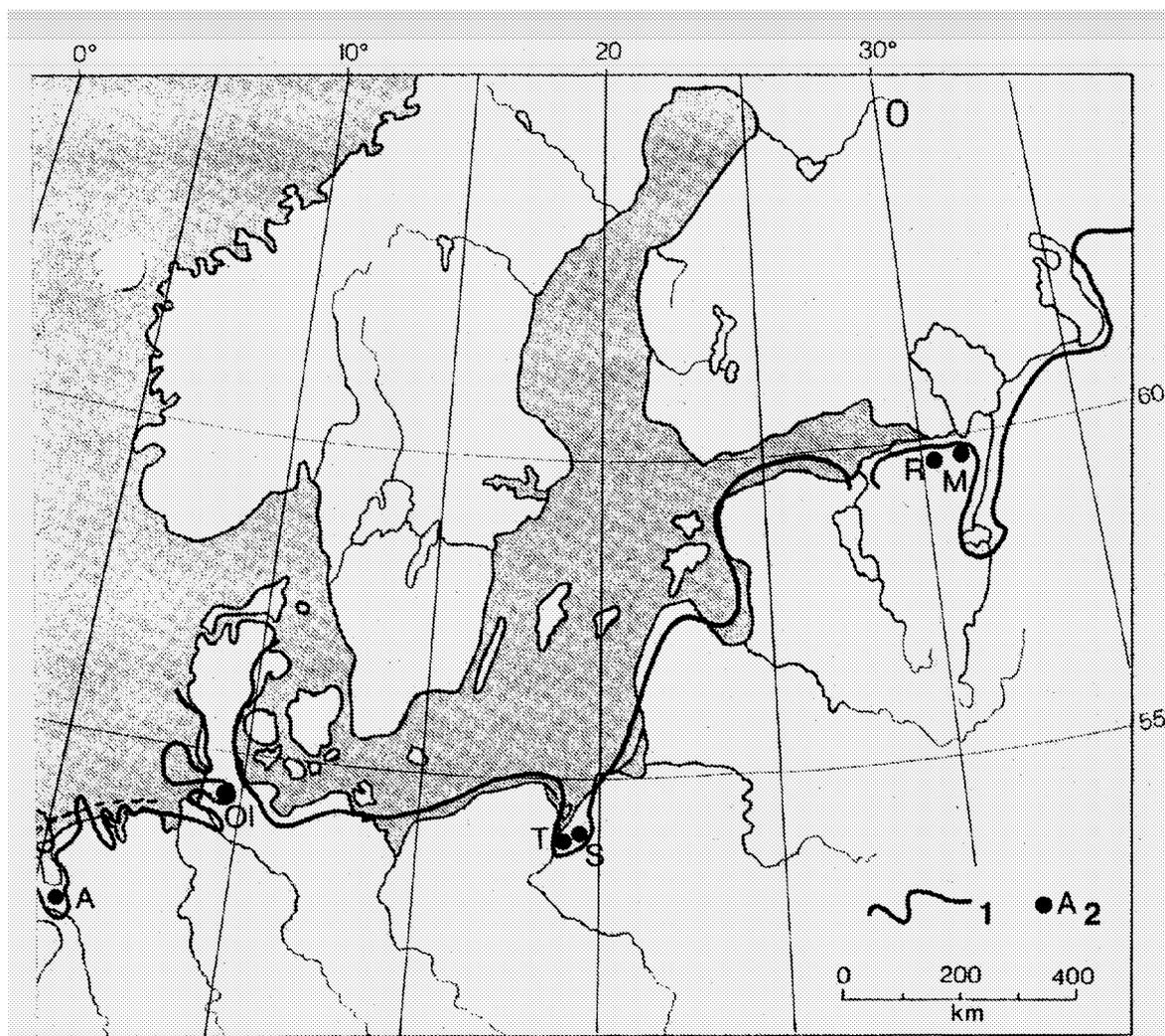
Man fand marines Eem in Dänemark, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern und nimmt eine schmale Verbindung des Eem-Meeres zwischen Nord- und Ostsee an, da man bei Bohrungen entlang des Nord-Ostsee-Kanals auf marine Eem-Sedimente stieß. Zusammenfassend geht man davon aus, daß die Gletscher der Weichsel-Kaltzeit ein der heutigen Ostsee ähnliches Becken vorgefunden haben, das allerdings während der Weichsel-Kaltzeit noch einmal stark überprägt wurde (vgl. EHLERS 1994, MEYER 1991).

2.3.2.2 Weichselspätglaziale und Postglaziale Entwicklung

Hauptstadien

Die Ostsee-Entwicklung wird nach heutigen Erkenntnissen in die folgenden vier Hauptstadien unterteilt: (vgl. Abb. 2.15 auf Seite 53)

- Baltischer Eisstausee: 12.000-10.200 v.h.
- Yoldia-Meer : 10.200-9.300 v.h.
- Ancylus-Großsee: 8.800-8.300 v.h.
- Litorina-Meer: 7.500-4.500 v.h.



1. Küstenlinie; 2. Lokalitäten mit marinen eemzeitlichen Sedimenten; A = Amersfoort, O = Oldenbüttel, T = Tychnowy, S = Sztum, R = Rybatski, M = Mag. (Quelle: MEYER, 1991, S. 432)

Abbildung 2.14: Maximale Verbreitung des Eem-Meeres. (aus MAIKOWSKA, 1982)

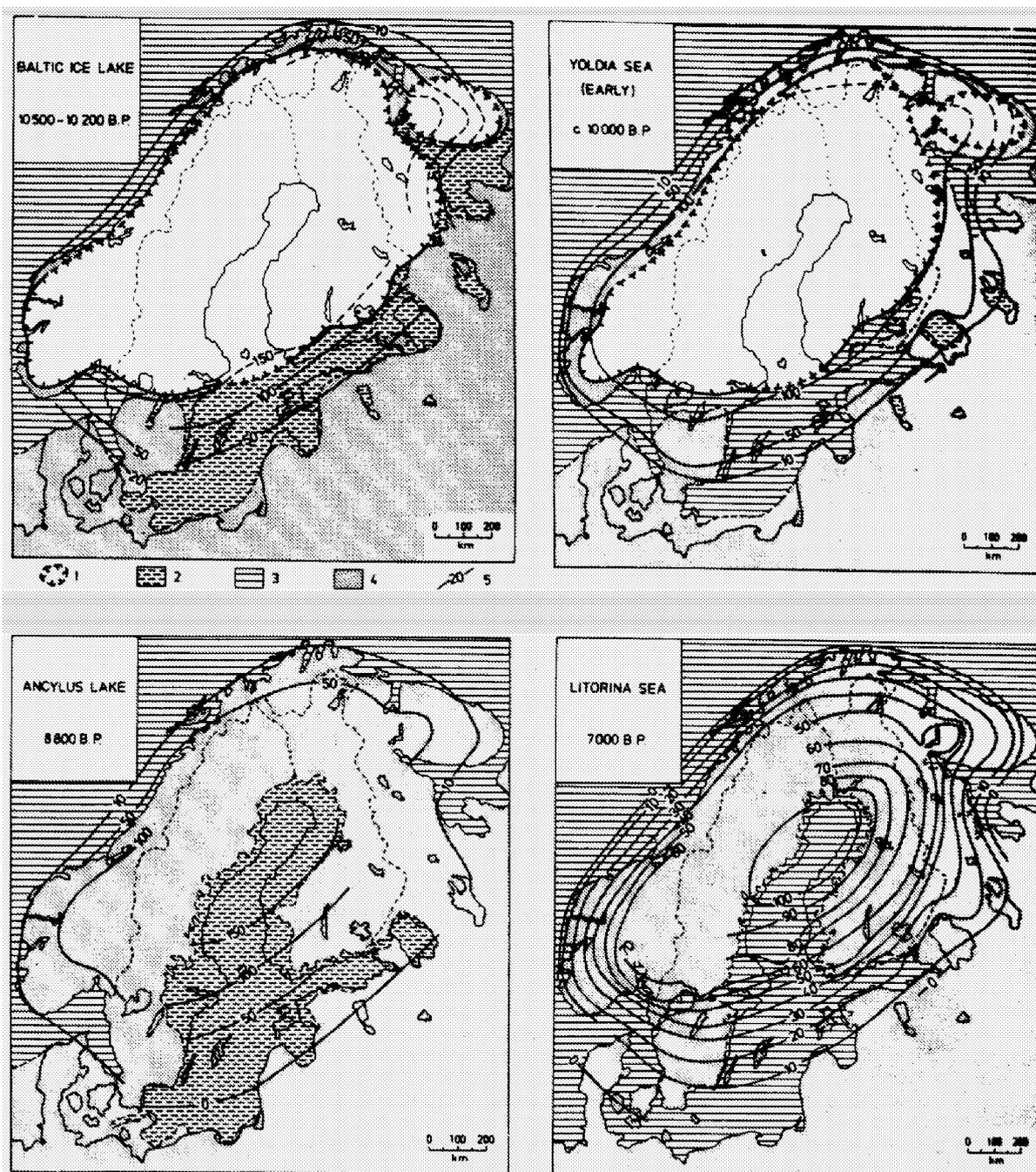
Baltischer Eisstausee Dieses Stadium wurde von den vier Hauptstadien der Ostsee-Entwicklung als letztes entdeckt.

Um die Jahrhundertwende glaubte man, dass das Ostseebecken mit Eis erfüllt gewesen sei, bis das Yoldia-Meer einbrach. Als erster nahm MUNTHE (1902) ein Eisstausee-Stadium vor der Entstehung des Yoldia-Meeres an. Heutzutage ist man der Auffassung, dass zum Ende der Weichsel-Kaltzeit das schon vor der letzten Eiszeit bestehende Becken der Ostsee frei wurde und sich südlich des nordeuropäischen Inlandeisrandes durch Abschmelzen der Baltische Eisstausee ausbildete. Zuerst füllten sich die tieferen Becken mit Schmelzwasser (Süßwasser) und schließlich entwickelte sich aus den einzelnen Becken der Baltische Eisstausee. Seine Form und Größe änderte sich in Abhängigkeit vom weiteren Abschmelzen des Eises und von der Landhebung relativ rasch. LIEDTKE datiert den Baltischen Eisstausee etwa 12.000-10.200 v.h.. Abb. 2.15 auf Seite 53 zeigt die angenommene Ausdehnung und Eisrandlage um etwa 10.500-10.200 v.h.: Deutlich wird, dass der Eisstausee nicht die heutigen Ausmaße der Ostsee erreichte, d.h. im Norden wurde er durch das sich immer weiter zurückziehende Inlandeis begrenzt und im Süden gehörten Bornholm, Rügen und die dänischen Inseln noch zum Festland, weil der Bereich der südwestlichen Ostsee sehr flach war und der Meeresspiegel noch sehr tief lag. Als sich das Eis infolge der Klimaerwärmung immer weiter zurückzog und schließlich die Mittelschwedische Eisrandlage aufgab, so dass die mittelschwedische Senke frei wurde, kam es vermutlich um 10.200 v.h. (Jüngere Tundrenzeit/Präboreal) zum Ausbruch des Baltischen Eisstausees und zum Anschluß an das Weltmeer (vgl. EHLERS 1994, LIEDTKE 1992). Man geht davon aus, dass sich dieser Ausbruch am Nordende des Tafelbergs Billingen ("Billinger Pforte") ereignet hat. Während der Rückzugszeit des letztglazialen Inlandeises soll der nördliche Billingen als eine die Wassermassen des Süßwassersees stauende Schwelle gedient haben, d.h. an der Westseite des Berges lag das Weltmeer und an der Ostseite der Stausee. Als Spuren dafür werden fossile Strandlinien am Billingen herangezogen, die am Osthang 26 m höher liegen als am Westhang. Mittlerweile liegt das fossile Ufer des Weltmeeres an der Westseite des Berges als Folge der Heraushebung in 125 m über NN (früher bei -65 m), während der ehemalige Strand des Eisstausees sich heute in 151 m über NN befindet (früher bei -39 m NN) (Abb. 2.16 auf Seite 54) (vgl. LIEDTKE 1992, STROEMBERG 1977).

Eine entsprechende Absenkung der Höchsten Küstenlinie (HKL) kann auch in dem Bereich festgestellt werden, wo die Lage des Eisrandes zum Zeitpunkt des Ausbruchs vermutet werden kann, z.B. besonders deutlich im "Perstorp-Feld", einem glazifluvialen Komplex westlich des Vättern, wo Deltaflächen mit einem Höhenunterschied von etwa 25 m vorkommen. Man nimmt an, "dass die beiden Flächen dem Niveau des Baltischen Eisstausees

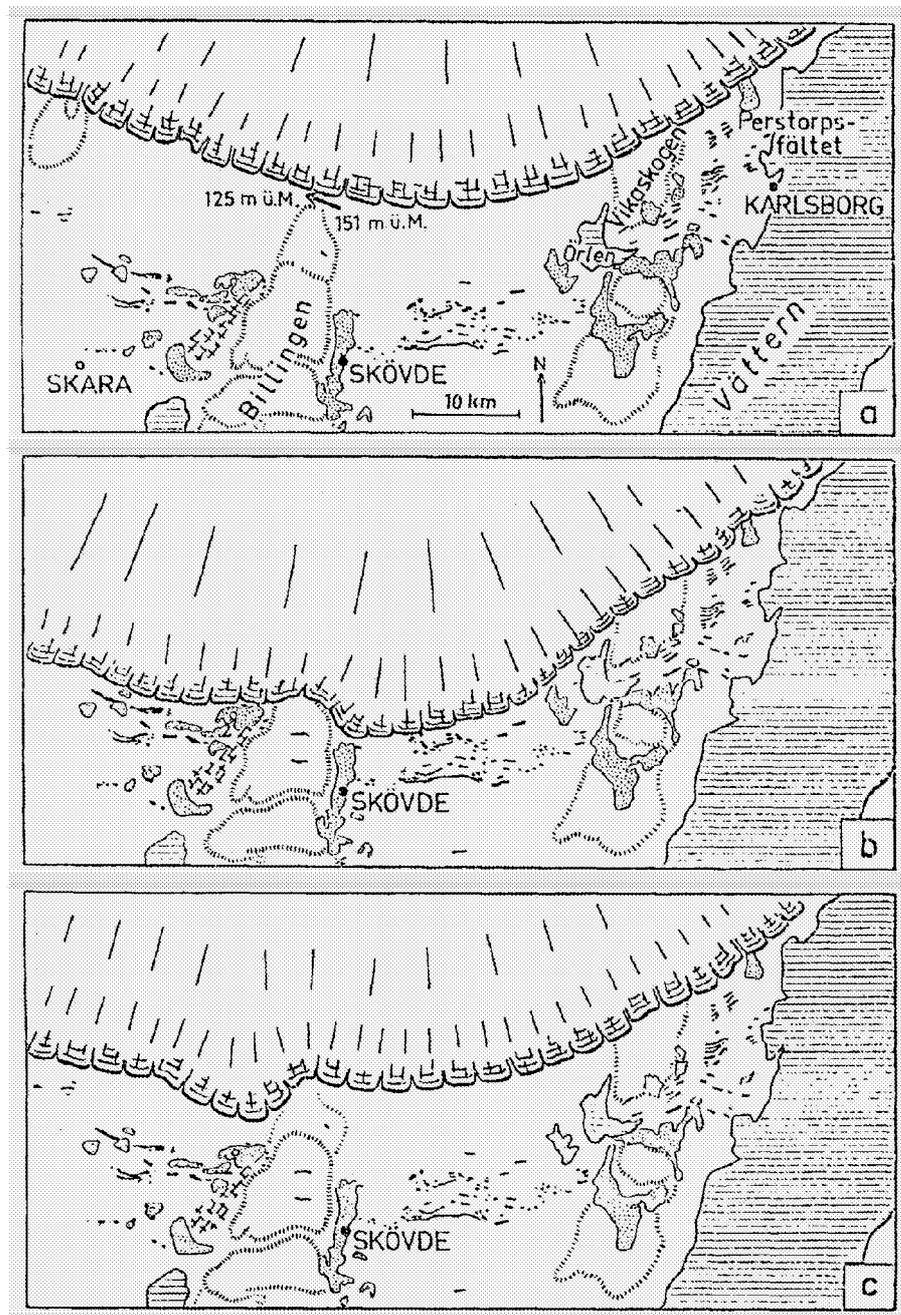
Baltischer
Eisstausee

Billinger Pforte



1 = Eisrand, 2 = Süßwassersee, 3 = Meer (Salzwasser), 4 = Festland, 5 = Isolinien in Höhenmetern. – Die Isolinien zeigen die gegenwärtige Höhe der zeitlich zugehörigen Strandablagerungen, bezogen auf den heutigen Meeresspiegel. (Quelle: LIEDTKE, 1992, S. 622, nach IGNATIUS et al. 1981)

Abbildung 2.15: Paleogeographie im Ostseeraum.



a = das "klassische" Bild des Verlaufs der Eiskante zum Zeitpunkt des Ausbruchs des Baltischen Eisstausees (Pfeil) am nördlichen Billingen. *b+c* = hypothetische Alternativen. Eisrandbildung nach DE GEER 1910, Legende vgl. Abb. 7 (Quelle: STROEMBERG, 1977, S. 108)

Abbildung 2.16: Möglichkeiten des Ausbruchsverlaufs des Baltischen Eisstausees.

vor und nach dem Ausbruch entsprechen" (STROEMBERG 1977). Allerdings tauchen Sprünge der HKL auch westlich des Billingen – also in marinem Milieu auf, was bedeutet, dass eine Korrelation zwischen Deltaoberflächen und Absenkungen des Baltischen Eisstausees nicht immer zutrifft. Die Rekonstruktion von Eisrückzug und Ausbruch erweist sich als schwierig, weil die vermutete Lage des Eisrandes zum Zeitpunkt des Stausee-Ausbruchs mit den Randbildungen im nördlichen Teil der mittelschwedischen Endmoränenzüge zusammenfällt. Daher sind Erklärungsversuche zu beobachteten Anomalien (wie z.B. plötzliche Sprünge der HKL) problematisch, denn sie können entweder völlig oder nur zum Teil von der Absenkung des Stausees oder aber theoretisch auch durch isostatische Landhebung während längerer Stagnationsphasen des Inlandeises verursacht worden sein (vgl. STROEMBERG 1977). LUNDQUIST, STROEMBERG und andere kritisieren, daß die direkten Erosions- und Akkumulationsspuren rings um den Billingen (bei Skövde) nicht eindeutig sind. Denn im Widerspruch zu den schätzungsweise etwa 10.000 km³ Wasser, die im Halbjahr bei einer Absenkung von 26 m ausgelaufen sein müßten, stehen die wenigen und geringfügigen Erosionsformen (vgl. EHLERS 1994, STROEMBERG 1977). Deutliche Ausspülungsspuren fand man hingegen zwischen den Seen Örlen und Kyrksjön in dem sogenannten Örlenpaß oder Karlsborgssundet. Dieser Bereich scheint eine sekundäre Auslaufrinne zwischen dem Tidantal und der Hauptmasse des Eisstausees östlich des Vättern gewesen zu sein. "Mangels alternativer Erklärungen über die Genese dieser Ausspülungszone erscheint sie als eines der gewichtigsten Argumente für den Ausbruch am Billingen" (STROEMBERG 1977). Am Nordwesthang des Billingen sind keine Strandlinien gefunden worden, undeutliche Strandbildungen kommen in etwa 132 m über NN vor. Möglicherweise befand sich dort ein lokal aufgestauter Randsee, da u.a. gut ausgebildete Strandterrassen nordwestlich von Timmersdala in 123-125 m über NN gefunden wurden. Dagegen sind östlich des Billingen einige Strandbildungen eindeutig, so dass das Niveau des Eisstausees genau bestimmt werden kann. Beispielsweise steigen die HKL auf dem nördlichen Hökensås, Vikaskogen und Vaberget von 150 m über NN "nach Norden bis auf eine Linie etwa 2 km nördlich des Sees Örlen-Perstorpfeld auf 155 m über NN". Auffällig ist jedoch, dass, obwohl in dem 25 km breiten Tidantal zwischen Vikaskogen und Billingen aufgrund der Geländehöhe keine Beobachtungen zur HKL möglich waren und somit der nordöstliche Hang des Billingen zur Wellenwirkung des Baltischen Stausees günstig exponiert war, konnten keinerlei entsprechende Strandterrassen gefunden werden (vgl. STROEMBERG 1977). Diskussionen ranken sich auch darum, ob vor dem Ausbruch alternative Entwässerungswege bestanden haben oder mehrere Ausbrüche stattgefunden haben. CALDENIUS nimmt aufgrund von Bändertonanalyse im Tidantal (östlich des Billingen) eine ein-

See-Ausbruch

Ausspülungsspuren

Strandbildungen

malige Absenkung an. Während Autoren wie z.B. MUNTHE und SAURAMO von mindestens 2 Absenkungen ausgehen, d.h. sie nehmen eine Unterbrechung von mehreren hundert Jahren an, als die Gletscher in der Jüngeren Dryas noch einmal kräftig vorstießen. Auch die Abflußwege vor dem endgültigen Ausbruch werden und wurden viel diskutiert. Als Abflußmöglichkeiten wären STROEMBERG zufolge z.B. der dänische Belt oder der Öresund denkbar. Vor 1973 gab es auch Spekulationen um Abflußwege über Ladoga–Onega oder Nordkarelien zum Weißen Meer, die jedoch durch Daten aus der UdSSR und Finnland widerlegt werden konnten. Heutzutage nimmt man lediglich eine Absenkung an, “während der Abfluß des Eisstausees vorher im Südwesten gelegen haben muß.” (STROEMBERG 1977).

Stillstands- oder
Schwankungs-
zonen

Trotz vieler Ungeklärtheiten und Zweifel behält das klassische Bild des Ausbruchsgeschehens (= also die plötzliche Niveauerniedrigung des Stausees um 26 m), das von LUNDQUIST 1931 erstmals formuliert wurde, bis auf weiteres seine Gültigkeit. STROEMBERG fordert jedoch dazu auf, andere Erklärungen für die Strandlinienanomalien zu suchen und zu prüfen und letztendlich alternative Hypothesen aufzustellen: Denkbar für abrupte Sprünge der HKL sind – wie schon erwähnt – Stillstands- oder Schwankungszonen. Wenn die Stillstandszone etwa an der Eisrandlage liegt wie in Abb. 2.16b auf Seite 54 dargestellt, dann könnten die Strandlinienanomalien weiter östlich, sowie die doppelten Deltaflächen z.B. des “Perstorp–Feldes” zum Teil oder völlig durch Landhebung hervorgerufen worden sein. Anhand von Warvenmessungen geht STROEMBERG von mindestens 350 Jahren aus, bis das Eis sich vom in Abb. 2.16b angedeuteten Eisrand bis zur “Billinger Pforte” zurückgezogen hat und somit genug Zeit “für Halte oder Schwankungen auch bei den nördlichen Randbildungen” (STROEMBERG 1977). Wenn der Ausbruch so vonstatten gegangen ist, dann könnten die hochgelegenen Strandbildungen auf dem Nordosthang des Billingen entweder älter sein oder eventuell ganz anders entstanden sein. Das würde bedeuten, dass sie nicht das Wasserniveau direkt vor dem Ausbruch anzeigen würden. Durch diese Ausbruchshypothese ließe sich die undeutliche Ausprägung der entsprechenden Strandterrassen weiter östlich erklären (vgl. STROEMBERG 1977). Der Ausbruch könnte – laut STROEMBERG – aber auch ganz anders verlaufen sein (Hypothese zu Abb. 2.16c): Theoretisch könnte die Eisfront im Osten schon weiter zurückgewichen sein als im Westen. Denn westlich des Billingen deutet STROEMBERG zufolge einiges darauf hin, dass der Eisrückzug hauptsächlich supraaquatisch (über Wasser) verlief, während er östlich des Billingen vorwiegend subaquatisch (unter Wasser) vonstatten ging. Grundsätzlich wird während einer Eisrückzugsphase das Zurückweichen durch Kalben in relativ tiefem Wasser beschleunigt. STROEMBERG wirft in diesem Zusammenhang die Frage auf, ob die Strandbildungen, die zur Untermauerung der klassischen Hypothe-

se des Ausbrauchsverlaufs herangezogen wurden, zeitgleich entstanden sind, oder ob die des Nordosthanges des Billingen älter sind als die des Weltmeeres auf der Westseite (vgl. Abb. 2.16c). Angenommen, die westlich vom Billingen gelegenen Strandbildungen sind durch das verlangsamte Abschmelzen im Westen jünger als die der Ostseite, dann kann der Absenkbetrag beim Ausbruch logischerweise nicht aus der Höhendifferenz der Strandbildungen auf beiden Seiten des Billingen errechnet werden. Theoretisch könnten die höher gelegenen Strandlinien auf der Ostseite älter und eventuell vor dem Ausbruch entstanden sein. Und der Wasserspiegel des Baltischen Eisstausees könnte sich zur Zeit des Ausbruchs schon auf einem niedrigeren Niveau befunden haben, "weil die isostatische Landhebung in den nördlichen Teilen des Eisstausees eine Strandverschiebung verursacht hatte" (STROEMBERG 1977). Die relativ geringen Spuren in der Ausspülungszone unterstreichen die Annahme eines geringeren Absenkbetrages als bisher angenommen. Bis auf weiteres behält jedoch die klassische Ausbruchshypothese – trotz aller Zweifel – ihre Gültigkeit (vgl. STROEMBERG 1977).

Yoldia–Meer Durch die flache Öffnung der Mittelschwedischen Senke war eine 100 km breite Verbindung zum Weltmeer entstanden und es kam zum Wasserspiegelausgleich, d.h. der Spiegel des Eisstausees paßte sich dem des Weltmeeres an. Allmählich konnte Salzwasser und marine Arten wie die Muschel *Yoldia arctica* (heute: *Portlandia arctica*) in die heutige Ostsee einströmen, die dem zweiten Stadium den Namen Yoldia–Meer gab. Im wesentlichen fiel dieses Stadium (10.200-9.300 v.h.) mit dem Präboreal, dem ersten Abschnitt des Holozäns zusammen (vgl. LIEDTKE 1992). Vermutlich war der Salzwassereinfluss viel geringer als ursprünglich angenommen. Schon DE GEER (1940) nahm an, dass die Lebensbedingungen für die hocharktische Salzwassermuschel *Yoldia arctica* um Stockholm nur etwa 100 Jahre günstig waren (vgl. Abb. Fossilien). Die angenommene Ausdehnung des Meeres zeigt Abb. 2.15 auf Seite 53: Das heutige Beltsee–Gebiet blieb Festland und auch die Küstenlinie Deutschlands und Polens lag weiter nördlich im Vergleich zur heutigen. Es ist umstritten, wie weit Salzwasser nach Osten vorgedrungen ist, denn z.T. wurden keine Salzwasser–Diatomeen in Yoldia–Ablagerungen gefunden (vgl. EHLERS 1994). "ABELMANN (1984) fand brackische Diatomeen des Yoldia–Stadiums nur in Bohrkernen aus dem Karlsö–Becken (bei Gotland). Im Gotland–Becken, Bornholm–Becken und in der Danziger Bucht sind aus dem Yoldia–Stadium nur limnische Diatomeen überliefert" (EHLERS 1994, S. 217).

Salzwasserphase

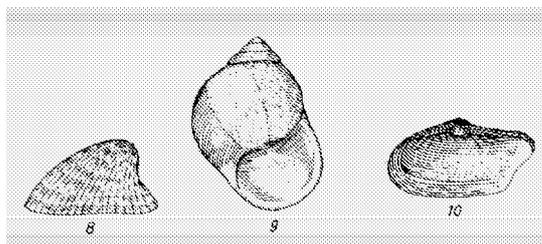
Die Verbindung zum Weltmeer schloss sich allmählich wieder. Der Närkesund

Brackwasser

verflachte sich, weil die isostatische Hebung Skandinaviens stärker war als der eustatische Meeresspiegelanstieg und somit entstand zunächst das brackige Echineismeer, das zeitlich etwa 9.300-8.800 v.h. (Präboreal/Boreal) existierte und nach der Diatomee *Echinea cempylodiscus* benannt ist. Es handelt sich dabei um ein Übergangsstadium zwischen Yoldia-Meer und Ancylus-Großsee (vgl. LIEDTKE 1992).

Süßwasserphase

Ancylus-Großsee Schließlich war die Verbindung zum Weltmeer völlig unterbrochen. Die Schwelle zwischen Kilsbergen und Tiveden (Närkesund) lag so hoch, dass keine salzhaltigen Tiefenströmungen mehr in das Ostseebecken vordringen konnten und somit kam es zu einer erneuten Trennung. Da aus einer Unzahl von Fließgewässern Süßwasser zugeführt wurde, sank der Salzgehalt des entstandenen Binnensees, so dass wiederholt eine Süßwasserphase eintrat. So wird diese Phase dann auch nach der Süßwasserschnecke *Ancylus fluviatilis* Ancylus-See (8.800-8.300 v.h. = Boreal) genannt (siehe Abb. 2.17) (vgl. EHLERS 1994, LIEDTKE 1992). Abb. 2.15 zeigt die angenommene Ausdehnung um 8.800 v.h..



8 = *Portlandia (Yoldia) arctica*, 9 = Süßwasserschnecke *Ancylus fluviatilis*, 10 = Meeresschnecke *Litorina littorea* (Quelle: HOHL, 1985)

Abbildung 2.17: Fossilien.

Die Zeit des Ancylus-Großsees ist gekennzeichnet durch mehrere Spiegelschwankungen. GROMOLL zufolge veränderte sich das Seespiegelniveau relativ schnell (vgl. GROMOLL 1994). Vermutlich war der Ancylus-See zeitweise ohne Abfluß, deshalb staute sich sein Wasserspiegel bis 14 m über den Spiegel des damaligen Weltmeeres (bei -25 m NN) auf und lag demnach bei etwa -10 m NN (vgl. HOHL 1985, LIEDTKE 1992). Die Ancylus-Grenze – also die oberste Grenze des Seespiegels – liegt LUNDQUIST (1957) zufolge am Svea-Elf 113 m über NN, auf Gotland im Norden in 40 m über NN, im Süden bei 25 m über NN und taucht in Südschweden an der Grenze

zwischen Småland und Blekinge unter das Niveau des derzeitigen Meeresspiegels. Die Ancylus-Grenze ist in großen Teilen des Ostseebereichs z.B. rund um die Inseln Gotland und Öland als Strandwall besonders deutlich ausgebildet. Der Wall wird begleitet von deutlichen Strandmarken in Form von Grotten und freierodierten Felsen (Raukar). Eine Altersbestimmung des Walls ist durch Pollenanalyse und ¹⁴C-Bestimmung möglich (vgl. LUNDQUIST 1957). Auch in dieser Phase gibt es erneut Spekulationen über einen möglichen Abfluß. So vermuteten MUNTHER (1927) und POST (1928) aufgrund von Geländeuntersuchungen einen Stausee-Abfluß bei Degerfors. Doch LUNDQUIST (1958) und FREDEN (1979) fanden die Spuren wegen ihrer geringen Dimension wenig überzeugend (vgl. EHLERS 1994). Die Landhebung in den südlichen Randgebieten Skandinaviens trat wieder etwas zurück. Es kam zu einer verstärkten Transgression – EHLERS zufolge handelte es sich um den “Höhepunkt der Transgression” (EHLERS 1994). Daraus resultierte ein Überlauf über die Darßer Schwelle nach Westen, in dessen Verlauf eine 10-20 m tiefe Abflußrinne die sogenannte “Kadet-Rinne” in den Untergrund eingeschnitten wurde. EHLERS vermutet in diesem Zusammenhang einen “katastrophalen” Abfall des Seespiegels von etwa 20 m sowie ein Trockenfallen großer Teile (vgl. EHLERS 1994, KOHL/MARCINEK 1978). Die nach Norden zunehmende Hebung Skandinaviens führte zu einer Kippung, so dass Seewasser immer weiter südlich geriet und eine Verbindung mit dem Weltmeer durch den Sund und die Belte entstand. Gleichzeitig stieg der Meeresspiegel durch weiteres Abschmelzen der Gletscher an – in der Zeit von 7.900 bis 7.300 v.h. soll der Meeresspiegelanstieg etwa 15 Meter betragen haben. Aus der Beltsee-Überflutung resultierte eine langsame Zunahme des Salzgehaltes des Ancylus-Sees. Das Mastogloia-Meer (8.300-7.500 v.h. = Spätboreal) entstand und bildete den Übergang vom Ancylus-See zum Litorina-Meer. Wobei erwähnt werden muss, dass der Übergang allmählich erfolgte, z.B. war die Salzwasser-Diatomee *Mastogloia smithii* in Blekinge bereits etwa 8.500 v.h. vorhanden, während sie in Ångermanland erst etwa 1000 Jahre später auftauchte. Die Zuordnung des Mastogloia-Meeres erfolgt nicht einheitlich. EHLERS beispielsweise rechnet das Mastogloia-Meer dem Litorina-Stadium zu, während LIEDTKE diese Phase als Zwischenstadium beschreibt (vgl. EHLERS 1994, LIEDTKE 1992).

Strandmarken

Seespiegelabfall

Beltsee-
Überflutung

Litorina-Meer Durch die Verbindung zum Weltmeer nahm der Salzgehalt allmählich zu. Schließlich gelangte die Strandschnecke *Litorina littorea* im älteren Atlantikum in das Ostseebecken, nach der das letzte Stadium der Ostsee-Entwicklung Litorina-Meer (7.500-4.500 v.h.) benannt wurde (siehe

höherer
Salzgehalt

Abb. Fossilien). Die Küste von Mecklenburg–Vorpommern wurde etwa 7.800 v.h. von der Litorina–Transgression erreicht (vgl. EHLERS 1994). Abb. 2.15 zeigt die angenommene Ausdehnung des Litorina–Meeres um 7.000 v.h. Beim Höchststand des Litorina–Meeres waren die dänischen Meeresstraßen breiter und tiefer als heute, daher konnte mehr Salzwasser eindringen und der Salzgehalt war höher als aktuell (vgl. HUPFER 1981). KOHL/MARCINEK (1978) gehen von einem “doppelt so hohen Salzgehalt wie heute” aus. Die Litorina–Grenze ist wie die *Ancylus*–Grenze auf Gotland besonders schön ausgebildet: mit Strandwällen, Grotten und Raukarn (vgl. LUNDQUIST 1957). In der nördlichen Ostsee wurde durch die anhaltende Landhebung das Meer zurückgedrängt. “In den letzten 5.000 Jahren erfolgte ein langsamer, durch Transgression und Regression geprägter Meeresspiegelanstieg bis auf den heutigen Stand” (LIEDTKE 1992). Die Litorina–Phase wird anhand des unterschiedlichen Salzgehaltes, der einen wechselnden Meereseinfluss anzeigt, noch weiter unterteilt in Limnea–Meer und Mya–Meer.

Verbrackung

Limnea–Meer (= Limnäa–Meer) Die Pforten zum Weltmeer wurden wegen der anhaltenden Landhebung und dem weltweiten Nachlassen des Meeresspiegelanstiegs enger. Im Zusammenhang mit der permanenten Flußwasserzufuhr kam es in den letzten 4.500 Jahren zu einer allmählichen Verbrackung des Wassers, d.h. der marine Faunenbestand ging zurück und gleichzeitig drangen weitere Süßwasserarten vor. Mit der Ausbreitung der Brackwasserschnecke *Limnea ovata* ging die Ostsee in ihr Limnea–Stadium (4.500–2.000 v.h.) über. Bis etwa 2.000 v.h. läßt sich diese an Salzwasser gebundene Schnecke bis Usedom nachweisen (vgl. EHLERS 1994, HUPFER 1981, KOHL/MARCINEK 1978).

niedriger
Salzgehalt

Mya–Meer (letzte 2000 Jahre bis zur Gegenwart) Durch Landhebungen wurde die Verbindung zwischen Nord- und Ostsee in den beiden vergangenen Jahrtausenden weiter eingeengt. Der daraus resultierende geringere Austausch mit der Nordsee und die hohe Zufuhr von Flußwasser sorgten dafür, dass der Salzgehalt in der Ostsee weiter sank (das Einwandern weiterer Süßwasserarten wurde möglich). Heute kommt *Litorina littorea* nur noch bis Hiddensee vor, viele halophile – also salzreiche Umgebung bevorzugende – Pflanzen haben am Kap Arkona auf Rügen ihre östlichste Verbreitung. Zwischen der schleswig–holsteinischen Küste und dem Kap sinkt der Salzgehalt von 1,8% auf 0,8% (und mit zunehmender Entfernung von den Meeresstraßen sinkt er noch weiter ab). Für diese letzte Ostseephase

ist die Benennung nicht ganz einheitlich. Zum Teil wird sie als postlitorine Phase, zum Teil auch nach der brackigen Sandklaffmuschel *Mya arenaria* als Mya-Meer bezeichnet (vgl. EHLERS 1994, HUPFER 1981, LIEDTKE 1992). “Seit Beginn des Subatlantikums II (vor etwa 1.000 v.h.) pendelt der Ostseespiegel – nach leichtem Anstieg – mit weiteren geringen Schwankungen um das heutige Niveau” (KOHL/MARCINEK 1978). In Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern gibt es EHLERS zufolge Anzeichen einer Regression um etwa 1.000 v.h., jedoch blieben die Auswirkungen wegen der unterschiedlichen Landhebungen auf die westliche Ostsee beschränkt (vgl. EHLERS 1994).

postlitorine
Phase

2.3.3 Gesamtbeziehungsfeld der wichtigsten Faktoren zur Ostsee-Entwicklung

Hoffentlich konnte ich deutlich machen, dass die Entwicklung der Ostsee durch eine komplexe Wechselwirkung von Meeresspiegelanstieg und Isostasie gekennzeichnet ist:

- Isostasie

Bei der Isostasie geht es um den hydrostatischen Gleichgewichtszustand der Erde, nach welchem große Gebirgsmassen durch eine andersartige Massenordnung in der Tiefe ausgeglichen sind. Nach PRATT sollen die Gesteinsmassen eine um so geringere Dichte besitzen, je höher sie über das Meeresniveau aufragen, während nach AIRY die Hochgebirge eine Gebirgswurzel geringerer Dichte besitzen und um so höher aufragen, je tiefer diese Gebirgswurzel in den Erdmantel aus dichtem Gesteinsmaterial eintaucht, auf dem sie als leichtere Massen schwimmen. Bei den isostatischen Ausgleichsbewegungen handelt es sich um lokal begrenzte Senkungen der Erdkruste bei Belastung auf diese sowie deren Heraushebung bei Entlastung. Da die Krustenschollen der Erde auf dem Erdmantel “schwimmen”, sinken diese folglich bei zusätzlicher Belastung wie ein beladenes Schiff tiefer in das tragende Medium (Mantel) ein und heben sich bei Entlastung. Wobei erwähnt werden muss, dass das isostatische Schwimmgleichgewicht erst allmählich erreicht wird, weil die Materialverlagerungen im Mantel aufgrund der hohen Viskosität nur sehr langsam vonstatten gehen (vgl. AHNERT 1996, HOHL 1985). Vergletscherte Gebiete sanken nach unten, gleichzeitig unterlagen die angrenzenden unvergletscherten Gebiete einer leichten

Isostasie

tendenziellen Hebung. Resultat dieser horizontalen Massenverlagerungen in der Astenosphäre ist der sogenannte “Randwulst” – also eine Aufbeulung im Vorland (vgl. EHLERS 1994, LIEDTKE 1992).

Eustasie

- Eustasie
Eustasie bezeichnet die Schwankungen des Weltmeeresspiegels. Im Verlauf der Erdgeschichte schwankte der globale Meeresspiegel um mehrere hundert Meter. Beispielsweise fand durch Abschmelzen großer Eismassen ein nacheiszeitlicher Meeresspiegelanstieg von vermutlich 110-130 m statt (Veränderung im Wasser-Eis-Haushalt durch klimatische Veränderungen). Gegenwärtig wird ein Weltmeerspiegelanstieg beobachtet, der sich auf die klimatisch bedingte Temperaturerhöhung zurückführen läßt und durch das verstärkte Abschmelzen der Eismassen zustandekommt. Es erweist sich jedoch als problematisch einen globalen Weltmeeresspiegel festzulegen, denn es existieren “regional starke Unterschiede” bezüglich der Entwicklung. “Man muss sich daher darauf beschränken, regional gültige Meeresspiegelkurven zu rekonstruieren” (EHLERS 1994).

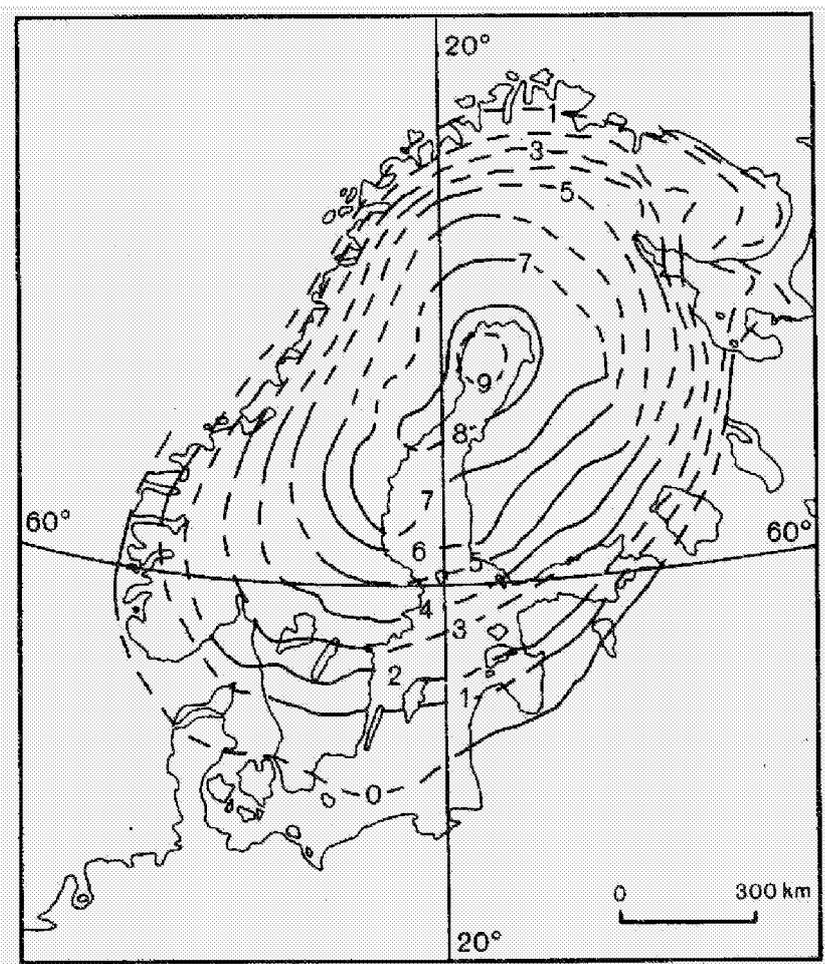
Außerdem gibt es verschiedene tektonische Prozesse, die für die Ostsee-Entwicklung eine Rolle spielen und die oben genannten Prozesse überlagern:

Tektonik

- Tektonik
Schon vor den Kaltzeiten waren die Landmassen im Ostseeraum tektonisch beeinflusst. Es existiert eine Kippung des Baltischen Schilds, d.h. es kommt zu einer Hebung Skandinaviens und Absenkung der südwestlichen Ostsee. Der Wasserstand im Bottnischen Meerbusen fällt um rund 80 cm im Jahrhundert, während der Wasserstand an der pommerschen Küste rund 10 cm im Jahrhundert ansteigt. Außerdem gibt es Schwächezonen im Baltischen Schild, die sich durch klein- bis mittelräumige Tektonik (Block- und Bruchschollentektonik) äußern. Beispielsweise konnte GROMOLL entlang der TORNQUISTschen Bruchzone zwei gegeneinander kippende Platten in der südwestlichen Ostsee nachweisen, die seiner Meinung nach die isostatische Hebung ablösen (vgl. GROMOLL 1994). MOERNER hat diesbezüglich Untersuchungen (1979, 1981) vorangetrieben und die in Fachkreisen umstrittene These aufgestellt, dass die gegenwärtige Hebung Skandinaviens seit etwa 5.000 bis 6.000 Jahren die Fortsetzung der alt angelegten Tektonik darstellt

TORNQUISTsche Bruchzone

und nicht mehr isostatisch bedingt ist (vgl. EHLERS 1994). Dabei unterscheidet er zwei verschiedene Hebungszentren: Zum einen das Zentrum der gegenwärtigen Hebung im nördlichen Teil des Bottnischen Meerbusens, wo die Hebungsrate von Skandinavien jährlich beachtliche 9 mm beträgt und eine Gesamthebung in den letzten 10.000 Jahren von 275 m angenommen wird (vgl. Abb. 2.18).



(Quelle: LIEDTKE, 1992, S.623, nach EKMAN, 1985)

Abbildung 2.18: Gegenwärtige Hebung in mm/a (bezogen auf den mittleren Meeresspiegel).

Zum anderen nimmt MOERNER das Zentrum der isostatischen Hebung 200 km südwestlich davon, d.h. nördlich von Sundsvall an, dessen Gesamthebung seiner Meinung nach etwa 800 m beträgt (vgl. AHNERT

1996, EHLERS 1994, LIEDTKE 1992). Als weiteres Indiz für seine These zieht MOERNER die Landaufstiegsgeschwindigkeiten heran: Die jetzige Landhebung verläuft gleichmäßig (linear). Die stärkste isostatische Hebung kurz vor und während der Jüngeren Dryas verlief mit 0,5 m jährlich und nahm im weiteren Verlauf exponentiell ab, um vor etwa 5.000 bis 6.000 Jahren in einen linearen Aufstieg mit einigen mm pro Jahr überzugehen. Deshalb nimmt MOERNER an, "daß der gegenwärtige Aufstieg nur noch tektonisch bedingt (ist) und durch lokale tektonische Störungen modifiziert wird" (LIEDTKE 1992).

individuelle
Geschichte

Fazit: Die Schwankungen des Meeresspiegels stellen sich also bei genauerer Betrachtung als Summationskurve dar, d.h. eustatische und isostatische Bewegungen sowie tektonische Prozesse überlagern sich und ergeben erst in ihrem Zusammenspiel Transgression und Regression. Jede Küstenzone hat ihre individuelle Geschichte in Bezug auf die Meeresspiegelveränderungen. Daher ist es problematisch, die rein glazialeustatisch bedingte Kurve isolieren zu wollen.

2.3.4 Perspektive der nördlichen Ostsee

Landgewinn

Die beschriebenen Landhebungen führen zu einem erheblichen Landgewinn, der beispielsweise in Finnland bei 10 km² pro Jahr liegt. An der Küste des Bottnischen Meerbusens, wo die höchste Heraushebung erfolgt, ist der Zudeckung am größten. Es wird angenommen, dass sich Schweden und Finnland am Kvarken in 2.000 Jahren bis auf Flußbreite angenähert haben und sich die Ålandinseln fast am finnischen Festland befinden (vgl. LIEDTKE 1992).

2.3.5 Literatur

AHNERT, F. (1996): Einführung in die Geomorphologie. Ulmer Verlag, Stuttgart

BRUECKNER, H., RADTKE, U. (1990): Küstenlinien – Indikatoren für Neotektonik und Eustasie. In: GR 42, H.12, S. 654-661

EHLERS, J. (1994): Allgemeinen und historische Quartärgeologie, Enke Verlag, Stuttgart

GIERE, W. (1938): Die Entstehung der Ostsee. Königsberg. (Karten!!!)

GROMOLL, L. (1994): Fossile Küstenlinien als Wasserstandsmarken in der südlichen Ostsee – Effekte von Isostasie, Eustasie und Neotektonik. In: Z.

geolog. Wiss. 22, H.3, S. 287-304

HOHL, R. (Hrsg.) (1985): Die Entwicklungsgeschichte der Erde. Mit einem ABC der Geologie. 7. überarb. Aufl., Verlag Werner Dausien, Leipzig

HUPFER, P. (1981): Die Ostsee – kleines Meer mit großen Problemen. Teubner, Leipzig

KLIEWE, H. (1982): Der holozäne Wasserspiegelanstieg der Ostsee im nordöstlichen Küstengebiet der DDR. In: Petermanns Geographische Mitteilungen 2, S. 65-74

KOHL, H., MARCINEK, J. (1978): Geographie der DDR, Gotha, Leipzig

LIEDTKE, H. (1992): Die Entwicklung der Ostsee als Folge der ehemaligen Inlandeisbedeckung und anhaltender Hebung Skandinaviens. In: GR 44, H. 11, S. 620-625

MEYER, K.D. (1991): Zur Entstehung der westlichen Ostsee. In: Geologisches Jahrbuch, Heft A 127, S. 429-446. Hannover

STROEMBERG, B. (1977): Einige Bemerkungen zum Rückzug des Inlandeises am Billingen (Västergötland, Schweden) und dem Ausbruch des Baltischen Eisstausees. In: Z. geomorph. N.F., Berlin, Stuttgart, S. 89-111

2.4 Die Bändertonchronologie Schwedens

(von Moritz Kausche)

2.4.1 Einleitung

Rhythmite

Bändertone mit ihrer charakteristischen Wechsellagerung von tonig-schluffigen Winterlagen und schluffigen-feinsandigen Sommerlagen sind in weiten Bereichen des ehemaligen Baltischen Eisstausees und anderen kleineren Eisstauseen anzutreffen. Diese Rhythmite repräsentieren saisonale Variationen im Schmelzwasserzufluß in diese Seen. Durch die Erstellung von Diagrammen, in denen die Mächtigkeit der einzelnen Warven abgetragen wird und die Korrelation der verschiedenen Diagramme war DE GEER in der Lage, eine Chronologie zu konstruieren. Seine Chronologie stellte den ersten Versuch dar, den Eisrückzug zu datieren. Seitdem wurde die Schwedische Bändertonchronologie vielfach überarbeitet, erweitert und an die Gegenwart angebunden.

2.4.2 Die Geschichte der Bändertonchronologie

DE GEER

Bändertone sind in Schweden seit über 100 Jahren bekannt, der Begriff "hvarfig lera" wurde in einer Karte des Geologischen Amtes Schwedens als allgemein bekannt verwendet. So wurde gebänderter Ton bereits 1855 von HAMPUS VON POST in einer Beschreibung von Ablagerungen in Südschweden verwendet. Aber erst GERARD DE GEER schlug vor, dass Warven in einem jährlichen Zyklus gebildet werden. Ihm fiel schon als Student die Ähnlichkeit zwischen glazialen laminierten Tonen und Baumringen auf, wobei ihn die regelmäßige Ausbildung der Bändertone zu dem Schluss veranlasste, dass auch sie jährlich gebildet worden sein müssen. Das schwedische Wort "varv" wurde von DE GEER 1912 auf dem 11. Internationalen Geologischen Kongress in den englischen Sprachgebrauch eingeführt. Es beschreibt etwas, dass am selben Punkt beginnt wie es aufhört, z.B. 0° und 360° in einem Kreis, eine Runde oder ein jährlicher Zyklus. Bei einer Kartierung im Gebiet von Rimbo (Mittelschweden) stellte DE GEER fest, dass es anhand der unterschiedlichen Mächtigkeiten der einzelnen Warven möglich sein müsste, Diagramme zu erstellen. Werden diese Bänderton-Diagramme mit Diagrammen anderer Orte korreliert, kann dadurch die Zeitdifferenz zwischen Beginn und Ende der Sedimentation an diesen Orten bestimmt werden. Er ging davon aus, dass es mit dieser Methode möglich sei, eine Chronologie des letzten Abschnitts der letzten Vereisung Schwedens zu erstellen. Die ersten Korrelationen machte DE GEER anhand von Diagrammen, die er aus Bändertonsequenzen einiger nahe

erste
Korrelationen

beieinander liegender (ca. 100 m) Gruben in Stockholm erstellte. 20 Jahre später, 1902, untersuchte er eine neue Bändertonsequenz, die etwa 1 km von den bisherigen entfernt war, und erreichte bei ihrer Korrelation mit der vorigen sehr gute Ergebnisse. Dies wird als die Geburtsstunde der Schwedischen Bändertonchronologie angesehen, obwohl dieser Teil lediglich 30 Warvenjahre umfasste. 1914 stellte DE GEER fest, dass sich Warvendiagramme auch über größere Entfernungen miteinander korrelieren lassen. Diese Entdeckung führte unglücklicherweise dazu, dass Diagramme verschiedener Vergletscherungsgebiete und sogar verschiedener Kontinente miteinander korreliert wurden, eine Anwendung, die mehr als fraglich ist. Dies führte zu einem negativen Bild dieser Methode. DE GEER veröffentlichte 1940 eine Zeitskala (*“Geochronologia Suecica”*), die sich über den Eisrückzug aus dem Gebiet von Schonen im Süden bis zum Fluss Indalsälven im Norden erstreckt. RAGNAR LIDÉN gelang es 1938, den glazialen Teil der Zeitskala mit postglazialen Warven zu verbinden. Hierfür verwendete er Warven, die auch heute noch entlang des Ångermanälven (Nord-Mittelschweden) bis in seine Mündung in die Ostsee gebildet werden. In den folgenden Jahren entwickelte sich die Schwedische Bändertonchronologie zu einer sehr detaillierten Zeitskala des Eisrückzugs, sie umfasst zur Zeit ungefähr 13.000 Jahre, von der Gegenwart (1978), bis 10.430 Warvenjahre BP (before present, d.h. vor 1950).

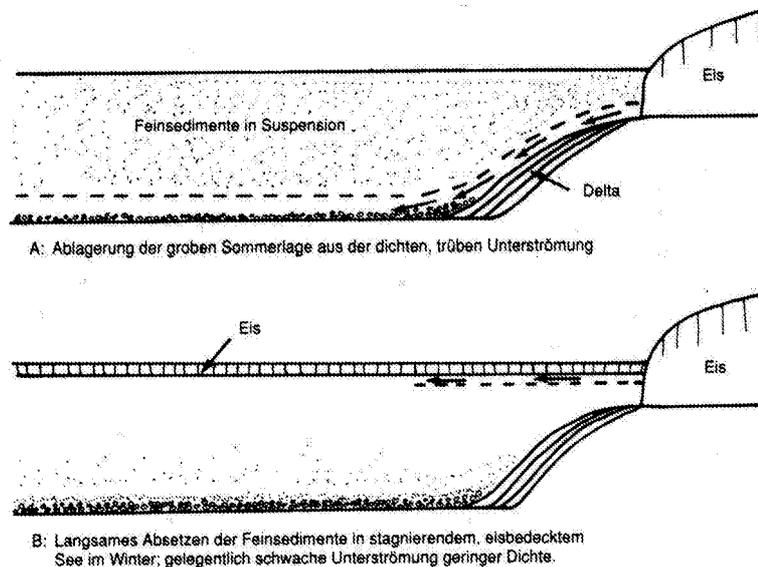
Geochronologia
Suecica

2.4.3 Entstehung von Warven und Sedimentationsprozesse in Eisstauseen

Glazilakustrine oder glazilimnische Sedimentation kann in Eisstauseen, die vom vorrückenden Inlandeis oder Gletschern aufgestaut wurden, in, auf und unter einem Gletscher und in proglazialen Seen, die in Vertiefungen von Grundmoränengebieten entstanden sind, stattfinden. Die hier abgelagerten Sedimente unterscheiden sich deutlich von an Land abgelagerten, da das Eis nur die Sedimentquelle darstellt. Sobald die Sedimente ausgeschmolzen und in einen See gelangt sind, unterliegen sie den Sedimentationsbedingungen im Wasser. Eisstauseen haben, da sie aufgestaut wurden, meist nur eine sehr begrenzte Lebensdauer, sie können aber auch in Toteislöchern oder schon vorher vorhandenen Senken erhalten bleiben.

glazilakustrine
Sedimentation

Die Herabsetzung der Fließgeschwindigkeit an der Mündung von Eisstauseen ist von großer Bedeutung, da es so zu einer Gradierung der abgelagerten Sedimente kommt. So werden an der Mündung sandig-kiesige Deltas aufgeschüttet, im Seeinnern hingegen feinkörnige Rhythmite, die durch die jahreszeitlich schwankende Sedimentzufuhr und Ablagerungsbedingun-



(Quelle: CATT, J.A., 1992, S. 46)

Abbildung 2.19: Sedimentation in einem Eisstausee.

gen entstehen. Durch das Ausfällen der Suspensionsfracht (Schwebfracht) im Beckeninnern entstehen im Winter, wenn es keinen underflow gibt und der Zufluss in den See gering ist, feine Ton-Schluff-Lagen. Dieser Prozess wird unterbrochen durch die Ablagerung größerer Lagen. Das im Sommer einströmende sedimentbeladene Schmelzwasser fließt durch seine große Dichte (da kalt und sedimentbeladen) als underflow ein. Dadurch wird ein rhythmisches Sediment mit dunklen tonigen Lagen aus vorwiegend organischem Material und hellen, grobkörnigen Lagen (Schluff bis Feinsand) ausgebildet (siehe Abb. 2.19). Die Grenzen von Sommer- zu Winterlage sind meist fließend, die Grenzen von Winter- zu Sommerlage meist scharf ausgebildet. Die feinen Winterlagen sind gradiert, von Schluff und Ton an der Basis zu Ton an der Oberseite. Hat das gebildete Sediment eine Jahresschichtung, so spricht man von Warven. Aber nicht alle rhythmischen Seesedimente haben eine Jahresschichtung!

Binnenseen

Besonders in tiefen, oft kleinen Binnenseen herrschen günstige Voraussetzungen zur Bildung von Jahresschichtungen. In solchen Seen spielen Wellen und Strömungen eine untergeordnete Rolle, so dass das eingebrachte Sediment ungestört absinken kann. In tiefen Seen bildet sich häufig eine Sprungschicht aus, die einen oberen Teil des Wasserkörpers von einem unteren trennt. Dadurch wird die Durchmischung verhindert und im bodennahen Bereich

kann es so zu Sauerstoffmangel und der Ausbildung eines anaeroben Milieus kommen. In diesem sauerstoffarmen bis sauerstofffreien Bereich sind keine am Seegrund lebenden Organismen vorhanden, die die Sedimentschichten durchwühlen könnten. So bleiben abgelagerte Sedimente ungestört erhalten. Die deutlichsten Warvengrenzen werden gebildet, wenn die Sedimentation in frischem oder leicht brackigem Wasser erfolgt, da die Tonpartikel lange in Suspension bleiben. Dies war vor den rückschmelzenden Eismassen Skandinaviens der Fall. Im Südwesten, wo das heutige Tiefland im Spätglazial meerbedeckt war, entstanden durch das Ausflocken und schnellere Aus sedimentieren der Tonpartikel im Salzwasser undeutliche Warvengrenzen, die eine Messung schwierig und oft sogar unmöglich machen. Undeutliche Warvengrenzen lassen sich jedoch lokal auch in Ostschweden finden.

Ausflocken

Mit Schmelzwasserströmen wurden große Sedimentmengen in den Baltischen Eisstausee eingebracht. Die geringe Temperatur und damit hohe Dichte des Schmelzwassers waren wichtige Faktoren, die das Absinken der Suspensionsfracht verzögerten. Diese Verzögerung hat zur Folge, dass die abgelagerten Sedimente gradiert sind, von einer hellen groben Schicht zu einer dunklen und feinen und so eine Warve bilden. Im nächsten Frühling mit dem erneut verstärkt einsetzenden Abschmelzen des Inlandeises wurden neue Sedimente in den Eisstausee eingebracht, wobei die groben Partikel schnell absanken und einen scharfen Übergang zur Lage des vorigen Winters ausbildeten. Durch den Rückzug des Inlandeises wurden die neuen Warven nicht nur über den vorjährigen, sondern auch auf eisfrei gewordenen Bereichen abgelagert. Dieser Prozess wurde Jahr für Jahr wiederholt, so dass sich eine dachziegelartige Lagerung von der südlichen Ostsee bis in das nördliche Mittelschweden aus bildete.

Temperatur und
Dichte

Abhängig von der Biologie und dem Chemismus des Gewässers entstehen unterschiedliche Arten von Jahresschichten. In kaltzeitlichen Seen werden aus Ton und Schluffen bzw. Feinsand aufgebaute Warven abgelagert. In kalkreichen Seen werden Rhythmite abgelagert, die sich ebenfalls durch feingeschichtete hell-dunkel-Lagen auszeichnen. Ein Lagenpaar repräsentiert ebenfalls ein Jahr. Die hellen Lagen bestehen aus dem Wasserkörper ausgefällten Karbonatkristallen, die dunklen aus organischem Substrat, Resten abgestorbener Pflanzen oder Organismen. In sauren Gewässern bestehen Jahreslagen einerseits aus abgestorbenen Kieselalgen (Diatomeen) und organischen Resten andererseits.

2.4.3.1 Sedimentationszyklen

Auflösungs-
rhythmite

Die meisten Sedimentgesteine sind durch Material- oder Korngrößenwechsel gegliedert. Diese Wechsel sind entweder azyklisch, oder zyklisch, wenn sie sich in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen wiederholen. Zyklisch abgelagerte Sedimentgesteine werden als Rhythmite angesprochen. Rhythmite können durch den Wechsel zweier Zufuhren entstehen (alternierende Rhythmite), dadurch, dass eine über einen längeren Zeitraum gleichbleibende Zufuhr von einer kurzperiodischen überlagert wird (Überlagerungsrhythmite) oder dadurch dass aus einem homogenen Sediment periodisch der Kalk herausgelöst wird (Auflösungsrhythmit). Auflösungsrhythmite entstehen zum Beispiel durch die rhythmische Anlösung des Kalks, wenn die Sedimentation in einem Bereich mit rhythmisch schwankender CCD (calcite compensation depth) stattfindet. Die wichtigste Information für eine Deutung von Rhythmen oder Zyklen ist die Zeitdauer derselben.

Es ist wichtig, Jahreszyklen von andern zu unterscheiden. Im Zürichsee wurden echte Warvite abgelagert, die über solchen Lagen liegen, die vor ~14.000 Jahren abgelagert worden sind. Zu dieser Zeit fro der See nicht jeden Winter zu, was zur Folge hatte, dass mächtigere Schlufflagen abgelagert wurden, die jeweils mehrere Jahre repräsentieren. Auch in Eisstauseen haben nicht alle Sedimente, die eine Schichtung aufweisen, automatisch eine Jahresschichtung. So können, wenn der See im Winter nicht zufriert, ganzjährig Trübströme auftreten, die nach oben feiner werdende Schichten erzeugen. Diese werden lediglich durch eine dünne oder nicht durchgehend abgelagerte Tonschicht voneinander getrennt. Warven hingegen haben durchgehende, gleichmäßig mächtige Tonlagen und eine scharfe Grenze zwischen der Sommer- und der Winterlage.

Rhythmite≠
Warvite

Wenn die Ursache für einen Zyklus im Ablagerungsgebiet liegt, zum Beispiel bei der Verlagerung von Flussmäandern, werden diese autozyklisch genannt. Gehen die Zyklen auf außerhalb des Ablagerungsraums liegende Ursachen zurück, so spricht man von allozyklischen Ursachen. Dies ist zum Beispiel der Fall bei tektonischen Hebungen, Klimaänderungen usw.. Echte periodische Vorgänge lassen sich von solchen unterscheiden, die zwar recht regelmäßig sind, sich jedoch mit zeitlichen Schwankungen wiederholen. Ursachen von Zyklen können zum Beispiel regelmäßige astronomische Perioden sein, wie zum Beispiel der Jahreszyklus oder der Milankovich-Zyklus. Sie können aber ebenso in vollkommen unregelmäßig wiederkehrenden Ereignissen, wie zum Beispiel Stürmen, Erdbeben oder Meteoriteneinschlägen begründet sein.

Daraus folgt, dass Rhythmite nicht automatisch Warvite sind, d.h. sie spiegeln nicht unbedingt einen Jahreszyklus wieder. Auch werden sie nicht ausschließlich in glazialen Eisstauseen abgelagert, sondern auch rezent wie zum

Beispiel im Tal des Ångermanälven.

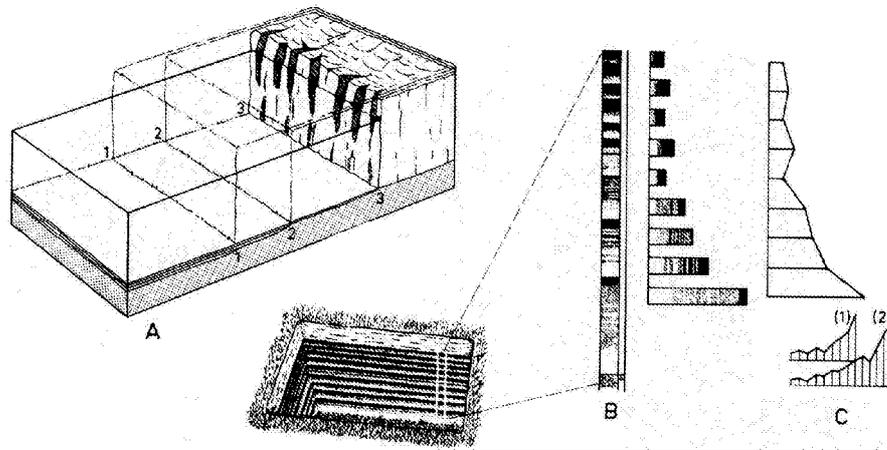
2.4.4 Methoden

Über weite Bereiche Süd- und Ostschwedens herrschen Bedingungen vor für erfolgreiche Korrelationen verschiedener Bändertonsequenzen, praktisch über das ganze Gebiet, das unter der Küstenlinie des Baltischen Eisstausees lag. Grundsätzlich lassen sich auch die Ablagerungen anderer Eisstauseen nutzen, wenn sie über einen längeren Zeitraum eine tonig-siltige Sedimentzufuhr erhalten haben, bevor sie entwässert wurden. Ist es in einem Bänderton zu Rutschungen gekommen, wird die Auswertung erschwert. Rutschungen sind in Bändertonen recht weit verbreitet, sie lassen sich in Aufschlüssen recht gut "behandeln". Heute werden die meisten Untersuchungen anhand von Bohrungen gemacht, in denen es bei Rutschungen – selbst wenn sie erkannt werden – meist nicht mehr möglich ist, die ursprüngliche Stratigraphie zu rekonstruieren. Der Vorteil von Bohrungen, das schnelle Vordringen in recht große Tiefen, sollte nicht überschätzt werden. So sind bei vielen Meßstellen zweifache oder sogar dreifache Bohrungen notwendig, um sichere Ergebnisse zu erhalten. Mit einer speziellen Bohrausrüstung lassen sich auch Proben aus heutigen Seeböden oder auch der Ostsee entnehmen, wodurch die Bändertonchronologie über die heutigen Landgebiete hinaus erweitert werden konnte. Vor der Probenentnahme wird zuerst durch seismische Untersuchungen (sounding) die Mächtigkeit des Tons bis zum darunter liegenden Substrat, üblicherweise Moränenmaterial, ermittelt. An den Stellen, an denen Proben entnommen werden sollen, werden noch mal zusätzliche Untersuchungen durchgeführt, die zeigen sollen, ob der Ton stark mit Geröllen (dropstones) durchsetzt oder durch einen zu steilen Einfallswinkel der Ablagerungen und meist damit zusammenhängende Rutschungen im Ton eine Probenentnahme behindern würden. Die Humusaufgabe und Wurzeln werden entfernt, anschließend wird der Bohrer in den Boden hineingedrückt. Die Oberfläche der gezogenen Probe wird geglättet und kurz getrocknet, um die Grenzen der Warven deutlicher zu sehen. Auf einem Papierstreifen werden die Grenzen der Warven markiert und ihre Dicke dann in einem Diagramm dargestellt. Der vielleicht schwierigste Teil der Bändertonchronologie ist die Korrelation der einzelnen Graphen.

Sie wird noch nach der 1940 von DE GEER entwickelten Methode durchgeführt. Hierbei wird die Mächtigkeit jeder Warve einer Bändertonsequenz in einem Diagramm abgetragen. Werden die einzelnen Warven in diesem Diagramm miteinander verbunden, so bilden sie eine Kurve. Da die absolute Mächtigkeit von Ort zu Ort variiert, entsteht eine Kurve, an deren Gefälle

Aufschlüsse und
Bohrungen

sounding



(Quelle: STROEMBERG, B. In: EHLERS, J., 1983, S. 101)

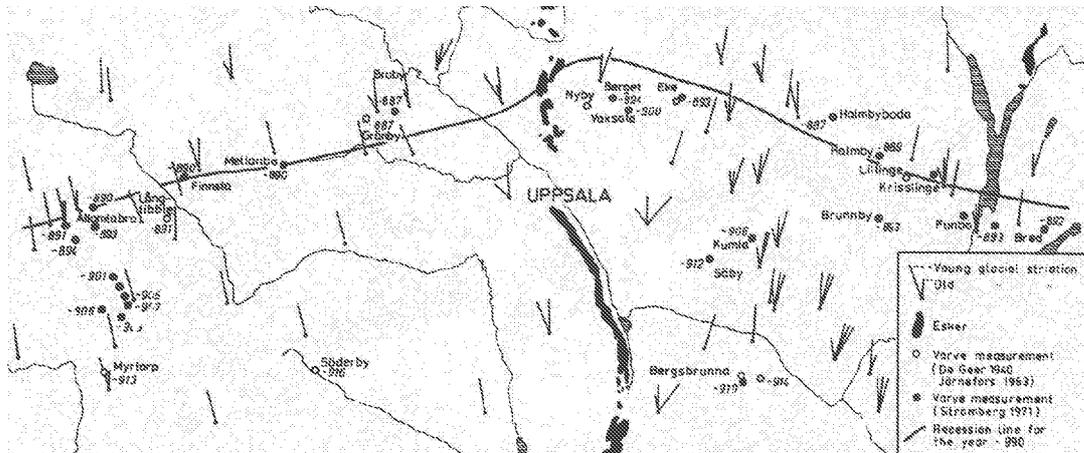
Abbildung 2.20: Erstellen eines Bändertondiagramms: A: Ablagerung von Bändertonen vor rückschmelzendem Eis. B: Abtragen der Mächtigkeiten der einzelnen Warven auf einem Papierstreifen. C: Übertragen der Warvenmächtigkeiten in eine Kurve, die mit Kurven anderer Orte verglichen werden kann.

Korrelation

sich die relative Mächtigkeit ablesen lässt. Kurven verschiedener Orte können nun nebeneinander gelegt werden und aneinander entlang bewegt werden, bis sie aneinander passen, d.h. sich miteinander korrelieren lassen (siehe Abb. 2.20). Theoretisch lassen sich hierfür auch Computer einsetzen, sofern nur numerisch darstellbare Größen wie Variationen der Mächtigkeit und ähnliche Merkmale beschrieben werden. Die Korrelationen werden nicht allein anhand von Minima und Maxima der Mächtigkeiten der einzelnen Warven erstellt. Es werden auch Ähnlichkeiten im generellen Aufbau der Graphen, also dem Zusammentreffen von Gruppen mit scharfen Maxima berücksichtigt, die durch solche getrennt werden, die keine so deutlichen Variationen aufweisen. Korrelationen können anhand von Farbänderungen einzelner Warven, einzelner individueller (einzigartiger) Warven oder ganzer Horizonte mit unterschiedlichen Korngrößen erstellt werden. Nach dieser Methode wurden die Schwedische und die Finnische Bändertonchronologie erstellt.

Details

Es sollte in jedem Fall überprüft werden, ob die Ergebnisse der erstellten Bändertonchronologie mit den geologischen Beobachtungen vor Ort übereinstimmen. So haben zum Beispiel detaillierte Untersuchungen eine generelle Übereinstimmung zwischen der Rekonstruktion der Eisrandlage nach der Bändertonmethode mit Gletscherschrammen gezeigt (siehe Abb. 2.21 auf Seite 73). Führen Korrelationen zu Rezessionslinien, die über größere Bereiche



(Quelle: STROEMBERG, B. In: EHLERS, J. 1983, S. 101)

Abbildung 2.21: Gletscherschrammen im Bezug zur Eisrand. Die jungen Schrammen stehen senkrecht zu ihm.

nicht senkrecht zu den Gletscherschrammen liegen, so sollten die Ergebnisse ernsthaft in Frage gestellt werden.

Liegen die Orte nahe beieinander, an denen man Proben entnommen hat, so erhält man in der Regel eine sehr gute Übereinstimmung der Diagramme, mit zunehmender Distanz zwischen den Proben nimmt die Wahrscheinlichkeit ab, ähnlich gute Ergebnisse zu erzielen. Ausnahmen sind auch hier die Regel. So können Korrelationen über einige wenige Meter schlecht oder gar nicht möglich sein. Dies bedeutet aber nicht, dass die Methode an diesem Ort unpassend ist. Es weist lediglich darauf hin, dass die Sedimentation lokal unterschiedlich war oder die Schichtung im nachhinein beeinflusst wurde. Zugleich können Korrelationen über große Entfernungen (~120 km) sehr gute Übereinstimmungen aufweisen, wenn die dazwischen liegenden Graphen miteinander verbunden werden. Solche Ergebnisse können dazu verleiten, die Anzahl der Probenentnahmen zu verringern, dies kann jedoch zu großen Fehlern in der Korrelation führen. Normalerweise sollten Korrelationen über lange Distanzen nur als Vorschlag und nicht als endgültiges Ergebnis angesehen werden, sondern durch weitere Korrelationen überprüft werden.

Prinzipiell kann der Eisrückzug in Skandinavien mit dieser Methode mit einer Genauigkeit von 1 Jahr bestimmt werden. In einigen Gebieten Schwedens wurde diese Genauigkeit bereits erreicht. Eine kontinuierliche Chronologie kann nur für solche Gebiete erstellt werden, die unter dem Meeresspiegel des Baltischen Eisstausees, also in einem Bereich frischen oder brackigen Was-

Genauigkeit

sers lagen. So erstreckt sich die Bändertonchronologie über Südschweden, die östlichen Bereiche Nord- und Mittelschwedens und Südfinnland.

2.4.5 Die Schwedische Zeitskala

DE GEER/
LIDÉN

Die Schwedische Zeitskala wird hauptsächlich mit zwei schwedischen Geologen verbunden: GERARD DE GEER und RAGNAR LIDÉN, einem seiner Schüler. 1940 präsentierte DE GEER erstmals eine komplette Chronologie des Rückzugs des Inlandeises von Schonen im Süden bis zum Indalsälven im Norden. Seit dieser Veröffentlichung wurden viele Ergänzungen und Verbesserungen gemacht, die Grundzüge der DE GEER Skala sind aber erhalten geblieben.

2.4.5.1 Entwicklung der Schwedischen Zeitskala

Die heutige Zeitskala Schwedens setzt sich aus drei Teilen zusammen:

1. LIDÉN zählte 510 glaziale und 7.760 postglaziale Warven im Ångermanland. Hierbei erstellte er anhand einer Kurve der Landhebung und der damit verbundenen Verlagerung der Deltaschüttung in die Ostsee eine provisorische Verbindung mit der Gegenwart (1900 AD). Seine Rechnung enthält einige Unsicherheiten, auf die später eingegangen werden soll. Die Grenze zwischen dem Glazialen und Postglazialen Teil der Zeitskala (nach DE GEER eine besonders mächtige Warve aus dem Indalsälven) liegt nach LIDÉN bei 6923 BC.
2. DE GEER zählte rund 1.100 Spätglaziale Warven in Mittelschweden, die dem Finiglazial zugeordnet werden.
3. Der Bereich des Gothiglazials wurde von DE GEER 1910 auf dem XI. Internationalen geologischen Kongress präsentiert. Der Abschnitt des Gothiglazials wird auf etwa 3000 Jahre geschätzt.

noch einmal:
Geochronologia
Suecica

Die 1940 von GERARD DE GEER als "Geochronologia Suecica" veröffentlichte Schwedische Zeitskala erstreckt sich über den Eisrückzug aus dem Gebiet der mittelschwedischen Moränen (fennoscandian moraines) nordwärts und wurde mit der Chronologie RAGNAR LIDÉNS (1913, 1938) verbunden.

Diese drei Teile zusammen bilden etwas, was als klassische Zeitskala bezeichnet werden könnte. Überarbeitungen und Erweiterungen wurden ab 1940 gemacht und sind heute noch nicht abgeschlossen.

2.4.5.2 Aktueller Stand der Schwedischen Zeitskala

Die Schwedische Zeitskala umfasst heute (1992) 11.340 Warvenjahre. In ihr sind die Warven des Post- und des Finiglazials vollständig enthalten, sowie etwa 900 Warven des jüngeren Gothiglazials. Ältere Warven sind bis jetzt nur vorläufig an die Zeitskala angebunden.

11.340 Jahre

Diese Korrelationen würden die Zeitskala um weitere ~2.400 Warvenjahre entlang der südöstlichen schwedischen Küste bis nach Nordost-Blekinge erweitern. Somit beinhaltet die Zeitskala den Rückzug des Eises aus dem Gebiet von Kristianstad in Nordost-Schonen und reicht bis 1950 AD im Ångermanälven, d.h. 12.800 Warvenjahre (siehe Abb. 2.22 Seite 76).

2.4.5.2.1 Postglaziale Warven und die Verbindung mit der Gegenwart

Nachdem sich das Eis über die höchste Küstenlinie (HKL) der Ostsee hinaus zurückzog, wurde die Sedimentfracht der glazialen Schmelzwasserströme in die nun eisfreien Täler eingebracht, wo sie sich mit den Sedimenten aus eisfreien Gebieten vermischten. An der Mündung dieser Flüsse wurde das Sediment in postglazialen Deltas abgelagert. Durch die isostatische Hebung Skandinaviens nach dem Abtauen der Eismassen verlagerten sich diese Deltas von der HKL bei 230 m über dem Meeresspiegel hin zu dem heutigen Niveau des Bottnischen Meerbusens. Neue Deltaschichten wurden dadurch kontinuierlich über den älteren, glazialen Lagen abgelagert. Durch diesen Prozess wurden Sedimente gebildet, die von der HKL bis zum heutigen Meeresspiegel an den Flussmündungen einfallen.

Deltas &
Eisrückzug

Im Tal des Ångermanälven im nördlichen Mittelschweden stellte LIDÉN (1938) fest, dass die dort abgelagerten Sedimente laminiert sind, woraus er schloss, dass auch sie in einem Jahreszyklus abgelagert wurden. INGEMAR CATO (1985/87) stellte im Laufe seiner Untersuchungen fest, dass diese Annahmen zutreffen. LIDÉN verwendete viele Jahre darauf, Bändertone zu vermessen, die er den Steilufern des Ångermanälven entnahm. Das Ergebnis dieser Arbeit war eine von ihm erstellte lokale glaziale und postglaziale Chronologie. Seine Chronologie umfasst 7.522 Warven, die er aus 19 verschiedenen Stellen des Flusses entnahm. Eine Anbindung an die Gegenwart gelang LIDÉN durch die Interpolation des Zeitraumes zwischen der Ablagerung seiner jüngsten Warve aus der Deltaoberfläche bei Prästmon und zwei historisch datierbaren Terrassen des Ångermanälvens. Diese Methode wurde in der folgenden Zeit in Frage gestellt, da sie hauptsächlich auf der Abschätzung der Landhebungsraten basiert. LIDÉN ging von einer Hebungsrate von $1,25 \text{ cm/a}$ statt der rezenten Hebung von $\sim 0,8 \text{ cm/a}$ aus. In der folgenden Zeit wurden wiederholt Versuche unternommen, die Zeitskala exakt an die Gegenwart an-

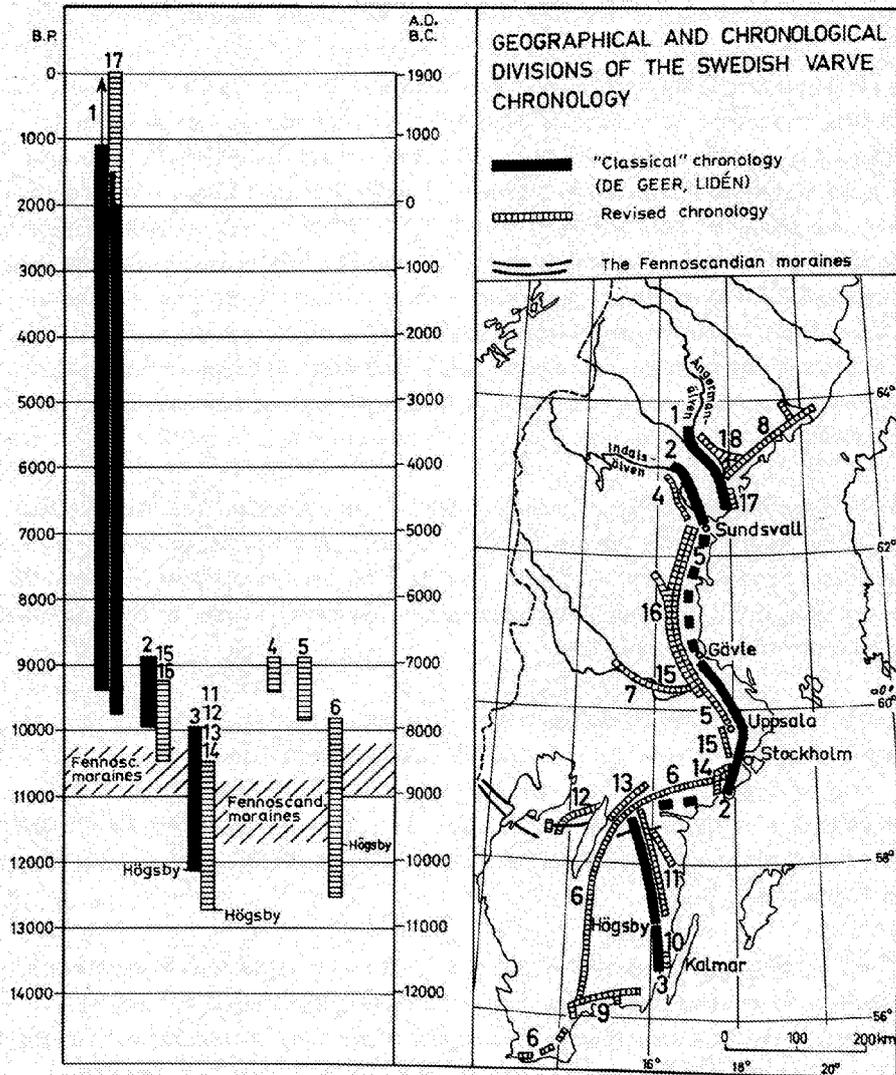
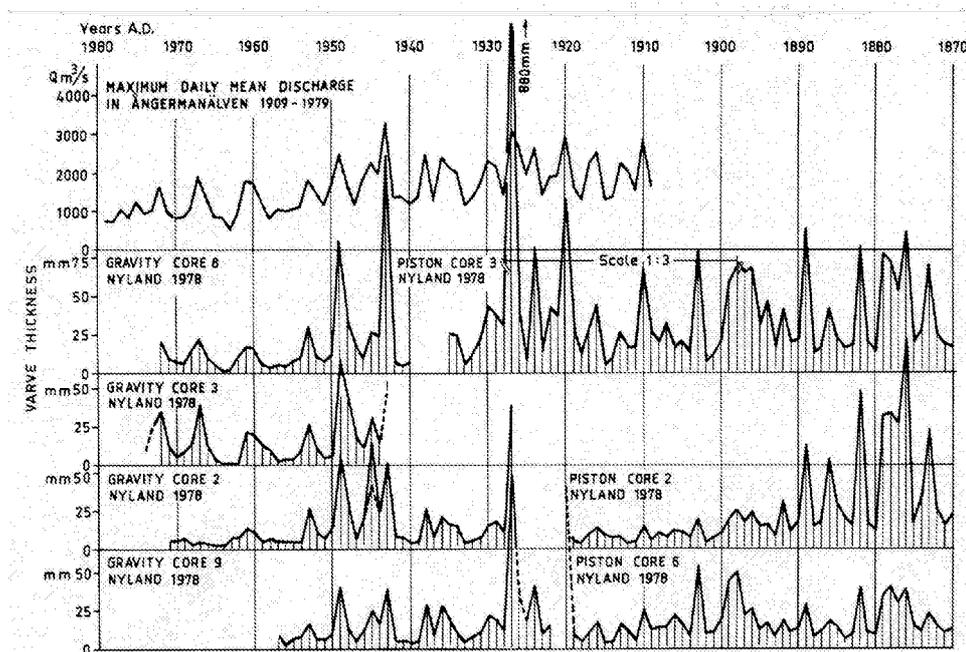


Fig 1. The Swedish time scale in 1989 (from Strömberg 1989). 1 = Lidén 1913 and 1938. 2 = De Geer 1940. 3 De Geer, unpublished. 4. Borell & Offerberg 1955. 5 = Järnefors 1963. 6 = Nilsson 1968. 7 = Fromm 1964. 8 = Hörnsten 1964 and Bergström 1968. 9 = Ringberg 1979 and Ringberg & Rudmark 1985. 10 Rudmark 1975. 11 = Kristiansson 1982 and 1988. 12 = Caldenius 1944, Strömberg 1977, 1985 and 1989. 13 = Perhans unpublished. 14 = Brunnberg 1989. 15 = Strömberg 1989. 16 = Forsmark, unpublished. 17 = Cato 1985 and 1987. 18 = Fözö 1980.

(Quelle: BARD, E., 1992, S. 27)

Abbildung 2.22: Der aktuelle Stand der Schwedischen Zeitskala (1992).



(Quelle: STROEMBERG, B. In: EHLERS, J., 1983, S. 105)

Abbildung 2.23: Warvenmächtigkeit in Zusammenhang mit dem Abfluss im Ångermanälven, wonach CATO die Anbindung an die Gegenwart vornehmen konnte.

zubinden. Sie blieben jedoch lange erfolglos, bis es CATO 1985/87 gelang. Hierfür ergänzte er LIDÉN's Chronologie um einige Bändertonsequenzen, die bis in die Gegenwart reichen.

In dem Zeitraum von 1978–1983 unternahm CATO 25 Bohrungen im Ångermanälven, aus denen er rund 200 m Bohrkern entnahm. Bis er eine Verbindung in die Gegenwart herstellen konnte, mussten über 10.000 Warven gezählt und vermessen werden. Dass die Warven in dem nicht tidal beeinflussten Bereich des Ästuars des Ångermanälven in einem Jahreszyklus gebildet wurden, konnte CATO durch verschiedene Methoden beweisen. Die Mächtigkeit der Postglazialen Warven steht in direktem Zusammenhang zu den Hochwässern im Frühling und im Herbst, und für eine Zeitspanne von 70 Jahren (1979–1909) gilt der Zusammenhang als sicher, so dass Rückschlüsse auf den Abfluss gemacht werden können. Auf diese Weise war es CATO möglich, die Warven mit der Gegenwart zu verbinden (siehe Abb. 2.23). Die Verbindung von LIDÉN's Chronologie mit der von CATO ergab eine komplette Bändertonchronologie, die insgesamt 8945 Warven für das gesamte Postglazial im Ångermanälven umfasst. Hierbei ist es wichtig zu betonen, dass der

CATO

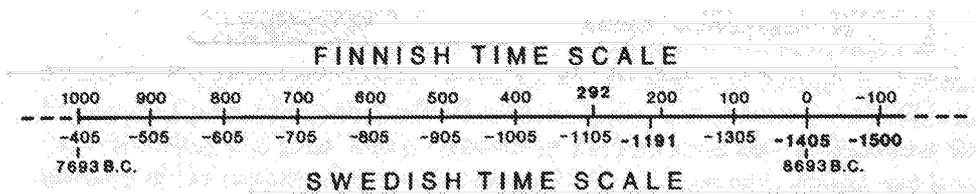
Wechsel von glazialer zu postglazialer Sedimentation in den verschiedenen Tälern und verschiedenen Gebieten nicht synchron verlief.

2.4.5.2.2 Das Nulljahr der Schwedischen Zeitskala Das Nulljahr der Schwedischen Zeitskala markiert den Wechsel zwischen dem Finiglazial und dem Postglazial. Diese Marke wurde von DE GEER 1940 mit einer Warve definiert, die während eines extrem starken Schmelzwasserabflusses bei Dövi-ken im Tal des Indalsälven südöstlich des Ångermanälven gebildet wurde. Im Indalsälven wurden mehrere Warven abgelagert, die extreme Abflussereignisse repräsentieren. BORELL und OFFENBERG (1955) haben herausgefunden, dass DE GEER eine falsche Warve für das Nulljahr gewählt hat. Er hatte eine ausgesucht, die rund 80 Jahre vor der Nullwarve gebildet wurde. CATO hat das Nulljahr auf 9.238 Warvenjahre BP datiert. Nach ihm wurden bis in die Gegenwart (1979) 9.266 postglaziale Warven abgelagert, die Nullwarve inbegriffen. Obwohl diese Warve keinen durchgehenden Horizont in den Bändertonen dieser Gegend darstellt, wird sie, da sie gut ausgebildet ist, in der Bändertonchronologie verwendet.

Die falsche
Warve!

2.4.5.2.3 Warven des Finiglazials Die Warven des Finiglazials wurden während des Eisrückzugs im östlichen Mittelschweden abgelagert. Dieser Abschnitt der Schwedischen Zeitskala endet mit der Nullwarve bei 9.238 Warvenjahren BP. Eine komplette Chronologie dieses Abschnittes des Eisrückzugs wurde erstmals 1940 von DE GEER vorgestellt. Diese wurde 1963 von JAERNEFORS und 1989 von STROEMBERG überarbeitet. JAERNEFORS fügte der Zeitskala DE GEERS im Bereich zwischen Uppsala und Sundsvall 19 Jahre hinzu. STROEMBERG fügte nochmals 64 Jahre nördlich von Uppsala und 35 Jahre zwischen Uppsala und Stockholm hinzu. Nach STROEMBERG liegt die Eisrezessionslinie, die von DE GEER auf -1.073 (minus Null) datiert wurde, bei -1191 , d.h. 10.429 Warvenjahre BP, bzw. 8479 BC. Diese Linie stellt die Grenze zum Gothiglazial dar. Diese Warve -1073 in DE GEERS Chronologie wurde von NILSSON (1968) benutzt, um die Ankunft von Salzwasser in der Ostsee zu markieren, als der Eisrand südlich von Stockholm lag. Für diesen Teil der Schwedischen Zeitskala wird ein möglicher Fehler von ± 25 Jahren und für den gesamten Bereich von -1191 bis 1950 AD von $+35/-205$ Jahren angenommen. Die Warve, die NILSSON auf 8.213 BC datiert hatte und von ihm mit der Drainage des Baltischen Eisstausees nach der Bildung der Billingen-Moräne verbunden wurde, wird in STROEMBERGs Überarbeitung zu 10.627 BP/9.264 BC, und die Warve von 8.800 BC, die mit dem

DE GEERS
Chronologie



(Quelle: STROEMBERG, B., 1990, S.22)

Abbildung 2.24: Verbindung der Schwedischen mit der Finnischen Zeitskala nach Strömberg.

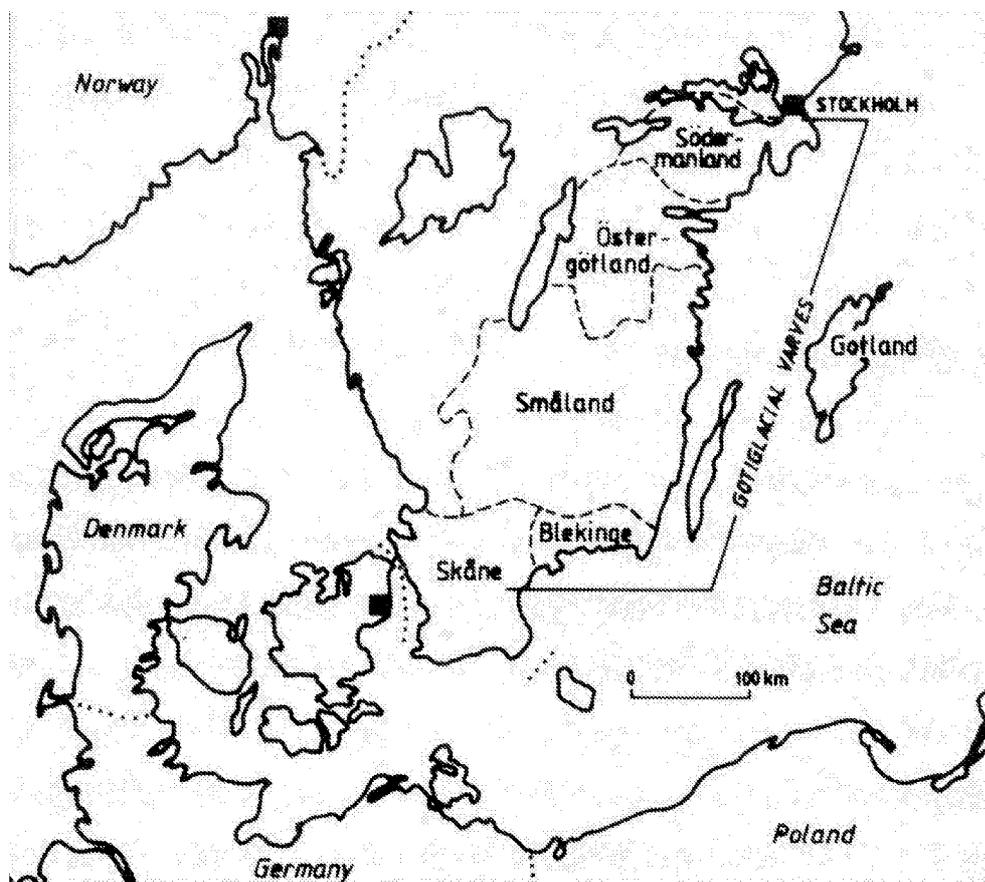
Stillstand an den Skövde-Moränen in Verbindung gesetzt wird, zu 11.214 BP/9.264 BC. Die Datierung der Drainage des Baltischen Eisstausees, der "Billingen Event", gründet sich auf die Annahme, dass zwei oder drei dicke Warven während der Entwässerung gebildet wurden. Die oberste von ihnen wurde als Katastrophenwarve gedeutet (NILSSON). Diese Korrelation wurde später in Frage gestellt und neu interpretiert. STROEMBERG (1990) schlug vor, dass eine Änderung der Farbe der Warven von rötlich bis bräunlich zu grauem Ton mit der Drainage des Baltischen Eisstausees zusammenhängt. Eine solche Farbänderung ist in einigen Bändertonsequenzen Schwedens zu finden und wurde von ihm auf -1.445 bis -1.500 datiert. Diese Datierung gibt für die Drainage ein Alter von etwa 10.700 BP (zwischen 10.683 BP/8.733 BC und 10.738 BP/8.788 BC) an.

Die Rezessionslinie, die zu den Farbänderungen der Warven gehört, ist in Östergötland 5–10 km von der Billingen-Moräne entfernt. Die Öffnung des Kanals im Westen bei Billingen ist in dicken Warven in Gothenburg an der schwedischen Westküste dokumentiert. Der plötzliche Einfluss von Frischwasser mit einem deutlichen Anstieg von in Suspension gehaltenen Tonen und Frischwasser-Diatomeen markieren die Drainage des Baltischen Eisstausees in den Skagerrak, eine Drainage von etwa 10.000 km² in 400 Jahren. Dieser Wechsel wurde 250 km entfernt von Billingen festgestellt, wo er einen Horizont zwischen glazialen und überlagernden postglazialen Sedimenten darstellt.

Datierungen

2.4.5.2.4 Verbindung der Schwedischen mit der Finnischen Zeitskala STROEMBERG stellte 1990 eine Verbindung zwischen der Schwedischen und der Finnischen Zeitskala her. Dies war nicht die erste Verbindung, dafür aber die zuverlässigste.

Hierfür nahm er Messungen an Warven vom östlichen Mittelschweden



(Quelle: BARD, E., 1992, S. 27)

Abbildung 2.25: Verbreitung der Gothiglazialen Warven.

über Åland in der Ostsee bis nach Südost-Finnland vor. Nach STROEMBERG lässt sich die finnische 500-Warve mit der schwedischen -905-Warve verbinden, d.h. die finnische lässt sich auf 10.143 BP datieren. Die finnische Nullwarve (nach SAURAMO, 1923) wird von STROEMBERG auf 10.643 BP/8.693 BC datiert (siehe Abb. 2.24 Seite 79). Er nahm für seine Ausführungen einen möglichen Fehler von +25/-195 Warvenjahre an, wobei er mögliche Fehler in der finnischen Bändertonchronologie nicht berücksichtigte.

2.4.5.2.5 Gothiglaziale Warven Die Gothiglazialen Warven wurden während des Eisrückzugs in Südschweden zwischen Schonen und Stockholm abgelagert.

Erste Arbeiten an diesen Warven wurden von DE GEER durchgeführt, die Ergebnisse, mit der Ausnahme einer lokalen Chronologie Nordost-Schonens und West-Blekinge, wurden jedoch nicht veröffentlicht (siehe Abb. 2.25 Seite 80). NILSSON nutzte DE GEERS unveröffentlichte Bändertondiagramme, um den Eisrückzug aus Südschweden zu datieren. RINGBERG (1971) benutzte DE GEERS Diagramme, um den Eisrückzug aus Blekinge zu datieren. In einer von ihm erstellten Chronologie zeigte er, dass Südblekinge vor 12.200–12.050 Warvenjahren BP eisfrei wurde.

Diese Chronologie ist aber nicht an die Schwedische Zeitskala angebunden, d.h. sie besitzt lediglich eine lokale Gültigkeit. RUDMARK (1975) und KRISTIANSSON (1986) erstellten beide ebenfalls lokale Zeitskalen. Wobei die Skala RUDMARKS recht kurz ist und synchron mit der jüngsten Warve aus RINGBERGS und der ältesten aus KRISTIANSSONS Skala zu sein scheint. Dieser Annahme folgend erarbeiteten BJOERCK und MOELLER (1987) eine vorläufige Verbindung zwischen RINGBERGS und KRISTIANSSONS Chronologie. Der schwierigste Teil der Gothiglazialen Bändertonchronologie stellt die Verbindung von KRISTIANSSONS jüngster Warve und BRUNNBERGS gothi- und finniglazialen Warven dar. Es ist auch kompliziert, die Bändertonsequenzen von CALDENIUS (1944), NILSSON (1968), STROEMBERG (1985) und VON PERHANS (unveröffentlicht) an die Skala BRUNNBERGS anzubinden. Diese Verbindungen sind notwendig, um die Warven des Eisrandes in der Jüngeren Dryas mit der Gegenwart zu verbinden. Obwohl bereits eine provisorische Anbindung existiert, sollte eine sichere Anbindung hergestellt werden (1995 von LARS BRUNNBERG erstellt?).

schwierige
Verbindungen

2.4.5.3 Verbindung der Gothiglazialen Warven mit der ^{14}C -Zeitskala

Schon bevor die Bändertonchronologie durch CATO 1987 an die Gegenwart angebunden wurde, wurde versucht, die Differenz zwischen ihr und der ^{14}C -Skala abzuschätzen. Vergleiche der beiden Chronologien haben gezeigt, dass die Bändertonchronologie in der Jüngeren Dryas 200–400 Jahre mehr aufweist als die ^{14}C -Skala. Nach den Überarbeitungen der Bändertonchronologie durch LUNDQUIST (1986) und CATO (1985) und einem erneuten Vergleich trat kein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Skalen mehr auf. Es gibt aber große Ungenauigkeiten, wenn zwei Zeitskalen miteinander verglichen werden, da es unter anderem eine Vielzahl verschiedener ^{14}C -Chronologien für den Eisrückzug aus Südschweden gibt und diese Chronologien oft anhand verschiedener Materialien erstellt wurden. Diese ^{14}C -Skalen sind nicht sehr zuverlässig, auch datieren sie den Eisrückzug nicht so genau

ungenauere
Skalen-
vergleiche

wie die Bändertonchronologie. Ein weiteres Problem einer Datierung mit der ^{14}C -Methode ist der oft sehr geringe organische Anteil in glazialen Seen.

Als Konsequenz aus diesen Unsicherheiten erarbeiteten BJOERCK und SANDGREN 1986 eine magnetostratigraphische Zeitskala der späten Weichselkaltzeit. Ihr Ziel war es, eine direkte Verbindung der beiden Skalen zu erstellen. Ihre Annahme war, dass die säkularen Variationen (nicht-dipole Komponente) in Südschweden gleichmäßig sind, und dass sie in Warven dokumentiert sind, die nach der Bändertonmethode und der Radiokarbonmethode datiert wurden. Bei den Untersuchungen wurde in Seesedimenten aus dem Alleröd bis zum frühen Präboreal eine graduelle Änderung der Deklination mit einem starken Wechsel bei 10.300–10.000 ^{14}C -Jahren festgestellt. Dieser Bereich entspricht dem jungen Gothiglazial, dessen Warven von STROEMBERG (1986) bereits an die Schwedische Zeitskala angebunden wurden. An Stellen, an denen BRUNNBERG und KRISTIANSSON Proben entnommen haben, wurden von BJOERCK und SANDGREN magnetostratigraphische Untersuchungen vorgenommen, nach denen sie Deklinationskurven erstellten. Diese Kurven wurden mit ^{14}C -datierten absoluten Deklinationskurven aus Blekinge und Schonen und der Schwedischen Zeitskala korreliert. Die Korrelation mit den von BRUNNBERG datierten Bändertonen ergaben, dass die Schwedische Zeitskala 500–600 Jahre mehr als die ^{14}C -Skala aufweist. Durch den Vergleich des Deklinationswechsels in den Bändertonen BRUNNBERGs und KRISTIANSSONS konnten diese miteinander korreliert werden. Nach der Datierung dieser Wechsel mit der Radiokarbonmethode konnte BJOERCK 1987 eine Korrelation der beiden Skalen vornehmen. Das Ergebnis dieser Korrelation war, dass das ^{14}C -Jahr 11.000 BP zu den Warvenjahren 11.400–11.300 BP gehört. KRISTIANSSON gelang es, die lokale Warve 1760 mit dem Beginn der Jüngeren Dryas zu verbinden. BJOERCK und MOELLER korrelierten die plötzlich zunehmende Mächtigkeit der Warve 2.560 von KRISTIANSSON mit der Klimaverbesserung zu Beginn des Alleröds. Daraus folgt, dass das Alleröd 800 Warvenjahre lang war (1.760–2.560), nach der Radiokarbonmethode war man auf eine Dauer von 1.000–1.100 ^{14}C -Jahren gekommen. Der Unterschied zwischen den beiden Skalen beträgt bei 12.000 ^{14}C -Jahren nur noch ~200 Jahre.

Ein weiteres Mittel, um die beiden Zeitskalen miteinander zu verbinden, ist es, signifikante Änderungen der Paläoumwelt in Bändertonen und in mit der Radiokarbonmethode datierten Sedimenten nachzuweisen. Die Ingression von Salzwasser in die Ostsee, also der Beginn des Finiglazials (bei der Warve – 1.191, bzw. 10.429 Warvenjahren BP), ist ein Ereignis, das von der Westküste Schwedens bis in die Ostsee verfolgt werden kann. Es lässt sich in Seebecken des Gotaälvs, in dem Gebiet westlich des Billingen und in der Ostsee nachweisen. Mit der Radiokarbonmethode wurde dieser kurze Event (eine Dauer

Magnetostratigraphie

Salzwasser-ingression

von 100–150 Jahren) auf 9.900–10.000 ^{14}C -Jahre datiert. Hieraus ergibt sich eine Differenz zwischen den beiden Skalen von etwa 500 Jahren.

2.4.6 Literatur

- BARD, E. (Hrsg.) (1992): The last deglaciation: absolute and radiocarbon chronologies. Berlin
- BENNET, M. & GLASSER, N. (1996): Glacial Geology: Ice Sheets and Landforms. Chichester
- BRUNNBERG, L. (1995): Clay-varve chronology and deglaciation during the younger dryas and preboreal in the easternmost part of the middle swedish ice marginal zone. Stockholm
- CATO, I. (1985): The definitive connection of the Swedish geochronological time scale with the present, and the new date of the zero year in Döviken, northern Sweden. In: *Boreas* 14, S. 117-122
- CATT, J. A. (1992): Angewandte Quartärgeologie. Stuttgart
- DONNER, J. (1995): The Quaternary history of Scandinavia. Cambridge
- EHLERS, J. (1983): Glacial deposits in north-west Europe. Rotterdam
- EHLERS, J. (1994): Allgemeine und historische Quartärgeologie. Stuttgart
- FROMM, E. (1985): Chronological calculation of the varve zero in sweden. In: *Boreas* 14, S. 123-125
- FUECHTBAUER, H. (1988): Sedimente und Sedimentgesteine. Stuttgart
- HUCH, M., WARNECKE, G., GERMANN, K. (2001): Klimazeugnisse der Erdgeschichte. Berlin
- LUNDQUIST, J. (1985): The 1984 symposium on clay-varve chronology in Stockholm. In: *Boreas* 14, S. 97-99
- RINGBERG, B. & RUDMARK, L. (1985): Varve chronology based upon glacial sediments in the area between Karlskrona and Kalmar, southeastern Sweden. In: *Boreas* 14, S. 107-110
- STROEMBERG, B. (1985): Revision of the lateglacial Swedish varve chronology. In: *Boreas* 14, S. 101-105
- STROEMBERG, B. (1985): New varve measurements in Västergötland, Sweden. In: *Boreas* 14, S. 111-115
- STROEMBERG, B. (1990): A connection between the clay varve chronologies in Sweden and Finland. Helsinki
- WOHLFAHRT, B., BJOERCK, S., POSSNERT, G., HOLMQUIST, B. (1998): An 800-year long, radiocarbon-dated varve chronology from south-eastern sweden. In: *Boreas* 27, S. 243-257

2.5 Die Pollenanalyse als eine Methode zur Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte

(von *Claudia Fries*)

2.5.1 Die Eignung des Pollens

Pollen

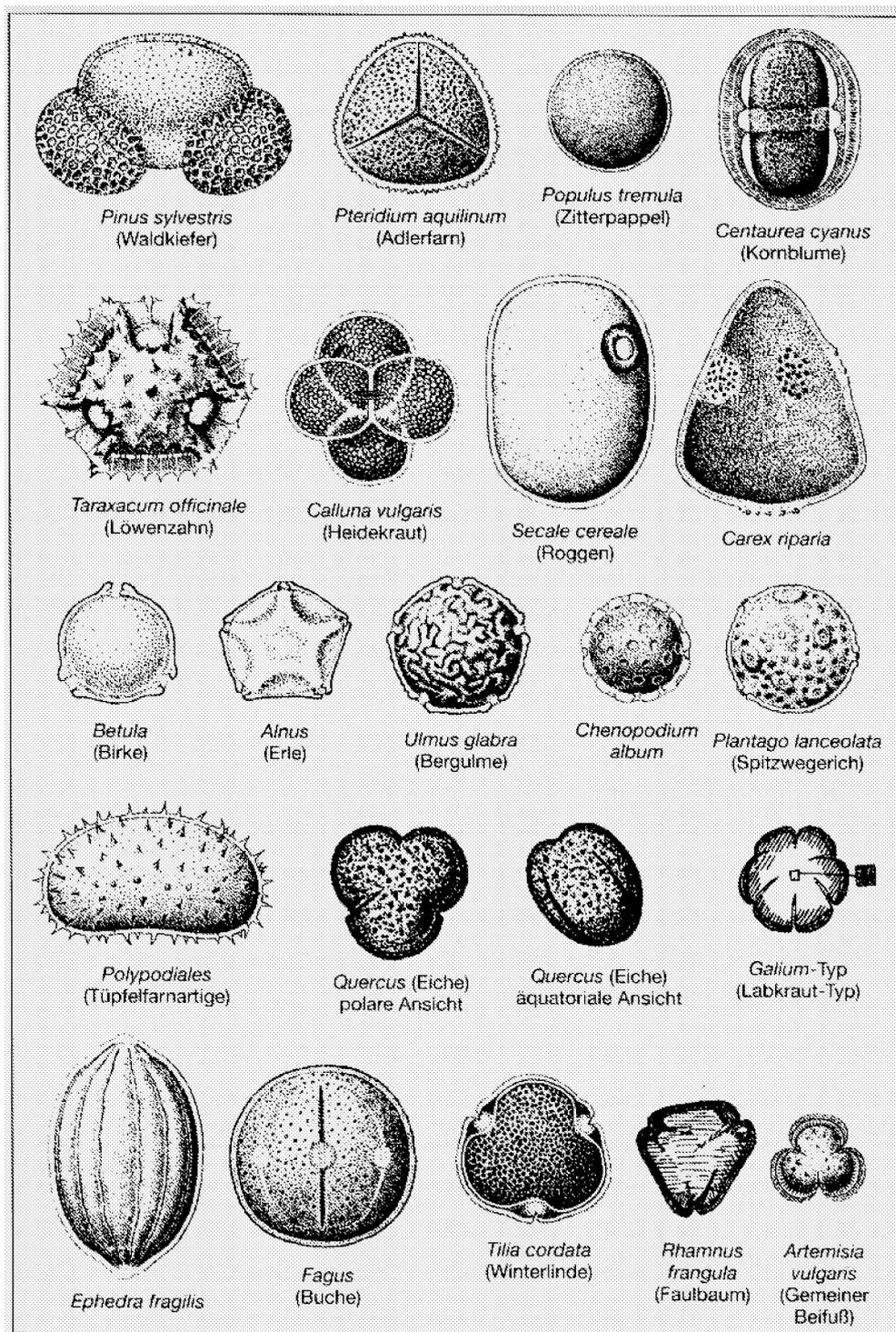
Der Blütenstaub der Pflanzen eignet sich für paläoökologische Untersuchungen, denn er wird in großen Mengen produziert und abgelagert, ist also schon in kleinen Proben zahlreich enthalten. Pollen ist sehr widerständig (z.B. gegen Säuren) und erhält sich gut unter Luftabschluß. Die Pollenkörner unterscheiden sich, wie aus Abb. 2.26 auf Seite 85 ersichtlich, morphologisch in Größe und Form und auch durch die Lage und Zahl der Austrittsstellen für den Pollenschlauch. Die Pollenwandung gliedert sich in innere Intine und äußere Exine, und ihr Sporopolleninegehalt bestimmt die Erhaltungsfähigkeit. Außerdem können die Feinunterschiede in Aufbau und Struktur der Exine eine Hilfe zur Bestimmung sein. Das taxonomische Niveau, bis zu dem bestimmt werden kann, wechselt. Da die Pollenkörner mit zunehmender Verwandtschaft sich auch ähnlicher sind, kann in den meisten Fällen nur die Gattung bestimmt werden, die Bestimmung der Art gelingt dagegen weitaus seltener.

2.5.2 Die Entwicklung der Pollenanalyse

Pollenanalyse

Die Pollenanalyse ist eine Arbeitsrichtung der Palynologie, die den Gehalt an Pollen in Sedimenten und Torfen aus der jüngeren Erdgeschichte zum Gegenstand hat und die Vegetationsverhältnisse früherer Epochen ermittelt. Sie ist nur eine Methode und ergänzt sich z.B. mit der Großrestanalyse. Bereits im 18. Jh. wurde man durch Großrestfunde auf die Veränderlichkeit des Klimas aufmerksam. Man unterschied bald Waldperioden und war anfangs noch auf makroskopische Funde angewiesen. Erste pollenmorphologische Beschreibungen stammen aus dem frühen 19. Jh., der Nachweis fossiler Pollenkörner wurde fast gleichzeitig erbracht. Einen weiteren Grundstein legte WEBER 1893, als er erstmals quantitative Anteile bestimmte (Verhältnis Kiefer zu Fichte). Ein besonderer Verdienst aber gebührt dem schwedischen Geologen VON POST, der 1916 die ausgearbeitete Methode der Pollenanalyse und das Pollendiagramm vorstellte. Die neue Methode wurde bald weit verbreitet v.a. in den skandinavischen Ländern angewandt, und bereits anfangs der 30er Jahre erschienen die Ergebnisse in ersten zusammenfassenden Übersich-

Pollendiagramm



(Quelle: BORK (Hrsg.) 2000, S. 379.)

Abbildung 2.26: Typische Pollen- und Sporenarten der häufigsten Pollenklassen.

Siedlungs-
geschichte

ten. 1934 wies FIRBAS auf das Mengenverhältnis von Nichtbaumpollen zu Baumpollen als ein Maß für die Bewaldungsdichte hin. Mit dem Nachweis von Getreidepollen als Siedlungszeiger eröffneten sich neue Möglichkeiten zur Verfolgung der Siedlungsgeschichte. Die Pollenanalyse wurde zunächst v.a. als eine stratigraphische Methode angesehen. Mit der Entwicklung neuer Datierungsmethoden wandelte sich die Aufgabe der Pollenanalyse von der Stratigraphie mehr hin zur Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte und des Klimas. Neue Fortschritte wurden mit der Entwicklung der Absolutanalyse 1966/67 durch DAVIS gemacht. Nun wurden auch absolute Werte wie Pollenkonzentration und -akkumulationsrate (Influx) erfaßt. Bald wurde wieder mehr Gebrauch von der zunächst etwas ins Hintertreffen geratenen Großrestanalyse gemacht, da man erkannte, dass die Methoden sich ergänzen. Gute Einblicke in lokale und regionale Entwicklungen gewinnt man z.B. mit kombinierten Pollen- und Großrestuntersuchungen in Proben aus einem Profil, oft ergänzt durch weitere biologische Analysen und Radiokarbondatierungen.

2.5.3 Die Methodik

Proben-
entnahme

Die Probenentnahme erfolgt aus Mooren oder Seesedimenten. Für Absolutwerte ist die Erfassung des Volumens nötig. Die Aufbereitung im Labor umfaßt Verfahren zur Anreicherung der Pollenkonzentration. Mit Hilfe von Säuren und Laugen werden Karbonate, Huminstoffe und mineralisches Material gelöst und Zellulose zerstört, wodurch nur die Exine erhalten bleiben und Strukturunterschiede deutlicher hervortreten. Schließlich wird grobes Material abgeseibt. Zur Ermittlung der Pollenkonzentration gibt man eine definierte Menge an Fremdsporen hinzu, um später durch das festgestellte Verhältnis Pollen zu Fremdsporen die enthaltene Pollenmenge abschätzen zu können. In Glycerin werden Ausstriche auf einem Objektträger angefertigt. Durch das Mikroskop werden die Pollenkörner durchgemustert und mit Hilfe von Bestimmungsschlüsseln, Abbildungen und Vergleichspräparaten bestimmt. Aus statistischen Gründen sollten je Probe mindestens 600 Körner ausgezählt werden. Die ermittelten Werte der einzelnen Taxa werden meist in Prozente umgerechnet. Die jeweiligen Anteile aus einer Probe und Tiefenlage ergeben das Pollenspektrum und die der Tiefe nach geordneten Spektren zusammen das Pollendiagramm, in welchem die Werte jeder Art verbunden werden. Anhand der entstandenen Kurven läßt sich verfolgen, wie sich die Anteile einer Art im Zeitverlauf ändern. Charakteristische Veränderungen ermöglichen die Einteilung in lokale Pollenzonen. Die lokalen Pollenzonen verschiedener Diagramme können wiederum durch Gemeinsamkeiten zu regionalen Pollenzonen zusammengefaßt werden. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu

Interpretation

beachten, dass die Prozentanteile der ermittelten Pollenarten nicht direkt die prozentuale Zusammensetzung der Vegetation widerspiegeln. Verzerrungen kommen dadurch zustande, dass die einzelnen Taxa sehr unterschiedliche Mengen an Pollen produzieren und auch verschiedene Blühreife und -häufigkeiten aufweisen. Pollen unterscheidet sich zusätzlich in Flugfähigkeit und Sinkgeschwindigkeit. Der gefundene Pollen stellt immer eine Mischung aus lokal-, regional- und ferntransportierten Körnern dar. Die Anteile dieser Komponenten schwanken je nach Größe der Lagerungsstätte. Natürlich kann Pollen vor der Einbettung durch Wind oder durch Strömungen in Seen noch umgelagert werden. Auch werden nicht alle Pollen gleich gut erhalten.

Verzerrungen

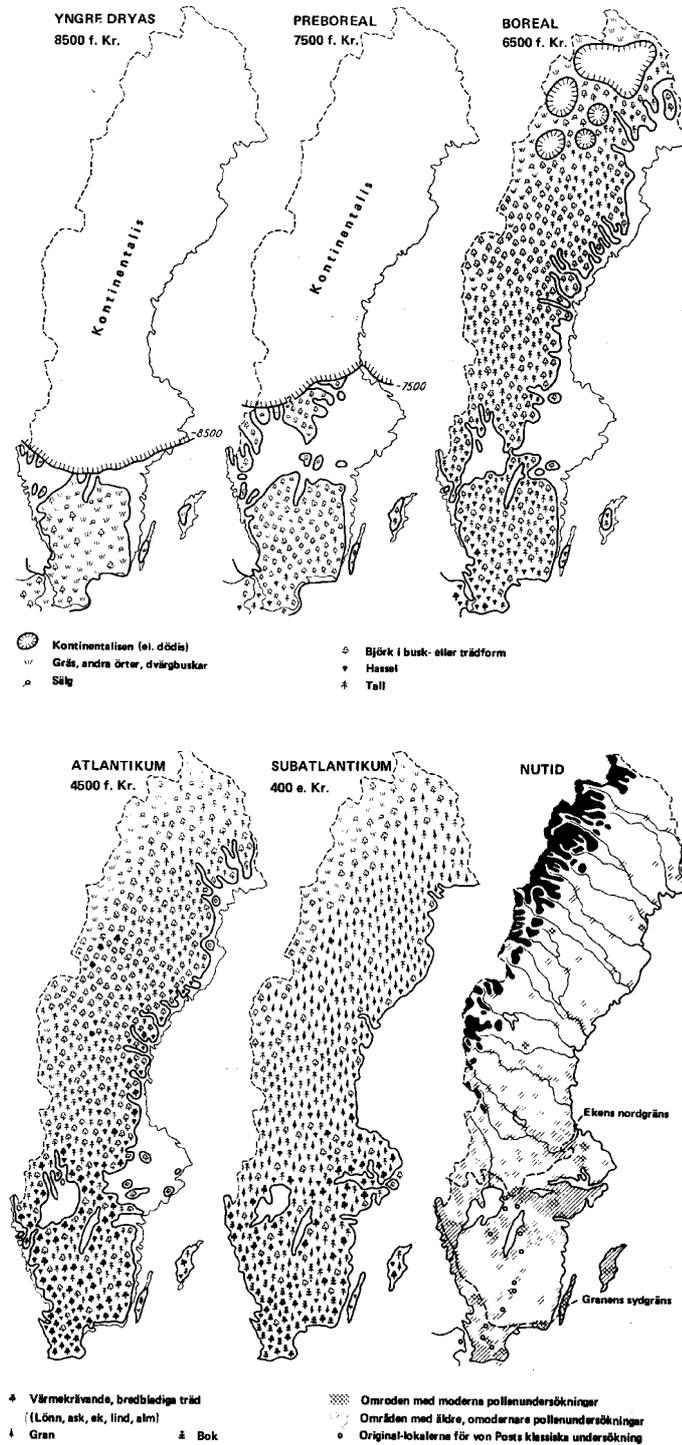
2.5.4 Die holozäne Vegetationsgeschichte Schwedens

Da diesem Thema bereits ein Kapitel im Bericht über die Exkursion nach Schweden 1996¹ gewidmet ist, soll hier nur eine kurze Zusammenfassung gegeben werden. Einen grafischen Überblick über die Vegetation in Jüngerer Dryas, Präboreal, Boreal, Atlantikum, Subatlantikum und Gegenwart gibt die Abb. 2.27 auf Seite 88.

Die Vegetationsgeschichte des Holozäns beginnt mit der Eisrezession, also in den verschiedenen Landschaften Skandinaviens zu unterschiedlichen Zeiten. Die freigegebenen Flächen wurden sehr schnell durch die Vegetation erobert. Dabei folgten die Arten dem Eisrand in nördlicher Richtung unterschiedlich schnell, was vor allem dem Klima geschuldet war. Jedoch war auch von Bedeutung, wo die Rückzugsgebiete der Pflanzen lagen, wie schnell sie sich wieder ausbreiten konnten und welche Wege sie dabei nahmen. In größerem zeitlichen Abstand und damit auch räumlichen Abstand zum Eis folgten empfindlichere Arten. Bis zum Atlantikum um 8.000-5.000 BP, welches das Wärmeoptimum des Holozäns darstellt, stiegen die Temperaturen an. Das führte zu einer Ausbreitung wärmeliebender Gehölze nach Norden und zu einer im Vergleich zu heute höher liegenden Baumgrenze im Gebirge. Sommergrüne Breitlaubwälder dominierten in ganz Südschweden. Hemiboreale Mischwälder kamen in Dalarna und an der Küste Schwedens fast bis Västerbotten vor. Im Norden dominierte der boreale Birken-Kiefern-Wald, aber auch andere Laubbäume wuchsen hier. Nachfolgend sanken die Temperaturen wieder, und das beendete nicht nur die weitere Ausbreitung der Laubgehölze nach Norden, sondern verdrängte die empfindlicheren Arten wieder in südlichere Bereiche.

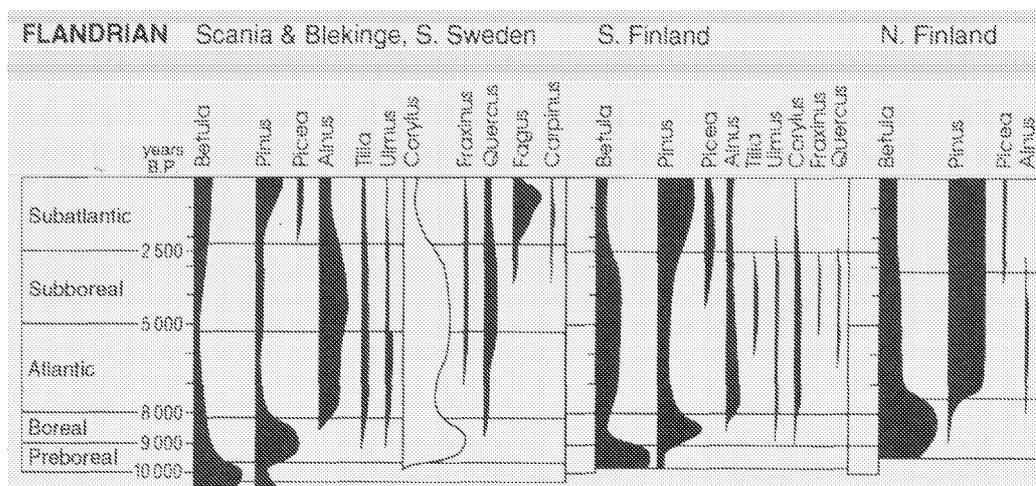
Vegetations-
geschichte

¹KLESSEN, R. & LEY, M. (Hrsg.): Exkursion nach Schweden. In: Arbeitsberichte des Geographischen Institutes, Humboldt-Universität zu Berlin, Heft 20, 2. Auflage, Berlin 2002



(Quelle: KOENIGSSON, L.-K.: 1980, S. 26f.)

Abbildung 2.27: Vegetationsverbreitung Skandinaviens in Jüngerer Dryas, Präboreal, Boreal, Atlantikum, Subatlantikum und Gegenwart.



(Quelle: DONNER 1995, S. 133.)

Abbildung 2.28: Verschiedene Pollendiagramme im Vergleich.

Die Laubwälder dominieren heute nur noch ganz im Süden Schwedens. Daraus resultieren unterschiedliche Vegetationsgeschichten von Landschaften. Durch das Vordringen und Zurückweichen von Gehölzen entstehen Waldperioden, nach denen sich im Süden Skandinaviens zahlreiche Zonen in Pollendiagrammen unterscheiden lassen. Da viele Bäume nicht bis ganz in den Norden vorgedrungen sind, ist die Waldgeschichte hier relativ einheitlich und läßt nicht die Unterscheidung so vieler Pollenzonen zu (Abb. 2.28).

Laubwälder

2.5.5 Literatur

- BERGLUND, B. E., 1991: Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. 3. Aufl., Chichester
- BERGLUND, B. E. (Hrsg.), 1996: Palaeoecological events during the last 15000 years. Chichester
- DONNER, J., 1995: The Quaternary History Of Scandinavia. Cambridge
- FIRBAS, F., 1949: Allgemeine Waldgeschichte. (= Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, Bd. 1)
- KOENIGSSON, L.-K., 1970: Neuere Untersuchungen zur Spätglazialzeit in Schweden. In: Probleme der weichsel-spätglazialen Vegetationsentwicklung in Mittel- und Nordeuropa, Hrsg.: H. KLIWE, Frankfurt/Oder, S. 47-60
- LANG, G., 1994: Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Jena
- SCHWEDISCHER NATIONALATLAS 1996: Bd. Geography of Plants and Ani-

mals, The Geography of Sweden

STRAKA, H., 1970: Pollenanalyse und Vegetationsgeschichte. 2. Aufl., Lutherstadt Wittenberg

2.6 Naturschutz in Schweden

(von Cornelia Unverzagt)

2.6.1 Einführung

Was ist Naturschutz? "Naturschutz ist gesellschaftlicher Auftrag zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Natur und Landschaft im besiedelten und unbesiedelten Bereich, und zwar nicht nur Auftrag für Politiker und "Naturschützer", sondern für jeden." (STEUBING, BUCHWALD, BRAUN 1995, S. 411). Naturschutz wird von gesellschaftlichen Normen und Werten bestimmt und besitzt handlungsorientierte Aufgaben. Naturschutz gilt als angewandte Wissenschaft, die sich aus geographischer Sicht an der Schnittstelle von Physischer und Humangeographie befindet. Die Wirksamkeit von Naturschutz hängt von der Umsetzung auf der politischen, administrativen, gesetzlichen und finanziellen Ebene ab, aber auch von naturschutzfachlichen Bewertungen und Schutzstrategien. Nicht zuletzt spielt die Akzeptanz von Naturschutzmaßnahmen und umweltgerechtes Verhalten der Menschen eine wesentliche Rolle, so dass Naturschutz ein komplexes Gefüge in der heutigen Zeit impliziert.

Definition
Naturschutz

2.6.2 Leitbilder und allgemeine Aufgaben im Naturschutz

Entsprechend dem jeweiligen Leitbild² (KRAHL 1999) werden heute sehr unterschiedliche Aufgaben, Umweltqualitätsziele und Idealvorstellungen der Landschaft entwickelt. Neben dem historischen Leitbild, das sich auf die Erhaltung der alten Kulturlandschaften konzentriert, gibt es z.B. das ästhetische, biotische und das "Natur"-Leitbild (Wildnisvorstellung) (KRAHL 1999). Als allgemein anerkannte Aufgaben im Naturschutz gelten die Bestandssicherung der Organismenarten (Artenschutz), der Erhalt und die Rückführung von Ökosystemen (Instrument hierfür sind der Flächen- und Biotopschutz) und die Schaffung von Verbundsystemen zur Vernetzung von Ökosystemen³

Landschafts-
vorstellungen

²Im Naturschutz wird Leitbild einerseits als übergeordnete politische Zielsetzung und andererseits als Idealvorstellung von einer Landschaft verstanden

³RICHTER(1997) sieht auch die Vermittlung von Naturverständnis als Aufgabe des Naturschutzes an und deutet innerhalb der Naturschutzbewegung einen Interessenkonflikt zwischen biozentrischer und anthropozentrischer Herangehensweise an. Uneinigkeit besteht ebenfalls über den Schutz natürlicher dynamischer Vorgänge in Ökosystemen, wie unbeeinflusste Sukzession, zwischenartliche Wechselbeziehungen etc.. Die Aufgaben und Ziele des

Ressourcen-
schutz

(PLACHTER 1991). Der Schutz der abiotischen Ressourcen (Luft, Gewässer, Boden) auf nationaler und globaler Ebene gelten als Aufgaben des Umweltschutzes und sind inzwischen dem Naturschutz übergeordnet. Eine genaue Abgrenzung, welche gesellschaftlichen Entwicklungen nun Umwelt- oder Naturschutz beeinflusst haben, ist kaum möglich.

2.6.3 Wandel der Naturschutzmotive und -leitbilder in Schweden

Der Wandel der Naturschutzleitbilder und des Bewußtseins für Naturschutz im 19. und 20. Jahrhundert sind Ergebnis bestimmter gesellschaftlicher Entwicklungen. Diese werden für Schweden im Folgenden überblickshaft dargestellt.

2.6.3.1 Entstehung der Naturschutzbewegung

Naturschutz-
entwicklung

Die Anfänge der Naturschutzbewegung in Schweden sind von den Bemühungen um die gesetzesmäßige Verankerung und für die staatliche Verantwortung für Naturschutzbelange geprägt. Sie sind in Zusammenhang mit den Ausbeutungszyklen der Naturreserven als Folge der Industrialisierung zu sehen. Zu einem Aufschwung in der Waldwirtschaft und Holzindustrie kam es im 19. Jahrhundert durch eine neue Exportsituation in Schweden, als Großbritannien seine Importzölle für Holz 1840 schlagartig senkte. Ein neues Aktiengesetz ermöglichte 1848 das Entstehen größerer Industriebetriebe, besonders von Holz- und später Zellulosekonzernen. Des weiteren kam die Entwicklung der Dampfsäge hinzu, so dass die moderne Sägewerksindustrie einen starken Anstieg des Holzeinschlags in den Wirtschaftswäldern Süd- und Mittelschwedens hervorrief, insbesondere jedoch in den bisher ungenutzten Wäldern Norrlands (HAEGGERSTRAND 1989). Das Holz wurde zur Gewinnung von Zellulose, Teer, Pottasche, in größeren Maßen für Holzkohle (Bergslagen) und als Baumaterial genutzt. Im mittleren und südlichen Schweden sorgte eine intensivere Brandwirtschaft für Landwirtschaftsflächen und den Rückgang der Wälder. Außerdem führten die gestiegenen Einnahmen durch die Sägewerke zum Aufgeben der alten Waldweidenutzung in der bäuerlichen Gemeinschaft (HAEGGERSTRAND 1989). Die Probleme des Abholzbooms im 19. Jahrhundert lagen in dem Versäumnis ausreichender Wiederaufforstung, in dem massiven Ausweiten der Grundbesitze von Forstgesellschaften, die mehr und mehr zur Zerstückelung der Besitzverhältnisse in den Wäldern beitrug,

Waldzerstörung

Naturschutzes können entsprechend Leitbild und Wissenschaftsmeinung sehr kontrovers sein.

und im Zurückbleiben der Landwirtschaft. Aus dem ökonomischen Interesse heraus, die Wälder zu schützen und ihre Leistungskraft zu erhalten, entstand ein wichtiges Motiv für den Naturschutz.

Für eine Verbreitung des Naturschutzgedankens in der Gesellschaft sorgte auch die schwedische Mittelschicht am Ende des 19. Jahrhunderts. Sie griffen die verklärten Naturvorstellungen der Romantiker auf, die keine dekorative Landschaft mehr malten, sondern die unberührte, eindrucksvolle, teilweise auch düstere Natur in ihrer Schönheit wiedergaben, wie z.B. C.D. FRIEDRICH oder C.G. CARUS. Ein weiterer Motor zur Entwicklung des Naturschutzes lag in der ethischen und moralischen Verpflichtung zum Tierschutz (LINNÉR & LOHM 1999, S. 308). Das große wissenschaftliche Interesse und die nationalistische Auffassung zur damaligen Zeit in Schweden, was im Zuge der Nationalstaatenbildung in Mitteleuropa kein Einzelfall war, bildeten weitere Motive zur Errichtung von Naturschutzflächen (LINNÉR & LOHM 1999, S. 308).

Romantiker

2.6.3.2 Die amerikanische Nationalparkidee und die preußischen Naturdenkmäler

Das amerikanische Konzept der Nationalparks übte sehr starken Einfluß auf einige schwedische Wissenschaftler aus. In den USA war es vor allem aus ästhetischen Gründen zur Erhaltung von unberührten Landschaften gekommen. 1872 wurde der weltweit erste Nationalpark, der Yellowstone-Park in Wyoming, gegründet. 1880 schlug A.E. NORDENSKI⁴ in Anlehnung an die USA die Errichtung von Nationalparks in Schweden vor. Als entscheidend für die Übernahme von Naturschutzaufgaben in die schwedische Gesetzgebung wird jedoch das preußische Konzept der "Naturdenkmäler" von HUGO CONWENTZ beschrieben (LINNÉR & LOHM 1999; NATIONAL ATLAS OF SWEDEN 1992). Der Professor für Botanik, HUGO CONWENTZ, pflegte enge Kontakte zu schwedischen Wissenschaftlern, besonders zu dem Polarforscher ALFRED G. NATHORST. CONWENTZ hatte 1898 einen Bericht an das Landwirtschaftsministerium in Berlin über den Zustand der westpreußischen Wälder abgeliefert und erste Waldschutzgebiete, sowie die Registrierung von Naturobjekten mit besonderer Eigenart gefordert. 1904 beschrieb er in seinem Buch "Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung" seine Vorstellungen zum Schutz von wertvollen Naturobjekten. Dies war sein Durchbruch zum international anerkannten Naturschützer. Ein wei-

Nationalparkidee

CONWENTZ
und NATHORST

⁴A.E. NORDENSKI: 1832-1901, finno-schwedischer Baron, Wissenschaftler, Politiker und Entdecker der Nord-Ost-Passage entlang der asiatischen Nordküste in den Jahren 1878-79

politisches
Interesse

terer Aspekt kommt zu dem großen politischen Interesse an Naturdenkmälern hinzu. Sie dienten als ein Instrument zur Bildung einer kulturellen Identität in dem durch Preußens Führung vereinten Deutschland von 1871. Eine Besinnung nicht nur auf Kultur- sondern auch Naturerbe sollte den Menschen ihre gemeinsamen nationalen Wurzeln verdeutlichen (LINNÉR & LOHM 1999). Die schwedische Politik, Wissenschaft und Wirtschaft war im ausgehenden 19. Jahrhundert sehr stark an Deutschland orientiert. NATHORST war von CONWENTZ' Erfolg vor dem Landwirtschaftsministerium beeindruckt und initiierte innerhalb Schwedens eine Rundreise für ihn. In seiner Rede appellierte er für eine systematische Erfassung von schützenswürdigen kleinen Natureinheiten und Einzelobjekten, schlug eine staatliche Kommission für Naturschutzbelange vor und lieferte konkrete Vorschläge zur Errichtung von Naturdenkmälern sowie Nationalparks ab. Die Fortschritte im Naturschutz gingen jedoch nicht nur auf einzelne Personen wie HUGO CONWENTZ zurück, sondern müssen auch als Verdienst vorangegangener Persönlichkeiten und Naturwissenschaftler gesehen werden, wie dem schwedischen Arzt und Naturforscher CARL VON LINNÉ (1707-1778). Insgesamt ist die Etablierung des Naturschutzes zur vorletzten Jahrhundertwende mit einem wachsenden politischen, öffentlichen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Interesse am Schutz der einheimischen Natur verbunden (PLACHTER 1991).

C. V. LINNÉ

2.6.3.3 Naturschutz per Gesetzgebung

Naturschutz-
gesetz

KARL STARBAECK, liberales Mitglied des schwedischen Parlaments, hat die Vorschläge von HUGO CONWENTZ übernommen und dem schwedischen Reichstag als Gesetzentwurf vorgelegt. STARBAECKs Plädoyer wurde positiv aufgenommen und in den folgenden Jahren wurden weitere Aspekte konkretisiert, wie die Bildungsfunktion für die Allgemeinheit, der Schutz des Privateigentums und die Absicherung vor ökonomischen Einbußen. Aufgrund relativer Einmütigkeit kam es bereits 1909 zur Verabschiedung des ersten Naturschutzgesetzes. Man hatte sich auf die Errichtung von Nationalparks nach dem amerikanischen Modell auf staatlichem Grundbesitz in Norrland geeinigt. Das Konzept der Naturdenkmäler wurde eher passend für Mittel- und Südschweden gehalten, wo die Bedingungen ohnehin eher den mitteleuropäischen entsprechen würden und die Landbesitze stark zersplittert waren.⁵ In Schweden lag mit dem "Nature Conservation Act" eines der ersten europäi-

⁵In Deutschland kam es trotz der Naturschutzbemühungen seit Anfang des 19. Jahrhunderts erst 1935 zu einem landesweiten Reichsnaturschutzgesetz. Der Schwerpunkt der deutschen Naturschützer lag eher in der Errichtung von Naturschutzparks und das amerikanische Modell der Nationalparks war wenig verbreitet (DIEPOLDER 1997).

schen Naturschutzgesetze vor und ein Jahr später konnten daraufhin die neun ersten Nationalparks in Schweden und in Europa gegründet werden: Abisko, Stora Sjöfallet, Sarek, Pieljekaise, Ängsö, Garphyttan, Sänfjället, Hamra und Gotska Sandön. Abschließend ist zu erwähnen, dass die Royal Academy of Science (KVA) zu dieser Zeit eine sehr angesehene einflussreiche Stellung in Politik und Gesellschaft besaß. Sie spielte eine große Rolle im Aufbau des Naturschutzes und verstand sich als Hauptverantwortliche dafür (LINNÉR & LOHM 1999).

erste
Nationalparks

2.6.3.4 Anfängliche Probleme und weitere Entwicklungen

Die Idee unberührte Wildnis zu schützen wurde jedoch nur recht unsystematisch verfolgt. Das Problem lag in ungenauen Kriterien zur Schutzgebietsauswahl. So waren versehentlich Areale mit großem anthropogenen Einfluß unter Schutz gestellt worden, wie z.B. der Hamra-Nationalpark. Der von Wirtschaftswäldern umgebene 0,3 km² große "Urwald" ist ca. 300 Jahre alt. Das Gebiet hatte sich nach Brandrodung durch finnische Siedler unterschiedlich wiederbewaldet. Vorherrschend sind Fichten und Kiefernbestände. In den 20-30er Jahren wurde offensichtlich, dass zu wenig Pflege der riesigen Nationalparkflächen eine Überwachsung und rückläufige Abundanz⁶ der zu schützenden Arten hervorgerufen hatte, besonders in Ängsö und Garphyttan (TILTON 1998). Durch das endgültige Aufgeben der alten Waldweidewirtschaft wurden die Wälder nicht mehr offen gehalten. Die Notwendigkeit eines professionellen Managements wurde erkannt, aber vor die finanziellen Schranken der KVA gestellt. Außerdem bahnten sich Konflikte mit der Wasserkraftindustrie an, sodass nur noch Gebiete ohne wirtschaftliche Ressourcen als Nationalparks eingerichtet wurden, wie z.B. die Ostseeinsel Blå Jungfrun. TILTON spricht vom Scheitern der KVA an ihrer Strategie der Vereinbarung von ökonomischen und naturschutzbezogenen Zielen bis 1961. Erst mit dem sogenannten "Frieden von Sarek" akzeptierten die Vertreter der Wasserkraftindustrie den Padjelanta-Nationalpark und Einschränkungen zur Erschließung neuer natürlicher Fließgewässer für die Wirtschaft (TILTON 1998). In den 30er Jahren engagierte sich die Schwedische Gesellschaft für Naturschutz (SNF) und für Naturschutzbelange und erhielt durch ihre Forderungen für mehr Zugang der Naturräume und für praktischen Naturschutz starken Zulauf in den 50er Jahren. Ihr Ansatz bedeutete einen starken Gegensatz zur wissenschaftlichen Position der KVA.

Schutzgebiets-
auswahl

Schranken und
Konflikte

⁶Häufigkeit bzw. Individuenzahl

2.6.3.4 Naturschutz heute

“soziale”
Ressource Natur

In den 50er Jahren wurde das Jedermannsrecht wieder aufgegriffen und das Naturschutzgesetz überarbeitet (LINNÉR & LOHM 1999). Der Durchbruch weg von Naturbewahrung hin zu aktivem Naturschutz begann jedoch in den 60er Jahren. Die Menschen waren auf Umweltverschmutzung und Naturschäden aufmerksam geworden, z.B. durch Gewässersperrung aufgrund von Quecksilberverseuchungen und durch das Aussterben verschiedener Vogelarten. Die National Environmental Protection Agency (EPA oder Naturvårdsverket) übernahm 1976 das Management und die Verwaltung der Nationalparks. Außerdem bedeutete eine politische Hinwendung zum Sozialstaat, dass die Natur als “soziale” Ressource für den Menschen erhalten werden musste. Diese Anschauung verdeutlicht ein anthropozentrisches Naturschutzleitbild, d.h. Naturschutz vor allem um des Menschen willen. Neue Aufgaben und Motive entwickelten sich in den 90er Jahren, die auf einem bio- bzw. artenzentrierten Naturschutzleitbild beruhen und in Zusammenhang mit internationalen Naturschutzbemühungen zu sehen sind⁷. Ob beide Leitvorstellungen zu vereinbaren oder auszuschließen sind, wird immer wieder diskutiert und scheint in Schweden zu vielen Kompromissen in der Praxis zu führen.

2.6.4 Naturschutzkategorien in Schweden

Konzeptinhalt

Der Inhalt des Konzepts “Nationalpark” hat sich im Laufe der Zeit gewandelt und auch für andere Schutzgebietskategorien existieren international sehr verschiedene Begriffsinhalte. Die “International Union of Nature Conservation and Natural Resources” (IUCN)⁸ hat deshalb international gültige Kriterien für Naturschutzgebiete erlassen.

2.6.4.1 International festgelegte Schutzkategorien der Internationalen Naturschutzunion (IUCN)

Die IUCN hat auf dem Weltkongreß 1992 in Caracas den allgemeinen Ansatz im Naturschutz erörtert, der auf ein breites Spektrum an nachhaltig entwickelten und geschützten Gebieten in Verbindung mit ihrer Umgebung

⁷Z.B. durch Meilensteine wie die Biodiversitätskonvention auf dem Umweltgipfel in Rio de Janeiro 1990.

⁸IUCN: gegründet 1948 in Fontainebleau, weltweite Dachorganisation für Naturschutz, 1978 erste Veröffentlichung von Schutzgebietskategorien zur Verhinderung von mißbräuchlichen Bezeichnungen

Kategorie	Managementziele	Schutzgebietstyp
Ia	Forschung, Schutz von Arten und Ökosystemen, Erhaltung der genetischen Vielfalt	strenges Naturreservat
Ib	Wildnisschutz, Wohlfahrtswirkung der Umwelt, Artenschutz	Wildnisgebiet
II	Erhaltung von Ökosystemen, Arten und der genetischen Vielfalt, Erholung und Bildung	Nationalpark
III	Schutz natürlicher/kultureller Besonderheiten, Tourismus und Erholung, Artenschutz	Naturmonument
IV	Schutz der Arten und genetischen Vielfalt durch Pflege, Wohlfahrtswirkung	Biotop- und Artenschutzgebiet
V	Schutz bestimmter natürlicher Erscheinungen/Landschaften, Erholung, Erhaltung kultureller oder traditioneller Merkmale	Geschützte Landschaft/Geschütztes marines Gebiet
VI	nachhaltige Nutzung von Ökosystemen, Wohlfahrtswirkung, Artenschutz und Erhaltung der genetischen Vielfalt	Ressourcenschutzgebiet

Tabelle 2.1: Zusammenfassung der Managementziele und Schutzgebiete der IUCN (DIEPOLDER, 1997, HOLZHUETER, 1999)

abzielt. Die IUCN hat zur Verhinderung der Begriffsverwirrung Managementziele formuliert, an die sich die entsprechenden Schutzkategorien anknüpfen. Diese wurden bewußt überschaubar und allgemein gehalten, denn sie sind auf internationale Kooperation und nationale Umsetzungsmöglichkeiten ausgerichtet.

Die folgende Definition gilt als international gültiger Standard für Kategorie II–Nationalparks:

Standards

- enthält ein oder mehrere Ökosysteme; außerdem Pflanzen- und Tierarten, geomorphologische Erscheinungen sowie Biotope von besonderer Bedeutung für Wissenschaft, Bildung und Erholung oder von ausgesprochener Schönheit
- relative Naturbelassenheit und Ausweisung von Zonen unterschiedlicher Schutzintensität je nach Grad der menschlichen Überprägung und zur Fremdenverkehrs-

zung

- Zugang für Besucher zur Erbauung, Erholung und Bildung sowie für Forschungszwecke
- Schutzstatus muss per Gesetz festgelegt sein und die Verwaltung obliegt der zuständigen obersten Landesbehörde, die dauerhaften Schutz gewährleisten kann
- Bereitstellung von ausreichend Personal- und Bewirtschaftungsmitteln
- grundsätzliches Verbot der Ausbeutung von Naturressourcen (DASSMANN, IN: DIE-POLDER 1997)

Diffuses

Ungenauigkeiten in der Definition lassen sich schwer ausräumen. Nationale Gesetze, Prüfungen des Einzelfalls und Instrumente wie Umweltverträglichkeitsprüfungen, Waldzustandserfassung und Biomonitoring sind zur Festlegung der Grenzen von "Ausbeutung" oder Erholungspotential in einem Nationalpark notwendig.

2.6.4.2 Schwedens Naturschutzgebiete

Erholungszweck

Der Natur Conservation Act (NCA) stellt die Rechtsgrundlage der Ausweisung von Nationalparks und Naturreservaten dar. Im Nature Resource Act (NRL), ein weiteres Naturschutzgesetz, wird häufig dem Freiraumschutz für Erholungszwecke eine Vorrangposition oder zumindest Gleichrangigkeit zu Naturschutzzielen eingeräumt. Der NRL schützt als übergreifendes Gesetz im allgemeinen Schärenküsten, Gebirgsregionen, Flußabschnitte, zahlreiche Seen etc., wie z.B. die Küsten von Öland, Södermanland, Uppsala, den gesamten Siljansee und Vätternsee.

nationale
Interessen

Die Gebiete von "nationalem Interesse" sind nicht alle als Naturschutzgebiete ausgewiesen. Schutzbemühungen müssen mit weiteren Umweltgesetzen abgestimmt werden und flächenintensive Land- und Forstwirtschaft sind dem NRL übergeordnet. D.h. Gebiete von nationalem Interesse werden vor allem gegen industrielle Großanlagen, Bebauung oder Zerstörung (Kiesabbau) geschützt (NATIONAL ATLAS OF SWEDEN 1992).

2.6.4.2.1 Nationalparks Nationalparks werden von der EPA verwaltet und entsprechen weitestgehend den Empfehlungen der IUCN für Kategorie II. Es handelt sich um großflächige staatliche Gebiete, die als besonders wertvoll, repräsentativ oder einmalig gelten. Es ist die Form des strengsten Flächenschutzes in Schweden, da keine strengen Naturreservate oder Wildnisgebiete (Kategorie I) ausgewiesen sind. Eine wirtschaftliche Nutzung ist nur mit Erlaubnis des Reichstags möglich, wobei die Rentierzucht in den

nördlichen Parks erlaubt ist.



(Quelle: www.internat.naturvardsverket.se)

Abbildung 2.29: Verteilung der schwedischen Nationalparks

Die Verteilung und Flächengröße der Nationalparks differiert sehr stark. Allein Lappland weist eine Fläche von 5.993,1 km² auf, die mit der Ausweisungsbedingung von Nationalparks auf staatlichem Besitz zusammenhängen. Weitere Probleme liegen in der Besitzersplitterung in den Wäldern und dass die Besitze selten durch natürliche Grenzen abschließen, wie ein Fließgewässer, Bergrücken o.ä.. Von den 27 Nationalparks entsprechen 3 nicht der Min-

Name	Lage	Größe (in km ²)
Dalby Hage	Skåne	0,4
Stenshuvud	Skåne	3,9
Söderåsen	Skåne	16,25
Store Mosse	Småland	78,5
Blå Jungfrun	Småland	2,0
Gotska Sandön	Gotland	44,9
Norra Kvill	Småland	0,3
Tiveden	Västergötland/Närke	13,5
Garphyttan	Närke	1,1
Tresticklan	Dalsland	1,1
Djurö	Västergötland	1,1
Ängsö	Uppland	1,1
Färnebofjärden	Dalarna/Uppland	1,1
Sånfjället	Härjedalen	103
Töfsingdalen	Härjedalen	16,2
Skuleskogen	Ångermanland	23,6
Haparanda Skärgård	Haparanda	60
Björnlandet	Lappland	11
Pieljekaise	Lappland	153,4
Muddus	Lappland	493,4
Padjelanta	Lappland	1984
Sarek	Lappland	1970
Stora Sjöfallet	Lappland	1278
Abisko	Lappland	77
Vadvetjäkko	Lappland	26,3
Tyresta	Stockholm	20
Hamra	Dalarna	0,3
insgesamt		6532,72

Tabelle 2.2: Die Schwedischen Nationalparks im Jahr 2002 (POTT & KUEP-KER 1995); www.internat.naturvardsverket.se

destflächenrichtlinie der IUCN von 10 km².⁹

Die schwedischen Nationalparks umfassen insgesamt 6.533,72 km², das sind ca. 1,45% der Landfläche Schwedens.¹⁰ Die Naturausstattung der Nationalparks umfaßt zu großen Teilen boreale Nadelwälder, Gebirgsregionen mit Wäldern und subarktischer Tundra, Feuchtgebiete sowie mehrere Parks mit Küsten- und marinen Anteilen. Obwohl die EPA seit 1991 vier neue Parks erschloss, ist die Vielfalt der Lebensräume und Landschaften noch nicht ausreichend. Es fehlen beispielsweise Laub- bzw. Mischwaldbestände im südlichen Schweden, geschützte Meeresflächen und Fließgewässer (NATIONAL ATLAS OF SWEDEN 1992). Auch ist die Bezeichnung der geschützten Urwaldgebiete kritisch zu prüfen, was am Beispiel von Hamra gezeigt wurde. Die Errichtung von Nationalparks ist in Schweden eine kostenintensive und gesetzlich komplizierte Prozedur. Seit 1964 ist es daher vor allem zur Einrichtung von Naturreservaten gekommen, die ein größeres Spektrum an Ökosystemen enthalten. Abschließend ist zu bemerken, dass die staatliche Naturschutzbehörde großen Wert auf den öffentlichen und freien Zugang zu den Nationalparks u.a. Schutzgebieten legt und selten das Betreten einschränkt. Der Zugang soll für alle Menschen möglich sein und nur durch das Erleben von Natur kann Verständnis und Akzeptanz für Naturschutzziele erreicht werden.

Naturreservate

Exkursionspunkte in Nationalparks

Store Mosse–Nationalpark Als ersten Exkursionspunkt auf unserer Hin- fahrt nach Skara, haben wir am Nationalpark Store Mosse, ca. 10 km nord- westlich von Värnamo (Småland) haltgemacht. Der Nationalpark wurde 1982 gegründet und umfaßt ca. 78,5 km². Er gilt als größter Moorkomplex südlich von Lappland und ist verglichen mit anderen Gebieten in Südschweden relativ geringen anthropogenen Veränderungen ausgesetzt gewesen (Torfstich, Wasserabsenkung für Weide- und Wiesengewinnung, Ackerbau). Store Mosse besteht aus Nieder- und Hochmoorgebieten, sumpfigen Niederungen, Seen,

Store Mosse

⁹Wie groß der Lebensraum einer zu schützenden Population sein muß, lässt sich auch mit unterschiedlichen Überlebenstheorien nicht tatsächlich angeben. Die Flächen sollten jedoch groß genug sein, um die Habitatvielfalt zu gewährleisten, die Aussterberate zu senken, die Siedlungsmöglichkeit für Arten mit hohem Raumbedarf und für Neusiedler zu verbessern. Für das Überleben von 50 Individuen werden z.B. für den Schwarzspecht 200-400 km², für den Luchs 2.500- 7.500 km², für den Seeadler 3.000-10.000 km² angenommen (DIEPOLDER 1997, S. 75).

¹⁰Deutschland lag 1997 mit 2% Nationalparkfläche (7.265 km²) zwar vor Schweden, aber nach der Beurteilung von DIEPOLDER entsprechen höchstens drei den internationalen Kriterien.

Flugsanddünen, bewachsenen Moränenrücken und Seen und bietet somit ein Mosaik verschiedener Biotope.

Habitatsicherung Die Zielsetzungen im Naturschutz sind auf den Erhalt des Gebietes in seiner natürlichen Beschaffenheit ausgerichtet, die Bestandssicherung der Vogelfauna sowie die Schaffung von unbeeinflussten Urwaldgebieten auf den Dünen und Moränen, ausgenommen die Kulturlandschaft um die Dörfer Lövä und Svänä. Die große Bedeutung der Unterschutzstellung von ursprünglichen Habitaten wie Hochmooren liegt darin, dass sie bei Zerstörung kaum bzw. überhaupt nicht regenerierbar sind. Die Entwicklungszeit von Hochmooren mit hochwertigen Biozöosen wird auf über 1.000 Jahre geschätzt und selbst Nieder- und Übergangsmoore benötigen zwischen 200-1.000 Jahre (PLACHTER 1991).

Moorschutzplan Auch in Schweden ist der Rückgang der Moore weiter fortgeschritten, selbst wenn das Ausmaß mit 25% Verlust der ursprünglichen Feuchtgebietsflächen verglichen mit anderen Ländern etwas geringer ausfällt (UMWELTBUNDESAMT 1999). Aber bereits in den vorangegangenen Jahrhunderten haben einige Gegenden vermutlich 90% ihrer Feuchtgebiete verloren, wie z.B. Schonen (POTT & KUEPKER 1995). Schweden arbeitet seit 1994 an der Umsetzung eines nationalen Moorschutzplanes und hat bis 1990 im Rahmen des internationalen Ramsar-Abkommens zum Schutz von Feuchtgebieten 4.000 km² (d.h. 30 Areale) unter Schutz gestellt. Das schließt den Kävsjön-See im Store Mosse, auf den wir vom Vogelbeobachtungsturm Ausblick hatten, und den Hornborgasjön, den wir einige Tage später besuchten, mit ein.

Brutgebiet und Rastplatz **Hornborgasjön** Südöstlich von Skara Richtung Falköping liegt der eutrophe Flachsee Hornborgasjön, der als wichtiges Brutgebiet für verschiedene Wasservogelarten und als Rastplatz für den Vogelzug fungiert. Der aufsehenerregendste durchziehende Vogel ist der Kranich. Im Frühjahr sammeln sich ca. 5.000-6.000 Kraniche auf ihrem Weg nach Nordeuropa hier und suchen vor der Weiterreise Nahrung auf den benachbarten Kartoffelfeldern von Bjurum. Der See bietet ideale Bedingungen für die Kraniche zum Übernachten, da sie im flachen Wasser stehen und somit vor Räufern sicher sind. Außerdem brüten hier Haubentaucher, Höckerschwan, Blässhuhn, Kiebitz, Rohrweihe u.v.a., die wir jedoch von dem Vogelbeobachtungsturm aus längst nicht alle zu Gesicht bekamen.

Der See wurde zwischen 1802-1934 zum Zweck der Landgewinnung fünfmal abgesenkt, insgesamt ca. 2 m. Bei einer ursprünglichen Wassertiefe von 2-3 m verkam der See zu einer Sumpflandschaft mit riesigen Schilfbeständen, Gebüsch etc. und die gewonnenen Ackerflächen konnten wegen Frühjahrs-

überschwemmungen nicht genutzt werden. Außerdem setzte ein starker Artenschwund ein. 1965 wurden die ersten Pläne zur Restaurierung gefaßt, 1977 vom Reichstag beschlossen und zwischen 1985-95 in der Weise verändert, als das der Wasserspiegel nur um 0,85 m angehoben wurde, Brut- und Schilfinseln geschaffen und die Ufer vor Verlandung geschützt wurden. Insgesamt stellt die Wiederherstellung des Hornborgasjön eine der größten Investitionen des schwedischen Naturschutzes dar (POTT & KUEPKER 1995).

Artenschwund

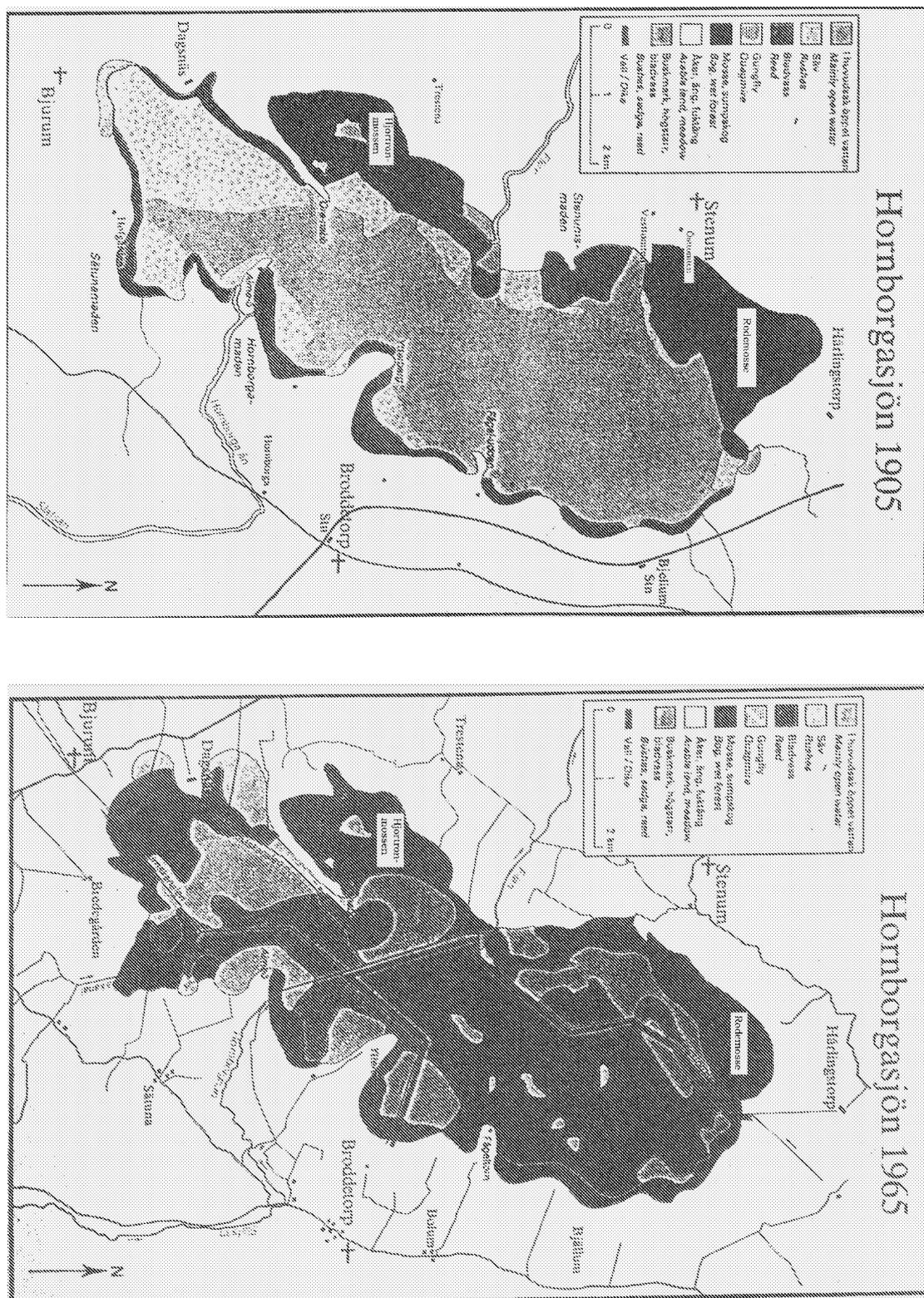
Stora Alvaret Den letzten Tag unserer Exkursion verbrachten wir auf Öland und gewannen einen Eindruck der Stora Alvaret. Schweden hat seit 1984 im Rahmen des internationalen Übereinkommens der UNESCO zur Errichtung von Weltkultur- und Weltnaturerbe 10 Gebiete erlassen, u.a. die Kulturlandschaft in Südöland – Stora Alvaret – . Der größte Teil der Kalkheide erstreckt sich südlich von Färjestaden bis an den Süzipfel nach Ottenby und umfaßt ca. 26.000 ha. An den meisten Stellen der Heide steht der Kalkstein unmittelbar an. Der Untergrund, die klimatischen Faktoren, der Wechsel von trockener Heide mit Feuchtwiesen und Laubwaldbeständen sowie die jahrtausendelange Nutzung des Menschen haben eine vielfältige Flora und Fauna hervorgerufen. So kommen hier 30 von insgesamt 44 Orchideenarten in Schweden vor, einige nur auf Öland anzutreffende Arten (z.B. das Öländische Sonnenröschen), Sandthymian, Astlose Graslilie u.v.a.. Außerdem brüten auf Stora Alvaret zahlreiche Vogelarten und im Naturreservat bei Ottenby wurden ca. 300 Arten erfasst, darunter Pirol, Mönchsgrasmücke, Uferschnepfe, Kampfläufer etc..

Kulturlandschaft

Naturreservate (Natur reservat) Naturreservate können entsprechend dem NCA von den Bezirksverwaltungen oder betroffenen Kommunen, jedoch in Absprache mit der EPA, geschaffen werden. Sie sind seit 1964 die gebräuchlichste Schutzform und entsprechen der IV. IUCN-Kategorie. Sie können auch auf Privatgrundstücken errichtet werden und dienen vor allem der Erholungsnutzung sowie der wissenschaftlichen Erforschung. Eine land- und forstwirtschaftliche Nutzung ist teilweise erlaubt, aber es gibt Beschränkungen für Bauvorhaben, den Bergbau, die Jagd, Fischerei und Drainagierung.

Die Größe der Naturreservate schwankt extrem und reicht von dem größten Naturschutzgebiet Europas, dem Vindelfjällen in Västerbotten mit 5.500 km², bis zu wenigen Hektar großen Gebieten. Bis 1990 gab es in Schweden 1363 Naturreservate und von 1974 bis 1990 wurden durchschnittlich

Vindelfjällen



(Quelle: www.internat.naturvardsverket.se)

Abbildung 2.30: Der Hornborgsjön im Wandel (1905 und 1965)

pro Jahr 54 neue Reservate eingerichtet. Insgesamt betrug 1990 die durch Nationalparks und Naturreservate geschützte Fläche 24.900 km², was 6% der Landfläche Schwedens ausmacht (NATIONAL ATLAS OF SWEDEN). 3565 km² wurden als Küstennaturreservate ausgezeichnet, die davon ca. 2.950 km² Meeresfläche bedecken. Schweden weist damit die höchste Anzahl von Naturschutzgebieten an der Ostseeküste verglichen mit allen Ostseeanrainerstaaten auf (HELCOM 1996, in: HOLZHUETER 1999).

2.6.4.3 Exkursionspunkte in Naturreservaten

Naturreservate am Billingen Neben einigen anderen Naturreservaten haben wir am 3. Tag der Exkursion in der Region des Billingen gleich mehrere besucht. Zum einen handelte es sich um das ca. 500 ha große Hochmoor Blängsmossen auf dem Billingen, das seit 1948 unter Schutz gestellt ist. In ca. 304 m über N.N. hat sich auf der relativ wasserundurchlässigen Diabasdecke des Tafelberges ein Moor gebildet, das eine Hochmoortorfschicht von 6-7 m aufweist und die typische Uhrglasdeckelform erkennen lässt. Das Garparör-Naturreservat schützt eine historische Kulturlandschaft am Osthang des Billingen. Wir konnten mehrere im Mittelalter angelegte Steinwälle sehen, die zur Vieheinzäunung im Wald dienten. Durch die Beweidung des Waldes erhielt er einerseits den offenen Charakter und andererseits sind einige Bäume durch den Viehfraß stark in den Kronen, Ästen und am Stamm verformt. Die Steinhügelgräber aus der Bronzezeit sind ebenfalls sehr bemerkenswert sowie die Strandwälle als Zeugen des Baltischen Eisstausees. Im Jättadalen-Naturreservat bei Öglunda konnten wir durch die wunderbare Wanderung durch das steile Jättadal die geologischen Zeitalter und ihre Gesteine am Billingen studieren.

Blängsmossen

2.6.4.4 Naturdenkmäler (Natur minne)

Die Bezirksverwaltungen erlassen zum kleinräumigen Objektschutz Naturdenkmäler, die einen großen Stellenwert in der schwedischen Landeskultur besitzen oder von botanischer bzw. geologischer Rarität sind. Bis 1990 wurden 1425 Naturdenkmäler geschützt, ein Großteil davon jedoch schon vor 1964. Die Erhaltung von Singularitäten ist heute im Naturschutz nicht mehr so gebräuchlich, weshalb nur noch wenige Naturdenkmäler erlassen werden.

Naturdenkmäler

2.6.4.5 Artenschutzgebiete (Djurskydområde)

Wildschutz

Die Regierung kann für bedrohte Tier- und Pflanzenarten bestimmte Räume entsprechend Abschnitt 14 im NCA sichern. Sie dürfen nicht gejagt und gefangen oder ihre Nester zerstört werden. Bestimmte Pflanzen dürfen nicht gepflückt werden. Wildschutzgebiete betreffen ebenfalls den Schutz von Tierarten. Sie können auch innerhalb eines Naturreservats erlassen werden, betreffen jedoch nicht eine bestimmte Landfläche, sondern nur die Tiere und ihre Lebensweise an sich. Für diese Arten gilt Jagdverbot, Schutz durch Betretungsverbot während der Brutzeit und Jungenaufzucht, z.B. bei den Robbenarten – Seehund, Kegelrobbe und Ringelrobbe (NATIONAL ATLAS OF SWEDEN 1992).

2.6.4.6 Exkursionspunkt am Artenschutzgebiet

Björnparken

Bärenpark Orsa Grönklitt An dieser Stelle sei auf den Bärenpark bei Orsa/Dalarna hingewiesen, der leider bei unserer Ankunft bereits geschlossen hatte. Der "Björnparken Orsa Grönklitt" ist 1986 auf einer Fläche von 9 ha eröffnet worden. Er entspricht einer Art Wildgehege, wo ca. 20 skandinavische Braunbären, einige Wölfe, Luchse, ein Vielfraß und ein Polarfuchs in freier Wildbahn leben. Von 2 Aussichtsrampen, die sich über die Einzäunungen erheben, können die Tiere beobachtet werden. Die Braunbärenpopulation galt im Schweden der 30er Jahre als nahezu ausgestorben, hat sich jedoch durch Jagdbestimmungen und Einwanderung der Bären von Russisch-Karelien bis 1996 auf 1.000- 1.500 Tiere erhöht (www.orsa-gronklitt.se).¹¹

2.6.4.7 Erholungsfreiräume

Erholung

Erholungsfreiräume wurden gemäß Abs. 15 des Nature Conservation Act vor allem zur Freihaltung der Küsten für Erholungszwecke geschaffen. In festgelegten Streifen im Küstenbereich dürfen keine neuen Gebäude errichtet werden und der Zugang für die Öffentlichkeit soll erhalten werden. Land-, Forst-, Rentier- und Fischereiwirtschaft kann betrieben werden, solange der Erholungszweck für die Öffentlichkeit erhalten bleibt. Ein Naturschutzziel ist nicht unmittelbar erkennbar und wirkt sich höchstens indirekt durch die Bauungsbeschränkungen, für die es 4.000 Ausnahmen im Jahr geben kann,

¹¹Ein bekanntes Bärengebiet ist auch der Sonfjället-Nationalpark in Härjedalen. Bei einer Fläche von 103 km² und ca. 20-30 skandinavischen Braunbären ist die Chance jedoch recht gering, dass man auf ihn trifft (POTT & KUEPKER 1995).

aus (HOLZHUETER 1999).

2.6.4.8 Das Jedermannsrecht (Allermannsrätten)

Das schwedische Jedermannsrecht ist ein Recht zum Gemeingebrauch und regelt die Rechte und Pflichten in der Natur. Es schafft freien Zugang zu allen Naturräumen, z.B. durch Wandern und Fahrradfahren, auch auf privatem Grundbesitz. Es dürfen Zelte und kleine Feuerstellen errichtet werden, für die man Holz sammeln darf. Blumen, Pilze und Beeren sind zum Sammeln erlaubt, ohne das dabei die Natur beeinträchtigt oder zerstört wird. Das Jedermannsrecht appelliert an die Vernunft, Rücksicht und die Verantwortung des Menschen für die Natur

(nach EPA unter www.solnen.com/schweden/d_jedermann.htm).

Allermannsrätten

2.6.5 Zusammenfassung

Abschließend bleibt festzuhalten, dass trotz der systematischen Erweiterung von Nationalpark- und Naturreservatsflächen in Schweden die Empfehlungen der IUCN, ca. 10% jedes Lebensraumtyps zu schützen, bis auf die Gebirgsanteile noch nicht ausreichend verwirklicht wurden. Die eingerichteten Schutzgebiete entsprechen jedoch weitestgehend internationalen Kriterien. Auch die Umsetzung der forstwissenschaftlichen Empfehlung, ca. 10-30% des Waldes vor Kahlschlägen zu schützen, wenn die Waldflora und -fauna überleben soll, ist noch nicht gewährleistet. In Schweden konnte, wie in vielen anderen Ländern auch, der Rückgang der Arten und ursprünglichen Habitate nicht aufgehalten werden. Dabei stellt die Forst- und Landwirtschaft die größte Bedrohung der Arten und Lebensräume dar und hier fehlt z.B. ein nachhaltiges Jagdmanagement und nachhaltige Forstwirtschaft wird zu kleinflächig betrieben.

Positiv sind im Vergleich zu anderen Ländern die politischen Bemühungen im Naturschutz. Schweden entwickelte eine übergeordnete Biodiversitätsstrategie auf verschiedenen Landnutzungsebenen (Forst- & Landwirtschaft, Fischerei). Die Naturschutzziele Nachhaltigkeit und Biodiversität möglichst großflächig und nicht nur in "konservierten" Gebieten umzusetzen, wird neben dem Schutz der abiotischen Umwelt zukünftig als wichtigste und wirksamste Aufgabe im Naturschutz verstanden (UMWELTBUNDESAMT 1999).

Umsetzung

positive
Bemühungen

2.6.6 Literatur

- DEY, R. & WENDLAND, J. (1991): Nationalparks in Skandinavien. Graz.
- DIEPOLDER, U. (1997): Zustand der deutschen Nationalparke im Hinblick auf die Anforderungen der IUCN. München.
- FENNER, R. (2001): Bedeutung der Waldzertifizierung für den Waldnutzungs-konflikt zwischen Saami und Waldbesitzern im nördlichen Schweden. In: VENZKE & STEINECKE (Hrsg.): Quo vadis, borealis? Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung, Heft 37, S. 47-53. Bremen.
- HAEGERSTRAND, T. (1989): Die Kräfte, welche die schwedische Kulturland-schaft formten. In: GEIPEL, R. et al. (Hrsg.): Kulturlandschaft und Freizeit-raum in Schweden. Münchener Geographische Hefte, Heft 62, S. 15-59. Kall-münz und Regensburg.
- HOBOHM, C. (2000): Biodiversität. Wiebelsheim.
- HOLZHUETER, TH. (1999): Management mariner Schutzgebiete im Ostsee-raum. Kieler Arbeitspapiere zur Landeskunde und Raumordnung. Heft 40, Kiel.
- KRAHL, W. (1999): Leitbilddiskussion und Selbstverständnis der Natur-schützer. In: Naturschutz zwischen Leitbild und Praxis. Jahrbuch für Natur-schutz und Landschaftspflege, Bd. 50, Bundesverband für beruflichen Natur-schutz e.V. (Hrsg.), Greven.
- LINNÉR, B.-O. & LOHM, U. (1999): Administering Nature Conservation in Sweden during a Century: from Conwentz and back. In: Jahrbuch der Euro-päischen Verwaltungsgeschichte, S. 307-334. Baden-Baden.
- NATIONAL ATLAS OF SWEDEN (1992): The Environment. Bd. 5.
- PLACHTER, H. (1991): Naturschutz. Stuttgart.
- POTT, E. & KUEPKER, W. (1995): Reiseführer Natur. Südliches Skandi-navien. München.
- TILTON, T. (1998): What is the future of Swedish National Parks?
(www.si.se/infosweden/590.cs (Schwedisches Institut))
- RICHTER, M. (1997): Allgemeine Pflanzengeographie. Stuttgart.
- SCHWIRTZ & WISNIEWSKI (1990): Schweden-Finnland. Landschaften, Tie-re, Pflanzen. LB-Naturführer. Hannover.
- STEUBING, L.; BUCHWALD, K.; BRAUN, E. (Hrsg.)(1995): Natur- und Um-weltschutz – ökologische Grundlagen, Methoden, Umsetzung. Jena, Stutt-gart.
- UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.)(1999): Auswertung der OECD-Länderprüf-berichte zur Umweltpolitik von Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Kanada, Niederlande, Schweden und USA. Berlin.

2.6.7 Webseiten

www.viron.se/enviroreport/enviro_frameset7.html
www.internat.naturvardsverket.se/index.php3
www.svo.se/eng/facts/biodiver.htm\#Results
www.solnen.com/schweden/d_jedermann.html
www.orsa-gronklitt.se

2.7 Zur Geschichte Schwedens

(von Ramona Ball)

2.7.1 Einleitung

Das Königreich Schweden liegt zwischen 55° 20' und 69° 04' nördlicher Breite sowie 10° 58' und 24° 10' östlicher Länge und umfasst damit eine Fläche von 449.964 km². Im Nordosten grenzt es an Finnland, im Osten und Süden an die Ostsee und im Westen an den Kattegat sowie an Norwegen (BERTELSMANN, 1991). Diese Grenzen bestanden für Schweden jedoch nicht immer. Erst zwischen 10.000 und 8.000 v. Chr. wurde Schweden nach und nach besiedelt. Im 9. und 10. Jahrhundert wurde das schwach besiedelte Land, welches unter der Herrschaft mehrerer Kleinkönige oder Häuptlinge stand, Ausgangsland für zahlreiche Wikingerzüge nach West und Ost. Dabei entstanden Handelsbeziehungen bis nach Byzanz und in die arabische Welt. Um 1156 wird Finnland unter schwedischen Einfluss gebracht. Seit der Kalmarer Union (1397) steht Schweden politisch unter der Regentschaft der dänischen Könige. Die Union war durch Auseinandersetzungen zwischen königlicher Macht, Hochadel und Bevölkerung, welche ihren Höhepunkt im Stockholmer Blutbad 1520 fanden, geprägt. Während unter Gustav Vasa, welcher 1523 zum König gewählt wurde, die Grundlage für den schwedischen Nationalstaat gelegt wird, begann unter seinem Sohn Erik XIV. die Zeit der expansiven Außenpolitik. Nach Kriegen gegen Dänemark und dem Dreißigjährigen Krieg hatte Schweden die Vorherrschaft über den Ostseeraum inne. Das Land erhielt große Teile im Süden und Westen des heutigen Staatsgebietes sowie Provinzen im Baltikum und Norddeutschland. Auf Grund der schwachen Wirtschaft und nach zahlreichen Niederlagen im Nordischen Krieg sowie später gegen Russland kann Schweden die Großmachtstellung nicht beibehalten und verliert die Besitzungen wieder.

es war
einmal. . .

Krieg

Schweden

Da die politische Entwicklung in Schweden eng verknüpft ist mit der territorialen Ausbreitung, soll in der vorliegenden Hausarbeit auf die politische Entwicklung bis zur Zeit des Absolutismus unter besonderer Berücksichtigung der territorialen Bildungsetappen eingegangen werden. Zunächst erfolgt ein Überblick über die Völkerwanderungs- und Wikingerzeit in Schweden. Anschließend wird auf das mittelalterliche Schweden und das Schweden der Neuzeit bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts eingegangen. Dabei soll in einer zusammenfassenden Betrachtung die territoriale Ausbreitung hervorgehoben werden.

2.7.2 Schweden in der Jüngerer Eisenzeit

2.7.2.1 Die Völkerwanderungszeit (ca. 400-550 n. Chr.)

In der jüngerer Eisenzeit (400-1150 n. Chr.) wird die Zeit zwischen 400 und 550 n. Chr. in der nordischen Chronologie als Völkerwanderungszeit bezeichnet (STERNBERGER, 1977). Bereits um 375 n. Chr. setzten unter dem Druck der Hunnen in Süd- und Mitteleuropa kleinere und größere Völkerwanderungen ein. Hervorgerufen wurden diese Wanderungswellen durch die wachsende Bevölkerung und den ökonomischen Mißständen dieser Zeit.

Hunnen

In den kargen Gegenden der nordischen Länder stellte die Überbevölkerung kein Problem dar, so dass es nicht zu den großen Völkerwanderungen des europäischen Festlandes kam. Dennoch konnten auch für den skandinavischen Raum Wanderungen nachgewiesen werden, wie zum Beispiel die Wanderungen der Goten nach Polen. Die zahlreichen Fundgute aus der Zeit der Völkerwanderungen zeugen von einem Zeitalter des Reichtums, der Unruhe und ständiger Fehden in Schweden. Die großen Goldvorkommen sprechen nicht nur für eine Phase des Wohlstandes, sondern vermitteln auch – im Zusammenhang mit den zahlreichen verlassenen Siedlungen auf Öland und Gotland – den Eindruck unruhiger Zeiten im südlichen Schweden. Während die Zeit der Völkerwanderungen also durch Unruhe geprägt war, ist die Vendelzeit eine eher friedliche Epoche in der schwedischen Geschichte.

und Goten

2.7.2.2 Schweden in der Vendelzeit (550-800 n. Chr.)

Die Epoche zwischen dem Ende der Zeit der Völkerwanderungen und dem Beginn der Wikingerzeit bezeichnet man als Vendelzeit nach "einer Reihe von Bootsgräbern aus der Nähe der Kirche von Vendel in Uppland" (WEIBULL, 1993). Uppland hatte sich seit 500 n. Chr. zu einer neuen Zentrallandschaft entwickelt, während es in der Völkerwanderungszeit ein relativ armes Land gewesen sein muss. Dafür sprechen zumindest die Funde aus beiden Epochen. Für die Zeit der Völkerwanderungen finden sich in Uppland kaum Überreste, während die Funde aus der Vendelzeit in dieser Region zahlreicher sind. Sie zeugen von einer Gesellschaft mit reichen Anführern, die Handel mit fremden Ländern betrieben (STERNBERGER, 1977).

Uppland

Das hervortretende Svearreich, welches sein Zentrum in Uppland hatte, erweiterte seine kulturellen, ökonomischen und politischen Interessen in verschiedene Richtungen. Für die expansiven Bestrebungen dieser Zeit sprechen insbesondere Zeugnisse aus den baltischen Ländern jenseits der Ostsee. Bei Grobin, einer kleinen Stadt an der Westküste Lettlands, wurden drei Gräberfelder gefunden. Während das Flachgräberfeld zu einer gotländischen

und Svear

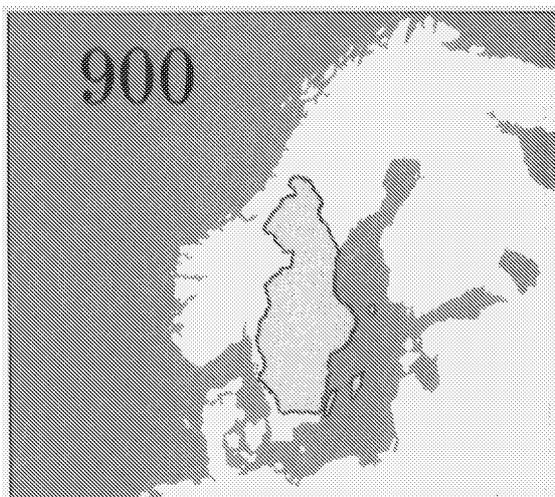
Handel

Kolonie gehört haben soll, wurden die beiden Hügelgräber durch Bewohner des ehemaligen schwedischen Festlandes – vermutlich den Svear – angelegt. Bei Elbing im ehemaligen Westpreußen wurden Flachgräber gefunden mit gotländischen Funden. Der Handel mit anderen Ländern sowie die Errichtung “vendelzeitlicher Handelsplätze an den südlichsten Ufern der Ostsee” (STERNBERGER, 1977) kündigt die schwedischen Expansionen während der folgenden Wikingerzeit an.

2.7.2.3 Die Schweden im Wikingerzeitalter (800-1050 n. Chr.)

die Wikinger

Die skandinavische Geschichte war zwischen 800 und etwa 1050 n. Chr. durch eine enorme Kraftentfaltung und Expansion gekennzeichnet. Als Folge der einsetzenden Wikingerzüge, welche eine Mischung aus Handels- und Raubzügen darstellten, kamen die nordischen Völker in unmittelbaren Kontakt mit Europa und der arabischen Welt.



(Quelle: PETERS, J. 1981)

Abbildung 2.31: Schweden um 900 n. Chr.

Während die dänischen und norwegischen Wikinger sich westwärts orientierten, erstreckten sich die meisten Fahrten der schwedischen Wikinger auf Grund ihrer geographischen Lage überwiegend in östlicher Richtung. Dennoch zeugen die Reisen nach Sizilien auch von einer westlichen Orientierung der Schweden.

Durch russische und arabische Quellen, durch schwedische Funde in Russland sowie östliche Funde in Schweden oder durch die einheimischen Runensteine erhielten die Historiker Kenntnisse über die Wikingerzüge der Schweden. Das

bekannteste literarische Zeugnis stellt die Nestorchronik aus dem 12. Jahrhundert dar, welche über das Auftreten und die Wirksamkeit der Schweden in Russland erzählt (STERNBERGER, 1977).

Das Schweden der damaligen Zeit war vor allem ein Bauernstaat. Das schwedische Reich umfasste in etwa Süd- und Mittelschweden sowie die beiden Inseln Gotland und Öland. Aber die besiedelten Gebiete waren noch unter der Herrschaft mehrerer Kleinkönige oder Häuptlinge und bestanden in der Regel aus Einzelhöfen statt großer Ortschaften. Die wesentliche Wirtschaftsform war Viehzucht mit Ackerbau, um den Eigenbedarf der Bevölkerung abzudecken. Im Frühjahr verließen die Männer ihre Heimat, um auf Handelsfahrten und Kriegszügen über die See zu segeln (SCHWEDISCHES INSTITUT, 1988). Bereits für das 7. und 8. Jahrhundert konnten solche Fahrten ausgehend von Uppland, dem Mälargebiet und Gotland über die Ostsee nachgewiesen werden. Im 9. Jahrhundert drangen die Schweden, auch "Waräger" oder "Rus" genannt, weiter vor und es kam zu einem regen Warenaustausch. In diesem Zusammenhang entstanden im 9. Jahrhundert die ersten nordischen Städte für den Handel mit Europa. So entstand in Schweden auf der Insel Björkö im Mälarsee die bedeutsamste Stadt dieser Zeit – Birka. Ausgehend von der Stadt Birka, welche sich zu einem Zentrum des Ostseehandels zwischen 800 und 975 n. Chr. entwickelte, erstreckte sich der Handel über die britische Inselwelt bis nach Byzanz und dem Kalifat im Osten (WEIBULL, 1993). Archäologen fanden in den Gräbern auf der Insel Björkö zahlreiche Importwaren, die diese Handelsbeziehungen bestätigten.

Bauernstaat

Auf ihren Fahrten stellte Russland die Verbindung zwischen dem Osten und Nordeuropa dar. So segelten die Schweden bspw. entlang des Dnjepr bis nach Nowgorod und Kiew oder über das Schwarze Meer nach Byzanz. Neben friedlicher Kolonisation fanden sich bei den Wikingerzügen Scharen von Kriegern, deren wichtigste Ziele im Plündern und Erobern lagen (SCHWEDISCHES INSTITUT, 1988). Im Handel mit den Erzeugnissen aus dem Norden und ihren erbeuteten Waren – wie Sklaven, Felle oder Pelze – erwarben die schwedischen Wikinger beträchtliche Reichtümer. Sie leiteten das orientalische Silber nach Russland und weiter nach Norden, worüber zahlreiche Grabfunde Auskunft geben (ANDERSSON, 1950). Während des 9./10. Jahrhunderts gingen die schwedischen Wikingerzüge jedoch nicht nur nach Osten, sondern unter anderem auch nach Dänemark. Hier hatte sich Haithabu an der Schlei, eine dänische Handelsstadt, zu einem wichtigen wirtschaftlich-strategischen Punkt insbesondere für Händler aus dem Süden entwickelt, um ihre kostbaren Waren vor den Plünderungen an der jütischen Nordspitze zu schützen. In der ersten Hälfte des 10. Jahrhunderts gelangte Haithabu vorübergehend unter die Herrschaft der Schweden. Am Ende des 10. Jahrhunderts kam es dann zu Veränderungen in Russland und im Orient. Zum einen wurden die

nach Byzanz!

und nach
England!

kleinen Rus-Kolonien in die slawische Volksmasse eingeschmolzen und zum anderen änderten sich die Zustände im Orient und damit die Möglichkeiten für den Handel. Für die Waräger und Rus lohnten sich somit die Plünderungszüge im Osten nicht mehr, so dass sich die schwedischen Wikinger den Norwegern und Dänen anschlossen und gemeinsam England angriffen.

In der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts kam es dann zum abrupten Ende der Wikingerzeit. Mit der Bekämpfung der Seeräuberei durch größere Kriegsschiffe und stärkere Besatzungen wurden die Wikinger zurückgedrängt oder kamen im Kampf ums Leben. Außerdem kam es zu einer erneuten Öffnung der Handelswege über das Mittelmeer, wodurch es zu einem lebhaften Verkehr zwischen Westeuropa und dem Vorderen Orient kam. Dadurch wurden laut PIRENNE "dem Wohlstand und der Expansion der skandinavischen Völker die Grundlagen entzogen" (WEIBULL, 1993).

2.7.2.4 Zusammenfassende Betrachtung

Reich der Svear

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Zeit zwischen 400 und 1050 n. Chr. durch eine enorme Kraftentfaltung und Expansion geprägt war, welche besonders während der Vendelzeit und der Wikingerzeit den Handel mit dem europäischen Festland bis nach Arabien möglich machte. Bei ihren Raubzügen konnten die Wikinger bereits strategisch wichtige Städte einnehmen, dennoch hatten die Expansionen der Schweden, insbesondere der Wikinger, noch keinen Gebietsgewinn zur Folge. Das Land beschränkte sich – wie aus Abbildung 1 deutlich wird – im wesentlichen auf Mittel- und Ostschweden wie beispielsweise Småland, Östergötland, Södermanland, Uppland und andere Provinzen. Außerdem gehörten zum damaligen schwedischen Gebiet die Inseln Gotland und Öland, welche unter der Herrschaft der Svear standen. Ob jedoch westliche Provinzen wie Västergötland zum schwedischen Reich gehörten und wenn ja, seit wann, kann bis heute nicht mit Sicherheit geklärt werden.

Die eigentliche Ausbreitung des schwedischen Territoriums sollte erst nach der Christianisierung Schwedens erfolgen und insbesondere unter den Nachkommen GUSTAV I. VASA ihren Höhepunkt haben, worauf in den folgenden Kapiteln eingegangen werden soll.

2.7.3 Schweden im Mittelalter

2.7.3.1 Die Christianisierung Schwedens

Bereits während der Wikingerzüge kamen die Schweden in Kontakt mit dem Christentum, doch die heidnischen Religionen sollten sich bis ins 12. Jahrhundert hinein halten. Die vorchristlichen Schweden verehrten eine Vielzahl von Göttern, deren Sitz in Asgard war. Jeder einzelne Gott hatte jeweils eine bestimmte Funktion für die Gesellschaft und das Individuum inne. Das Haupt der Götter war Odin, der Gott der Weisheit. Thor als größter und stärkster Gott sollte die Menschen vor den Riesen außerhalb der Ortschaften und Höfe schützen, während Frey als Gott der Fruchtbarkeit angesehen wurde (SCHWEDISCHES INSTITUT, 1988). Der Mittelpunkt der heidnischen Götterverehrung befand sich im Tempel von Uppsala. Hier befanden sich auch die Bilder der drei zuvor genannten Götter, welche durch Opfergaben vor Unglück und Missernten bewahren sollten. Alle 9 Jahre feierten sämtliche schwedischen Landschaften¹² gemeinsam das höchste Fest in Uppsala, dabei wurden neun männliche Lebewesen geopfert, um mit ihrem Blut die Götter zu besänftigen. Lediglich bereits Konvertierte nahmen nicht an diesen Zeremonien teil, da sie sich von der Teilnahme am Fest freikaufen konnten (ANDERSSON, 1950).

Götter

Im Unterschied zu den westeuropäischen Ländern kam es in Nordeuropa zu einer sehr späten Christianisierung, die besonders in Schweden auf starken Widerstand traf. Im Jahre 829 begab sich ANSGAR, ein von Kaiser LUDWIG DEM FROMMEN ausgesandter Mönch, als erster christlicher Missionar nach Birka, um die Schweden für das Christentum zu gewinnen. Er machte bis zu seiner Rückkehr nach Hamburg, wo er Bischof des neu geschaffenen Bistums Hamburg wurde, im Jahre 831 einige Fortschritte. Doch der Widerstand der Schweden erwies sich nach seiner Abreise als stärker, so dass die Kirche während seiner Abwesenheit nur kurze Zeit von Bestand war. Auch seine zweite Reise um 850, bei der er eine neue Gemeinde zusammenstellte, brachte nicht den erwünschten Erfolg. Die Gemeinde hielt sich nur wenige Jahre. ANSGAR war in dieser Zeit lediglich eine isolierte Erscheinung und so beendete er seine Tage im Erzbistum Hamburg-Bremen. Der somit erste Versuch Schweden in die weltumfassende christliche Kirche einzugliedern scheiterte. Erst gegen Ende des 10. Jahrhunderts kam es in Västergötland durch angelsächsische Missionare zu einer ernsthaften Christianisierung. Durch die zunehmende Orientierung nach Süden statt nach Osten gewann die Christianisierung der

Christianisierung

Missionare

¹²Im Schwedischen bezieht sich der Begriff im allgemeinen auf die geographisch und politisch fest umrissenen "historischen Landschaften" des Königreiches, wie Uppland, Södermanland etc. (ANDERSSON, 1950)

eine Zäsur

Nachbarländer zusehends an Bedeutung für Schweden. Es kamen neben den angelsächsischen Missionaren auch Missionare aus Norwegen, Dänemark sowie aus dem griechisch-orthodoxen Russland. Entscheidend jedoch war die fortgesetzte hamburgische Mission. Die während des 11. Jahrhunderts ständig ansteigende Zahl an christlichen Runen zeugt von der fortschreitenden Christianisierung in Schweden. Entgegen der zunehmend erfolgreichen Christianisierung im Västergötland, konnte sich der neue Glaube im Mälartal – mit dem Tempel in Uppsala, dem Zentrum der heidnischen Religion – lange Zeit nicht durchsetzen. Nachdem die christliche Religion 1104 vom damaligen König anerkannt wurde, wird dieses Jahr auch als Zäsur für die vollendete Christianisierung Schwedens angesehen. Dennoch wird die vollständige Christianisierung noch lange andauern. Erst seit 1120 konnte man feste kirchliche Organisationen nachweisen mit Bischofssitzen in Skara, Linköping, Eskilstuna, Strängnäs, Västerås und Sigtuna (WEIBULL, 1993). Der Bischofssitz von Sigtuna wurde jedoch kurz nach 1130 nach Alt-Uppsala verlegt, auf die Stätte des ehemaligen heidnischen Tempels, der gegen Ende des 11. Jahrhunderts zerstört wurde. Im Jahre 1164 ernannte Papst VIKTOR IV. auf Wunsch von König KARL SVERKERSSON Stephan zum Erzbischof von Uppsala und Schweden wurde ein eigenes Erzbistum (FINDEISEN, 1997).

erstes
Erzbistum

Ab wann genau das Christentum in Schweden dominierte, bleibt weiter unklar. Jedoch wird deutlich, dass mit dem Wandel vom Heidentum zum Christentum es zu einer kulturellen Umwälzung kam. Die Stammesfürsten und Könige erkannten die Vorteile des Christentums insbesondere für die Ausweitung ihrer Machtbefugnisse, so dass es zu einer Ablösung der Stammesgesellschaft durch eine staatliche Organisation kam (FINDEISEN, 1997; WEIBULL, 1993).

2.7.3.2 Von der Sippe zur Staatengemeinschaft

das Thing

In der Wikingerzeit und während der Christianisierung war der Grundbegriff der schwedischen Gesellschaftsordnung das Geschlecht, die Sippe. Im Grunde lebten die einzelnen Siedlungsgebiete für sich. Durch das Thing – der Versammlung der bewaffneten Freien – wurden Gesetze geschaffen sowie gutgeheißen und erlaubten bereits in dieser Zeit einen regelnden Eingriff. Ansonsten verknüpften nur die Wikinger- und Handelsfahrten, das Opferfest in Uppsala sowie die gemeinsame Kriegsorganisation die einzelnen Landschaften (ANDERSSON, 1950).

Schweden war bis zur Mitte des 13. Jahrhunderts geprägt durch einen ständigen Thronwechsel zwischen Mitgliedern aus dem “sverkerschen” und dem “erikschen” Geschlecht. Außerdem war diese Zeit durch einen allmählichen

Wandel der schwedischen Gesellschaft geprägt (FINDEISEN, 1997). Die Christianisierung bildete hierfür eine wichtige Voraussetzung. Im Jahre 1164 bekam das Land einen eigenen Erzbischof und es entstanden die ersten sechs Bistümer (vgl. 2.1.). Während der König nach christlichem Ritus gekrönt wurde, bekam die Kirche um etwa 1200 "eigene Gerichtsbarkeit nach kanonischem Recht und ihr eigenes Steuerwesen" (ANDERSSON, 1950) und unterstand dem Schutze des Königs. Aus den alten Großbauerngeschlechtern begann ein Stand der Großen hervorzutreten, welcher in Form der Ratsversammlung seinen Anteil an der Staatsführung hatte. Allmählich bildeten diese Großen zusammen mit den persönlichen Dienern des Königs den Adel – als ein neuer, das ganze Reich umfassender Stand. Zudem entstand in dieser Zeit ein weiteres Amt, welches unmittelbar dem König folgte – der Jarl. Dessen wichtigste Aufgabe war es, das altherkömmliche Waffen- und Schiffsaufgebot zu organisieren und zu führen. BIRGER JARL, eine führende Erscheinung zu Beginn des 13. Jahrhunderts, leitete beispielsweise einen Eroberungszug gegen die Finnen ein, um das Reich zu sichern, aber vor allem um den Machtbereich auszuweiten. Da sich diese Unternehmungen gegen heidnische Stämme richteten, unterstützte die Kirche dieses Vorhaben und so wurden sie zu "Kreuzzügen". Gleichzeitig erwuchs auch das Bauerntum als geschlossener Stand.

Stand der
Großen

Diese Faktoren – Königtum, Jarltum, Entwicklung des Adel- und Bauernstandes, Kreuzzüge nach Osten sowie die Wirksamkeit der Kirche – ermöglichten um die Mitte des 13. Jahrhunderts eine Zusammenführung ehemaliger Sip-pengemeinschaften zu einem einheitlichen Staatswesen.

Staatswesen

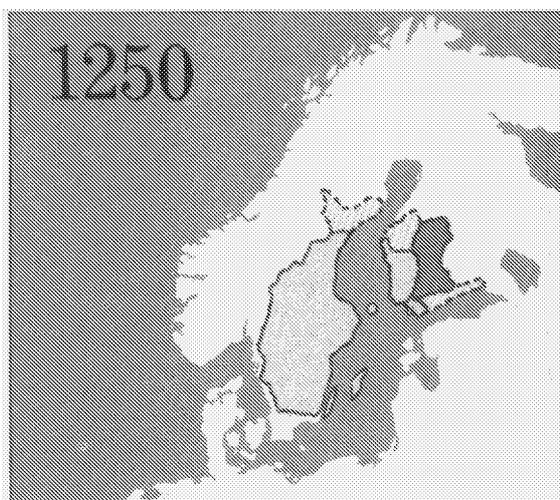
2.7.3.3 Das Hochmittelalter

Das 13. Jahrhundert war in Schweden durch eine rasche Entwicklung und eine starke Expansion gekennzeichnet. Der schwedische Bauernstaat kam insbesondere mit dem deutschen Handel in Berührung, was zur Gründung zahlreicher Städte führte. Die Kirche konnte sich in die internationale Organisation eingliedern (WEIBULL, 1993) und mit der Entstehung des weltlichen Adels sowie des Bürgertums in den Städten kam es zur weiteren Differenzierung der gesellschaftlichen Stände.

Machtkämpfe

Während das 11. und 12. Jahrhundert im wesentlichen durch die Machtkämpfe zwischen zwei Königsgeschlechtern bestimmt waren, war die fälschlicherweise bezeichnete "Folkungerzeit" durch Machtkämpfe innerhalb des Königsgeschlechts (WEIBULL, 1993) gekennzeichnet. Mit dem Tode ERIK ERIKSONS 1250 starb das Geschlecht der Eriks aus und BIRGER JARL übernahm die Macht in Schweden als Vormund für seinen minderjährigen Sohn Walde-

mar, der zum König gewählt wurde. Die Jahre, in denen zunächst Waldemar und später sein Bruder MAGNUS I. regierten, zeichneten sich durch die Stärkung der Zentralmacht und durch außenpolitische Allianzen mit Norwegen und Dänemark aus. Die Ostpolitik, die während der Wikingerzeit von immenser Bedeutung gewesen war, fand während dieser Zeit lediglich in der Sicherung der Grenzen Anwendung.



(Quelle: PETERS, J. 1981)

Abbildung 2.32: Schweden um 1250 n. Chr.

Steuer und Zoll

Um den erhöhten Bedarf der Zentralregierung zu gewährleisten, wurde das Steuerwesen ausgebaut, die Ledungs- und Gastungspflicht wurden durch feste Abgaben ersetzt und als neue Einkommensquelle wurden Zölle eingeführt. In die Regierungszeit von MAGNUS I., der seinen Bruder Waldemar in der Schlacht von Hova 1275 besiegte, fällt weiterhin die Einführung des weltlichen Adelsstandes, welcher sich im sogenannten Magnatenstand vereinigte, sowie die Bestätigung der kirchlichen Privilegien, mit deren Hilfe er seine Macht festigen und ausbauen konnte. Die Organisation des Adelsstandes und deren Zusammenarbeit mit dem Königtum waren die wichtigsten Neuschöpfungen Ende des 13. Jahrhunderts (ANDERSSON, 1950). Daneben war das schwedische Reich durch den Aufschwung der Städte, des Bergbaus und des Außenhandels gekennzeichnet, was wiederum zur Festigung des Königtums beitrug. Bis zum Tode von MAGNUS I. im Jahre 1290 waren Königtum, Kirche und der weltliche Adel im Wachstum begriffen und relativ gleichberechtigt.

Nachdem MAGNUS I. verstorben war, wurde sein ältester Sohn Birger, der zu diesem Zeitpunkt noch unmündig war, zum König von Schweden ernannt. Diese Tatsache ermöglichte dem weltlichen Adel, seine Macht aus-

zubauen. Der Reichsrat übernahm die Führung unter dem Marschall TOR-GIL KNUTSSON. TOR-GIL KNUTSSON's Außenpolitik knüpfte an die Traditionen der schwedischen Wikingerzeit an und so unternahm er ostwärts gerichtete "Kreuzzüge", durch die er das schwedische Reich weiter ausbaute (ANDERSSON, 1950). Durch seine kirchenfeindliche Politik kam es jedoch zu Konflikten mit der Königsfamilie. Dennoch konnte er nach der Krönung von BIRGER MAGNUSSON im Jahre 1302 seine Machtstellung beibehalten. Erst im Jahre 1306 fanden kirchliche Würdenträger Unterstützung bei Adligen und bei den beiden Brüdern des Königs – Erik und Waldemar – und setzten TOR-GIL KNUTSSON ab. Gleichzeitig entstand zwischen dem König Birger und seinen Brüdern ein Kampf um die Krone, der sein Ende 1317 durch die Ermordung der beiden Herzöge fand. Infolgedessen kam es zu einem Aufstand gegen Birger und dessen Absetzung 1318. MAGNUS ERIKSSON, der dreijährige Sohn von Herzog Erik, wurde 1319 zum König von Schweden gewählt. Im Zusammenhang mit der Königswahl wurde ein bedeutendes Dokument angefertigt – der "Freiheitsbrief" oder die Magna Charta von Schweden. Durch den "Freiheitsbrief" wurde jede willkürliche Besteuerung untersagt, die Privilegien von Adel und Kirche wurden bestätigt, die Stellung des Reichsrates näher umschrieben und das Recht der Wahl des Königs wurde stark betont (ANDERSSON, 1950). Während sich der Gegensatz zwischen MAGNUS ERIKSSON und Adel verschärfte und der König 1364 ins Exil ging, konnte dieser dennoch die Vereinheitlichung des Reiches einen entscheidenden Schritt vorwärts bringen. Ausschlaggebend hierfür war die Ausarbeitung eines "Landrechts" (1350), welches für das gesamte Reich verbindlich war. Mit der Vertreibung MAGNUS ERIKSSON's wurde ALBRECHT VON MECKLENBURG zum König von Schweden gewählt und die Zeit der Folkunger war abgelaufen. Doch auch ALBRECHT VON MECKLENBURG konnte den Kampf zwischen Königsgewalt und Ratsaristokratie nicht verhindern, so dass Königin Margarete, die Witwe von MAGNUS ERIKSSON's Sohn Hakan, nach dem Tode ihres unmündigen Sohnes Olof 1387 zur Herrscherin Schwedens wurde. Da sie bereits die Herrscherin von Dänemark und Norwegen war, waren die drei skandinavischen Länder unter ihr in einer Union vereint (WEIBULL, 1993).

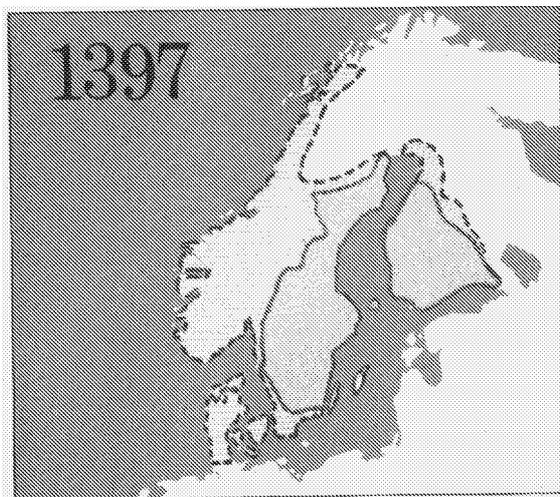
"Kreuzzüge"

die Magna
Charta

Landrecht

2.7.3.4 Die Kalmarer Union (1397-1520)

Nachdem es Königin MARGARETE VON DÄNEMARK UND NORWEGEN gelungen war, sich im Zusammenhang mit der nordischen Reaktion auf die deutschen Expansionsbestrebungen zur Herrscherin über Schweden zu machen, wurde auf einer Versammlung in Kalmar 1397 die Union beschlossen.



(Quelle: PETERS, J. 1981)

Abbildung 2.33: Schweden um 1397 n. Chr.

Recht und
Gesetz

Am 17. Juli dieses Jahres wurde der 15jährige Großneffe von Margarete ERIK VON POMMERN zum Unionskönig gewählt, während Margarete die Königsgewalt vertreten sollte. Im Unionsbrief wurde festgehalten, dass jedes der drei Länder seine eigenen Gesetze und Privilegien behalten sollte, und die wichtigsten Ämter nur durch Einheimische besetzt werden. Eine bindende rechtliche Fixierung des Briefes wurde jedoch nie vollzogen, da Margarete und ihr Großneffe sich nicht mit den diktierten Bedingungen einverstanden gaben.

Königin Margarete verstand es, während ihrer Regierungszeit die Stellung des Königtums zu stärken. Sie führte in Schweden eine Reduktion der Adels- und Kirchengüter durch. Sie hielt sich daran, in der Verwaltung keine Ausländer einzusetzen, umgab sich aber in den politisch wichtigeren Positionen mit Vertrauten. Die Gegensätze zwischen Königtum und der Ratsaristokratie um die Machtpositionen im Lande verschärften sich in dieser Zeit. Dennoch verstand Margarete es, die öffentliche Meinung für sich zu gewinnen. Sie starb im Jahre 1412. Ihr Nachfolger ERIK VON POMMERN, der bereits seit 1397 nomineller König war, setzte im wesentlichen Margaretes Programm in der Verwaltung und der Außenpolitik fort (ANDERSSON, 1950). Er war bemüht, sich aus der wirtschaftlichen und politischen Abhängigkeit von Lübeck und der Hanse zu befreien, obwohl Schweden wegen seines Metallexports von der Hanse abhängig war. Als der Krieg von Schweden Steuerleistungen und militärische Unterstützung forderte und es zu einer Unterbrechung der schwedischen Handelsverbindungen kam, begann ein Aufstand unter der Führung des Hüttenbesitzers ENGELBREKT ENGELBREKTSSON im Grubengebiet Bergslagen

Schweden und
Hanse

(ANDERSSON, WEIBULL, 1989) später mit Unterstützung der Ratsaristokratie. 1435 wird Engelbrekt zum Reichshauptmann gewählt, aber bereits kurze Zeit später ermordet. KARL KNUTSSON BONDE, ein Vertreter des schwedischen Hochadels, führte die Bewegung gegen den Dänen Erik fort. Nach einem Sieg gegen ERIK VON POMMERN wurde 1438 KARL KNUTSSON BONDE zum Reichsverweser gewählt. CHRISTOPH VON BAYERN, der Neffe von Erik, erlangte anschließend zwar die Krone Schwedens, musste jedoch gegenüber der Ratsaristokratie zahlreiche Zugeständnisse machen. Da der Adel jetzt die eigentliche Macht innehatte, war die Kalmarer Union aufgelöst.

wieder
Machtkämpfe

Zu Beginn der 16. Jahrhundert war die schwedische Unabhängigkeit erneut bedroht. Der dänische König CHRISTIAN II. griff Schweden an, um mit Hilfe schwedischer Anhänger die Union wiederherzustellen. Mit seinem Sieg über Stockholm 1520 und seiner Krönung zum König von Schweden schien einer großen Union auch nichts mehr im Wege zu stehen, aber CHRISTIAN II. hatte den schwedischen Freiheitswillen unterschätzt.

2.7.3.5 Zusammenfassende Betrachtung

Mit der Christianisierung Schwedens war ein entscheidender Schritt auf dem Wege zur Schaffung eines Nationalstaates geschaffen worden. Es kam zur Ausbildung einer staatlichen Organisation mit den drei Ständen Adel, Kirche und Bürgertum, an dessen Spitze ein alleiniger Herrscher stand.

Im 12. Jahrhundert führten die "Kreuzzüge" zur Ausweitung des schwedischen Territoriums. Unter ERICH IX. gelangte das bisher heidnische Finnland unter schwedischen Einfluss. Bis zur Mitte des 13. Jahrhunderts ist das schwedische Reich dann lediglich bestrebt, seine Grenzen zu sichern. Sie gingen zahlreiche Allianzen mit den Nachbarländern ein und verteidigten die bestehenden Grenzen in Finnland. Erst um die Mitte des 13. Jahrhunderts setzen wieder sogenannte "Kreuzzüge" ein, die – wie aus der Karte von 1250 (Abb. 2.32 Seite 118) hervorgeht – an die Traditionen der schwedischen Wikinger anknüpfen und das Reich nach Osten ausbauen, welches mit rot gekennzeichnet ist.

Stände

Mit der Vereinigung der drei skandinavischen Länder 1397 in der Kalmarer Union erreicht Schweden seine größte Ausbreitung während des Mittelalters. Dabei muss jedoch erwähnt werden, dass das schwedische Reich zu diesem Zeitpunkt unter dänischer Herrschaft steht. Denn Königin Margarete und ihr Großneffe ERIK VON POMMERN, der seit 1397 nomineller König von Schweden war, sind beide dänischer Abstammung. Infolge der Politik Eriks kommt es in Schweden jedoch zu Aufständen in der Bevölkerung, die mit der Absetzung des Königs einher geht und eine Stärkung des Hochadels zur Folge hat.

Kalmarer Union

Da durch scheidet die Kalmarer Union, und kann auch nicht mehr durch CHRISTIAN II. wiederhergestellt werden. Unter GUSTAV VASA und seinen Söhnen beginnt dann die Zeit Schwedens als Großmacht, auf die im nächsten Kapitel eingegangen werden soll.

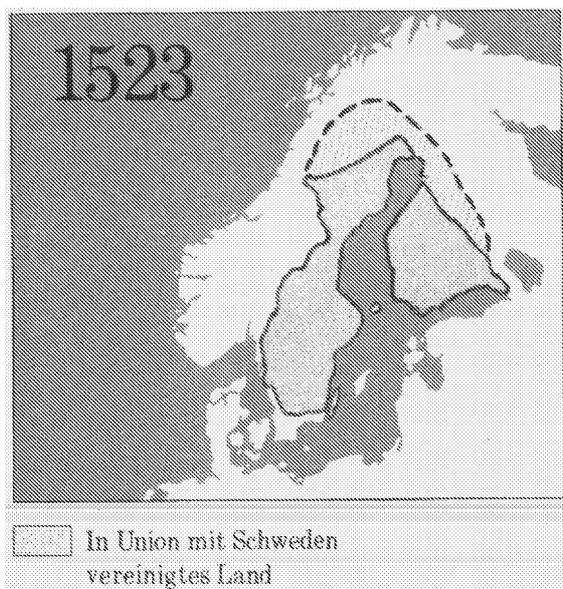
2.7.4 Schweden in der Neuzeit

2.7.4.1 GUSTAV VASA

Nach seinem Sieg 1520 ließ CHRISTIAN II. zahlreiche Gefolgsleute seines Widersachers STEN STURE und Kritiker der dänischen Machtstellung in Schweden hauptsächlich wegen Ketzerei hinrichten. Mit den Hinrichtungen kam es im Winter 1520/21 zu Erhebungen gegen den dänischen König, an dessen Spitze GUSTAV ERIKSSON VASA stand (ANDERSSON, WEIBULL, 1989).

Unrecht und
Aufstände

Nachdem zahlreiche Erfolge auf Seiten der schwedischen Aufständischen zu verzeichnen waren, bekam VASA die Unterstützung der Ratsaristokratie. Im August 1521 wird er vom Reichsrat und den aufständischen Bauern zum Reichsverweser gewählt. Zunächst behielt CHRISTIAN II. jedoch die Herrschaft zur See, über Stockholm und einiger Schlösser in Schweden. GUSTAV ERIKSSON VASA wandte sich deshalb an Lübeck, um mit deren Hilfe gegen die Dänen vorzugehen und die schwedischen Schlösser zurückzuerobern. Im Gegenzug bot VASA den Hanseaten Zollfreiheit im Handel mit Schweden.



(Quelle: PETERS, J. 1981)

Abbildung 2.34: Schweden um 1523 n. Chr.

1523 eroberte er die schwedischen und finnischen Festungen, die in dänischer Hand waren, zurück. Durch seine Wahl zum König am 6. Juni 1523 mit Unterstützung der Lübecker behielt Schweden seine Unabhängigkeit. Für Lübeck ergaben sich dadurch mehrere Vorteile. Zum einen behielten sie die Vormachtstellung in der Ostsee und zum anderen konnten sie die Kontrolle über den schwedischen Handel weiter festigen. Außerdem stellten sie an die schwedische Krone große Geldforderungen, denen VASA zunächst auch nachkam (WEIBULL, 1993). Er sah sich gezwungen, Sondersteuern zu erheben und musste sich, als dies nicht ausreichte, an die Kirche wenden, welche ihre Hilfe verweigerte. Durch einen Krieg zusammen mit CHRISTIAN III. gegen Lübeck, konnten jedoch die Beschränkungen für schwedische Kaufleute annulliert werden.

Lübecks Einfluß

Nachdem in Schweden die Lehre LUTHERS Eingang gefunden hatte, förderte GUSTAV I. seit Mitte der 20er Jahre des 16. Jahrhunderts eine allmähliche Umgestaltung der schwedischen Kirchenorganisation. Um Unterstützung bei den Adligen, dem Bürgertum und den Bauern zu erhalten, musste er die Selbständigkeit der Kirchen einschränken. Auf dem Reichstag von Västerås 1527 erhielt VASA die Zustimmung zum Rezess von Västerås. Die Kirche wurde zur Abgabe ihres Vermögens an die Krone gezwungen und musste alle Ländereien, die nach 1454 in ihren Besitz übergegangen war, zurückgeben. Trotz dieses Erfolges sah sich VASA weiterhin gezwungen, die Umorganisation behutsam anzugehen, da der katholische Glaube in der Bevölkerung weit verbreitet war. Doch mit der Wahl LAURENTIUS PETRI, der dem evangelischen Glauben angehörte, zum Erzbischof von Uppsala war der Bruch zum Papsttum endgültig vollzogen. Die Kirche wurde auf der Versammlung von Uppsala 1593 endgültig in eine Nationalkirche umgewandelt (FINDEISEN, 1997). Innenpolitisch setzte sich Vasa zum Ziel, die Finanzlage des Staates zu stabilisieren sowie die Macht der Krone zu stärken. Nach zahlreichen Aufständen im Lande, die jeweils von VASA niedergeschlagen wurden, wurden mehrere Reformen durchgesetzt, welche die Konzentration seiner Macht mit sich brachte und 1544 zur Besiegelung des Erbvertrages von Västerås führte. Dadurch kam es zur Abschaffung der Königswahlen und Schweden wurde wieder Erbreich, diesmal unter dem Hause VASA. Um die Finanzlage des Königs zu stärken, umgab sich GUSTAV I. in den Jahren 1538-43 vorwiegend mit deutschen Ratgebern, weshalb diese Zeit von Historikern auch als "deutsche Periode" bezeichnet wird. Die Deutschen formten ein Reich nach deutschem Rechtsverständnis und füllten mit Hilfe der Steuerpolitik die Schatzkammern auf.

Luther und
Kirche"Deutsche
Periode"

Außenpolitisch beschränkte sich GUSTAV I. bis zu seinem Tode auf die Stabilisierung des Nationalstaates und den Ausgleich mit Lübeck. Auch der Krieg von 1555-57 an der finnischen Grenze gegen Russland stellte keine Ausdeh-

nung schwedischer Machtverhältnisse dar, sondern lediglich die Abwehr russischer Vorstöße und die Bestätigung der relativ unklaren Grenzl意思 aus dem Nöteborg-Vertrag von 1323. Erst nach seinem Tode begann der Kampf Schwedens um die Großmachtstellung in der Ostsee.

2.7.4.2 Die Großmachtzeit (1521 - 1718)

Historiker datieren die eigentliche Großmachtzeit zwischen 1611 und 1718, aber der Kampf um die Beherrschung des Ostseeraumes begann bereits während der Regierungszeit von GUSTAV ERIKSSON VASA und seinen Söhnen. Nachdem sich GUSTAV I. 1534 mit Christian gegen die Hansestadt Lübeck verbündet hatte, herrschte zwischen Schweden und Dänemark Frieden. Da GUSTAV I. darauf abzielte, seinen Nationalstaat zu stabilisieren und die eigene Macht zu festigen, strebte er selbst nicht die Ausweitung der schwedischen Macht an, erkannte aber die Möglichkeiten für das Vasakönigtum (FINDEISEN, 1997). Unter der Regierung seines Sohnes ERIK XIV. nahm Schweden jedoch den Kampf um die Ostseeherrschaft wieder auf und diese wurde für die nächsten 250 Jahre zum außenpolitischen Hauptziel des Landes.

König Vasa

7 Jahre Krieg

Adel-
entmachtung

ERIK XIV. war bestrebt, die Kontrolle der Handelswege von Russland über die Ostsee zu erlangen und gleichzeitig die Verbindungen mit Westeuropa auszubauen. Doch durch die Inbesitznahme Revels 1561 – also ein Jahr nach dem Tode seines Vaters – kam es zum Siebenjährigen Nordischen Krieg (1563-70) mit Dänemark, in dem Schweden eine Niederlage erlitt und der 1569 zum Sturz ERIKs führte. Sein Bruder JOHANN III. wurde zum Nachfolger des noch jungen Nationalstaates und angesichts der Gefahr aus Russland wurde am 13. Oktober 1570 der Frieden von Stettin unterschrieben. Dänemark gab zwar den Anspruch auf die Herrschaft über Schweden auf, aber der Frieden kostete den schwedischen Staat ein großes Lösegeld. Nachdem mit den Dänen und auch Lübeck Frieden herrschte, verschärfte sich der Konflikt zwischen Schweden und Russland. Der Krieg zwischen den beiden Ländern zog sich bis zum Waffenstillstand von 1583 hin. Innenpolitisch sah sich JOHANN III. – auf Grund zunehmender Gegensätze zwischen Adel und Königtum – gezwungen, Hilfe bei seinem jüngeren Bruder, dem Herzog KARL VON SÖDERMANLAND, zu suchen. Dieser erkannte bereits früh, dass die absolute Herrschaft des Königs nur über die politische Bedeutungslosigkeit des Adels zu erreichen war. Als JOHANN III. 1592 stirbt, erhält der katholische SIGISMUND, welcher Erbprinz und zugleich Wahlkönig von Polen ist, die schwedische Krone. Doch SIGISMUND entsprach nicht den Erwartungen des mehrheitlichen Schwedens. Zwischen Herzog KARL und SIGISMUND entstand ein Konflikt, der dem Adel

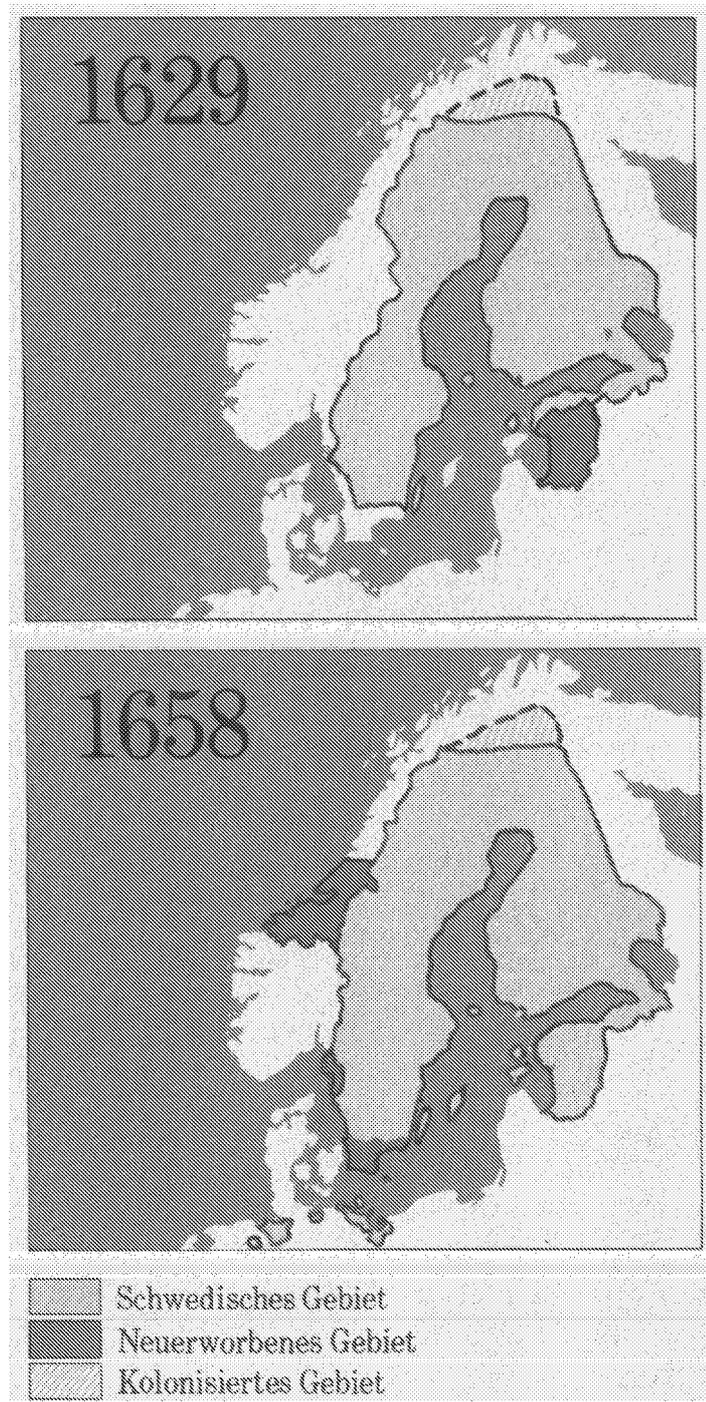
die Möglichkeit zur Opposition gab. Dennoch wird KARL, der zu diesem Zeitpunkt Reichsverweser in Schweden ist, auf einem von SIGISMUND verbotenen Reichstag 1595 gegen den Willen der Mehrheit in seinem Amt bestätigt. Die Ratsaristokratie emigriert 1597 zu ihrem König nach Polen, in der Hoffnung, dass SIGISMUND sich um seine schwedischen Besitztümer kümmert. KARL jedoch versteht es, die niederen Stände gegen den König und Adel aufzubringen. Seit 1593 gehört es zu der Überzeugung, dass das Land nur dann eine politische Einheit und damit Ruhe und Frieden haben kann, wenn auch eine religiöse Einheit besteht. Somit kann nur ein lutherisch geprägter König die Grundgesetze Schwedens erfüllen. Auf einem Reichstag im Jahre 1597 werden die hochadligen Reichsräte zu Feinden des Reiches erklärt, was einer Kriegserklärung der niederen Stände gegen König und Adel gleichkommt (FINDEISEN, 1997). Nachdem SIGISMUND besiegt worden war, ließ KARL die Reichsräte um 1600 verurteilen und im Blutbad von Linköping hinrichten. 1604 wird er zum neuen König von Schweden gekrönt. Am 30.10.1611 starb KARL IX. und hinterließ seinem Sohn GUSTAV ADOLF ein Land, welches sich im Krieg mit Dänemark, Russland und Polen befand. Das einzige Vermächtnis, auf welches der 17jährige GUSTAV ADOLF aufbauen konnte, war die von KARL IX. eingeführte absolute Monarchie (WEIBULL, 1993).

Unter diesen Voraussetzungen konnte der unmündige Sohn KARL IX. unter Zustimmung des Reichstages seine Regentschaft sofort antreten. Dafür musste er sich jedoch verpflichten, ohne Zustimmung des Rates und der Stände keine Gesetze zu stiften, keine Abkommen zu schließen sowie keine neuen Steuern zu erlassen. Durch die Zugeständnisse insbesondere an den Adel und die enge Zusammenarbeit mit dem Reichskanzler AXEL OXENSTIERNA wurde der Gegensatz zwischen Königtum und Aristokratie abgeschwächt. Außenpolitisch musste GUSTAV II. ADOLF im Frieden zu Knäröd 1613 Nordnorwegen aufgeben und Dänemark den freien Ostseehandel im Baltikum zugestehen (FINDEISEN, 1997). Dies ermöglichte ihm jedoch 1617 einen Sieg gegen Russland zu erringen und 1618 einen Waffenstillstand mit Polen auszuhandeln.

Zwar konnte Dänemark zunächst seine Ostseeherrschaft verteidigen, aber durch die Niederlage der Dänen bei Lutter am Barenberge 1626 – in Deutschland war 1618 der Dreißigjährige Krieg ausgebrochen – waren sie gezwungen, sich aus dem Kriege herauszuhalten. Hingegen wuchs die Bedrohung gegen Schweden, so dass GUSTAV II. 1630 in den Dreißigjährigen Krieg eingriff. Nach glänzenden Siegen gegen die kaiserliche Liga fiel der schwedische König in der Schlacht bei Lützen trotz eines Sieges der Schweden. Danach ging der Krieg mit wechselseitigen Erfolgen weiter bis Schweden seinen Siegeszug 1641-43 abbricht, um sich gegen die Dänen zu wenden. Dieser Krieg endet 1645 mit dem Frieden von Brömesbro, in dem Dänemark seine Vormacht-

Blutbad von
Linköping

30 Jahre Krieg!



(Quelle: PETERS, J. 1981)

Abbildung 2.35: Schweden um 1629 n. Chr. und 1658

stellung endgültig eingebüßt hatte. Schweden hatte bereits Jütland, Schonen, Blekinge erobert und erhielt Jämtland, Härjedalen, Gotland sowie Ösel und Halland auf 30 Jahre. 1648 wurde der Westfälische Frieden unterzeichnet und Schweden erhielt außerdem Vorpommern und Rügen, Usedom und Wolin, Gebiete in Hinterpommern, Stettin, Wismar sowie Bremen und Verden. Schweden war zur Großmacht Europas aufgestiegen (WEIBULL, 1993).

Westfälischer
Friede

Innenpolitisch hatte bereits mit Antritt GUSTAV II. eine Neuorganisation der Verwaltung Schwedens begonnen. Nach seinem Tode wurde mit der "Regierungsform" von 1634, ein umfassendes Papier aus der Hand AXEL OXENSTIERNAS und angeblich in Absprache mit GUSTAV II. vorgelegt, welches "als Ziel die Bewahrung königlicher Rechte, der Autorität des Reichsrates und der Freiheiten der Stände" (FINDEISEN, 1997) beinhaltete. Diese Verfassung wurde jedoch von Königin Christina, der Tochter und Nachfolgerin GUSTAV II. ADOLFS, und später auch von KARL X. GUSTAV nicht anerkannt. Da sich während des Krieges und auch unter der Regentschaft Christinas die finanzielle Situation Schwedens verschlechterte, erwuchs eine Konfrontation zwischen Adel und den anderen Ständen auf dem Reichstag von 1650. Die Königin nutzte die Konfrontation, um ihren Cousin, den Pfalzgrafen KARL GUSTAV, zum Thronfolger zu ernennen. 1654 tritt KARL X. GUSTAV die Herrschaft über das schwedische Reich an. Die Probleme hinsichtlich der Staatsfinanzen und der Versorgung des schwedischen Heeres versucht er, über einen Krieg im Sommer 1655 gegen Polen zu lösen. Trotz zahlreicher Siege fiel es den Schweden schwer, ihre Stellung in Polen zu halten. Gleichzeitig erklärte Russland den Schweden den Krieg und die Dänen erkannten die Möglichkeit einer Vergeltung und die Chance zur Wiedererlangung ihrer Vorherrschaft, so dass auch sie 1657 Schweden den Krieg erklärten. KARL X. GUSTAV zog sich daraufhin aus Polen zurück und konzentrierte sich auf den Angriff in Dänemark. Im Frieden von Roskilde 1658 bekam Schweden die Regionen "Schonen, Halland und Blekinge sowie Bornholm und die norwegische Provinz Trondheim" (WEIBULL, 1993). Der Versuch ganz Dänemark zu erobern, scheiterte jedoch und KARL X. GUSTAV verstarb 1660. Mit dem daraufhin geschlossenen Frieden zwischen Schweden und Dänemark wurde auf Bornholm und Trondheim verzichtet. Seit 1660 bestehen – trotz erneuter Versuche beider Seiten, ihre Vorherrschaft auszuweiten – die Grenzen zwischen Dänemark und Schweden. Innenpolitisch hatte die Regierungszeit von KARL X. GUSTAV zur absoluten Macht des Königs und zur weitestgehenden Entmachtung der Reichsräte geführt (FINDEISEN, 1997).

Adel und
Stände

nun gegen
Dänemark

Seit dem Dreißigjährigen Krieg war die Außenpolitik zunächst auf ein Bündnis mit Frankreich orientiert, wodurch Schweden 1674 mit in den Krieg gegen Brandenburg hineingezogen wurde. Nach dem Ende des Krieges wandten sich die Schweden jedoch den Engländern und Holländern zu. Zar PETER I. führ-

Bündnisse

te gleichzeitig eine aktive Bündnispolitik gegen Schweden durch, um deren Vorherrschaft zu brechen. Es kam zu einem Angriffspakt von Dänemark, Polen und Russland und 1700 zum Krieg gegen Schweden. Zu diesem Zeitpunkt erhielt der 15jährige KARL XII. die uneingeschränkte Machtbefugnis, um die Führung des Landes nicht zu schwächen. Nach dem Angriff auf Dänemark, der mit einem Sieg für die Schweden ausging, durften diese nicht mehr Polen und Russland beiseite stehen. Auch die anschließenden Russland- und Polenfeldzüge gingen zugunsten Schwedens aus und das Bündnis wurde 1706 aufgelöst. Da KARL XII. bestrebt war, gegen Russland vorzugehen, zog er 1708 erneut in den Krieg. Dieser endete jedoch 1709 mit einer vernichtenden Niederlage für das schwedische Heer. KARL XII. ging zunächst ins Exil in die Türkei und kehrte 1715 zurück nach Schweden. Am 30. November 1718 fiel KARL XII. in einem erneuten Feldzug gegen Norwegen. In Schweden ergriff die "Hessische Partei" die Macht und ULRIKA ELEONORA wurde zur neuen Königin Schwedens. Die aufgenommenen Friedensverhandlungen führten zum Verlust sämtlicher norddeutscher Besitzungen außer eines kleinen Teils Pommerns sowie aller Provinzen im Baltikum und den südlichsten Teil Finnlands sowie Wiborg. Schweden war von einer Großmacht zu einem Kleinstaat geschrumpft (WEIBULL, 1993).

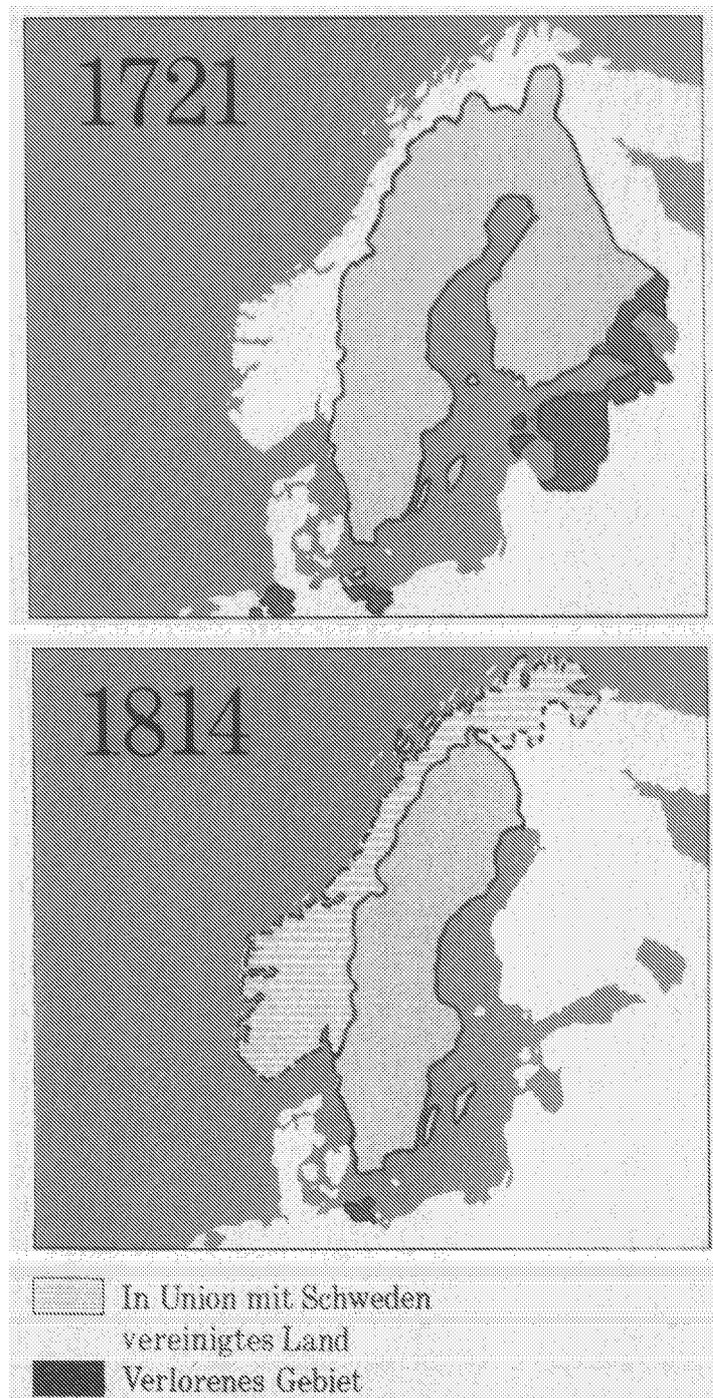
2.7.4.3 Die Freiheitszeit (1719-72) und die gustavianische Zeit (1772-1809)

Verfassung

Mit dem Tode KARL XII. kam es in Schweden zu einer unblutigen Revolution, durch die ein Wandel der Herrschaftsform bewirkt wurde, und die Schweden eine neue Verfassung gab. ULRIKA ELEONORA wurde bei ihrer Wahl zur Königin gezwungen, sämtlichen absolutistischen Bestrebungen zu entsagen und die Autorität des Reichstages und der Ständevertretung zu akzeptieren. Auch FREDRIK I., zu dessen Gunsten ULRIKA ELEONORA zurücktrat, musste vor seiner Wahl zum König weitere konstitutionelle Zugeständnisse machen. Die folgenden 53 Jahre waren für die "Gestaltung und Entwicklung des uralten schwedischen Freiheitsbewusstseins von großer Bedeutung" (ANDERSSON, WEIBULL, 1989). In den 20er und 30er Jahren des 18. Jahrhunderts lag das Zentrum der Macht beim Reichsrat unter der Führung des Kanzleipräsidenten ARVID HORN.

der Reichstag

Durch die Ergänzung der neuen Regierungsform von 1720 bekam der Reichstag eine bedeutendere Stellung zugestanden, der einen korporativen Zusammenschluss der vier Stände darstellte. Der Reichstag besaß die alleinige Kontrolle über die Steuern, Staatsfinanzen und über die Gesetzgebung. Außerdem konnte er Einfluss auf die Außenpolitik nehmen und jederzeit einen



(Quelle: PETERS, J. 1981)

Abbildung 2.36: Schweden um 1721 und 1814

Hüte und
Mützen

Eingriff in die Verwaltung und Gerichtsbarkeit vornehmen. In den 30er Jahren wuchs allerdings die Unzufriedenheit gegenüber HORNs Politik, der eine neutrale Haltung gegenüber den anderen Großmächten anstrebte. In den Jahren 1738 - 39 wurde der Konflikt größer und führte zum Rücktritt von ARVID HORN. Die Anhänger HORNs im Reichsrat wurden ebenfalls von einer Teilnahme ausgeschlossen und der Rat wurde neu zusammengesetzt (WEIBULL, 1993). Als Folge des Machtkampfes entstanden zwei Parteien – die “Hüte” und die “Mützen”. Während unter den “Hüten” die Gegner ARVID HORNs zu finden waren, die das Ziel verfolgten, verlorene Besitztümer mit Hilfe der Franzosen wiederzuerlangen, handelte es sich bei den “Mützen” um Anhänger HORNs. Diese favorisierten außenpolitisch eher ein Bündnis mit England und Russland. Auch in der Wirtschaftspolitik gingen die Meinungen beider Parteien auseinander. Die “Hüte” verfolgten eine merkantilistische Politik mit staatlichen Subventionen für neue Manufakturen und hohen Zollschränken. Zunächst gewannen die “Hüte” mit Ausbruch des österreichischen Erbfolgekrieges 1740 - 41 die Oberhand in Schweden, welche trotz der Niederlage im russischen Krieg weiter an der Macht blieben – nicht zuletzt begünstigt durch ein rasches Wirtschaftswachstum dieser Zeit. Doch der Krieg in Pommern und die hohen Kosten führten 1765 zum Rücktritt der Partei und die “Mützen” kamen an die Macht. Diese verfolgten im Unterschied zu den “Hüten” eine ganz andere Politik, die gekennzeichnet war durch Einschränkungen bei der Kreditvergabe, einer strengen Deflation, Verringerung der Schutzzölle für Manufakturen und anderes mehr. Der bis dahin bestehende Freundschaftsvertrag mit Frankreich wurde durch ein Abkommen mit England ersetzt. Bereits 1769 kam es wieder zu einem Machtwechsel. Gleichzeitig machte sich ein starker Gegensatz zwischen Aristokratie und den drei anderen Ständen bemerkbar mit dem Ergebnis, dass die parlamentarische Regierungsform durch die Alleinherrschaft GUSTAV III. abgelöst wurde. Der Kampf beider Parteien während der Freiheitszeit führte dennoch zu einer politischen Entwicklung des Landes, welche von besonderer Bedeutung für die Gestaltung der schwedischen Verfassung war (ANDERSSON ET AL., 1989). Das parlamentarische System bildet das “Fundament der freiheitlichen Traditionen, wie sie für Schweden seither charakteristisch gewesen sind” (WEIBULL, 1993).

Allein-
herrschaft

Humanisierung

König GUSTAV III. führte im ersten Jahrzehnt nach seiner Krönung die Politik der “Mützen” fort. Es kam zu zahlreichen Reformen, die zu einer Humanisierung der Strafgesetze führte und zur Öffnung des freien Handels. Außerdem wurde den Ausländern das Recht der Religionsfreiheit zugesprochen und 1782 erhielten die Juden die Möglichkeit, sich in größeren Städten anzusiedeln und ebenfalls ihre Religion auszuüben. 1786 gewann die innenpolitische Opposition auf dem Reichstag die Mehrheit und damit mehr Machtbefugnisse. GUSTAV III., der sich außenpolitisch Frankreich angeschlossen hatte

– im Gegensatz zur innenpolitischen Opposition, die Verbindungen nach Russland aufnahm –, führte 1789 inmitten des Krieges mit Russland einen Staatsstreich durch, welcher ihm die Alleinherrschaft einbrachte. Im Jahre 1792 wurde GUSTAV III. auf dem Stockholmer Opernball ermordet, jedoch nicht mit den erwarteten politischen Folgen der Adelsopposition. GUSTAV IV. ADOLF konnte die absolute Alleinherrschaft bis 1809 bewahren. Seine Regierungszeit war allerdings geprägt von den großen europäischen Kriegen, bei der er sich auf Englands Seite stellte (ANDERSSON ET AL., 1989). Im Frieden von 1807 sollte Schweden sein Bündnis mit England aufgeben, doch GUSTAV IV. weigerte sich. Russland fiel daraufhin in Finnland ein, welches für Schweden verloren ging. Durch einen Staatsstreich 1809 kam es zur Absetzung GUSTAV IV. ADOLF. Es wurde eine neue Verfassung ausgearbeitet, welche sich die Erfahrungen aus der schwedischen Geschichte zu eigen machte. König wurde der jüngere Bruder von GUSTAV IV. ADOLF. Schweden war nun eine konstitutionelle Monarchie mit der Gewaltenteilung zwischen König, Staatsrat und Reichstag.

Finnland

2.7.4.4 Handel und Wirtschaft in Schweden

Zu Beginn des 16. Jahrhunderts bildeten Ackerbau und Viehzucht die dominierenden Wirtschaftszweige. Nach einer Agrarkrise im Spätmittelalter war das 16. Jahrhundert geprägt durch einen steten Aufschwung, der zur Zunahme der Produktion und zum Anwachsen der Bevölkerung führte. Dies führte zur Besiedlung der Waldgebiete und bisher schwach besiedelter Regionen. Im Gegensatz zu den Bauern der anderen europäischen Länder, war der Anteil an besitzenden Bauern relativ hoch. Fast die Hälfte des schwedischen Bodens war in der Hand der Bauern, und wenn man noch Finnland einbezieht, dann gehörten ihnen 62% im gesamten Reich. Doch mit Einzug in den Dreißigjährigen Krieg änderte sich die soziale und besitzrechtliche Struktur im Lande. Da es der Krone an beweglichem Kapital fehlte, um die Kriege zu finanzieren, begann sie neben den eigenen Ländereien auch das Steuerland zu veräußern. Durch die Veräußerungen der Ländereien an den Adel, konnte dieser um die Mitte des 17. Jahrhunderts durch Steuern und Abgaben seinen Reichtum mehren, während der Krone die jährlich festen Einkünfte fehlten. Aus diesem Grunde kam es in den 80er Jahren unter der Regierung von KARL XI. zu einer Reduktion, die zu einer Umverteilung der Ländereien führte. Während der Besitz der Krone wieder anstieg, sank der des Adels von 60% auf 33% (WEIBULL, 1993).

Bauernbesitz

Nachdem Schweden zur Großmacht aufgestiegen war, veränderte sich die wirtschaftliche Situation nicht zugunsten der schwedischen Bevölkerung. Da

armes
Schweden

noch immer Ackerbau und Viehzucht die dominanten Wirtschaftszweige bildeten, stand der Großmacht kein bewegliches, risikobereites Kapital zur Verfügung. Aus diesem Grunde blieb Schweden trotz der außenpolitischen Stellung immer noch ein armes Land an der Peripherie Europas. Doch während der Regierungszeit GUSTAV III. kam es zu einem Aufschwung in der schwedischen Wirtschaft. Schweden erreichte innerhalb weniger Jahre in Technik und Wirtschaft das gleiche Niveau wie die führenden europäischen Länder. Der international bekannteste Wissenschaftler des 18. Jahrhunderts war CARL VON LINNÉ, dessen Klassifizierung von Pflanzen und Tieren zur Grundlage der biologischen Systematik geworden ist (ANDERSSON ET AL., 1989). Daneben sind der Astronom und Physiker ANDERS CELSIUS, der Dichter OLOF VON DAHLIN oder der Ingenieur CHRISTOPHER POLHEM in ganz Europa bekannt. Diese Zeit war wirtschaftlich und kulturell gesehen eine Blütezeit für Schweden. Doch die Grundlage für das Wirtschaftswachstum bildete das Kapital. Dabei spielte der Handel eine wesentliche Rolle. Die Kapitalmittel, die den Wachstum von Handel und Manufaktur begünstigten, stammten zum größten Teil aus der 1731 gegründeten Ost-Indischen Kompanie. Gleichzeitig gewann der Export an Eisen und Stahl an Bedeutung, was zur Ausbreitung von Eisenmanufakturen und der Entstehung von Hütten in der Region Bergslagen führte. Daneben spielte auch die Holzindustrie eine zunehmend größere Rolle. Die Westküste hingegen konnte ihren Wohlstand aus den Heringsvorkommen in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts ausbauen (WEIBULL 1993).

Hütten-
industrie

soziale
Mobilität

Während des gesamten 18. Jahrhunderts kam es zu einer verstärkten sozialen Mobilität und zu einer Abnahme der Ständeunterschiede. Nachdem innerhalb des Adels die Klasseneinteilung abgeschafft wurde und der Adel seit 1723 das alleinige Recht auf die höheren Ämter sowie den Besitz steuerfreier Güter besaß, konnten zunehmend auch Nichtadlige, die mittlerweile auch die höheren zivilen Ämter innehatten, adliges Land erwerben. Infolgedessen verschärften sich jedoch die Standesgegensätze während der Freiheitszeit wieder und führten zu einem neuen politischen Umsturz (ANDERSSON ET AL., 1989), der den Fall der Ständeherrschaft und die absolute Alleinherrschaft des Königs zur Folge hatte.

2.7.4.5 Zusammenfassende Betrachtung

Die Zeit unter GUSTAV VASA war zunächst auf die Stabilisierung des Nationalstaates und die Stärkung der Zentralmacht ausgerichtet, dabei spielte die Ausbreitung des schwedischen Reiches zunächst keine Rolle. Lediglich die Sicherung der finnischen Grenzen zu Russland wurde gewährleistet. Dennoch war GUSTAV VASA sich dessen bewusst, was eine Vorherrschaft im Ostseeraum bedeuten würde. Bereits unter seinem Sohn wird der Kampf um die Vormachtstellung zum außenpolitischen Hauptziel und dauert 250 Jahre an. Aus der Abfolge der Zeittafeln (Abb. 3) wird bereits ersichtlich, dass das Schwedische Reich zwischen 1629 und 1658 seine größte Ausdehnung erreicht. 1645 konnte Schweden bereits die Regionen Schonen, Blekinge und Jütland erobern. Durch den Westfälischen Frieden von 1648 und den Frieden mit Dänemark 1658 konnten die Schweden ihr Gebiet um Pommern und um einige Besitzungen in Norddeutschland erweitern. Außerdem bekamen sie Bornholm und Trondheim in Norwegen, welche jedoch bereits 1660 wieder abgetreten werden.

Grenzen

Ausdehnung

Durch weitere Kriegsbestrebungen unter KARL XII. sowie durch die wirtschaftlichen Mißstände im eigenen Land kann Schweden die Vormachtstellung im Ostseeraum jedoch nicht halten. Bereits zu Beginn des 18. Jahrhunderts ist die schwedische Großmacht wieder zu einem Kleinstaat geschrumpft. Schweden umfasst 1721 nur noch das heutige schwedische Reich sowie Finnland. Doch zu Beginn des 19. Jahrhunderts geht auch das finnische Gebiet durch den Krieg gegen Russland für Schweden verloren, so dass Schweden seine heutigen Grenzen aufweist.

Abstieg

2.7.5 Literatur

ANDERSSON, I. (1950): Schwedische Geschichte von den Anfängen bis zur Gegenwart. Verlag von R. Oldenbourg, München

ANDERSSON, I.; WEIBULL, JUERGEN (1989): Schwedische Geschichte im Abriß. Schwedisches Institut, Stockholm

DAS SCHWEDISCHE INSTITUT (Hrsg.) (1988): Die Wikingerzeit in Schweden. Uddevalla

FINDEISEN, JOERG-PETER (1997): Schweden. Von den Anfängen bis zur Gegenwart. Regensburg, Pustet

LEXIKON-INSTITUT BERTELSMANN (1991): Bertelsmann Lexikon Geschichte. Bertelsmann Lexikon Verlag GmbH, Gütersloh

PETERS, J. (1986): Die alten Schweden. Über Wikingerkrieger, Bauernrebeln und Heldenkönige. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin

STERNBERGER, M. (1977): Vorgeschichte Schwedens. Akademie Verlag, Berlin/ Neumünster

WEIBULL, J. (1993): Schwedische Geschichte. Schwedisches Institut, Stockholm

Webseiten

www.odin.dep.no/odin/tysk/om_odin/stillinger/032005-990157/index-doc000-b-n-a.html

www.Spiegel.de/almanach/laender/0,1518,druck-155395,00.html

Kapitel 3

Exkursionsteil

Der Exkursionsteil beinhaltet acht Berichte zu verschiedenen Themenkomplexen, die während der Fahrt angeschnitten wurden. Zum einen berichten hierin Sascha über das Store Mosse und Sebastian über ein kosmisches Ereignis, welches Schweden einige schöne Seen bescherte – den Siljan-Meteoriten –, zum anderen geht die Fahrt weiter nach Uppsala, dann nach Noranda, Stockholm, darauf nach Gamla Uppsala. Schon ein wenig dem Ende näher kommen wir nach Kalmar und Öland, welche von Jens vorgestellt werden.

3.1 Hochmoorbildung am Beispiel des “Store Mosse”

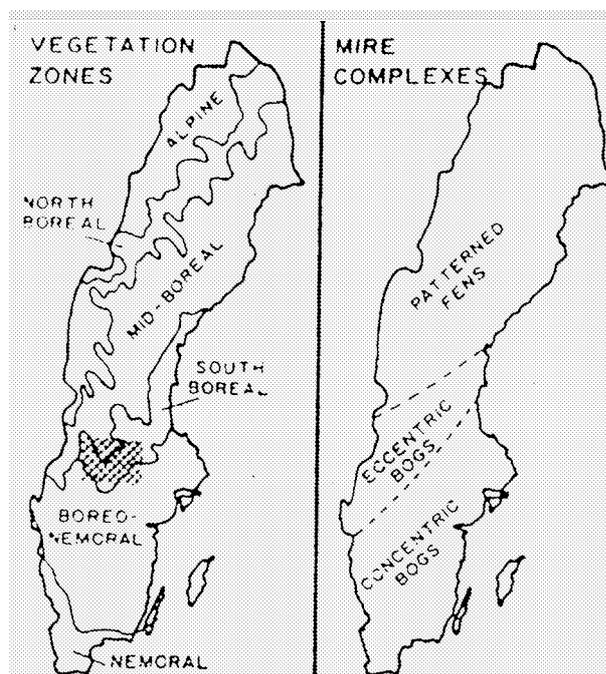
(von Sascha Kardaetz)

3.1.1 Einleitung

Nachdem wir in Helsingborg endlich schwedisches Gebiet betraten, gelangten wir auf der E4 bis Värnamo und bogen dann nach Westen auf die LV 151, um unseren ersten Exkursionspunkt zu erreichen - den Nationalpark “Store Mosse”. Innerhalb des Nationalparks beschränkten wir uns auf den Besuch des Vogelturmes am “Kävsjön” und der Wanderung entlang des “lilla lövöhikes”.

3.1.2 Moore in Schweden

In Schweden nehmen Moore eine Fläche von ungefähr 6,4 Millionen ha (*13% der schwedischen Gesamtfläche*) ein. Damit gehört Schweden zu den 10 moorreichsten Ländern der Welt. Neben Niedermooren (5,1 Millionen ha), findet man vor allem auch Hochmoore (1,3 Millionen ha) vor. Etwa 56% aller



(Quelle: SVENSSON, G., 1988)

Abbildung 3.1: Vegetationszonen und Sumpferbreitung in Schweden

Mosaik

Moore Schwedens sind mit Wald bedeckt (charakteristisch sind sogenannte Waldmoormosaik), die restlichen 44% sind offene Moore. Häufig sind diese nicht isoliert voneinander anzutreffen, sondern miteinander vergesellschaftet, besonders in den nördlichen Regionen Schwedens. Sie bilden ein sog. "Mosaikmoorland". Es ist daher schwer, wirkliche Moorprovinzen für Schweden zu definieren, basierend auf einem dominanten Typ wurde das jedoch von SJOERS 1983 versucht (siehe Abb. 3.1).

So kann man sehen, dass in Süd- und Zentralschweden Hochmoore der dominierende Moortyp sind (Plateau-, Kuppel- und exzentrische Hochmoore) während in Nordschweden überwiegend Niedermoore anzutreffen sind. Die Moore, die wir im heutigen Schweden finden, sind im Vergleich zu Mooren Mitteleuropas im Durchschnitt jünger, weil Schweden erst seit ca. 8.500 Jahren vollständig eisfrei ist. Die meisten Moore sind zwischen 5.000 und 6.000 Jahre alt. Fast alle Moore in Schweden sind anthropogen beeinflusst. Ca. 3 Mill. ha, das heißt 50% aller schwedischen Moore sind hydrologisch instabil. Der überwiegende Teil wurde drainiert (vor allem Niedermoore in Ackerland, Weidestandorte oder Waldflächen transformiert). Allein 20% al-

ler schwedischen Moore wurden und sind durch Torfabbau beeinflusst. Heute (1990) werden noch 234 Moore, auf einer Fläche von 55.000 ha (8.300 ha zu Energiezwecken, 5.000 ha als Bodenverbesserer), durch den Torfabbau geschädigt. Der Süden Schwedens ist bei weitem stärker exploriert als der Norden. Man schätzt, dass allein Schonen über 90% seines ehemaligen Moorbstandes verloren hat. Dennoch finden sich in Schweden noch weite Gebiete nahezu ursprünglicher, unberührter Moorgebiete, die sich jedoch häufig mit erschlossenen Mooren in engster Nachbarschaft befinden. Eine besondere Gefahr für die Moore Süd- und Zentralschwedens stellt die zunehmende Luftverschmutzung der letzten Dekaden dar. Die damit verbundenen Nitrogeneinwaschungen, besonders in nährstoffarme Hoch- und Niedermoore führen zu einer verstärkten Verschiebung des Artenspektrums. Regelmäßige Mahd als Teil eines umfassenden Moormanagements kann Nitrogenbelastungen dämpfen und wird in weiten Teilen Südschwedens so auch betrieben.

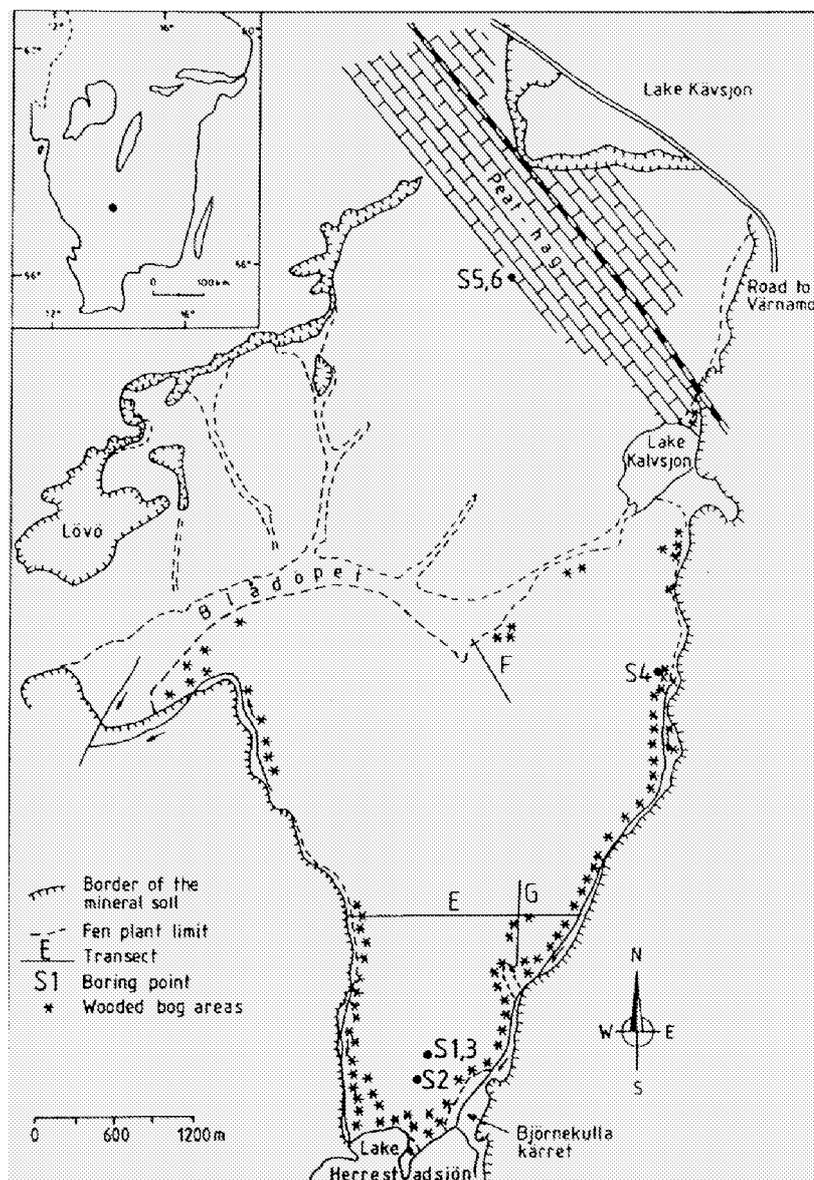
Gefahren

3.1.3 Das Hochmoor "Store Mosse"

Das Store Mosse ist mit fast 100 qkm der größte zusammenhängende Hochmoorkomplex Südschwedens und seit 1982 als Nationalpark geschützt.

Der Nationalpark umfaßt nicht nur Moore und Seen, sondern auch Wälder, die sich auf Dünenzügen und Moränenkuppen entwickeln konnten (sogenannten "Moorinseln"), sowie die ehemaligen Ortschaften Svänö und Lövö, die als gewachsene Kulturlandschaften bewahrt werden. Trotz örtlicher Torfstiche und Drainagemassnahmen (besonders in der Umgebung von Lövö und Svänö), befindet sich das Store Mosse in weitgehend natürlichem Zustand. "Store Mosse" ist kein homogener Hochmoorkomplex. Vielmehr finden wir eine Vielzahl unterschiedlichster Moortypen. Charakteristisch ist die mosaikartige Verschachtelung weiter Abschnitte von Hochmooren mit kleineren, zwischengeschalteten Niedermooren. Das Store Mosse besteht aus 5 großen Hochmoorbereichen und mehreren kleineren Niedermooren, die jedoch teilweise drainiert wurden. Die Niedermoore entwässern die Hochmoore und umgebende Mineralbodenbereiche. Das größte Hochmoor befindet sich zwischen Kävsjön und Herrestadsjön (siehe Abb. 3.2 auf Seite 138) und wird von einer Reihe sandiger Mineralbodenrücken und Niedermoore durchzogen. Dadurch wird dieses Hochmoor in eine Reihe separater asymmetrischer Hochmoore aufgegliedert, die alle leicht nach Süden abfallen (reliefbedingt). Blädöppet, das mit einer Länge von 5 km größte Niedermoor, kreuzt diesen großen Hochmoorkomplex von Osten nach Westen (siehe Abb. 3.2).

Diversität



(Quelle: SVENSSON, G., 1988)

Abbildung 3.2: Karte des Store Mosse

3.1.3.1 Naturgeographische Voraussetzungen

Der Hochmoorkomplex liegt auf einer Höhe von 160-170 m ü. NN., inmitten des südschwedischen Hochlandes. Geologisch betrachtet befindet sich das "Store Mosse" an einer Übergangszone, die sich zwischen Värmland und Schonen erstreckt. Im Osten dominiert der Smålandgranit, während im Westen jüngere Gneise überwiegen. Innerhalb des Nationalparks steht der Felsuntergrund nirgendwo direkt an. Die Region um das Store Mosse ist seit ca. 11.500 Jahren eisfrei. An glazialen Ablagerungen finden sich vornehmlich Moränenmaterial und fluviale Sedimente (Schwemmsande). Örtlich lassen sich postglaziale Dünen ("Rockarna") finden. Auf den postglazialen Dünen und um die alten Siedlungen Lövä und Svänä steht Mineralboden an. Die zumeist mit Kiefern bewachsenen Sanddünen ziehen sich streifen- bzw. inselartig durch die offene Moorlandschaft. Die vor 8.000 Jahren einsetzende Moorbildung hat dazu geführt, dass sich bis heute ein bis zu 7 m mächtiger Torfkörper entwickeln konnte. Die Torfschichten lagern direkt dem mineralischen Untergrund (häufig Schwemmsand) oder einer Seemudde auf und sind je nach Standort unterschiedlich stark entwickelt. Das sich in dieser Region Schwedens ein Hochmoor dieser Größe entwickeln konnte, hat seine Ursache vornehmlich in den dort herrschenden speziellen klimatischen Bedingungen. Diese hatten sich in den letzten Jahrtausenden seit dem Beginn der Entwicklung des Store Mosse periodisch immer wieder leicht geändert. Die Änderungen sind in der Stratigraphie konserviert worden (siehe Punkt 3.1.4). So kam es im Wechsel zu trockeneren Phasen, die das Hochmoorwachstum verlangsamten und feuchteren Phasen, die das Hochmoorwachstum beschleunigten. Im Moment befinden wir uns in einer "Feuchtzeit", die das Store Mosse mit einer durchschnittlichen Torfakkumulationsrate von $0,84 \text{ mm/a}$ aufwachsen lassen. Grund für das feuchte Klima ist der Einfluß der außertropischen Westwinddrift in diesem Gebiet, die ganzjährig milde (Erwärmung über Nordsee und Kattegatt), feuchte, ozeanische Luftmassen in diese Region führt. Verstärkt wird der Effekt noch durch die Lage im Luvbereich des südschwedischen Hochlandes. Durch orographische Hebung der feuchten Luftmassen kommt es hier zu verstärkten Niederschlägen. Die Store Mosse-Region weist Jahresniederschläge um die 1.000 mm auf.

Dünen

Klima

3.1.3.2 Die Vegetation

Die Moore sind zu einem großen Teil baumlos. Ausnahmen stellen Moorbeiche dar, die mit Zwergbirken bewachsen sind. Besonders auf den nährstoffarmen Hochmooren können nur anspruchslose Arten überdauern. Die Oberfläche der Hochmoore wird durch den Wechsel von wannenartigen Kleinstge-

Erica ...

wässern (Kermi, Flarken oder Schlenken) und kleineren Hügeln (Bülten) charakterisiert. Die Vegetation auf den Bülten wird durch zahlreiche Sphagnum-Arten (*Sphagnum rubellum* und *Sphagnum fuscum*) dominiert. In den Schlenken überwiegt *Sphagnum magellanicum*. An den Randbereichen der Hochmoore muß je nach Steilheit unterschieden werden. Auf den flacheren Bereichen ist die Vegetation sehr homogen (dominiert durch das Torfmoos *Sphagnum rubellum* und *magellanicum*), während sie auf unebenen Flächen heterogener wird und eine Kraut-Strauch-Baumschicht existiert. Hölzerne Hochmoorvegetation (wie Ericaceae-Arten) dominiert. Außerdem läßt sich *Pinus sylvestris* finden, wobei diese auf den ebenen zentralen Hochmoorflächen nie mehr als 0,5-1 m, auf den steileren Randbereichen jedoch bis zu 7 m Höhe erreichen kann. Die Niedermoorvegetation wird durch Carex-Arten (Seggen) dominiert. Die bessere Nährstoffverfügbarkeit läßt in trockeneren Bereichen auch *Myrika gale* (Glockenheide), bzw. *Erica tetralix* (Galgenstrauch) und an feuchteren Standorten *Menyanthes trifoliata* (Fieberklee) gedeihen. Das "Björnkullakärr" im südlichen Teil des Nationalparks ist eines der wenigen Niedermoores mit reicher Vegetation im südlichen småländischen Hochland. Die Ursache dafür ist die Zufuhr kalkhaltigen Grundwassers aus tieferen Erdschichten. Besonders bemerkenswert ist eine Vielzahl seltener Orchideenarten wie *Epipactis palustris* (Echter Sumpfwurz), oder *Gymnadenia conopsea* (Mücken-Händelwurz), die hier optimale Wachstumsbedingungen vorfinden. Die Dünen sind hauptsächlich mit Kiefern, die Moränenkuppen mit Mischwald (dominierende Fichte) bewachsen. Beeindruckend sind die weiten Uferbereiche des Kävsjön, die mit Schwinggrasen bedeckt sind.

Sumpfwurz

3.1.4 Entwicklungsphasen des "Store Mosse"

Stratigraphische, Pollen- und ^{14}C -Analysen geben Aufschluß über die Entwicklungsgeschichte des Store Mosse. Danach lassen sich 3 große Abschnitte unterscheiden:

3.1.4.1 Seestadium

Fast das gesamte Gebiet des heutigen Store Mosse wurde während Präboreal und Boreal (10.000-8.000 BP) durch den sog. "Fornbolmensjö" eingenommen, einem riesigen, oligotrophen Schmelzwassersee. Das Vorkommen von Seemudden ("Gyttja") unter den eigentlichen Torfen belegt dies. Am Ende des Boreal verlandete der See zusehens als Folge eines trockeneren Klimas. Gleichzeitig wurde, aufgrund ungleicher Landhebungsbeträge im Zuge der Abschmelzung

der skandinavischen Eiskalotte, das Gebiet im nördlichen Store Mosse stärker gehoben, als die Gebiete im Süden. Infolgedessen verlagerte sich die Seefläche weiter nach Süden, während nördliche, ehemalige Seeflächen trocken fielen. Sande des trockengefallenen Seebodens wurden in weiterer Folge durch den damals vorherrschenden Nordwind ausgeblasen (Deflation) und an anderer Stelle in Form langgestreckter Dünen wieder abgelagert, die heute noch als sogenannte "Rockkarna" deutlich in der Landschaft zu entdecken sind. Mit zunehmend feuchterem Klima begann auch die Moorbildung auf diesen offenen, nördlichen Teilen.

3.1.4.2 Niedermoorstadium

Vor 6.000 Jahren BP (jüngeres Atlantikum) änderte sich das Klima und es wurde feuchter, so daß die sandigen nördlichen Bereiche unter permanente Wasserbedeckung gerieten und so die Entwicklung eines Niedermoores eingeleitet wurde. Schnell etablierte sich auf diesen Flächen eine Niedermoorvegetation (dominiert von Carexarten). Interessant ist, dass sie im Süden des Store Mosse Moore gefunden wurden, in denen der Übergang zwischen Muddede und Niedermoor schon auf die Zeit des Boreal angesetzt werden kann. Das Niedermoorstadium existierte für ungefähr 1.000 Jahre und erbrachte nur geringe Torfmächtigkeiten.

Carex

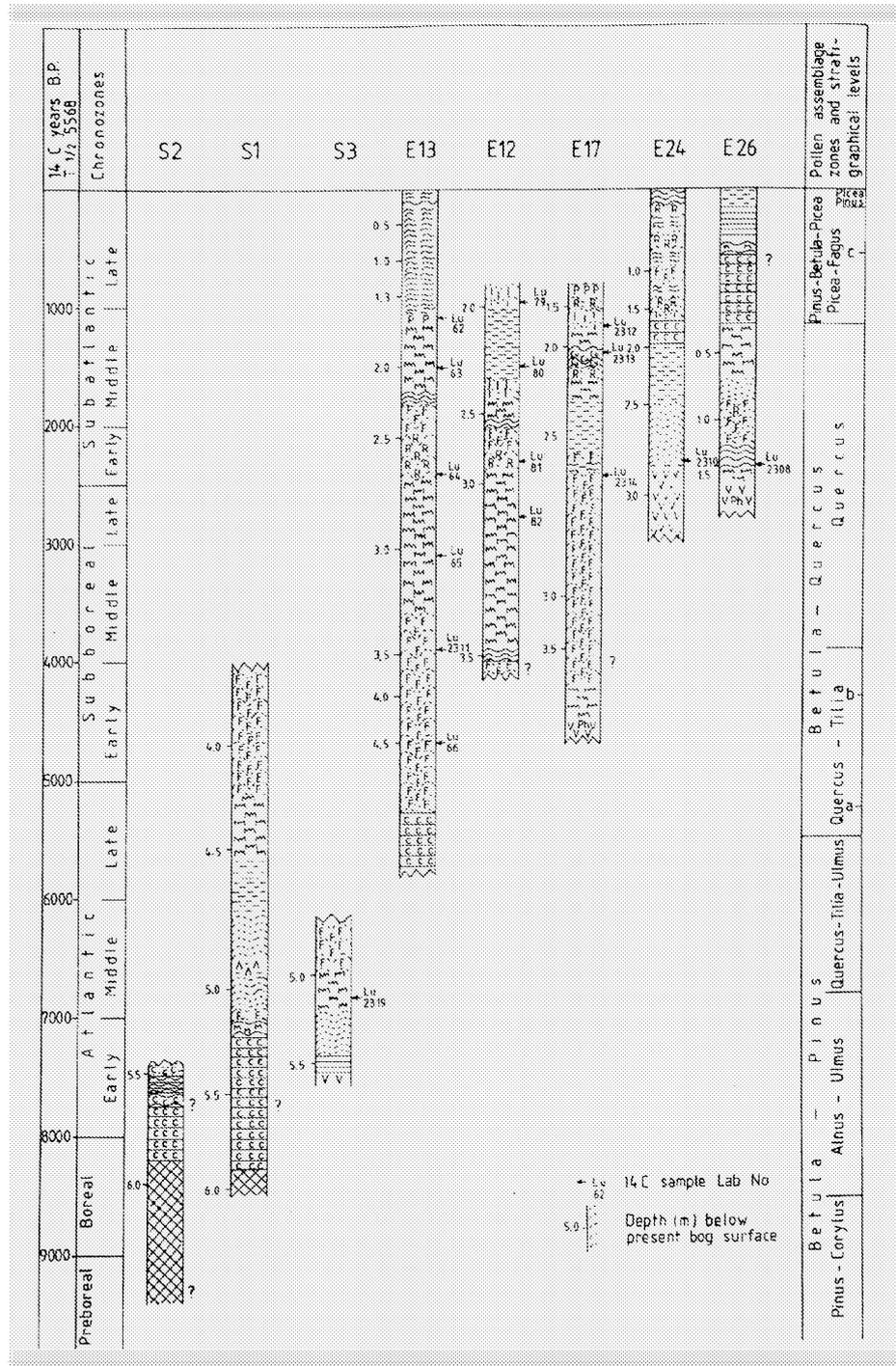
3.1.4.3 Hochmoorstadium

Die Hochmoorphasen wurde mit Hilfe der jeweils dominierenden Sphagnumart abgegrenzt:

a. Fuscum-Hochmoor: Der Übergang vom Niedermoor zum Hochmoor, dominiert vom Torfmoos *Sphagnum fuscum*, das vornehmlich die kleinen Hügel (Bülten) auf der Mooroberfläche besiedelte, wurde im südlichen Store Mosse schon im älteren Atlantikum (6.000 BP) eingeleitet. Hier findet sich der Übergang auch schon in einer Tiefe von 5 m. (S1 - S3 in Abb. 3.3 auf Seite 142).

Sphagnum

Es wird angenommen, dass sich von hier aus auch die nördlichen Gebiete vernähten, da der sich entwickelnde Torf Wasser nach Norden zurückstaute (mittleres Atlantikum). Im Norden findet sich die Übergangszone vornehmlich in einer Tiefe von 4,5-4 m und wird auf 5.000 Jahre BP (Übergang jüngeres Atlantikum zum Subboreal) datiert. (E13 in Abb. 3.3 auf Seite 142)



(Quelle: SVENSSON, G., 1988)

Abbildung 3.3: Store Mosse-Entwicklung

Es ist anzunehmen, dass sich das Hochmoor im Norden sehr schnell und über weite Gebiete gleichzeitig entwickelte. Später entwickelte sich auf diesen Flächen ein Feuchtwald. Erstaunlich ist, dass die 1. Phase der Hochmoorentwicklung im Norden mit einer Phase trockeneren Klimas einherging. Es gab dazu verschiedene Erklärungsversuche wie den von SVENSSON (1988), der behauptete, dass eine etablierte *Sphagnum fuscum*-Vegetation das Wasserregime selbst beeinflussen kann, da sie in der Lage ist, Wasser in großer Menge zu speichern. Der Beweis für ein trockeneres Klima ist ein hoch humifizierter Torfhorizont, der am Beginn des Subboreal (ca. 4.500 Jahre BP) in den südlichen Bereichen gebildet wurde. Das Hochmoorwachstum war in dieser Zeit aufgrund geringer Produktivität und hoher Humifizierungsraten generell sehr gering. Stratigraphisch gibt es im Fuscum-Hochmoor eine Entwicklung von gering humifizierten Torfen hin zu hoch humifizierten Torfen. Ihre Spitze findet diese Entwicklung am Ende der Phase, mit der Herausbildung eines hochhumifizierten "Grenzhorizontes" im gesamten Store Mosse, mit Beginn des Subatlantikums (ca. 2.400 Jahre BP, trocken). Diesen "Grenzhorizont" findet man heute in 2,6-3 m. Er schließt dieses 1. Stadium ab.

Subboreal

b. Rubellum-Fuscum-Hochmoor: Im Verlaufe des Subatlantikums wurde es nach dieser relativ langen, trockenen Ära wieder feuchter und die Vegetation wechselte abrupt. Die 2. Phase des Hochmoorwachstums wurde eingeleitet. Dieses Hochmoorstadium dauerte ca. 1.200-1.400 Jahre und hinterließ ein ca. 1m dickes Torfpaket. Generell ergibt sich das gleiche Bild wie im Fuscum-Hochmoor - dem "Grenzhorizont" lagern leicht zersetzte "Weißtorfe" über, die aber mit abnehmender Tiefe eine konstante Erhöhung des Humifizierungsgrades aufweisen und deren Entwicklung letztlich in 2 m in einem 2. "Grenzhorizont" ("Schwarztorfe") mündet. Dies korreliert mit den Ergebnissen anderer Forscher, die ermittelten, dass es vor 1.700 Jahren in dieser Region trockener wurde (Wasserstandssenkung in südschwedischen Seen). Dabei reicht allein eine Wasserabsenkung um einige Zentimeter, um drastische Auswirkungen auf die Torfakkumulationsrate zu haben.

Subatlantikum

c. Magellanicum-Hochmoor: Diese Schicht entwickelte sich auf den hoch humifizierten Teilen des *Rubellum-fuscum*-Hochmoores im mittleren Subatlanticum (ca. 1.200 Jahre BP). Das Klima wurde zu dieser Zeit wieder feuchter, was sich in steigenden Wasserständen manifestierte. Im Osten des Store Mosse muß sogar teilweise nährstoffreiches Wasser durchgeflossen (E24 und E26 in Abb. 3.3 auf Seite 142) sein, findet sich hier doch Niedermoorvege-

tation mit *Carex*, *Fagus* und *Picea* (Feuchtwald). Insgesamt entwickelte sich in diesem Stadium eine 2 m mächtige Torflage. Die Entwicklung von leicht humifizierten Torfen zu hoch humifizierten Torfen läßt sich für das Magellanicum - Hochmoor nur teilweise nachvollziehen (oberste Schichten).

3.1.5 Kultivierung und menschlicher Einfluß

Torf nach
Übersee!

Wie die meisten Moore Südschwedens, so wurde auch das "Store Mosse" durch den Torfabbau und die betriebene Landwirtschaft anthropogen beeinflusst. Der älteste Torfstich, den man hier fand, ist 5.000 Jahre alt und befindet sich bei der alten Siedlung Lövä. Im 19. Jh. begann der Torfabbau im industriellen Stil, der erst vornehmlich zur Einstreu an einheimische Bauern verkauft wurde, später vornehmlich für den Markt in Übersee (USA) bestimmt war. Es wurden eine Vielzahl von Torfhütten gegründet, die anfangs noch ohne maschinelle Hilfe den getrockneten Torf einfahren mußten. Später wurden Schienen verlegt und ab 1925 mit Lokomotiven gearbeitet. Anfang des 20. Jh. wurde zusätzlich eine Torfmüllfabrik ("Kittlakull") errichtet, die jedoch zweimal abbrannte und dann nicht wieder aufgebaut wurde. 1966 wurde die Torfmüllproduktion eingestellt. Einen guten Eindruck über den Torfabbau im "Store Mosse" vermittelt der "lilla lövöhike", der durch alte Torfstiche führt. Svänö und Lövä sind kleine Moränenkuppen, die vom Moor umschlossen sind. Aufgrund des dort befindlichen Mineralbodens wurden die Kuppen schon im 16. Jh. besiedelt und vornehmlich zu Zwecken der Landwirtschaft genutzt. Charakteristisch sind die im Zuge der Landwirtschaft aufgetretenen starken Wasserstandsschwankungen in diesen Siedlungsgebieten. Noch 1912 lebten mehrere Familien in den kleinen Ansiedlungen, die jedoch nach und nach verödeten. Heute versucht man den kulturlandschaftlichen Charakter dieser Gebiete durch Mahd- und Weidewirtschaft zu bewahren. Mitte des 19. Jh. veranlaßte die Gemeinde die Pegelsenkung des Kävsjön und Häradsösjön (der durch einen engen Sund mit dem Kävsjön verbunden war) um 2 m, vornehmlich, um neues Weideland zu gewinnen. Infolge der Arbeiten wurden ca. 1.500 ha Seegrund und 125 ha Sumpfwiese trockengelegt. Damit verschwand der "Häradsösjön" fast vollständig, und die Fläche des "Kävsjön" wurde beträchtlich verkleinert. Infolge der Intensivierung der Landwirtschaft wurde die Nutzung der Flächen bereits in der ersten Hälfte des 20. Jh. wieder eingestellt. Das Ende der Bewirtschaftung hatte weitreichende Auswirkungen auf das vielfältige Vogelleben am "Kävsjön". Hohe Schilf- und Gräserarten setzten sich durch und ließen die Population, besonders unter Watvögeln, erheblich zusammenschrumpfen. Heute versucht man durch die Reaktivierung alter Weideflächen am nördlichen "Kävsjön", die Artenvielfalt der Vogelpo-

Mahd und
Weide

pulationen wieder zu erhöhen. "Kävsjön" ist besonders unter Ornithologen ein hoch geschätztes Reiseziel geworden.

3.1.6 Literatur

- ALMQUIST-JACOBSEN, H. & FOSTER, D.R. (1995): Toward an integrated model for raised-bog development: Theory and field evidence, In: Ecology
- GOETTLICH, K. (1990): Moor- und Torfkunde, Stuttgart
- NATIONAL ATLAS OF SWEDEN (1995): Climate, lakes and rivers, Stockholm
- NATURVÅRDSVERKET (1997): Skyddad Natur, Rapport 4738, Stockholm
- OLDFIELD, F. (1997): Radiocarbon dating of a recent high-latitude peat profile: Stor Åmyran, northern Sweden, In: The Holocene, Heft 7
- SEPPAELAE, M., KOUTANIEMI, L. (1985): Formation of a string and pool topography as expressed by morphology, stratigraphy and current processes on a mire in Kuusamo, Finland, In: Boreas, Oslo
- SUCCOW, M., JESCHKE, L. (1986): Moore in der Landschaft, Leipzig
- SUCCOW, M., JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde, Stuttgart
- SVENSSON, G. (1988): Bog development and environmental conditions as shown by the stratigraphy of Store Mosse mire in southern Sweden, In: Boreas, Heft 17, Nr.1, Oslo
- SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – MONITOR 14 (1994): Biological Diversity in Sweden, Solna
- WEISCHET, W., ENDLICHER, W. (2000): Regionale Klimatologie, Teil 2: Die alte Welt, Stuttgart

3.2 Die Siljan–Struktur im Spiegel der aktuellen Impaktforschung

(von Sebastian Breitenbach)

3.2.1 Einleitung

Einer der größten Impakte¹ Europas – der Siljanimpakt – schuf in Schweden eine Seenlandschaft, die nur noch wenig an das gewaltige Ereignis zum Ende des Devons² erinnert. Auf einen Teil der besuchten Lokationen geht Ramona weiter unten genauer ein. Hier sollen wesentliche Prozesse während eines Meteoritenimpaktes auf der Erdoberfläche und deren Folgen für Geologie, Relief, Vegetation und die Lebewelt erläutert werden. Natürlich kann an dieser Stelle nicht näher auf Geophysik, Tektonik oder Atmosphärenchemie eingegangen werden, dafür sei auf u.v.a. FRENCH 1998, EMILIANI 1992 und RODDY et al. 1977 verwiesen. Aktuellste Forschungsergebnisse zum Siljanmeteoriten, der hier natürlich als Fallbeispiel dient, sind bei Herrn Dr. Kenkmann³ zu bekommen.

Ich möchte einleitend auf Impaktkörper und deren Gliederung generell eingehen. Darauf folgt ein wenig Physik, die uns die auftretenden Kräfte nahebringt und die Folgen verständlich (wenn auch nicht ganz vorstellbar) macht. Am Beispiel Siljanimpakt werden abschließend auch neuere Forschungen und Erkenntnisse, sowie die Folgen für die Umwelt vorgestellt.

3.2.2 Was sind Impaktkörper?

Zu den Impaktkörpern werden Kometen, Asteroide und Meteorite gezählt. Somit sind dies extraterrestrische Körper unterschiedlichster Form, Größe und Zusammensetzung, die durch unsere Atmosphäre dringen und auf Land oder See niedergehen. Weiterhin zählen auch die Sternschnuppen als “Minimeteorite” zu den Impaktkörpern, auch wenn sie zum größten Teil bereits in der Atmosphäre verglühen, ohne die Erdoberfläche zu erreichen.

¹landläufig auch als Meteoriteneinschläge bezeichnet

²368 Ma BP(±1Ma)

³Museum für Naturkunde der Humboldt–Universität zu Berlin, Invalidenstr. 43, 10115 Berlin

3.2.2.1 Kometen

Zusammenballungen aus Eis, Staub sowie Gesteins- und Metallkörpern werden als Kometen bezeichnet, die aus der Oortschen Wolke⁴ oder dem Kuiper-Gürtel⁵ stammen. Während ihres Fluges⁶ auf ellipsoidalen, parabolischen und hyperbolischen Orbitalbahnen⁷ in Richtung Sonne werden ihre flüchtigeren Bestandteile durch den Sonnenwind erodiert. Dieses Material bleibt auf der Flugbahn zurück und wird dort durch diverse gravitative Kräfte anderer Körper abgelenkt. Die Eis- und Staubmassen verselbständigen sich und können ihrerseits zu Meteoriten werden.

“Schneebälle”

Beispiele sind der vor einiger Zeit gut sichtbar gewesene Hale-Bopp oder der 158 km große Halleysche Komet. Häufig werden Kometen auch als “dreckige Schneebälle” bezeichnet.

3.2.2.2 Asteroide

Als Asteroide werden entweder unregelmäßige oder eher kugelige (abhängig von der Größe: je größer, desto eher kugelig) Brocken aus unterschiedlichem Material, die Durchmesser von einigen dutzend Metern bis zu etlichen Kilometern erreichen (Beispiele: Ida mit 52 km Länge und eigenem Trabanten (Daktylus, 1,5 km Durchmesser), Gaspra mit 20×12 km, oder Ceres, der größte bekannte Asteroid mit 800 km [nach EMILIANI 974 km] Durchmesser) bezeichnet. Als Herkunftsgebiet wird der Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter genannt, der aus Millionen von Kleinplaneten besteht. Die Dichte des Asteroidengürtels ist trotz allem recht gering: die Brocken halten einen mittleren Abstand von 5 Mio km zueinander.

Steingürtel

Man unterscheidet drei Asteroidentypen: TYP M (Metallkörper), TYP S (Steinkörper) und TYP C (gemischte Körper). Die Unterschiede in der Zusammensetzung entstehen durch gravitative Differentiation (PRESS & SIEVER 1995) in größeren Asteroiden (ab etwa 100 km Durchmesser), so dass im Planeteninneren ein Metallkern mit höherer Dichte und ein Silikatgemisch mit geringerer Dichte als Mantel entstehen (ähnlich dem Schalenbau der Erde).

⁴nach Jan Oort, einem niederländischen Astronomen, geboren 1900

⁵die Oortsche Wolke und der Kuiper-Gürtel sind unser Sonnensystem umgebende Strukturen

⁶Kometen besitzen eine durchschnittliche Geschwindigkeit von $\sim 40 \text{ km/s}$

⁷Orbitalbahnen werden in elliptische, parabolische und hyperbolische Orbits gegliedert. Dabei weisen Hyperbolische Orbits die größten Dimensionen auf. Bislang konnte aber kein Komet auf einer hyperbolischen Bahn beobachtet werden.

⁸siehe auch EMILIANI 1992

3.2.2.3 Meteorite

Fragmente der im Asteroidengürtel zerstörten Asteroide oder Brocken, die nie größer wurden, also kleinere Exemplare der Asteroide, werden als Meteorite bezeichnet. Diese werden in drei Klassen gegliedert:

Steinmeteorite (92.8%), Stein-Eisen-Meteorite (1.5%) und Eisenmeteorite (5.7%). Weiterhin unterteilt man die Steinmeteorite in Chondrite und Achondrite. Erstere enthalten kleine (0.5-1 mm) kugelige Körper, sogenannte Chondrulen, die unter schwerelosen Bedingungen gebildet werden (z.B. im All, in einem turbulenten Fluidum oder einem schweren Dampf).

Chondrulen

Die kleinsten bisher gefundenen Meteorite sind während ihres Fluges durch die Atmosphäre bis auf 0.01-1 mm geschrumpft. Die größten dagegen wiegen bis zu 60 t (Grootfontein/Namibia). Besonders in der Antarktis und in Tiefseesedimenten sind die kleinsten Partikel zu finden (EMILIANI 1992).

Treffen nun also Himmelskörper auf unserer Erde auf, so entstehen Krater. Der Prozess des Aufschlags wird als Impakt, der Krater als Impaktstruktur bezeichnet. Im folgenden soll die Impaktphysik ein wenig erläutert werden.

3.2.3 Impaktphysik

“... The processes by which large impact craters form, and the sudden releases of huge quantities of energy involved, cannot be duplicated in the laboratory, and, fortunately, no such structure has formed during recorded human history. ...

[FRENCH 1998]

“ vom Himmel hoch... ”

Ein genügend großes Objekt wird die Atmosphäre mehr oder weniger unbeschädigt durchschlagen und die Erdoberfläche erreichen. Nach FRENCH ist dies bei Steinmeteoriten ab >50 m, bei metallischen Meteoriten ab >20 m Durchmesser der Fall. Das Projektil verliert dabei kaum von seiner kosmischen Geschwindigkeit ($\sim 25 \text{ km/s}$). Es können, je nach Größe des Projektils, einfache oder komplexe Krater entstehen. Hier sollen die Prozesse eines **hypervelocity impact crater** ein wenig genauer untersucht werden, da auch der Siljankrater zu diesen gehört. Eine solche Kraterform ist durch mehrere Ringe und Bassins sowie eine zentrale Kuppe (central uplift) charakterisiert (siehe Abb. 3.4(d) Seite 149). Weiter treten häufig terrassierte Hänge auf. Hypervelocity impact crater haben eine im Verhältnis zum Durchmesser eher geringe Tiefe.

Beim Aufschlag des Meteoriten werden gigantische Energiemengen frei. Es wird eine Schockwelle ausgebildet, die sich hemisphäroidal mit vielfacher Schallgeschwindigkeit vom Einschlagsort weg bewegt. Die Drücke, die dabei erreicht werden, übersteigen mehrere GPa, was weit über dem Stresslevel liegt, ab dem Gesteine plastisch

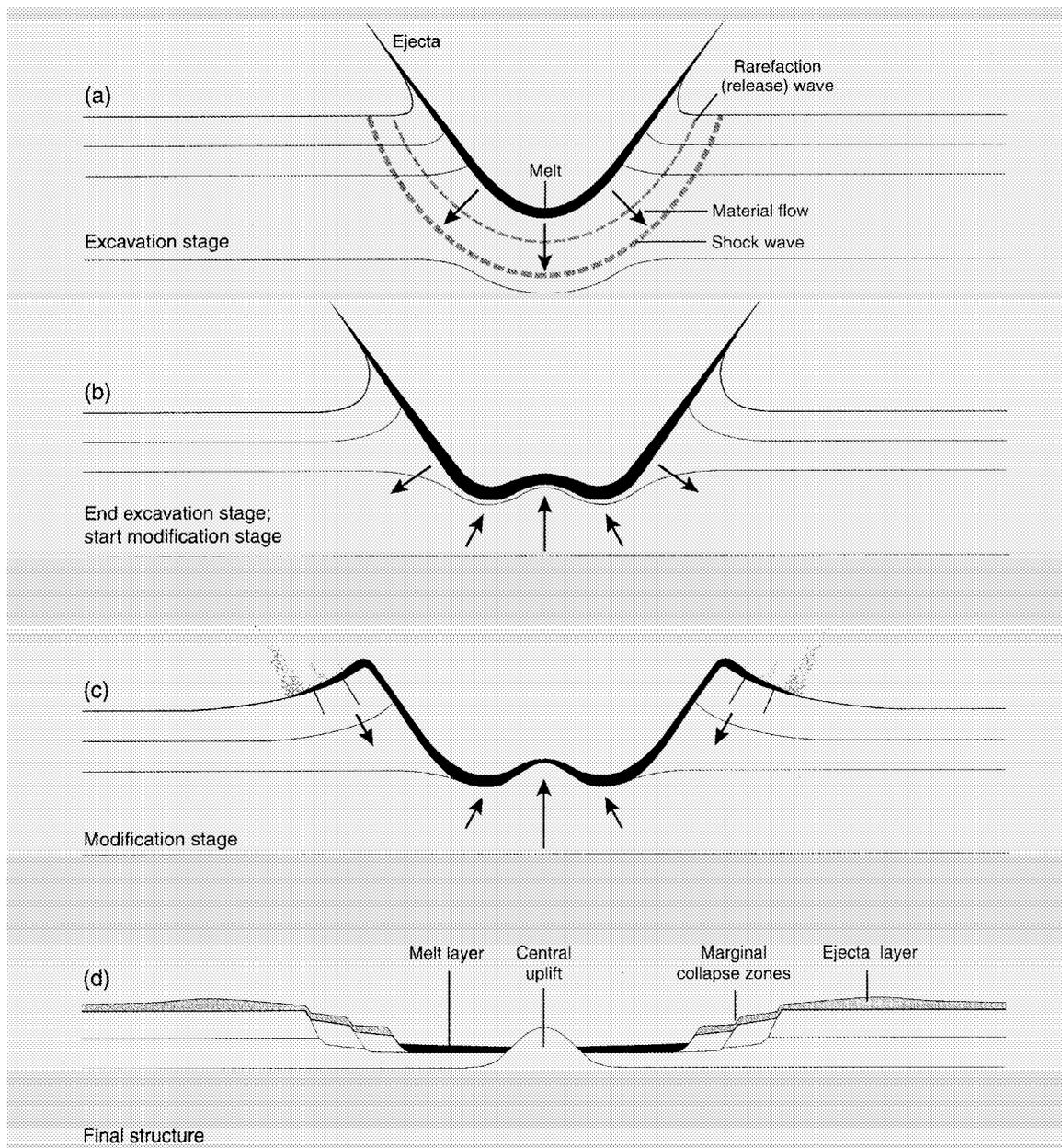
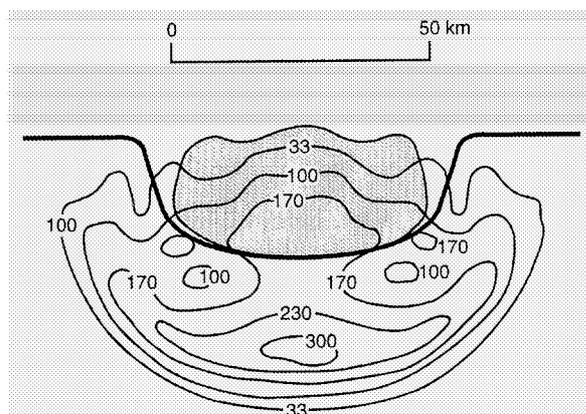


Fig. 3.10. Development of a complex impact structure. Series of cross sections showing progressive development of a large, complex impact structure in a horizontally layered target: (a) formation of a large transient crater by the excavation process is virtually identical to transient crater formation in smaller structures (compare with Fig. 3.3a–d); (b) initial development of central uplift during the subsequent modification stage; (c) start of peripheral collapse, accompanied by continuing development of the central uplift and the thinning and draping of the original melt layer (black) over the uplifted rocks; (d) final structure, which is of the central-uplift type, consists of a central uplift of deeper rocks, surrounded by a relatively flat plain and by a terraced rim produced by inward movement along stepped normal faults. The central uplift is surrounded by an annular deposit of allogenic breccias and impact melt (black), which may be absent from the central peak itself. An ejecta layer (stippled) covers the target rocks around the structure. The diameter of the final structure, measured at the outer rim beyond the outermost fault, may be 1.5–2× the diameter of the original transient crater. This central-peak morphology is observed in terrestrial structures ranging from about 2–25 km in diameter; larger structures tend to develop one or more concentric rings within the crater (for details, see text).

(Quelle: FRENCH, B.M., 1998, S.26)

Abbildung 3.4: Entwicklungsstadien eines komplexen Kraters.



(Quelle: FRENCH, B.M., 1998, S.18)

Abbildung 3.5: Kontakt- & Kompressionsstadium: Schockwellenbildung und Projektilverformung (Drücke in GPa).

oder elastisch deformiert werden (Abb. 3.5). Es bilden sich deshalb charakteristische Strukturen aus, die es uns erlauben, auf einen Impakt zu schließen. Mit der Schockwelle wird das Gestein auf mehrere Kilometer pro Sekunde⁹ beschleunigt. Diesen Vorgang nennt man auch Schockwellenmetamorphose.

shocking!

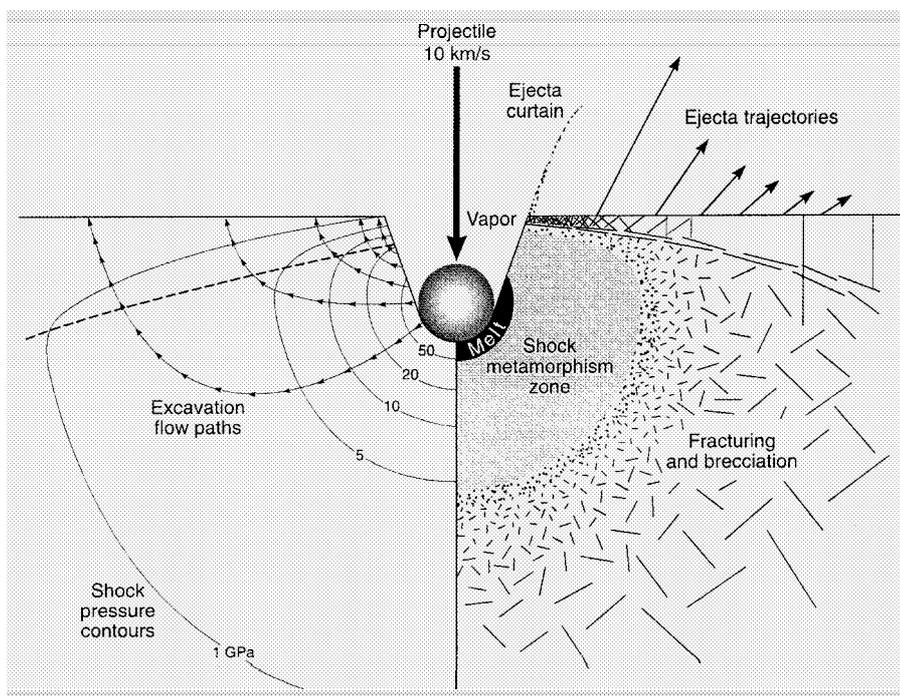
Dieser komplexe Metamorphoseprozess muss hier ein wenig gegliedert werden. Nach FRENCH werden drei Stadien ausgehalten: 1. Kontakt und Kompression, 2. Herausschleudern und 3. die Modifikation.

3.2.3.1 Stadium von Kontakt und Kompression

Dieses Stadium beginnt mit dem Moment des Auftreffens des Projektils auf die Erdoberfläche. Innerhalb von Millisekunden wird es gestoppt und die kinetische Energie auf das Ziel übertragen. Es wird die Schockwelle gebildet. Während sich der Meteorit in die Oberfläche eintieft, läuft die Schockwelle vom Einschlagsort weg.

Die Kompression erreicht Drücke bis zu mehreren Hundert GPa. Diese Drücke nehmen mit größerer Entfernung vom Einschlagort sehr schnell ab (siehe Abb. 3.6 Seite 151), da erstens die Energie auf eine immer größere Fläche aufgeteilt wird und somit die Energiedichte abnimmt, zweitens Energie für die Beschleunigung, Erwärmung und Kompression des Gesteins verbraucht wird. Der Schockwelle folgt eine Entlastungswelle nach, die das komprimierte Gestein entlastet (siehe Abb. 3.4(a) Seite 149). Da diese zweite Welle am Kraterrand die Schockwelle überholt, kommt es zum Herausspritzen eines Teils Schmelze und Gesteinstrümmer schräg

⁹GRIEVE 1990



(Quelle: FRENCH, B.M., 1998, S.19)

Abbildung 3.6: Initiale Schockwellen-Drücke und Bewegungsbahnen um das Einschlagszentrum.

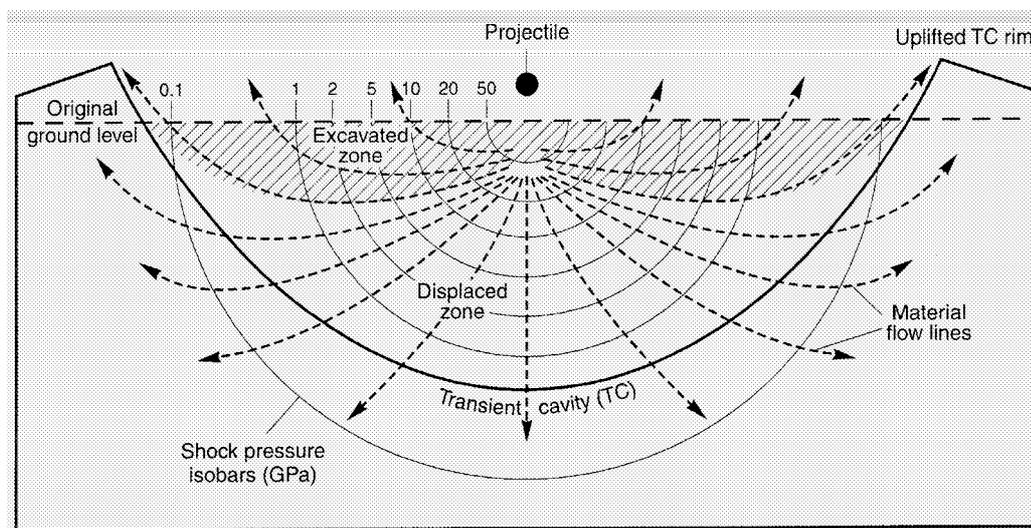
nach oben und außen.

Die schwächer werdende Schockwelle hinterläßt ringförmige Schockzonen, die unterschiedliche Spitzendrücke und somit auch unterschiedliche Deformationserscheinungen aufweisen. Direkt im Einschlagszentrum werden Temperaturen und Drücke wie im Erdinnern erreicht, was ein Verdampfen¹⁰ des Gesteins (Meteorit wie Anstehendes) zur Folge hat.

Im Umkreis vieler Kilometer können 10 – 50 GPa auftreten, was starke Deformationen im ungeschmolzenen Gestein bewirkt. Noch weiter entfernt (1-2 GPa) werden die Drücke zu seismischen und elastischen regulären Wellen und die Geschwindigkeit fällt bis auf die Schallgeschwindigkeit in Gesteinen ($\sim 5-8 \text{ km/s}$) ab. Diese sind u.U. weltweit registrierbar. Die entstehenden Formen (Brekzierung, Faltung, Versatz . . .) sind oft schwer von "normalen" geologischen Formen (Tektonik etc.) zu unterscheiden (FRENCH 1998). Parallel zu den geschilderten Wellenbewegungen geht eine weitere Welle in das Projektil, die sich nach oben (rückwärts) bewegt, dort reflektiert wird und als rarefaction wave (auch release wave oder tensional wave) wieder zur Projektilvorderseite läuft. Sobald sie dort ankommt und

Schall und
Rauch

¹⁰nach KENKMANN werden bis zu 60.000°C erreicht! (frdl. mndl. Mitteilung)



(Quelle: FRENCH, B.M., 1998, S.22)

Abbildung 3.7: Bewegungsbahnen während der Phase des Herausschleuderns.

der Meteorit dadurch druckentlastet wurde, ist das Kompressionsstadium beendet. Insgesamt vergehen in diesem Stadium nur 1-2 Sekunden! Danach spielt das (verdampfende) Projektil keine Rolle mehr bei der Impaktentwicklung. Eine Dampf- und Staubwolke wird ausgeschleudert, ein Schmelze-See aus Meteoriten- und Zielgesteinsmaterial bildet sich (Abb. 3.4(d) Seite 149).

3.2.3.2 Stadium des Herausschleuderns

Eine etwas längere Phase des Herausschleuderns von Material schließt sich der Kompressionsphase an. Da der Meteorit sich mit dem Einschlag unter die ehemalige Erdoberfläche eintieft, wird ein Teil der Schockwelle nach außen (oben) bewegt, wo das zerrüttete Material herausgerissen wird (siehe Abb. 3.7) (auch als excavation flow bezeichnet). Das unter dem Meteoriten liegende Gestein wird beschleunigt und nach unten und zu den Seiten gedrückt. Die sich bildende Schüssel wird bis zu 20-30× so groß wie der Durchmesser des Meteoriten und hat nur kurze Zeit Bestand. Eine weitere Kratervergrößerung findet durch die Bildung des transient crater rim — also durch Hochdrücken von Gestein am Kraterrand — statt. Sobald die Schockwellenenergie zu gering wird, stoppt die crater rim-Bildung.

Liegt die minimale Geschwindigkeit des excavation flow beispielsweise bei 1 km/s, so ist ein Krater mit 200 km Durchmesser in weniger als zwei Minuten "gebaut" (weitere Berechnungen bei MELOSH 1989). Das Stadium des Herausschleuderns wird beendet, wenn sich die Schockwellenkraft und die Gravitation die Waage

Pressen!

halten (Sekundenbruchteile). Dann beginnt mit dem Zusammenstürzen der Seiten des vorübergehend gebildeten Kraters das Modifikationsstadium.

3.2.3.3 Stadium der Modifikation

Mit dem Übergang der Schockwelle in seismische Wellen beginnen Prozesse der Gesteinsmechanik und der Gravitation. Im hypervelocity impact crater sind die Modifikationen abhängig von der Kratergröße und dem Zielgestein. Stärkere Reliefänderungen (central uplift-Bildung und Kraterrandkollabierung sowie die Bildung mehrerer Ringe um das Zentrum) treten nur bei größeren Impakten auf. Ist der Einschlag besonders groß, kann es auch zum Kollabieren des central uplift und sogar der Ringe kommen. Dadurch werden aus "einfachen" komplexe Krater oder sogenannte "multiring basin's". Ein Beispiel für letztere ist der bekannt gewordene Chicxulub-Krater vor der mexikanischen Küste mit >180 km Durchmesser.

Kollaps

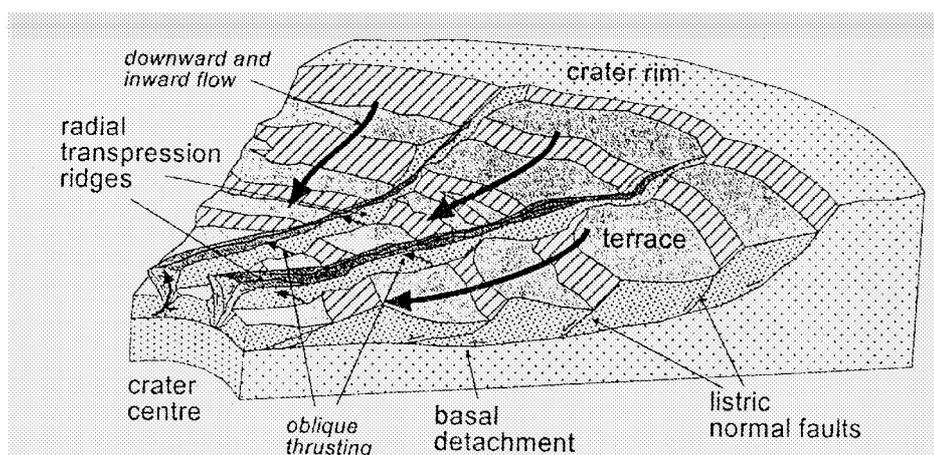


FIG. 1. Schematic illustration of movements during gravity-driven collapse into the transient cavity in a complex impact crater. Material is down-faulted along listric normal faults. Individual blocks may rotate antithetically with respect to the motion along a detachment horizon. Neighbouring slumpings are separated by radial transpression ridges, in which material is transferred to the surface along oblique particle paths. The radial transpression ridges grow toward the centre of the cavity. Note that the effect of bulk thickening of the sliding wedges is not shown in the sketch.

(Quelle: KENKMANN, TH. & VON DALWIGK, I., 2000, S.1190)

Abbildung 3.8: Gravitationsbedingter Kollaps des Kraterrandes eines komplexen Kraters.

Auf der Erde¹¹ bilden sich ab ca. 4 km Impaktdurchmesser (in Felsgestein) bzw. ab 2 km Durchmesser in Sedimenten komplexe Krater. Diese besitzen zumeist einen relativ ebenen Boden, ein central uplift und komplexe Kollapsstrukturen der Seitenwände und u.U. der Ringe und des central uplifts. Es kommt zur Terrassenbildung durch listrische Abschiebungen von den übersteilten Erhebungen. Untersuchungen zu Materialverlagerungen im Siljankrater führen u.a. KENKMANN und VON DALWIGK durch (siehe Abb. 3.8 Seite 153). FRENCH geht davon aus, dass die Hebung des Zentrums (central uplift) etwa $\frac{1}{10}$ des Kraterenddurchmessers beträgt¹². Die Modifikationen sind ebenfalls in sehr kurzer Zeit abgeschlossen (~15 min). Welche Strukturen bei welchen Kraterdurchmessern zu erwarten sind, ist bei GRIEVE et al. (1981) nachzulesen¹³.

3.2.3.4 Impaktzeugen

was bleibt...

Bei längst vergangenen Impaktereignissen ist ein Nachweis an einige wenige Zeugen gebunden, die auch Millionen Jahre später noch vom Einschlag erzählen. Hierzu zählen vor allem die Metamorphite und Neubildungen, aber auch charakteristische tektonische Strukturen. Mit Hilfe der Geophysik sind letztere in Luft- und Satellitenbildern analysierbar. Zu den Gesteinsveränderungen sind die sogenannten shatter cones¹⁴, geschockte Quarze und Quarzhochdruckmodifikationen wie Stishovit zu zählen. Letzterer gilt als relativ sicheres Zeichen für einen Impakt, da er sich erst bei Drücken ab 16 GPa bildet. Zwar treten diese Drücke auch im Erdinnern auf, allerdings würde der instabile Stishovit wieder zu Quarz, ehe er die Erdoberfläche erreichte. Da wir ihn jedoch trotz allem auf dieser finden, muss ein solch hoher Druck an der Erdoberfläche geherrscht haben, was wiederum nur durch Meteoriten (oder Atombomben) geschehen kann.

Es entstehen weiter diaplektische Gläser, ehemalige Feldspäte und Quarze, die ihre Kristallstruktur verloren haben. Sie unterscheiden sich von vulkanischen Gläsern durch ihre ursprüngliche Form, die erhalten bleibt, wobei aber intern keine atomare Ordnung zu finden ist. In Quarzen sind auch PDFs (planar deformation features) zu finden, die den WITTMANNSTÄTTENSchen Figuren im mikroskopischen Bereich ähnlich sind. Solche Quarze werden auch als Schockquarze bezeichnet.

Natürlich findet man auch Impaktite, also völlig geschmolzene Gläser, die aus dem Krater herausgeschleudert wurden und z.T. weltweit zu finden sind. Auch "überirdisch" hohe Gehalte an Spurenelementen oder Schwermetallen (z.B. Iridium) sind

¹¹Kratermodifikationen sind gravitationsabhängig. Somit sind z.B. auf dem Mond oder dem Mars mit jeweils anderen Gravitationskräften auch andere Modifikationen zu erwarten.

¹²mehr dazu bei GRIEVE et al. 1981

¹³siehe auch FRENCH 1998, S. 27

¹⁴dies sind Gesteinsbrocken, die in geriffelten und kegelförmigen Mustern zersprungen sind und sich am besten bei Drücken von 5-10 GPa in homogenen Gesteinen wie Kalkstein oder Quarzit ohne innere Struktur bilden. (GRIEVE 1990)

ein Hinweis auf ein Impaktereignis.

Häufig ist die Suche nach Lagerstätten der Auslöser für Untersuchungen ungewöhnlicher geologischer Strukturen, die sich dann als Impakte herausstellen. Mit Beginn der Raumfahrt und der Planung von Mond- und Marslandungen wurden von amerikanischer Seite sehr viele Ringstrukturen (wie das Nördlinger Ries) genau untersucht. Auch dabei wurden einige Meteoritenkrater entdeckt. Seltener bleiben Meteoritenreste erhalten, die eindeutig vom Impaktereignis berichten.

“One simple definition is that the modification stage ends ‘when things stop falling’.”

[FRENCH 1998, S. 23]

3.2.4 Der Siljanimpakt — ein Fallbeispiel

Die Siljan-Struktur gilt als größter westeuropäischer Impakt. Sie befindet sich in Dalarna, Südzentral-Schweden, bei 61° 2' N, 14° 52' E. Während GRIEVE (1988) noch von etwa 52 km Kraterdurchmesser ausging, nehmen KENKMANN und VON DALWIGK (2000) 65 km an (siehe Abb. 3.9 Seite 156). Die ersten Interpretationen der auffälligen Ringstruktur als Impakt wurden 1963 von WICKMAN et al. und WICKMAN publiziert. Nach dem Fund von geschockten Quarzen (SVENSSON 1971), shatter cones (SVENSSON 1973) und Brekziendykes (RONDOT 1975) wurde die These gefestigt. Die heutige kreisförmige, 28-30 km durchmessende central uplift-Struktur des tief erodierten Kraters ist im Gelände durch den Siljansee im Süden und Südwesten, den Orsasjön-See im Westen, den Skattungen-See im Norden und den Oresjön-See im Nordosten begrenzt. Dies ist der Rest der ehemals viel größeren Struktur, die allerdings seit dem Impakt vor 368±1Ma um ca. 1,5 bis 2 km¹⁵ freigelegt wurde.

Lage

Hier sollen einige geologisch wichtige Charakteristika des Siljanimpakts erläutert werden. Die Aufschlußbeschreibung ist weiter unten bei Ramona und zum Teil auch im ersten Exkursionsbericht¹⁶ nachzulesen.

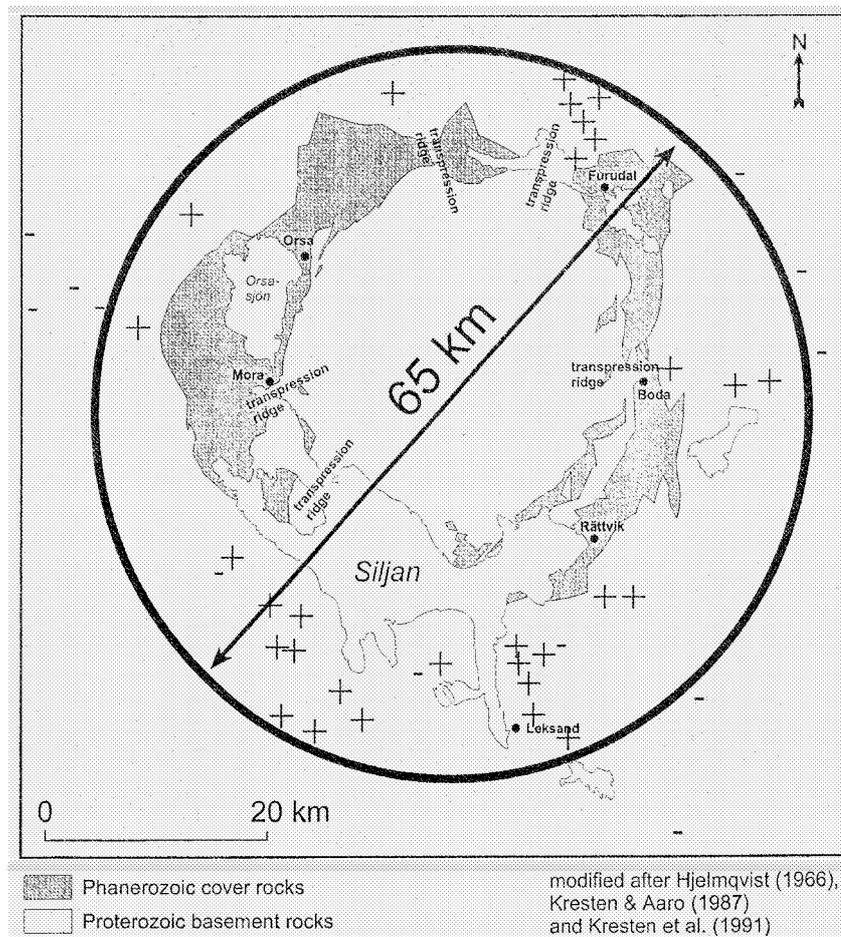
3.2.4.1 Geologie und Alter des Siljanimpakts

An der Grenze zwischen Devon und Karbon (368±1Ma BP) wurde diese Struktur durch einen etwa 2-3 km durchmessenden Meteoriten gebildet. Dieser traf auf etwa 2 km mächtige Sedimente der Kaledonischen Orogenese, die während des Devons abgelagert worden waren. Diese Sedimente und auch das Impaktmaterial sind erodiert worden (KENKMANN & VON DALWIGK 2000). Im Siljangebiet erschlossene

¹⁵KENKMANN 2000

¹⁶KLESSEN, R. & LEY, M. (Hrsg.): Exkursion nach Schweden. In: Arbeitsberichte des Geographischen Institutes, Humboldt-Universität zu Berlin, Heft 20, 2.Auflage, Berlin 2002

Ölvorkommen lassen auf eine ehemalige Sedimentdecke von 2-5 km schließen. Heute stehen zumeist Dalagranite (Siljan- und Järnagranit) und Porphyre an. Nur in der Vertiefung des Impaktringes um die central uplift-Struktur sind Sedimentreste erhalten geblieben, die im Kambrosilur¹⁷ als Tafelsedimente mit roten Molassen entstanden. Hierzu zählen die Sedimente der Dala-Serie (Subjotnum, Jotnum¹⁸).



(Quelle: KENKMANN, TH. & VON DALWIGK, I., 2000, S.1195)

Abbildung 3.9: Siljankrater: Durchmesser nach KENKMANN & VON DALWIGK.

¹⁷SMED/EHLERS 1994

¹⁸siehe auch Gero ab Seite 19!

3.2.4.2 Aktuelle Erkenntnisse und Forschungen

Die neueren Arbeiten zum Siljangebiet beschäftigen sich vor allem mit der Ursprungsgröße des Kraters; hier sei noch einmal auf KENKMANN et al. verwiesen, der von einem sehr viel größeren Durchmesser ausgeht als bisher in der Literatur zu finden ist. Er führt ebenfalls Forschungen zur Kratermechanik und zu RTR's (radial transpression ridges, auch Abb. 3.8 Seite 153) durch, die zu den Strukturformen der komplexen Krater gehören. Es werden auch Altersbestimmungen versucht, um genauere Aussagen treffen zu können, inwieweit der Impakt mit der Grenze zwischen Devon und Karbon zusammenfällt. Als größter westeuropäischer Impakt kommt dem Siljan insofern Bedeutung zu, als auch paläoklimatische Zusammenhänge noch zu klären sein werden.

wann denn nun?

3.2.4.3 Folgen für Vegetation und Lebewelt

Immer wieder werden uns filmisch katastrophale Events präsentiert; die Fernsehindustrie nutzt dieses Thema gern, um uns in die Kinos zu locken. Glücklicherweise ist uns bisher ein solches Ereignis erspart geblieben, wäre doch ein Meteoritenimpakt von der Größe des Siljanmeteoriten sicher mit globalen Folgen auch für uns Menschen verbunden! Nichtsdestoweniger sind diese Impaktereignisse in der Erdgeschichte nicht selten. Wir finden mehrere sogenannte Massensterben, zu denen z.B. auch das Chicxulub-Event gehört.

Zweifelsohne ist das Siljan-Event ein großes Ereignis gewesen, allerdings wird es kaum globale Auswirkungen gehabt haben. Die Wirkungen beschränkten sich wohl weitgehend auf Europa. Die Folgen eines Einschlags sind bei genügend großem Projektildurchmesser mit gravierenden Einschnitten in die Lebewelt eines größeren Raumes verbunden. Es kam in der geologischen Vergangenheit zu mehreren Massensterbeereignissen (nicht zu verwechseln mit Massenaussterbeereignissen, bei denen viele Arten und Gattungen von Flora und Fauna aussterben!). Dieses plötzliche Sterben in einer Region (auch global) deutet auf rapide verschlechterte Lebensbedingungen. Betrachten wir die Pflanzenwelt, so wird ein Impakt kaum ein Aussterben der Art hervorrufen, allerdings kann über viele Hundert bis Tausend Kilometer jegliche Vegetation vernichtet werden. Diese kehrt danach sukzessive wieder zurück, sobald die Lebensbedingungen sich bessern (abhängig von Faktoren wie Bodenbildung, Wassergüte, Temperatur etc.). Waldbrände sollen nach SHUVALOV¹⁹ beim Chicxulub-Event etwa 2.000-3.000 km im Umkreis gewütet haben! Er geht von 1.500-4.000 km Waldbrandradius aus, je nach Größe des Meteoriten. Der Ries-Impakt soll dagegen nach BOEHME et al. (in BUFFETAUT & KOEBERL 2001) keine gravierenden langfristigen Auswirkungen auf die Flora und Fauna Süddeutschlands gehabt haben.

Glut und Tod

Im Bereich des Siljankraters nimmt KENKMANN²⁰ ein totales Auslöschen des Le-

¹⁹in BUFFETAUT & KOEBERL 2001

²⁰nach frdl. mndl. Mitteilung

bens (bis auf einzelne Individuen) in einem Umkreis von 400-600 km an. Sicher sind auch globale Klimaänderungen bei großen Impakten zu erwarten, die sich für mehrere Hundert bis Tausend Jahre bemerkbar machen. Diese rühren aus den gigantischen Mengen an Staub und Gesteinsdampf her, die in die Atmosphäre geschleudert werden (sogenannter Atomarer Winter), aber auch von einer veränderten chemischen Zusammensetzung unserer Atmosphäre. Kurzfristig würde der Strahlungsmangel wohl zu einer globalen Abkühlung führen, die durchaus mehrere Kelvin betragen könnte. Andererseits dürfte ebendiese "verdrechte" Atmosphäre in größeren Zeiträumen aufgrund eines verstärkten "Treibhauseffekts" eine positive Temperaturentwicklung hervorrufen. Umstritten bleibt, ob ein Impaktereignis tatsächlich zu einem globalen "Sterilisieren" der Erdoberfläche führen könnte. Für die Fauna bedeutet ein Meteoriteneinschlag möglicherweise eine Veränderung der Nahrungskette, sofern eine bestimmte Gattung oder Art ausstirbt. Für Massensterbungen sprechen HUBER et al. und ALBERTÃO & MARTINS JR.²¹, die von ökologischen Veränderungen bei Foraminiferen an der KTB (Kreide-Tertiär-Grenze) berichten.

Für das Siljan-Event werden allerdings maximal europäische Auswirkungen vermutet.

Phönix aus der
Asche?

Andererseits wird diskutiert, ob vielleicht das Leben überhaupt erst als "Trittbrettfahrer" auf einem Asteroiden oder Meteoriten auf die Erde kam. Viele Wissenschaftler²² bescheinigen dieser Theorie eine gewisse Wahrscheinlichkeit. Einige Forscher glauben, bereits Beweise für Lebensspuren in Meteoriten gefunden zu haben. Weiterhin gibt es viele Diskussionspunkte, wieviel Einfluß Meteoriten auf das Leben und seine Entwicklung insgesamt haben, sei es nun fördernd oder vernichtend oder beides gemeinsam. Insgesamt wirkt sich ein großer Impakt katastrophal aus, bewirkt aber sicher auch eine Weiterentwicklung. Hier ist die Forschung besonders angehalten, Erkenntnisse zu erzielen, die uns Voraussagen zulassen, wann wieder ein Himmelskörper unsere Erdbahn kreuzt. Meteoritenforschung wird intensiv am Berliner Naturkundemuseum von STOEFLER und KENKMANN betrieben, die auch gern auf Diplomarbeitsthemen hinweisen.

3.2.5 Literatur

BUFFETAUT, E., KOEBERL, C. (Hrsg.)(2001): Geological and Biological Effects of Impact Events, EFS IMPACT, Springer-Verlag, Berlin/ Heidelberg/ New York
 EMILIANI, C.(1992): Planet Earth — Cosmology, Geology, and the Evolution of Life and Environment, Cambridge University Press, Cambridge, New York
 FINK, D.(1973): Überblick über die Meteoritenforschung – Stand: 1973, Hahn-Meitner-Institut für Kernforschung Berlin GmbH, Berlin

²¹HUBER et al. sprechen von 70% ausgestorbener Radiolarien nach zwei Impakten im späten Eozän (in BUFFETAUT&KOEBERL 2001)

²²z.B. M. SCHUDACK, FU-Paläontologie, VL Erdgeschichte, WS 2001/02

- FRENCH, B.M.(1998): Traces of Catastrophy — A Handbook of Shock–Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures, Lunar and Planetary Institute Contribution No. 954, Houston
- GRIEVE, R.A.F.(1988): The Formation of Large Impact Structures and Constraints on the Nature of Siljan. In: BODÉN, A., ERIKSSON, K.G.: Deep Drilling in Crystalline Bedrock, Volume I: The Deep Gas Drilling in the Siljan Impact Structure, Sweden and Astroblemes, Springer–Verlag, Berlin/ Heidelberg/ New York/ London/ Paris/ Tokyo
- GRIEVE, R.A.F.(Juni 1990): Irdische Meteoritenkrater. In: Spektrum der Wissenschaft
- HEIDE, F.(1957): Kleine Meteoritenkunde, Springer–Verlag, Berlin/ Heidelberg, 2. Auflage
- HENAREJOS, PH.(2000): Der kleine Himmelsführer, Könemann Verlagsgesellschaft mbH, Köln
- KENKMANN, TH. & VON DALWIGK, I.(2000): Radial transpression ridges: A new structural feature of complex impact craters. In: Meteorites & Planetary Sciences 35, 1189-1201, Meteoritical Society
- KRINOV, E.L.(1966): Giant Meteorites, Pergamon Press, Oxford/ Braunschweig
- POHL, J. (Hrsg.)(1987): Research in Terrestrial Impact Structures, Vieweg–Verlag, Braunschweig/ Wiesbaden
- POPE, K.O.(2002): Impact dust not the cause of the Cretaceous-Tertiary mass extinction. In: Geology, 2 2002, S.99-102, Geological Society of America
- PRESS, F. & SIEVER, R.(1995): Allgemeine Geologie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/ Berlin/ Oxford
- RODDY, D.J., PEPIN, R.O., MERRILL, R.B.(Hrsg.)(1977): Impakt and Explosion Cratering, Pergamon Press, New York/ Oxford/ Toronto/ Sydney/ Frankfurt
- SMED, P., EHLERS, J.(1994): Steine aus dem Norden, Gebrüder Bornträger Verlag, Berlin/ Stuttgart

Webseiten

www.lpl.arizona.edu/SIC/impact_cratering/intro/

www.lpi.usra.edu/publications/books.html

www.physik.uni-greifswald.de/~sterne/Sternwarte/Meteorites/index.html

3.3 Siljan–Rundtour (9. Tag)

(von Ramona Ball)

Am 22. August starteten wir ausgehend von der Herberge in Rättvik unsere Siljan-Rundtour, um eine der größten Impaktstrukturen Westeuropas zu sehen. Da bereits im Exkursionsheft 20 (2. Auflage) eine ausführliche Darstellung von Rättvik und Umgebung vorgenommen wurde, soll im folgenden nur auf neue Lokationen eingegangen werden. Bei unserer Rundfahrt um den Siljansee standen die Aufschlüsse Åsberg, Klikten auf der Insel Sollerön, Hättberg und Trollberget, sowie der Aufschluß am Fluß Ryssan an. Außerdem war ein Besuch des bekannten Björnparken geplant, der leider ausfallen musste, da der Park bereits geschlossen war. Auch die Fahrt mit dem Sessellift auf den Gesundaberg musste entfallen, da der Sessellift bereits Mitte August geschlossen wird und eine Fußwanderung zu viel Zeit in Anspruch genommen hätte. Aus diesem Grunde soll im folgenden nur eine Betrachtung der Aufschlüsse Åsberg, Sollerön, Hättberg und Trollberget erfolgen.

3.3.1 Außenring des Impaktes

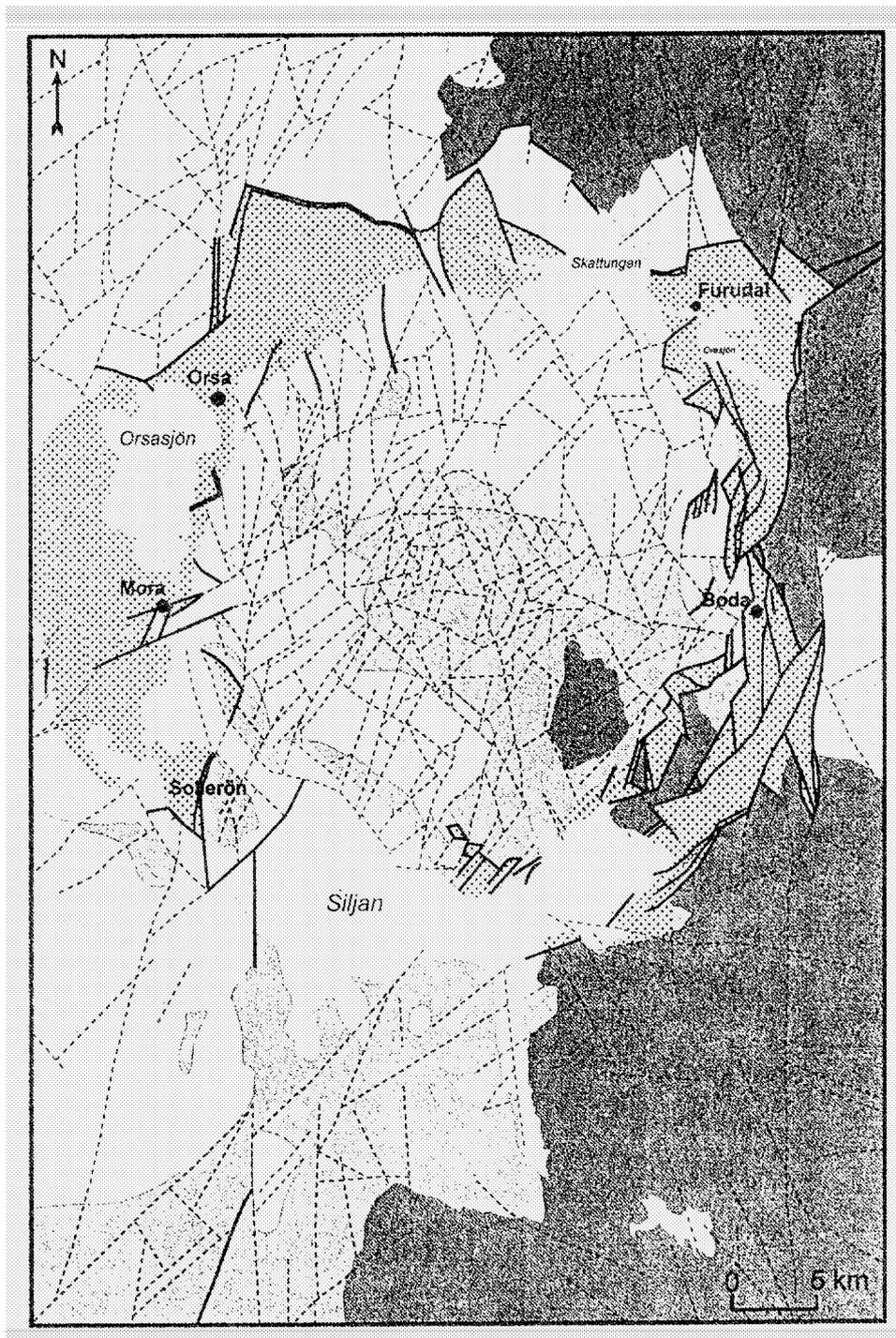
Exkursionspunkt: Åsberg

am Siljansee

Beim Aufschluss Åsberg handelt es sich um einen inaktiven Steinbruch im südwestlichen Sektor des Siljansees. Wir untersuchten einen aufgelassenen Granitbereich an der SE-Flanke des Åsberges. Es handelt sich dabei um einen Steinbruch im leukokraten Siljangranit, d.h. im Gestein dominieren helle Minerale wie z.B. Quarz und Feldspat sowie helle Glimmer. Des weiteren konnten wir im Gestein mehrere kleine apliktische Dykes erkennen. Diese entstanden nach Beanspruchung durch den Impakt und durch Eindringen diabasischer Schmelzen in vorhandene Klüfte etwa zur Wende Karbon–Perm. Außerdem konnten wir im oberen Teil der nördlichen Aufschlusskante einen großen Diabasgang erkennen, welcher den Granit durchquerte. Der Granit selbst zeigte intensive Störungen auf. Des weiteren fanden wir Gesteine, die nicht unmittelbar im Zusammenhang mit dem Aufschluß zu sehen sind, wie z.B. die roten Dalaporphyre. Diese zeichnen sich durch größere weiße Feldspateinsprenglinge in der roten Grundmasse aus.

Exkursionspunkt: Sollerön (Klikten)

1921 wurde auf der Insel Sollerön das größte Gräberfeld (100-150 Gräber) aus der Wikingerzeit gefunden. Am Ort einer alten Quelle, die während der Wikingerzeit zur Götterverehrung angelegt wurde und an der Opfergaben niedergelegt wurden, konnten wir die Folgen der Christianisierung erkennen. Mit der Abkehr von der heidnischen Religion wurden an die alten Kultstätten häufig Kirchen gesetzt, wie die Laurentius-Kapelle auf der Insel Sollerön.



(Quelle: KENKMANN, TH. & VON DALWIGK, I., 2000, S.1194)

Abbildung 3.10: Vereinfachte geologische Karte des Siljangebiets.

Zink und Blei

Die Quelle, ehemals für heidnische Rituale genutzt, wurde nach der Christianisierung zum Symbol der Dreifaltigkeit und sollte Gesundheit und Glück bringen. Anschließend besuchten wir den Aufschluß Klikten. Es handelt sich hierbei um eine verlassene Silbergrube im südwestlichen Sektor der Impakt-Struktur. Durch den Impakt wurde die Insel Sollerön am Klikten gespalten. Infolgedessen kam es zu einer Blattverschiebung (Abb. 3.8 auf Seite 153) über der Insel. Die Blattverschiebung hatte zur Folge, dass sich der Granit hob, während das paläozoische Gestein abgesenkt wurde und somit vor Abtragungsprozessen geschützt wurde. Die gefundene Verwerfungszone im Kalkstein – auch als Mylonitzone bezeichnet – besteht aus einer feinkörnigen, dunkel-grauen Grundmasse, welche außerdem Mineralanteile sowie Fragmente des Felsgestein aufwies. Eigentliches Ziel war es, in der Mine Silber abzubauen, aber man fand lediglich Zinkblende und Bleiglanz im Kalkstein.

3.3.2 Central-uplift-Bereich des Impaktes

Exkursionspunkt: Hättberg

shatter cones

Im Central-uplift-Bereich und 10 km östlich von Orsa (Abb. 3.10 auf Seite 161) befindet sich der Aufschluss Hättberg, in dem grobkörniger Järna-Granit, proterozoischer Sandstein und feinkristalline, dunklere Vulkangesteine zu finden sind. Der Aufschluss liegt 330 m ü. NN und 170 m über dem Siljanspiegel. Es handelt sich hier um einen Exkursionspunkt²³, an dem shatter cones (s.a. Sebastian), welche sich im Järnagranit ausgebildet haben, gefunden wurden. Die vorhandenen shatter cones lassen den Schluss zu, dass hier ein Druck von mindestens 2 GPa oder sogar mehr gewirkt haben muss.

Exkursionspunkt: Trollberget

Impakt-Schmelze

Ebenfalls im Bereich des central uplift erkundeten wir östlich von Mora den Aufschluss Trollberget. Es handelte sich dabei um einen präparierten Aufschluss, der, ein wenig abseits des Weges gelegen, nur etwa 3 m² Fläche zeigte und für die einige Wochen vorher durchgeführte Exkursion des “Impact Tectonism”-Workshops freigelegt worden war. An dieser Stelle konnten sehr gut erhaltene Impaktschmelzen beobachtet werden. Das vorliegende Gestein besteht aus Siljangranit, welcher von einem Dyke durchzogen wird. Dieser tritt auf ca. 3 m Länge aus und ist etwa 20 cm breit. Der Dyke weist eine NW-SE-Orientierung auf und fällt vertikal. Er besteht aus einer rötlich-braunen Schmelze. Die Kontaktbereiche zum umgebenden Siljangranit sind scharf ausgebildet, es findet sich keine Kontaktaureole. Die Schmelze ist feinkristallin, in der jedoch Fragmente des umgebenden Granits erkennbar waren. Die Fragmentgröße schwankt zwischen weniger als 1 mm bis zu

²³s.a. VON DALWIGK (2002)

2 cm, das größte Fragment ist 10x5 cm groß. Eine Datierung²⁴ des Impaktes an diesem Aufschluss mittels $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Methode ergab, dass das Ereignis vor $368 \pm 1\text{Ma}$ stattgefunden hat. Der Kontakt des Dykes mit dem im nordwestlichen Teil des Aufschlusses ausstreichenden Diabas ist weniger scharf ausgebildet. Der Siljangranit zeigt auch shatter cones. Hier war aber das "hammering" leider strikt untersagt...

3.3.3 Literatur

DALWIGK, ILKA VON (2002): Field Guide to the Siljan Impact Structure. In: Workshop "Impact Tectonism" in Mora, Sweden, May 31 – June 2.

KENKMANN, TH. & VON DALWIGK, I.(2000): Radial transpression ridges: A new structural feature of complex impact craters. In: Meteorites & Planetary Sciences 35, 1189-1201, Meteoritical Society

²⁴nach der Methode von GRIEVE (1987), s.a. VON DALWIGK (2002)

3.4 Fahrt von Rättvik nach Uppsala (10. Tag)

(von Thora von Oven)

3.4.1 Naturreservat Styggforsen

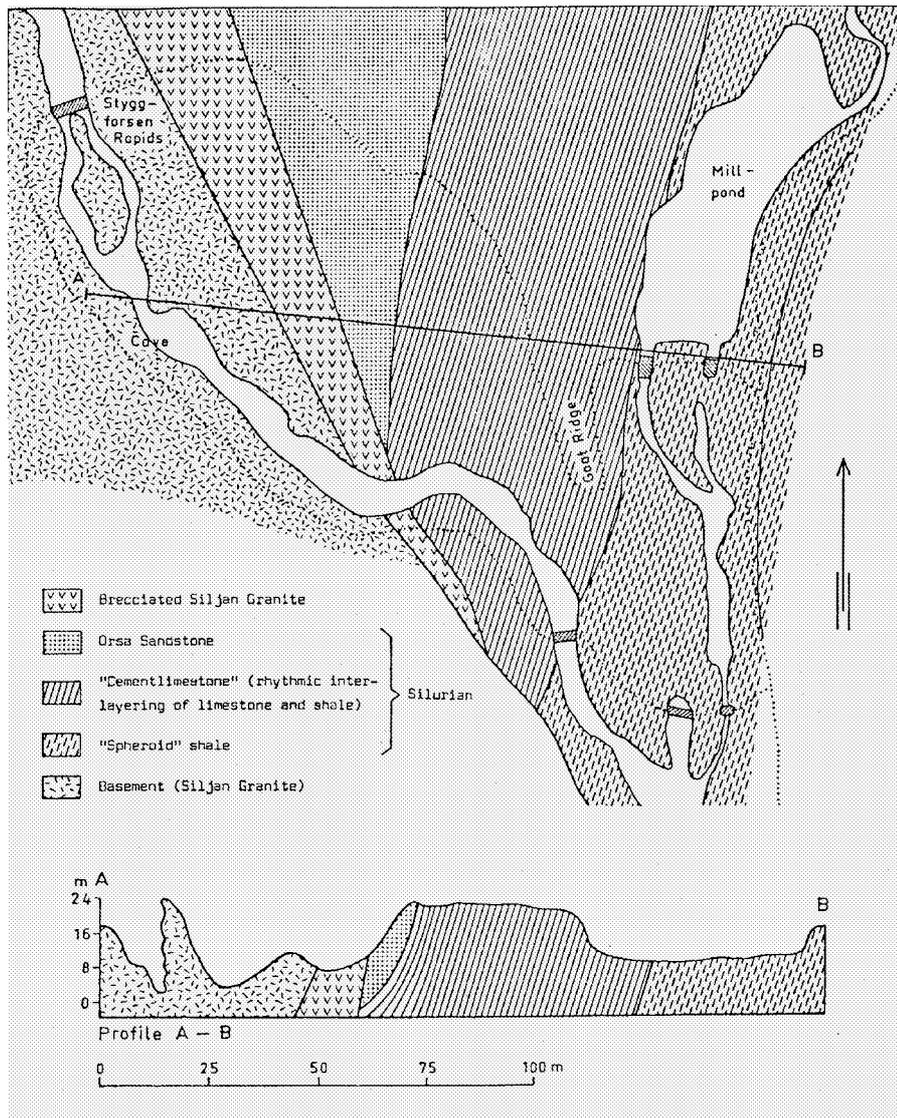
Meteoriten-
einschlag

Das Naturreservat Styggforsen befindet sich ca. $\frac{1}{2}$ Autostunde von Rättvik entfernt südöstlich des Siljansees. An diesem Ort kann man die paläozoische Gesteinsfolge bis zum Übergang zum Grundgebirge verfolgen. Zudem ist die direkte Kontaktzone zwischen beiden sichtbar. Das Besondere an diesem Standort ist die teilweise fast senkrechte Stellung der Gesteinsschichten. Diese Schrägstellung ist eine Folge des Meteoriteneinschlags vor ca. 362 Mio. Jahren im Bereich des Siljangebietes. Man nimmt an, dass sich die paläozoischen Gesteinsschichten während des Einschlags auf dem Kraterrand befanden. Dafür spricht, dass sie noch gut erhalten sind, im Innern wären sie umfassender Zertrümmerung bzw. Verdampfung unterlegen. Während des Krater-Modifikationsstadiums sind diese Sedimentgesteine in Richtung Kraterinneres abgerutscht (Kollabieren der Seitenwände). Diesen Abrutschbewegungen vom Kraterrand wurde vom Kraterinneren mit Kollabieren der Seiten des central uplifts (=zentrale Erhebung) entgegengewirkt. Dadurch ist die Kontaktzone zwischen den paläozoischen Sedimenten und dem kristallinen Granit entstanden. Die Rundtour führt entlang eines ausgeschilderten Pfades (Abb. 3.11 Seite 165). Der Pfad verläuft auf Schiefer- und Kalksteinschichten, die vor mehr als 400 Mio. Jahren als Lehm- und Kalkschlamm im silurischen Meer abgelagert worden waren. Die kalkigen Sedimentschichten hatten sich ursprünglich auf dem Lehmschiefer abgesetzt. Dieser bildet nun den südlichen Teil des Rückens und ist durch kleine sphärische Linsen aus Kalkstein gekennzeichnet. Deshalb wird er auch Sphäroidschiefer genannt. Die Schichten enthalten Schalenreste wirbelloser Tiere (Graptolithen), die allerdings auch der begeisterte Geologe an seinem Ort lassen sollte. Die jüngste Schichtfolge ist der helle Orsa-Sandstein, der seinen Namen nach der Gemeinde trägt, wo er früher abgebaut wurde. In direktem Kontakt, an der westlichen Talseite, steht Granit an, der viele Risse und Spalten aufweist, zertrümmert und teilweise als Brekzie ausgestaltet wurde (Abb. 3.11 Seite 165). Die Intensität der Zertrümmerung nimmt nach Westen, also in Richtung des Kraterinneren, hin zu. Die Risse haben sich nach dem Impaktereignis meist mit Quarzen verfüllt.

Sphäroiden-
schiefer

Styggforsen

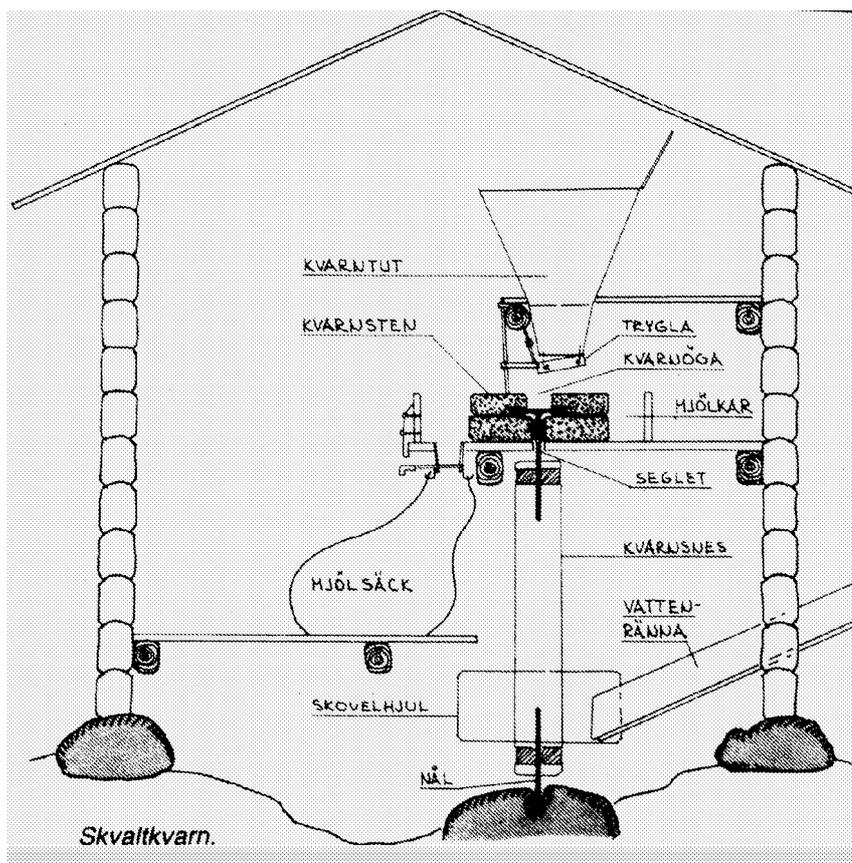
Das Gebiet um Styggforsen ist glazial überformt worden. Die Schmelzwässer des abtauenden Inlandeises haben im Bereich des Brekzien-Granits einen tiefen Canyon in das Gestein eingeschnitten (Abb. 3.11). Das Wasser fällt hier 36 m in die Tiefe, bevor es dem weiteren Flussverlauf folgen kann. Die Wasserkraft wurde während des 18. Jahrhunderts zur Betreibung von Wassermühlen und Sägewerken genutzt. Zu dieser Zeit befanden sich 28 Wassermühlen auf einem Flussabschnitt von 5 km. Im 19. Jahrhundert, als die Industrialisierung in der Region Einzug



(Quelle: LAENSSTYRELSEN, 1993)

Abbildung 3.11: The Styggforsen area.

nahm, errichtete man eine große Mühle (Abb. 3.12). Davon profitierte eine Ziegelfabrik, eine Zementfabrik sowie eine Schleifsteinwerkstatt. Sie bestanden nur bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Kurz darauf wurde ein Wasserkraftwerk gebaut, das erstmalig zwei Dörfer der Region mit Strom versorgte. Dieses war bis 1937 in Betrieb.



(Quelle: LAENSSTYRELSEN, 1993)

Abbildung 3.12: Skvaltkvarn.

3.4.2 Gamla Uppsala

Gamla Uppsala (Alt-Uppsala) liegt in der schwedischen Provinz Uppland. Die heutige Landschaft Upplands ist durch die Hebung des Landes aus dem Meer entstanden. Diese verlief in den einzelnen Regionen Upplands unterschiedlich schnell. Noch vor etwa 4.000 Jahren befand sich die östliche Region Uppsala unter der Baltischen

See. Die Fläche war eine Schärenlandschaft, aus der einzelne Höhenzüge wie Inseln aus dem Wasser ragten. Die ersten Menschen siedelten vor ca. 7.000 Jahren in den Regionen Upplands, die sich bereits über den Meeresspiegel erhoben. In Süd- und Westschweden war die Landhebung und somit die Besiedlung schon weiter vorangeschritten. Mit der Hebung des Landes entstanden fruchtbare Ackerflächen, die mit Lehm bedeckt waren. Da man zu der Zeit noch nicht über passende Ackerbaugeräte verfügte, um den schweren Lehm zu pflügen, nutzte man sie als Weide. Erst später wurden die Flächen für die Landwirtschaft verwendet. Die Nähe zum Wasser bedeutete für die Siedler eine ausreichende Versorgung mit Fisch. Nach und nach entwickelte sich über Wasser- und Landwege der Handel. Durch die Landhebung war noch eine Fahrrinne zur Ostsee übrig geblieben (Langhundra-Fahrinne). Alt-Uppsala wurde zu einem Handelsplatz, an dem Pelze aus dem Norden und Westen weiter verkauft wurden. Anhand von archäologischen Funden konnte man feststellen, dass es ein zentraler Handelspunkt war, der Verbindungen bis in den arabischen Raum pflegte. Auch erlangte die Siedlung höhere Bedeutung als zentrale Verwaltungsstätte. Die Blütezeit Gamla Uppsalas war während des Eisenzeitalters bzw. der Völkerwanderungszeit um 500 n.Chr. Es blieb bis zur Wikingerzeit ein bedeutendes Machtzentrum. Diese Rolle verschob sich dann auf die Handelsstadt Birka auf der Insel Björkö im Mälarseetal. Gamla Uppsala heißt ins Deutsche übersetzt "Alt-Uppsala". Es bezeichnet das historische Zentrum Uppsalas. Uppsala mag soviel bedeuten wie "offene Säle", d.h. eine Art Säulenportal. Heute ist Alt-Uppsala eine kulturhistorische Stätte, an der man in einem Museum Funde aus den Königsgrabhügeln sehen kann. Dazu gehören Gegenstände aus der Wendelzeit (7.-9. Jahrhundert), ein Silberschatz und eine Wikingerfrau, die in einem Bootgrab im Pfarrgarten gefunden wurde. Die heutige Stadt Uppsala befindet sich im Osten der historischen Siedlung.

weiter Handel

eine
Wikingerfrau

Mitten in einem Gräberfeld erstrecken sich drei Hügel, die Historiker als Königsgräber ausgemacht haben (siehe Abb. 3.13 auf Seite 168). Frühe eingehende Untersuchungen des Ost- und Westhügels im 19. Jahrhundert ergaben, dass die Toten durch eine Feuerbestattung zu Grabe getragen worden waren. Deshalb liegen heute nur noch Reste des Grabguts vor. In großem Prunk wurden die Herrscher begraben, inmitten ihrer gesamten Ausrüstung wie Waffen, Pferde, Verpflegung, evtl. sogar Leibeigene. Die Zeichnung des Künstlers LENNART THORSTENSON (Abb. Seite 170) mag diese Szene verdeutlichen.

Gräber

Der mittlere Hügel blieb weitestgehend unangetastet, bis in den 1920er Jahren bei einer allgemeinen Untersuchung der gesamten Kultstätte Professor LINDQVIST feststellte, dass der mittlere Hügel einst mit der höchsten Steinanhäufung versehen war. Die Hügel sind von den Siedlern zusammengetragen worden. Man nutzte das Material der Rollstein-Oser. Auf den Kämmen des ursprünglichen Bergrückens fand die Feuerbestattung statt. Darauf wurde Material von den dazwischenliegenden Partien angehäuft, um die Feuerstelle abzudecken. So entstanden die sanft abgerundeten Hügel. Bis heute ist man sich nicht sicher, für wen diese drei Königs-

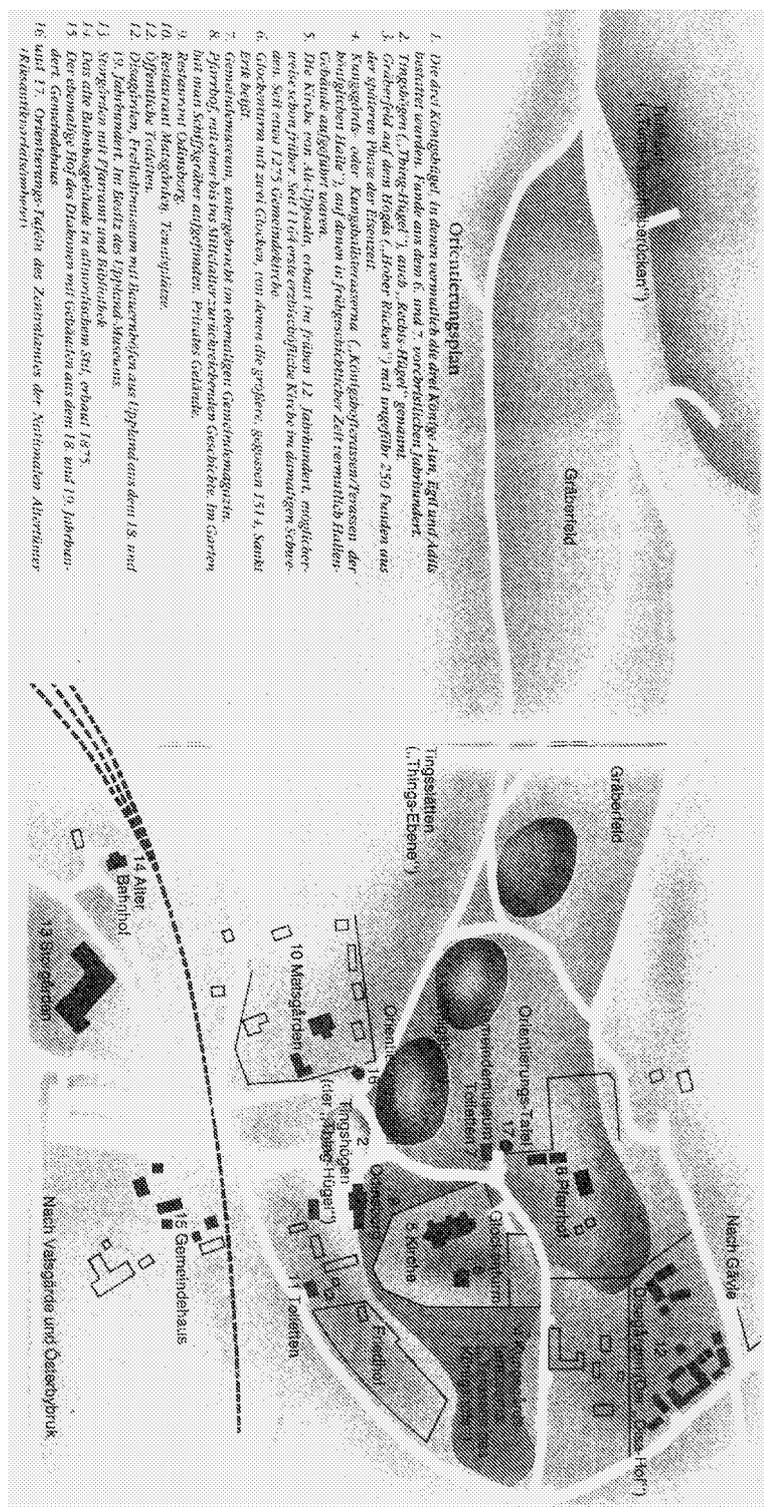


Abbildung 3.13: Übersichtsplan über Gamla Uppsala (Quelle: LITTMARCK, 1995).

gräber gedacht waren. Während der Wikingerzeit im 10. Jahrhundert beschreibt ein norwegischer Dichter die norwegische Königsdynastie im Ynglingatal (Ynglinga=ältestes schwedisches Königsgeschlecht).

Aus dieser Königsdynastie könnten die drei begrabenen Herrscher stammen. Man vermutet, dass es sich dabei um die drei großen Könige Aun, sein Sohn Egils und dessen Enkel Adils handeln könnte. Diese These stützten auch Grabbeigaben, deren Ornamente den Osthügel auf das Jahr 500 datieren, den Westhügel auf ca. 50 Jahre später. Folglich liegt im mittleren Hügel König Aun, im Osthügel König Egils und im Westhügel König Adils begraben. Auch sind die drei Hügel nach den heidnischen Göttern Thor, Odin und Frey benannt. Vermutlich wurden in der früheren Mythologie den Herrschern der gleiche Rang wie Göttern zugesprochen.

Aun, Egils und
Adils

Der heilige Ort bei den Königshügeln wurde vom Stammesoberhaupt bewohnt. Das einstige Wohn- und Wirtschaftsgebäude für Herrscher und Gefolge befand sich auf der Terrasse der Königshalle (siehe Abb. 3.13 auf Seite 168). Versorgt wurde das Königshaus von unterstellten Höfen, den Domänen. Zur Verwaltung wurden diese Domänen zu Uppsala Öd zusammengefasst. Der schwedische Staat beruft sich noch heute auf diese Verwaltungseinheiten der Domänen. Die Höfe, die dem König gehörten, wurden oftmals husby (husaby) genannt. Diese Benennung findet man noch heute und deutet auf frühere Zugehörigkeit zum Königshaus hin.

Außerdem trat in Uppsala das Thing (=Ding) zusammen, eine Volks-, Heeres- und Gerichtsversammlung, auf der alle Rechtsangelegenheiten des Stammes behandelt wurden. Das Thing fand unter Vorsitz des Königs (Stammeshäuptling) unter freiem Himmel statt. In Gamla Uppsala wurden die Sitzungen auf dem Thing – Hügel (siehe Abb. 3.13 auf Seite 168) abgehalten. Weiterhin wird vermutet, dass sich dort auch ein Opferhain sowie ein heidnischer Tempel befanden.

das Thing

Ganz Uppland setzte sich aus den Stammesterritorien Tiundaland, Fjärdhundra-land und Attundaland zusammen. Diese wiederum waren in Hundare (später Härade) eingeteilt. Jeder Hundare war Bestandteil des Verteidigungsapparats, denn es musste jeweils ein Schiff inklusive Mannschaft gestellt werden. Alt-Uppsala und Umgebung wuchsen zum Zentrum des Svear-Reiches heran. Die Svear waren der Kernstamm der Schweden und schlossen mit seinem Königsgeschlecht der Ynglingar zwischen dem 6. und 10. Jahrhundert die Gauten in Südschweden sowie die Inseln Öland und Gotland zum Schwedenreich = Svea-Rike zusammen.

Die Svear beteten heidnische Gottheiten an. Der Einzug des Christentums fand hier erst später statt. So verfasste ADAM VON BREMEN 1075 n.Chr. die Geschichte der Erzbischöfe, die über die blutigen Riten der Svear in Gamla Uppsala berichtet. Auf einem Opferhain wurden den drei Asengöttern (Asen = in der germanischen Mythologie das gewaltigste der Göttergeschlechter) Thor, Odin und Frey u.a. menschliche Opfer gebracht. In einem goldenen Tempel (siehe oben) wurden diese

Mythen

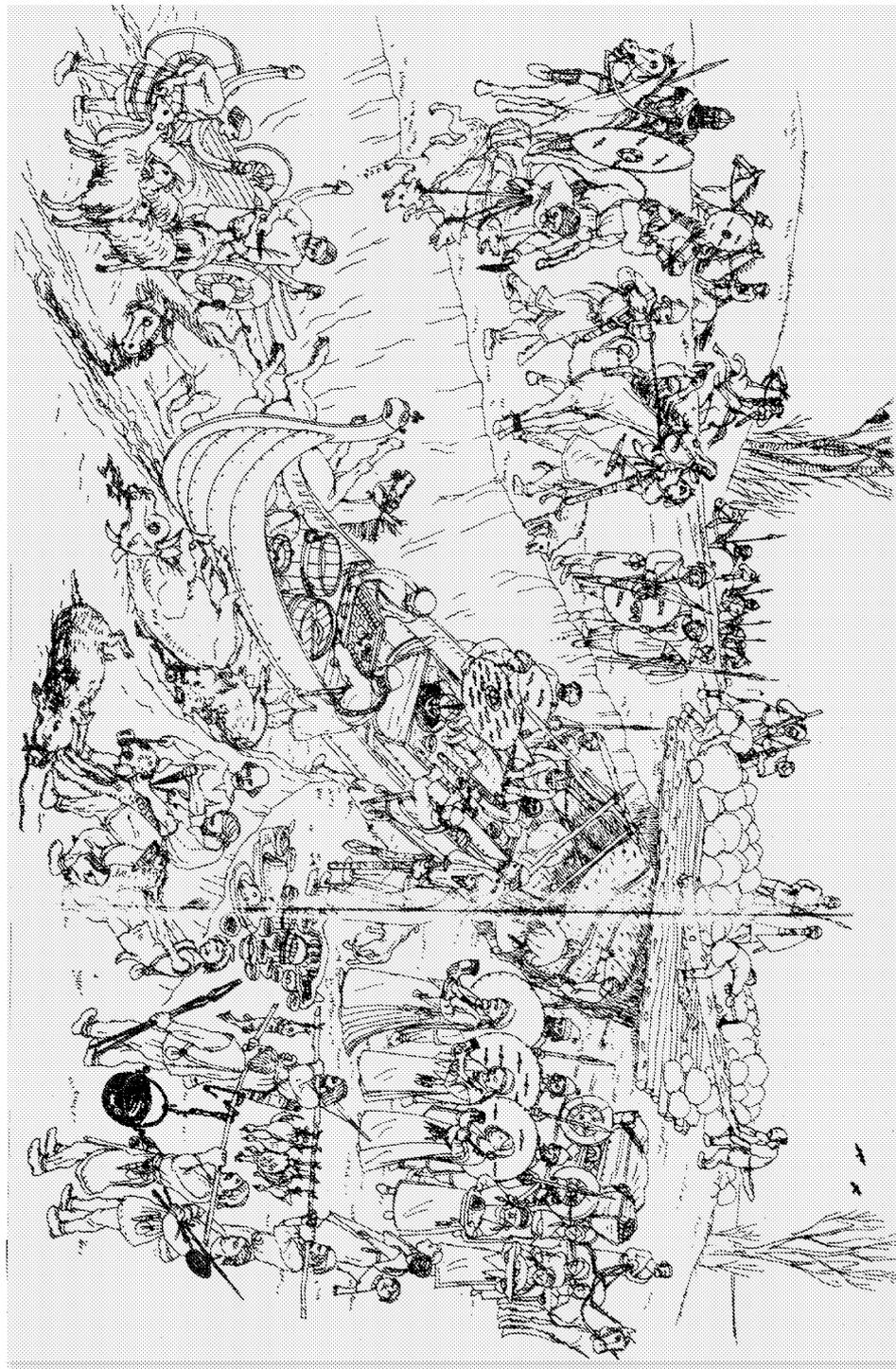


Abbildung 3.14: Grablegung eines Edlen in Valsgärde. Lennart Thorstenson (Quelle: LITTMARCK, 1993)

Gottheiten verehrt. Ursprünglich praktizierten die Anhänger der Asen-Religion ihren Glauben nicht innerhalb eines Gebäudes, da die Götter eher mit Naturkräften assoziiert wurden. Es wird aber angenommen, dass die Asen-Verehrer durch Konfrontation mit den christlichen Missionaren einige Elemente übernahmen, so z.B. den Bau eines Tempels. Man vermutet, dass dieser Tempel im 11. Jahrhundert zerstört worden ist, um das Heidentum zu beenden, und an dessen Stelle die christliche Kirche erbaut wurde. Es ist mehrfach versucht worden, diesen heidnischen Tempel zu rekonstruieren. Ein Vorschlag stammt von NILS GELLERSTEDT (Abb. 3.15).



(Quelle: LITTMARCK, 1995)

Abbildung 3.15: Rekonstruktion des heidnischen Tempels in Alt-Uppsala: Nils Gellerstedt

Eng verbunden mit der Kirche in Alt-Uppsala ist die Sage um den heiligen Erik, der um 1150 n.Chr. zum König gewählt wurde. Der Herrscher war bei seinen Untertanen beliebt, da er als fromm, rechtschaffen und weise galt. Herausragend wirkte auch sein Kreuzzug nach Finnland. Der eigentliche Mythos entspannt sich über seinen Tod. Während eines herannahenden Angriffs des dänischen Heeres befand sich Erik in der Messe und wollte diese bis zum Ende hören. So wurde er vom

Feind überrascht und unterlag. In der Schlacht fiel sein Kopf zu Boden, und an dieser Stelle entsprang eine Quelle, die heiliggesprochen wurde. Auch heute noch ist die Sage Eriks lebendig. Sein Abbild findet sich in dem Wappen der Kirchengemeinde Gamla Uppsala wieder (siehe Abb. 3.16).



(Quelle: LITTMARCK, 1995)

Abbildung 3.16: Emblem der Gemeinde Uppsala

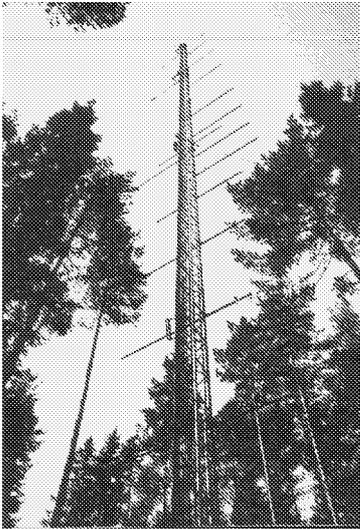
Im 13. Jahrhundert wurde östlich der Siedlung die Domkirche errichtet und die Stadt Uppsala vom Papst zum Sitz des schwedischen Erzbischofs ernannt.

3.4.3 Literatur

KENKMANN, TH. & VON DALWIGK, I.(2000): Radial transpression ridges: A new structural feature of complex impact craters. In: *Meteorites & Planetary Sciences* 35, 1189-1201, Meteoritical Society

LAENSSTYRELSEN (1993): Styygforsen. Naturreservat I Kopparbergs Län. Mälung

LITTMARCK, T.(1995): Gamla Uppsala. Uppsala



(Foto: CLAUDIA FRIES)

Abbildung 3.17: Meßturm bei Norunda

3.5 Norunda (11. Tag, vormittags)

(von Jan Lippmann)

3.5.1 Einleitung

Am 11. Tag unserer Exkursion führen wir von Uppsala aus in Richtung Norden nach Norunda zu einer hochmodernen Klimameßstation. Dort hatte Sabine Jordan eine Führung für uns organisiert, die im Folgenden kurz zusammengefasst werden soll. Norunda wurde als Meßstandort in Verbindung mit dem von der EU finanzierten Forschungsprojekt EROFLUX ausgewählt. Der Standort repräsentiert den für die Region typischen Wald. Hauptziel der Forschungen in Norunda ist, die Funktionsweise des borealen Nadelwaldes besser zu verstehen. Man untersucht insbesondere, wie der Kohlenstoffkreislauf und Wasserkreislauf mit Wetter und Jahreszeitenzyklus in Beziehung stehen.

wie funktioniert
Wald?

3.5.2 Norunda – Lage, Vegetation, Klima, Boden

Norunda (60° 05' N, 17° 29' E) liegt im nordwestlichen Teil der Provinz Uppland, 30 Kilometer nördlich der Stadt Uppsala und etwa 50 Kilometer von der Ostsee entfernt. Das Meßgebiet ist ein flaches bewaldetes Gelände und liegt 45 m ü NN. Das Gebiet gehört zur Zone der borealen Schneewaldklimare. Es ist ein maritimes boreales Klima und kann dem C_f/D_f -Klima zugeordnet werden.

Der Niederschlag (527 mm/a) ist in Norunda in normalen Jahren größer als die Verdunstung (454 mm/a). Die Durchschnittstemperatur liegt bei $5,5^\circ\text{C}$. Der

Bestand

Wald besteht hauptsächlich aus norwegischer Fichte und schottischer Kiefer. Pro Hektar gibt es ca. 600 Bäume, deren Höhe im Schnitt bei 25 m liegt. Das Alter der Fichten und Kiefern hat eine große Spannweite. Deshalb wurden auch schon die ersten Messungen 1994 in zwei unterschiedlich alten Beständen (70 Jahre und 100 Jahre) durchgeführt. Das Gebiet wird seit 200 Jahren forstwirtschaftlich genutzt. Der Boden ist ein sandig-lehmiger Till mit großen und kleineren Felsblöcken. Die Tiefe des Bodens beträgt weniger als 1 Meter.

3.5.3 Meßsystem

Messungen in der Höhe

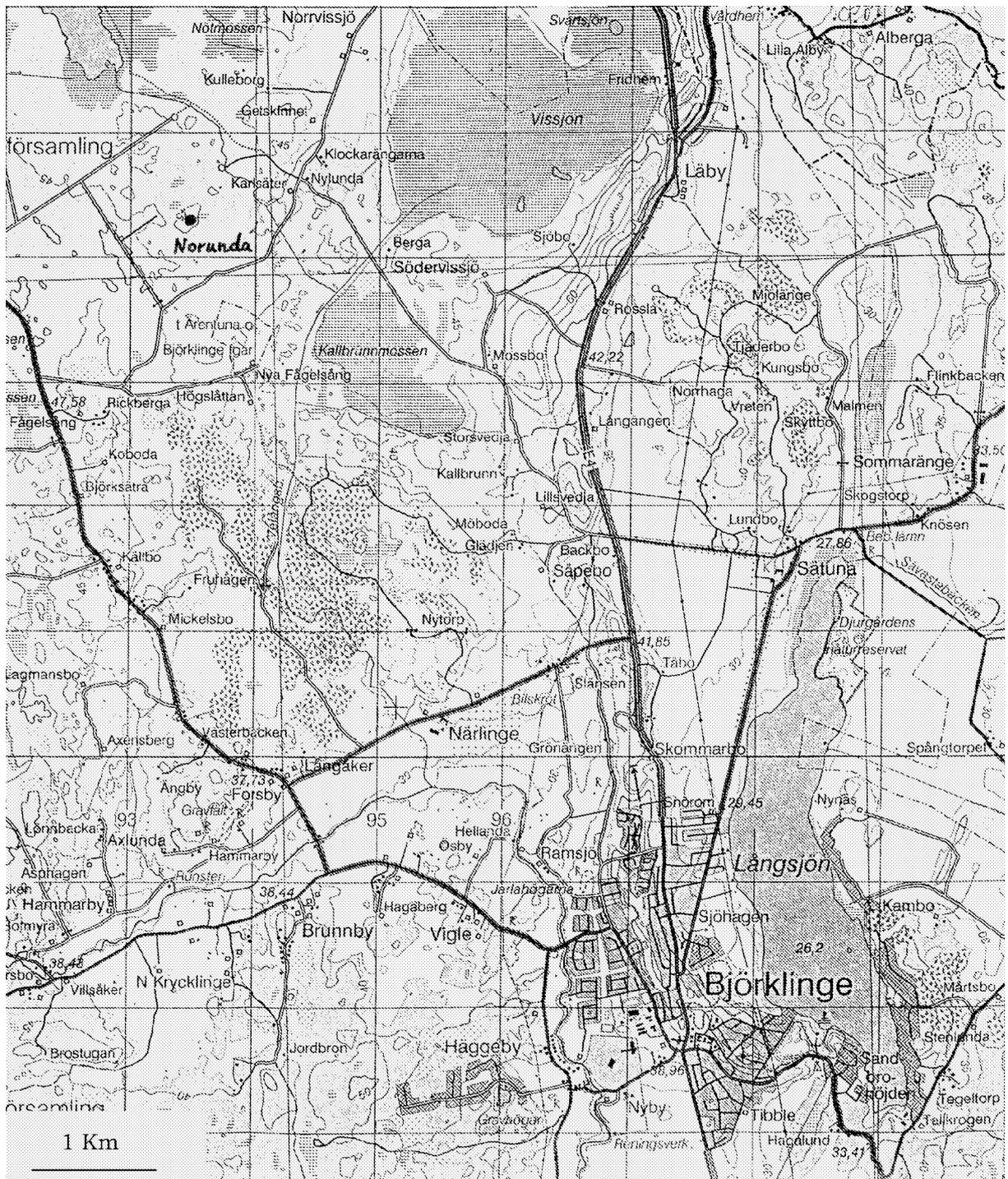
Um den Kohlendioxid- und Wasserdampftransport zwischen Wald und Atmosphäre zu messen, werden Meßgeräte benutzt, die sich an einem 100 Meter hohen Turm in 35, 70 und 100 Meter Höhe befinden (Abb. 3.17 auf Seite 173). In den unterschiedlichen Höhen werden gleichzeitig die Konzentration von CO_2 und Luftfeuchte bestimmt. Aus den simultanen Messungen kann der vertikale Transport von CO_2 und Wasserdampf berechnet werden. Da die Messungen stark vom Wind beeinflusst werden können, wird in 100 Meter Höhe mit Hilfe von Anemometern Windrichtung und Windgeschwindigkeit in drei verschiedenen Richtungen gemessen. Der Turm ist in einem Umkreis von mindestens 1 Kilometer von Wald umgeben. Weitere Messungen werden im Wald selbst durchgeführt. Dazu benutzt man das Kammernmeßsystem (Abb. 3.19 auf Seite 176).

Messprobleme

Damit ist es möglich, den Kohlendioxid- und Wasseraustausch zwischen Boden, Stämmen und Ästen und der Grundsicht der Atmosphäre zu bestimmen. Die Kammern bestehen aus durchsichtiger Polyethylenfolie. Mit Hilfe von elektrischen Lüftern strömt Luft durch die Kammern, deren Gehalt an Kohlendioxid und Wasserdampf am Eingang und Ausgang einer Kammer gemessen wird. Außerdem wird noch außerhalb der Kammer die Sonnenstrahlung gemessen. Für Messungen, die die Austauschprozesse vom Boden mit der Atmosphäre betreffen, werden automatisch und luftdicht verschließbare Kästen verwendet. Wird ein Kasten verschlossen, verändert sich die Konzentration von CO_2 und Wasserdampf. Daraus können dann die Austauschraten vom Boden mit der Atmosphäre berechnet werden. Alle Messungen und Meßmethoden besitzen eine Reihe von Fehlerquellen bzw. Problemen. So müssen beispielsweise windbedingte Schwankungen des Turmes korrigiert werden. Bei Messungen am Boden spielen heterogene Ausgangsgesteine eine Rolle, die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Außerdem sind die mechanischen Beanspruchungen der Geräte durch Wind und Frost teilweise problematisch.

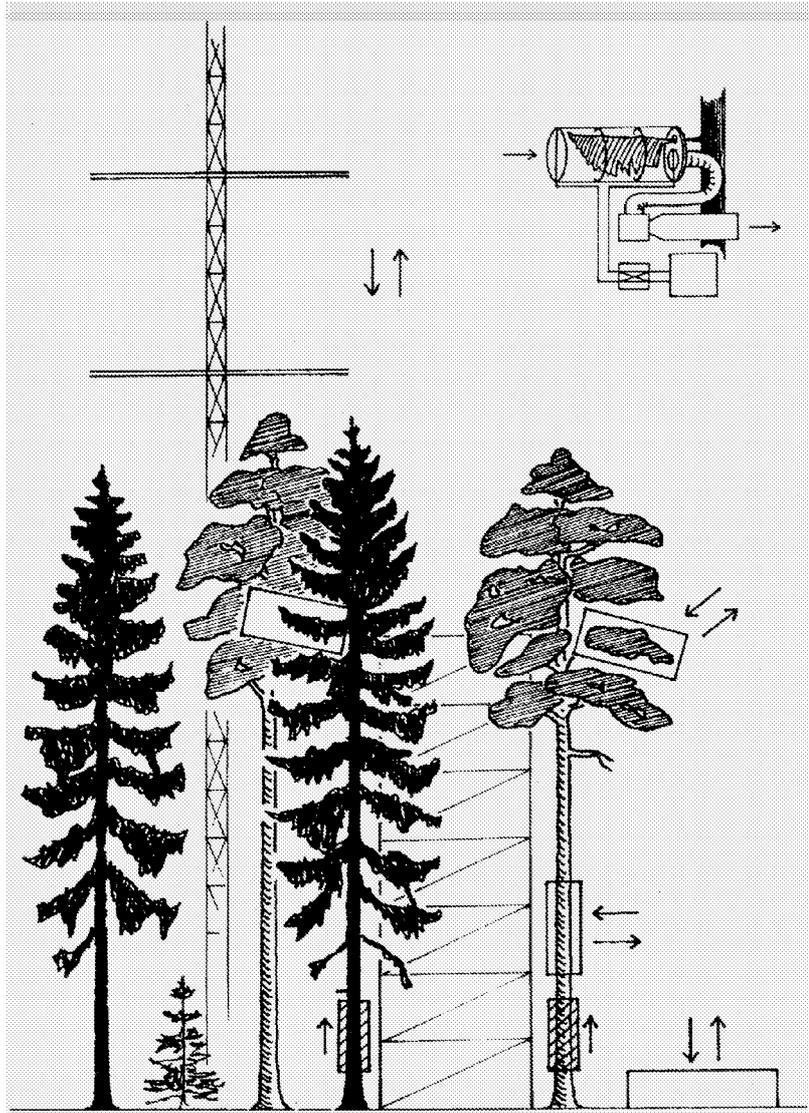
3.5.4 Ergebnisse – Zusammenfassung

Während der Tagesstunden nimmt der Wald durch Photosynthese Kohlendioxid auf. Gleichzeitig gibt er aber auch durch die Atmung Kohlendioxid ab. Die At-



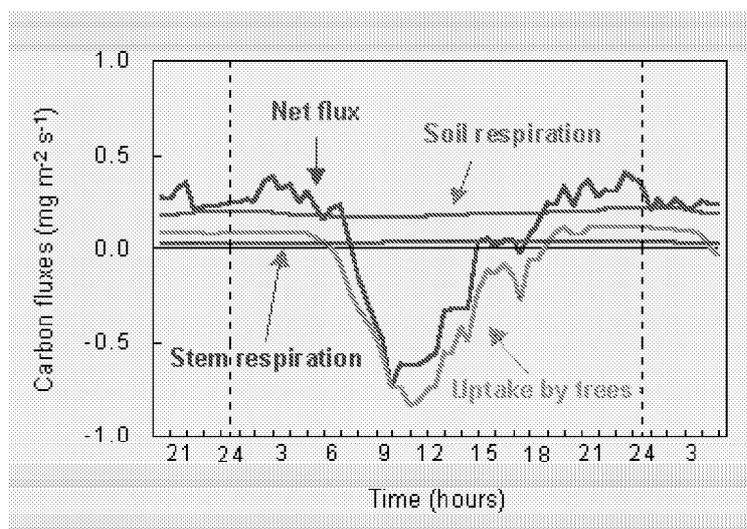
(1:50000 Söderfors 12H-SO, "Gröna Kartan" GSD, Gävle)

Abbildung 3.18: Kartenausschnitt



(Quelle: MOREN, A.-S., 1999)

Abbildung 3.19: Meßkammernsystem



(Quelle: www.spek.slu.de)

Abbildung 3.20: CO₂-Fluss in Norunda am 7. Juli 1995.

mung der Wurzeln und Mikroorganismen im Boden sowie der Stämme, Äste und Nadeln erfolgt dagegen nicht nur zur Tageszeit, sondern auch in der Nacht. Abbildung 3.20 zeigt den Kohlenstofffluss in Norunda am 7. Juli 1995. Der "Net flux" entspricht dabei der Summe aus Atmung von Vegetation und Boden sowie der Aufnahme von Kohlendioxid durch die Vegetation. Positive Werte bedeuten Abgabe von CO₂ vom Wald in die Atmosphäre, negative Werte eine Aufnahme von CO₂. Die Auswertung der Messungen zeigten, dass das Verhältnis von Abgabe und Aufnahme von CO₂ in einem derartigen borealen Wald sehr leicht durch Temperaturschwankungen verändert werden kann. Wenn beispielsweise die Temperaturen nur leicht sinken, kann sich der Wald in eine permanente CO₂-Quelle verändern. Die ersten Langzeitmessungen aus den Jahren 1995 und 1996 in Norunda ergaben eben solch ein Phänomen. Beide Jahre waren kälter als normal. Norunda ist jetzt Teil des von der EU finanzierten CARBOEUROPE-Projektes. Damit ist gesichert, dass für mindestens drei weitere Jahre Langzeitmessungen durchgeführt werden.

Ein- und
Ausatmung

3.5.5 Literatur

MOREN, A.-S. (1999): Carbon dioxide and water exchange in a boreal forest in relation to weather and season. (doctoral thesis.)

Webseiten

www.bgc-jena.mpg.de/public/carboeur/sites/norunda.html

www.spek.slu.se/forskning/norunda_en.htm

3.6 Stockholmxekursion (11. Tag, nachmittags)

(von Maria Heydenreich)

Von Uppsala aus unternahmen wir einen Ausflug nach Stockholm, wo uns eine zweistündige Führung durch Schwedens Hauptstadt erwartete.

3.6.1 Einleitung

Stockholm

Die schwedische Hauptstadt, in zahlreichen Reiseführern nicht grundlos “Venedig des Nordens” oder “Schönste Stadt Europas” genannt, liegt direkt an der Mündung des Sees Mälaren in die Ostsee. Stockholm ist mit seinen heute ca. 756.000 Einwohnern die größte schwedische Stadt, im Großraum Stockholm zählt man knapp 2 Mio Einwohner (www.stockholm.se). Nirgendwo in Schweden nimmt die Bevölkerungszahl so stark und stetig zu wie in der Hauptstadt. Unter den Stockholmern haben ca. 20% einen ausländischen Hintergrund.

3.6.2 Eine Landschaft steigt aus dem Meer

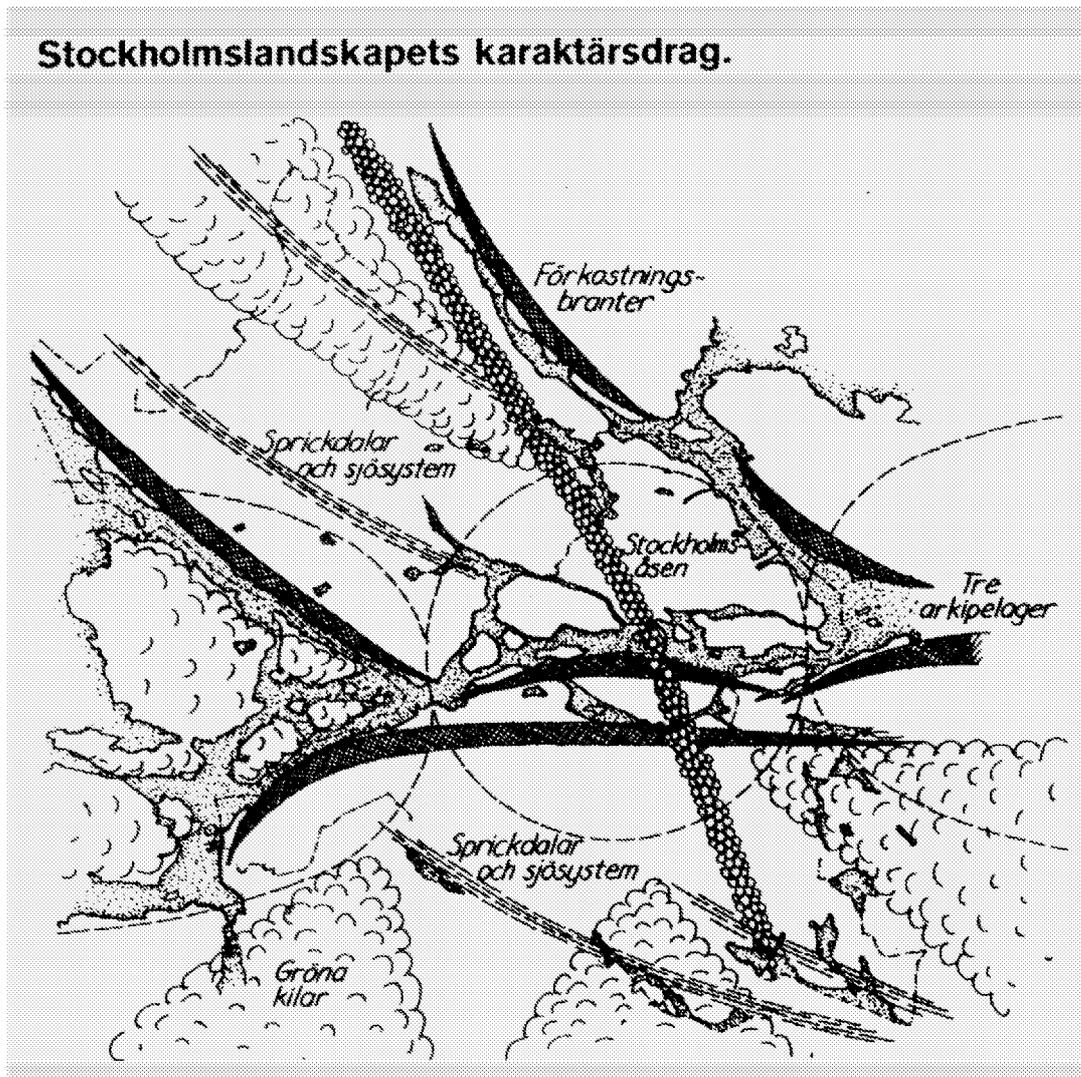
Entstehung
Stockholms

An dieser Stelle sollen zunächst ein paar einleitende Worte zur Entstehung Stockholms vorangestellt werden. Die Landschaft um Stockholm ruht auf einem Milliarden Jahre alten Gebirgsgrund (Svekofenniden), der sich mit der Zeit hob und durch Erosionskräfte abgetragen wurde. Es entstanden außerdem tektonische Verwerfungen in nordwest-südöstlicher Richtung, durch welche an der Oberfläche Ströme flossen, die das anstehende Gesteinsmaterial auflockerten und ausräumten, so dass sich die für Stockholm typischen Spaltentäler herausbildeten, die noch heute das Landschaftsbild prägen. Weiterhin erfolgten Verwerfungen im Berggrund, die die typischen Verwerfungssteilhänge in ost-westlicher Richtung entstehen ließen. Die schwedische Hauptstadt ist auch von den vorangegangenen Eiszeiten sehr stark geprägt worden, woraus u.a. die berühmte Stockholmer Schärenhofküste mit ca. 24.000 Inseln, Eilanden und Felsbuckeln hervorging. Ebenso die für Schweden typischen Oszüge sind in dieser Region zu finden. Der sogenannte Brunkebergssoser, der in nordnordwest-südsüdöstlicher Richtung durch Stockholm verläuft, sollte später eine entscheidende Rolle für die Entstehung der Stadt spielen.

Oszüge

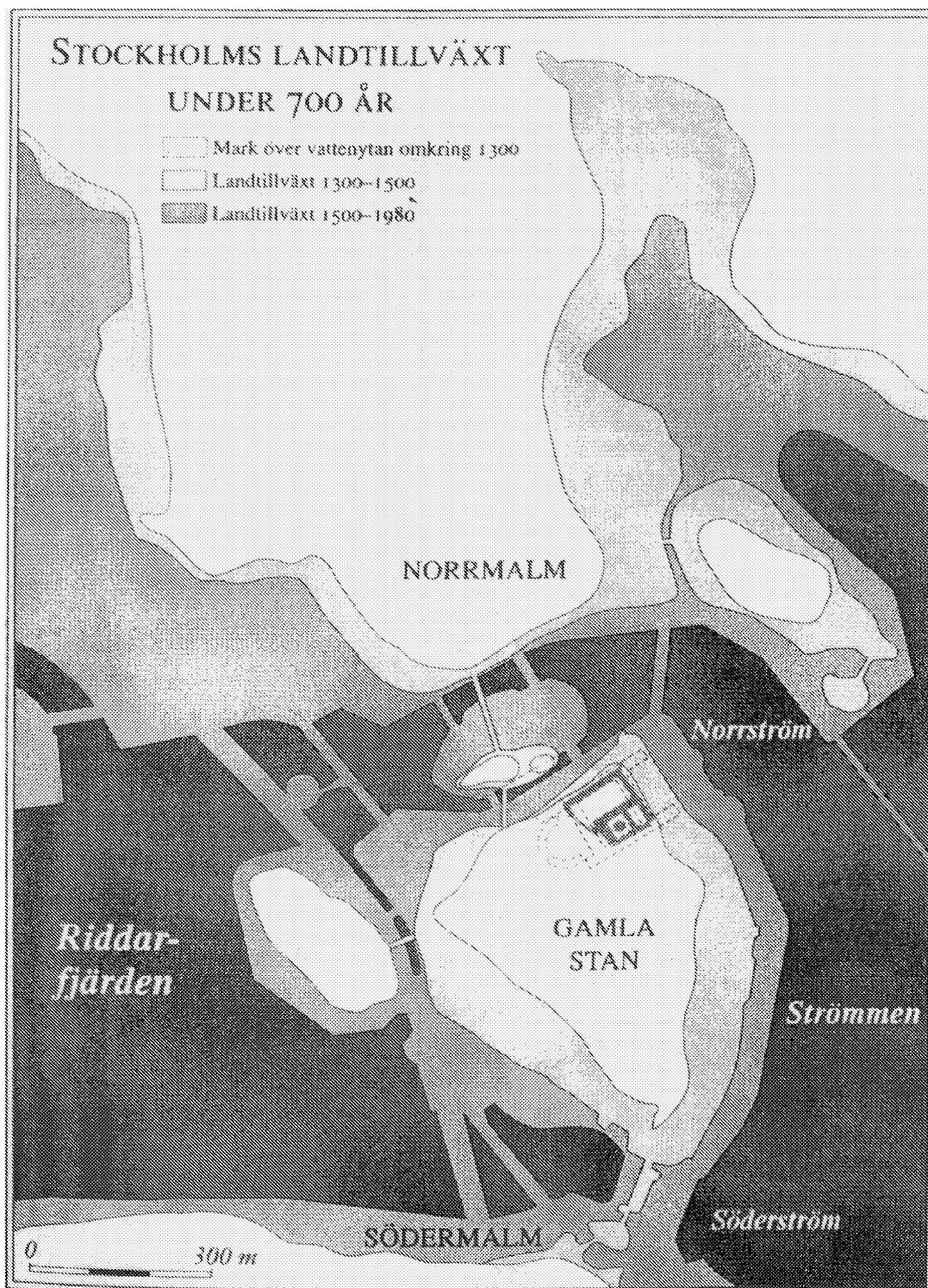
Der Oszug begann sich nach dem Ende der Eiszeit langsam aus dem Meer zu heben und etwa 7000 v. Chr. erreichten die ersten Spitzen die Wasseroberfläche.

Ca. 1000 n.Chr. hatten sich die heutigen Strandlinien im großen und ganzen herausgebildet und an der Mündung des Mälaren in die Ostsee entstand eine Insel, das Gebiet der heutigen Altstadt. Die Karte auf Seite 180 zeigt die Landzunahme



Arkipelager = 'Schärenhofküste'; *Förkastningsbranter* = 'Verwerfungssteilhänge';
Sprickdalar och Sjösystem = 'Spaltentäler und Seen'; *Stockholmsåsen* = 'Brunkebergssos'
 (Quelle: ANDERSSON, 1998, S.16)

Abbildung 3.21: Charakteristika der Stockholmer Landschaft.



(Quelle:ERICSON, 2001, S.361)

Abbildung 3.22: Stockholms Landzunahme innerhalb von 700 Jahren.

im zentralen Stockholm zwischen 1300 und 1980.

Um das Jahr 1250 hatte sich der Oszug, und damit verbunden auch die Insel, so weit gehoben, dass der südliche Strom (Söderström) unbefahrbar und auch der nördliche Strom (Norrström) immer schwerer zu passieren war. Wie ein "Korken im Flaschenhals" entstand die Insel an der engsten Stelle der Wasserstraße an der Grenze zwischen Meer und Binnensee, zwischen Salz- und Süßwasser.

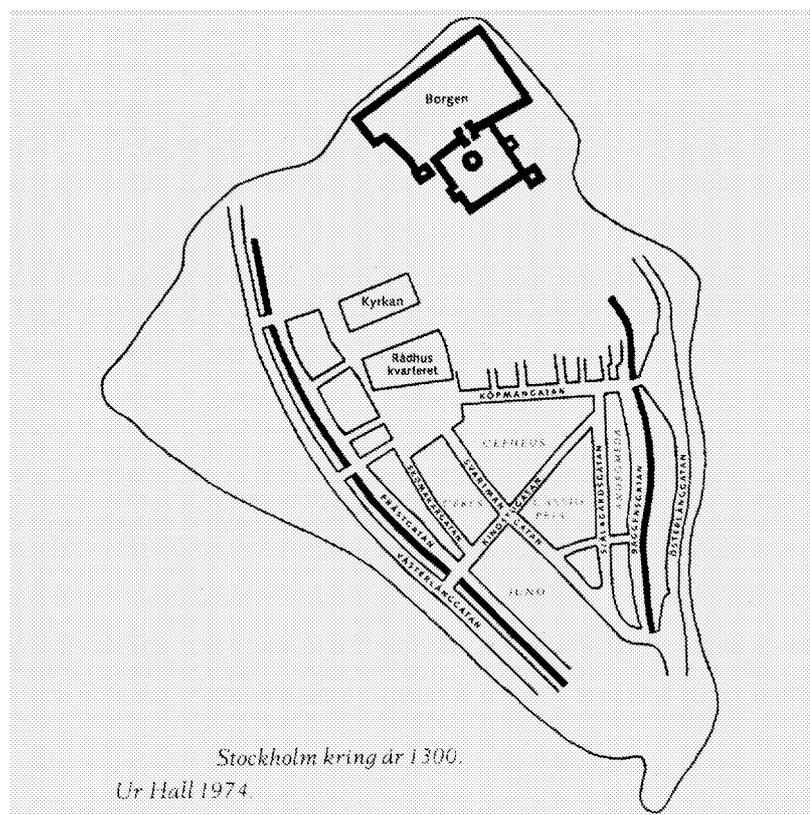
3.6.3 Die Gründung und Entwicklung Stockholms

Durch die Eroberung Finnlands unter BIRGER JARL lag die Insel sehr zentral in dem neuen Reich. Man benötigte nun einen Umschlagplatz für Waren sowie die Möglichkeit, von diesem Ort den Handel sowohl zu beschützen als auch zu überwachen. Die hochgelegene Insel, umgeben von reißenden Strömen, war außerdem einfach zu verteidigen. In der Mitte des 13. Jahrhunderts wurden die Burg Tre Kronor, das Rathaus sowie die Storkyrkan ('Große Kirche') errichtet, der zentrale Handelsplatz Stortorget kam ebenfalls hinzu und somit verfügte die kleine Insel bald über die elementarsten Charakteristika einer Stadt. Im Jahre 1252 wurde Stockholm erstmals urkundlich erwähnt, als Stadtgründer gilt der Unterzeichner des Schriftstücks BIRGER JARL. Man geht davon aus, dass die Lage der Gebäude bzw. des Marktes zueinander deutschen Hansestädten wie Lübeck und Stralsund nachempfunden wurde. Allerdings soll es nach Meinungen der Wissenschaftler für die erste Bebauung und Straßenführung keine konkreten Pläne gegeben haben (HALL 1999:38). Die trianguläre Stadt war geprägt von zwei Hauptlinien (Prästgatan und Baggensgatan), das dazwischen befindliche Gebiet weist aber eher den diffusen Charakter eines übriggebliebenen Raumes auf (siehe Abb. 3.23 auf Seite 182). Auch der Marktplatz (in der Abbildung südlich des Rådhus kvateret) hat nicht die typische rechteckige Form und liegt zusätzlich etwas asymmetrisch in der Stadtstruktur. Um das Plateau wurde bereits im 13. Jahrhundert eine Mauer längs der heutigen Prästgatan und Baggensgatan errichtet. Stockholm war also bereits Ende des 13. Jahrhunderts eine Stadt im kontinentalen Sinne. Es erfüllte schon damals die "klassischen" Stadtanforderungen, wie die Existenz einer Stadtmauer, das Leben von Handel und Handwerk, Organisation des städtischen Lebens unter Leitung einer juristischen Person mit einem kommunalen Organ, sowie das Vorhandensein von eigenen Gesetzen und Rechtsprechung.

Stockholm wuchs schnell zu einer bedeutenden Handelsstadt heran. Im 14. Jahrhundert wurde das Inselplateau zu eng und man begann mit der Bebauung außerhalb der Stadtmauern. Backsteinhäuser lösten langsam die leicht entzündlichen Holzhäuser ab, die ersten Bebauungsbestimmungen wurden festgelegt. Als GUSTAV VASA die Stadt 1523 durch Belagerung einnahm war sie in einem baulich sehr schlechten Zustand und VASA leitete umfassende Bauarbeiten ein. Im 17. Jahrhundert entwickelte sich Stockholm zu einer Großmachtstadt. Das Land musste sich der Großmachtstellung äußerlich anpassen und Stockholm, welches zu dieser

BIRGER JARL

Rådhus kvateret



(Quelle: HALL, 1999, S.36)

Abbildung 3.23: Stockholm um das Jahr 1300.

Zeit offiziell Hauptstadt wurde, musste sich als ein effektives administratives Zentrum beweisen. Auch das Äußere der Stadt sollte dieser neuen Rolle entsprechen. Als 1625 der westliche Teil der Altstadt abbrannte, wurde das Gebiet nach einem schachbrettmusterartigen Plan wieder aufgebaut.

Die mittelalterlichen Gassen verschwanden hier und es entstanden prachtvolle Häuser. Auch die Stadtteile Norrmalm und Södermalm wurden reguliert. Beispiele für bauliche Veränderungen der folgenden Jahrhunderte werden in den folgenden Abschnitten vorgestellt.

3.6.4 Streifzüge durch Stockholm

Die Exkursion hatte ihren Ausgangspunkt auf dem Mariaberg auf der Insel Södermalm. Von einem schmalen Touristenpfad bot sich dort ein weiter Blick über die Ziele der Exkursion, die Altstadt (Gamla Stan) sowie Teile Norrmalms. Auch das

Wahrzeichen Stockholms war von hier zu sehen, das Stadshuset – ‘Rathaus’. Der heutige Sitz des Stadtparlamentes wurde während des 1. Weltkrieges gebaut und 1923 eingeweiht. Das schwedische Reichswappen “Drei Kronen” krönt den Turm des mit insgesamt 9 Mio. Ziegel erbauten Gebäudes. Im sogenannten “Blauen Saal”, den der Architekt dann aus Geschmacksgründen jedoch rot gestaltete, findet jährlich am 10. Dezember das Nobel-Festessen im Beisein der Königsfamilie statt.

Die Route führte weiter den Mariaberg hinab und wir passierten einen gemütlichen dreieckigen Platz mit Charakteristika aus dem 18. Jahrhundert. Die Häuser an der Ecke Bastugatan Pryssgränd sind mit ihren Mansardendächern, glatt verputzten Fassaden und Fenstern typisch für die Bebauung des Mariaberger zu dieser Zeit. Sogar den alten Straßenbelag hat man hier wiederhergestellt. Das Gebiet steht heute, mit seinen als Beispiel für die Reste der Altstadt bewahrten, kulturhistorisch wertvollen Gebäuden, unter Denkmalschutz.

Mariaberg

Weiter ging es Richtung Slussen ‘Schleuse’. Das hier in den 30er Jahren erbaute Straßenkreuz in Form eines Kleeblattes ist eher untypisch für ein Stadtzentrum, fügt sich aber aufgrund der dadurch wegfallenden Kreuzungen gut in die Straßenführung ein. Die Schleuse ist ein wichtiger und historischer Ort für die Stadt und ihre Bewohner, denn hier befindet sich auf der westlichen Seite das Süßwasser des Mälaren, auf der östlichen das Salzwasser der Ostsee.

Von Slussen aus begaben wir uns in die Altstadt und machten zunächst am Järntorget ‘Eisenplatz’ halt. Hier wurde in den ersten Jahrhunderten nach der Stadtgründung der Eisenhandel überwacht und das Eisenerz gewogen, welches exportiert werden sollte. Von diesem Platz aus gehen die beiden beliebtesten Einkaufsgassen der Altstadt ab, die Österlånggatan und die Västerlånggatan, letztere wiederum geht am Ende in die berühmte Drottninggatan, Stockholms modernste Shoppingmeile über. Doch wir tauchen weiter in die Altstadt ein und begeben uns durch die Morten Trotzig gränd, Stockholms schmalste Gasse mit stellenweise nur 90 cm Breite, auf den Brunkebergsoser.

Järntorget

Beim Gang durch die Altstadt fällt auf, dass ein Großteil der Häuser in gelblichen Tönen gehalten ist. Dies beruht auf der Gebäudeordnung aus dem 18. Jahrhundert nach der die Fassaden statt der vorherrschenden roten Farbtöne gelb oder hellgrau gestrichen werden sollten, um das Wesen der Stadt aufzuhellen. Diese Farbgebung ist in den älteren Vierteln noch heute vorherrschend und vermittelt insbesondere durch die warmen Gelbtöne Gemütlichkeit und Geborgenheit.

Ebenfalls im 18. Jahrhundert bemühte man sich in der Altstadt schöne, gemütliche Plätze zu errichten, um die besonders im Ostteil der Altstadt noch vorherrschenden mittelalterlichen Strukturen dem Ideal der Zeit anzupassen. Es gab in der Gamla Stan aufgrund der engen Bauweise kaum Plätze für die Öffentlichkeit und so entstand damals der kleine Wendeplatz Brända Tomten, der heute von Besuchern gerne zum Verweilen genutzt wird. Dafür blieb uns leider keine Zeit. Wir passierten die Deutsche Kirche, eine spätgotische Hallenkirche aus der Mitte des 17. Jahrhunderts. Sie ragt mit ihrem hohen Turm weit über die anderen Kirchen der Stadt hinaus. Das Haus gehört der schwedischen Kirche, die dort ansässige deutsche Ge-

Plätze

- meinde hat aber das Recht, einen deutschen Pfarrer zu berufen.
- Deutsche Kirche Keines der profanen mittelalterlichen Bauten ist bis heute in seiner Ganzheit erhalten geblieben, dennoch stehen in der Altstadt viele Häuser auf altem Boden und unter neuerem Putz verbergen sich oft jahrhundertealte um- und neugebaute Mauerwerke. Man hat aber versucht, viele Fassaden durch Renovierung zu erhalten, wobei dabei mitunter ältere Bauformen zum Vorschein kommen. So auch in der Västerlånggatan 29, wo eine hübsche Reihe spitzbogiger Fenster entdeckt worden ist.
- Von dort aus weiter ging es Richtung Dom (Storkyrkan), einem der ältesten Bauwerke der Stadt, das 1307 eingeweiht wurde. Diese ursprüngliche Dorfkirche ohne Turm wurde im 15. Jahrhundert größenmäßig verdoppelt und erhielt schließlich 1740 eine Barockfassade, um mit dem neu erbauten Schloss besser zu harmonisieren. Sie ist heute die Stockholmer Hauptkirche und somit u.a. Stätte für königliche Hochzeiten.
- Stortorget Ganz in der Nähe der Storkyrkan entstand im Mittelalter der zentrale Handelsplatz, Stortorget genannt, der auch heute noch an der gleichen Stelle liegt. Von hier aus verliefen die mittelalterlichen Straßen, die heute zum Teil noch erhalten sind, strahlenförmig Richtung Wasser. Auf der westlichen Seite des Platzes befindet sich die Börse, welche das mittelalterliche Rathaus im späten 18. Jahrhundert ersetzte. In dem im Rokoko gehaltenen Gebäude hat u.a. die Schwedische Akademie ihren Sitz, die jährlich den Nobelpreisträger für Literatur benennt.
- Vor dem Verlassen der Altstadt passieren wir das Schloss. An dieser Stelle wurde im 13. Jahrhundert das erste Bauwerk, die Stockholmer Burg, errichtet. Das auf dem höchsten Punkt der Insel erbaute Gebäude dominierte die mittelalterliche Stadt mit seinen Mauern und Türmen und wurde bald unter dem Namen Tre Kronor 'Drei Kronen' zur wichtigsten Festung des Landes. Als im Mai 1697 die Burg Tre Kronor zum Großteil abbrannte, übernahm der deutsche Architekt – TESSIN D. J. die Verantwortung als Bauherr für das neue Schloss, was allerdings erst 1754 fertiggestellt wurde. Der Nordflügel wurde im französischen Barock des späten 17. Jahrhunderts eingerichtet, das übrige Schloss im Rokokostil. Es entstand kein einheitlicher Bau sondern vielmehr ein Konglomerat von Teilen verschiedener Epochen. Der enorme Bau beherrscht bis heute souverän das Stadtzentrum von Stockholm.
- Stadtkern Im 19. Jahrhundert wurde Stockholm modernisiert und diese Verbesserungen z.B. in Bezug auf die Abwassersituation sollten sich auf möglichst viele Stadtteile ausdehnen. So kam Mitte des Jahrhunderts die Idee auf, den mittelalterlichen Stadtkern abzureißen und auch hier das Straßennetz zu regulieren. Als Gründe hierfür gab man die schlechte hygienische Situation an. Es wohnten dort zu viele Menschen, es gab weder öffentliche Räume noch grüne Lungen, die Häuser waren zu eng gebaut und es war somit auch sehr dunkel. Diese Pläne wurden allerdings nie realisiert. Dadurch wurde die Altstadt zwar in ihrer Form erhalten, musste aber gleichzeitig ihre Zentrumsfunktion an das sich nördlich anschließende Norrmalm abtreten und wurde somit zur Gamla Stan.

Richtung Norrmalm ging es dann auch gleich weiter, vorbei am Kungsträdgården, dem ehemaligen königlichen Lustgarten, zur gleichnamigen U-Bahnstation. Die Stockholmer U-Bahn ist mit ihren 110 km Länge die längste Kunstaussstellung der Welt. Es gab in den 50ern einen langen Kampf zwischen den Künstlern einerseits sowie den Politikern und SL (Stockholmer Verkehrsbetriebe) andererseits. Letztere Gruppe wollte durch Plakate in den Bahnhöfen Werbegelder einnehmen, aber auf vielen Stationen hat sich dann doch die Kunst als Mittel gegen den Vandalismus durchgesetzt. Die Station Kungsträdgården ist eine der schönsten und interessantesten.

Die Stadtextursion endete in der heutigen City, an dem Platz Sergels Torg. In der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde die City neu gebaut. Während andere europäische Städte mit dem Wiederaufbau beschäftigt waren, sollte auch Stockholm mit einer modernen Innenstadt aufwarten können. Dies wurde in den 50er bis 70er Jahren zu einem der radikalsten Städteumbauprojekte Europas. Die funktionalistischen Architekten waren der Meinung, Städtebau sei eine Frage der Ökonomie, weniger der künstlerischen Gestaltung. Ein Beispiel dafür ist der Sergels Torg. Man musste aufgrund des zunehmenden Verkehrs Fußgänger und Verkehr voneinander trennen, was auf zwei Ebenen geschehen sollte. Im Mittelpunkt der oberen Ebene, die für den Verkehr vorgesehen war, wurde auf einer Verkehrsinsel ein Wasserspiel mit einem Monument erbaut. An dem 37 Meter hohen Glaspfeiler fließt Wasser hinunter, die Glaskonstruktion sollte Licht in die untere Ebene leiten. Das hat aber technisch und virtuell nie so funktioniert, wie man es sich vorgestellt hatte. Nur der Platz in der unteren Ebene mit seinem charakteristischen Dreiecksmuster und der großen Treppe funktioniert wie gedacht als natürlicher Treffpunkt, wo täglich Tausende von Menschen vorbeiströmen. Auch das neben dem Platz gelegene Kulturhaus, eine enorme Betonplatte mit einer verglasten Front, funktioniert nicht nach den Vorstellungen der Planer. Idee war es, dass sich die Leute durch den Blick auf die Ausstellungen und die in dem Haus befindlichen Menschen angezogen fühlen. Es gibt insgesamt sehr geteilte Meinungen über den Sergels Torg. Von "es ist der brutalste Übergriff, den es auf die Struktur Norrmalms gab" bis "es ist der modernste und vornehmste Platz Nordeuropas" ist alles vorhanden. Insgesamt hat er auf jeden Fall wenig von der Einheitlichkeit und Symmetrie zentraler Plätze und lädt auch eher zur Bewegung als zum Ausruhen ein.

An dieser Stelle trennten sich unsere Wege zunächst, denn wir hatten nun ein paar Stunden zur freien Verfügung, um die Stadt auf eigene Faust zu erkunden, bevor wir uns auf den Rückweg nach Uppsala machten.

die Stockholmer
U-Bahn

3.6.5 Literatur

ANDERSSON, MAGNUS (1998): Stockholms årsringar. En inblick i stadens framväxt. Uppsala

ERICSON, LARS (2001): Stockholms historia under 750 år. Lund

HALL, THOMAS (1999): Huvudstad i omvandling. Stockholms planering och utbyggnad under 700 år. Stockholm

JOSEPHSON, ERLAND ET AL. (1999): The Soul of Stockholm. Stockholm

KARTGUIDE/MAP2000 (2000): Stockholm Map. Stockholm

LANDELL, NILS ERIK (2. Aufl.)(2000): Stockholmskartor. Stockholm

HENSCHEN, HELENA (1998): Stockholm für Stockholmer und andere Touristen. Stockholm

RUEGGER, CHARLOTTA; WOLANDT, HOLGER (2. Aufl.)(1997): Stockholm. München

Webseiten

www.sl.se

Stockholm stad: www.stockholm.se

3.7 Bälinge Mosse (12. Tag)

(von Ina Marschollek und Claudia Fries)

3.7.1 Das Hochmoor Bälinge Mosse

Am heutigen Tage stand eine Moorbohrung im Bälinge Mosse unter Anleitung von Dipl.-Geogr. Giesecke von der SGU Uppsala auf dem Programm. Bälinge Mosse ist ein flaches Hochmoor nordwestlich von Uppsala und ein Rest einer ehemals ca. 16 km² großen Moorlandschaft. Es weist eine Bülden- und Schlenkenstruktur auf und zeichnet sich durch relative Artenarmut aus. Das ist kennzeichnend für ein Hochmoor, welches seine Nährstoffe nur aus den Niederschlägen bezieht. Hauptsächlich vorkommende Pflanzenarten sind Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Birke (*Betula spec.*), Sumpfporst (*Ledum palustre*), Besenheide (*Calluna vulgaris*), Vaccinium-Arten wie Heidel-, Preisel-, Rausch- und Moosbeere (*Vacc. myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *V. uliginosum* und *V. oxycoccus*), Krähenbeere (*Empetrum nigrum*), Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*), Sonnentau (*Drosera rotundifolia* und *D. anglica*), Moltebeere (*Rubus chamaemorus*) und Wollgras (*Eriophorum vaginatum*). Von den Torfmoosen sind verschiedene Sphagnum-Arten (v.a. *Sphagnum cuspidatum* und *S. balticum*) vertreten. Das ist eine typische Artenzusammensetzung, wie sie für ostschwedische Hochmoore gilt. Richtung Westen ändert sie sich, vermutlich durch zunehmende Ozeanität und erhöhten Salzeintrag mit den Niederschlägen. Ebenfalls typisch ist der niedrige pH-Wert um 3. Umgeben ist das Hochmoor vom sogenannten Lagg: eine nasse Randzone, in der sich Wasser aus dem Hochmoor mit Mineralbodenwasser der Umgebung vermischt. Damit hat dieses Gebiet eher Niedermoorcharakter. Es ist durch zusätzliche Mineralquellen nährstoff- und somit auch artenreicher.

Vegetation

Lagg

Allerdings ist auch dieses Moor anthropogen nicht unbeeinflusst geblieben. Bereits zu Beginn des 18. Jh. versuchte man, das Gebiet trockenenzulegen, doch erfolgreicher entwässert wurde es erst zwischen 1905 und 1910. Das hat Moorsackung und Mineralisierung zur Folge. Dennoch ist das Moor ein hervorragendes Umweltarchiv, welches uns Aufschluß über die vergangenen 10.000 Jahre geben kann. Bei der Rekonstruktion ehemaliger Umweltverhältnisse spielt die Pollenanalyse eine bedeutende Rolle. Zunächst besprachen wir ausführlich diese Methode, bevor wir anschließend selbst in zwei Gruppen eine vereinfachte Bohrung vornahmen.

3.7.2 Die Bohrung

Dabei ging es vorrangig um das Grundprinzip einer solchen Bohrung. Wir übten den Umgang mit dem Bohrgerät und leiteten bereits aus der alleinigen Sedimentsprache wichtige Stadien der Landschaftsentwicklung ab. Als Bohrgerät diente uns die Polnische Klappsonde, mit deren Hilfe man das zu untersuchende Mate-

rial meterweise als Bohrkern emporholen kann. Ein Nachteil ist allerdings, dass die Spitze des Bohrers (5 cm) jeweils den obersten Teil des nächsttieferen Meters zerstört.

Daher ist es für eine korrekte Arbeit notwendig, direkt nebeneinander zwei Bohrungen anzulegen, deren Bohrkerne zueinander um einen halben Meter versetzt sind. Die Bohrung ergab ein Profil, welches in der Tabelle 3.1 auf Seite 189 zu sehen ist.

3.7.3 Die Landschaftsgeschichte

Aus diesen Bohrkernen leiteten wir von unten nach oben die folgende Entwicklung der Landschaft ab:

Warvenbildung

Das rückschmelzende Inlandeis gab Uppland vor etwa 10.200 Jahren frei, jedoch breitete sich südlich davon das Yoldia-Meer aus, ein Ostsee-Stadium. Hierin sedimentierte sich die Transportfracht der Schmelzwässer. Da im Sommer die Abschmelze größer ist und damit auch die Schleppkraft des Wassers, wird mehr und gröberes Material abgelagert als im Winter. Das ergibt die helleren Lagen von Bänder-tonen. Die Winterlage ist dünner, feiner und dunkler. Zu Beginn lag der Eisrand noch ganz nah. Dicht am Eis wird mehr Material abgelagert als in größerer Entfernung, daher sind die ersten Warven so mächtig. Darunter wäre dann entweder Festgestein oder Moräne zu finden. Mit sich von hier entfernendem Eisrand nimmt die Mächtigkeit der Warven ab. Schließlich kamen hier nur noch die hellen Ton-sedimente zur Ablagerung. Ein späteres Ostsee-Stadium, der Ancylus-See von etwa 9.000–7.000 BP, hatte durch Landhebungen die Verbindung zum offenen Meer verloren. In diesem Gewässer herrschte vor etwa 8.000 Jahren Sauerstoffmangel, was zur Ablagerung der schwarzen Schicht führte. Dabei handelt es sich um eine pyrit-reiche Schicht. Das spätere Litorina-Meer hatte wieder Verbindung zum offenen Meer und beendete die Sedimentation des dunklen Materials. Zu diesem Zeitpunkt war durch Landhebungen die Küste schon sehr nahe gerückt. Die Sande markieren eine Zeit, als die höchsten der benachbarten Moränenerhebungen im Untergrund im Brandungsbereich des Meeres auftauchten und erosiv zerstört wurden. Das von dort stammende gröbere Material legte sich über die Tone. Danach folgen wieder feinere Ablagerungen des Litorina-Meeres. Allmählich erfolgte jedoch um etwa 5.000 BP (Übergang Atlantikum zu Subboreal) durch Landhebung eine Abtrennung vom Meer, ein See hatte sich nun gebildet. Das limnische Sediment ist die Gyttja, ein Unterwasserboden am Grund von gut mit Sauerstoff versorgten Gewässern. Die Gyttja ist um so feiner, je weiter draußen im See sie entstanden ist. In Ufernähe enthält sie durch die anwesende Vegetation auch gröbere Pflanzenreste, sogar Material von Landpflanzen kann sich anhäufen. Der untersuchte Ort lag einige Zeit lang im offenen See, der nach und nach verlandete. Ein Schilfgürtel umgab das Gewässer, und mit der Verlandung verlagerte er sich weiter in das Zentrum. Wenn nun Schilffreste im Profil auftauchen, kann man von Ufernähe ausgehen, wobei man beachten muss, dass Schilf-Rhizome auch beträchtlich in die Tiefe

Litorina-Meer
und
Landhebung

Tiefe (in m)	Sediment:
0,00 - 1,70	Hochmoortorf, vorw. aus Bleichmoosen (<i>Sphagnum spec.</i>), bräunlich und wenig zersetzt, vereinzelt mit dunkleren Linsen
1,70 - 2,60	Bleichmoostorf, dunkler und stärker zersetzt bei ~ 1,80 Holzkohlereste, ab 2,50 m dünne Schicht mit geringerem Humifizierungsgrad
2,60 - 4,30	Niedermoortorf mit Seggen und Braunmoosen (andere Torfbildner) bei 3,70 m langfaserige Holzfunde, ab 3,00 m erste Schilffreste, Rhizome bis etwa 4,30 m
4,30 - 4,70	limnische Gyttja, nach unten feiner werdend
4,70 - 5,70	Übergang zu grau-grünem Ton mit Schluffanteil
5,70 - 5,75	Sand
5,75 - 6,00	blau-schwarze tonige Sulfidausfällungen, leicht unangenehm riechend
6,00 - 9,10	Tonsedimente, nach unten heller werdend, kalkhaltig
9,10 - 12,00	Bändertone mit dickeren Sommerlagen (hell und gröber) und dünneren Winterlagen (dunkler und feiner), einzelne Varven (= Jahresablagerungen) mit zunehmender Tiefe dicker
bei 12,00	eine Warve mit 20 cm Dicke tritt auf

Tabelle 3.1: Bohrprofil aus dem Bälinge Mosse

Niedermoor-
bildung

wachsen können. Schließlich war diese Stelle ganz zugewachsen, und es bildete sich ein Niedermoor. Niedermoore sind artenreicher als Hochmoore, da die Nährstoff- und Wasserzufuhr nicht nur von den Niederschlägen abhängt. Vor allem Seggen, welche hier im Profil zu finden waren, kommen kaum auf dem Hochmoor vor. Das gefundene Holz läßt auf Baumbewuchs schließen, die Langfaserigkeit deutet auf ein Nadelgehölz (wahrscheinlich Kiefer) hin. Als sich das Moor durch Höhenzuwachs langsam aus dem Einflußbereich des Grundwassers heraushob, entstand schließlich daraus ein nur durch Niederschläge genährtes Hochmoor. Das hatte Auswirkungen auf Artenzusammensetzung und -vielfalt. Von nun an sind Bleichmoorstorfe mit wechselndem Humifizierungsgrad im Profil vorherrschend. Stärkere Zersetzung kann bei trockeneren Klimaverhältnissen stattfinden, wie z.B. im kontinental geprägten Subboreal mit warmen Sommern. Der Übergang zum Subatlantikum um 2.500 BP jedoch brachte ein wieder kühleres und durch höhere Sommerniederschläge begleitetes Klima, so dass das Moor schneller wachsen konnte und Pflanzenreste weniger zersetzt wurden. Damit wird klar, dass die Wachstumsrate des Moores klimaabhängig ist, und man aus der Tiefenlage nicht einfach auf das Alter schließen kann. Der recht markante Übergang zwischen den verschiedenen Zersetzungsgraden bei 1,70 m deutet auf einen regelrechten Umschlag des Klimas hin. Die Holzkohle-reste schließlich zeigten uns, dass in der jüngeren Geschichte hier auch einige Waldbrände geherrscht haben.

3.7.4 Literatur

- BERGLUND, B. E. (Hrsg.) (1996): Palaeoecological events during the last 15.000 years. Chichester
- DONNER, J. (1995): The Quaternary History Of Scandinavia. Cambridge
- KOENIGSSON, L.-K. (1970): Neuere Untersuchungen zur Spätglazialzeit in Schweden. In: Probleme der weichsel-spätglazialen Vegetationsentwicklung in Mittel- und Nordeuropa, Hrsg.: H. KLIEWE, Frankfurt/Oder, S. 47-60
- KOENIGSSON, L.- K. (1980): Nordens, främst Sveriges kvartära historia. Uppsala. (= UKK: 3, Bd.2)
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Jena
- SCHWEDISCHER NATIONALATLAS (1996): Bd. Geography of Plants and Animals, The Geography of Sweden
und nach freundl. Mitteilung von Dipl.-Geogr. THOMAS GIESECKE, Uppsala

3.8 Fahrt von Uppsala nach Kalmar (13. Tag)

(von Julia von Bothmer)

3.8.1 Einleitung

An diesem Exkursionstag lagen ca. 440 km Fahrt vor uns, um die Küstenstadt Kalmar zu erreichen. Die Fahrtstrecke zog sich entlang eines Großteils der Ostküste Schwedens.

Nachdem wir Uppsala verlassen haben, überquerten wir die Tiefenzone der Mälängensenke über zwei Brücken. Dann ging es weiter über Katrineholm Richtung Norrköpping. Auf dem Weg dorthin passierten wir eine größere Wasserstraße, der sogenannte Götakanal. 1832 wurde er von Schwedens König KARL XIV. JOHAN eingeweiht. Von Söderköping aus verbindet er die Ostsee mit dem Kattegat. Mitte des 19. Jahrhunderts war er mit seinen 58 Schleusen nicht nur ein technisches Wunderwerk, sondern in erster Linie eine wichtige Verkehrsverbindung von der Ostsee zur Nordsee. Über die beiden großen Binnenseen Vättern und Vänern konnte nun der Überseehafen Göteborg erreicht werden. Der Kanal erlebte seine Blütezeit in den 20er Jahren, als sich Schweden zu einem entwickelten Industrieland entfaltete. Mit der zunehmenden Verlagerung des Frachtverkehrs auf die Straße und den technischen Einschränkungen des Kanals sank jedoch die Bedeutung desselben. Heute ist er nur noch von geringer wirtschaftlicher Bedeutung, gewinnt aber zunehmend an Anziehungskraft für den Tourismus.

Götakanal

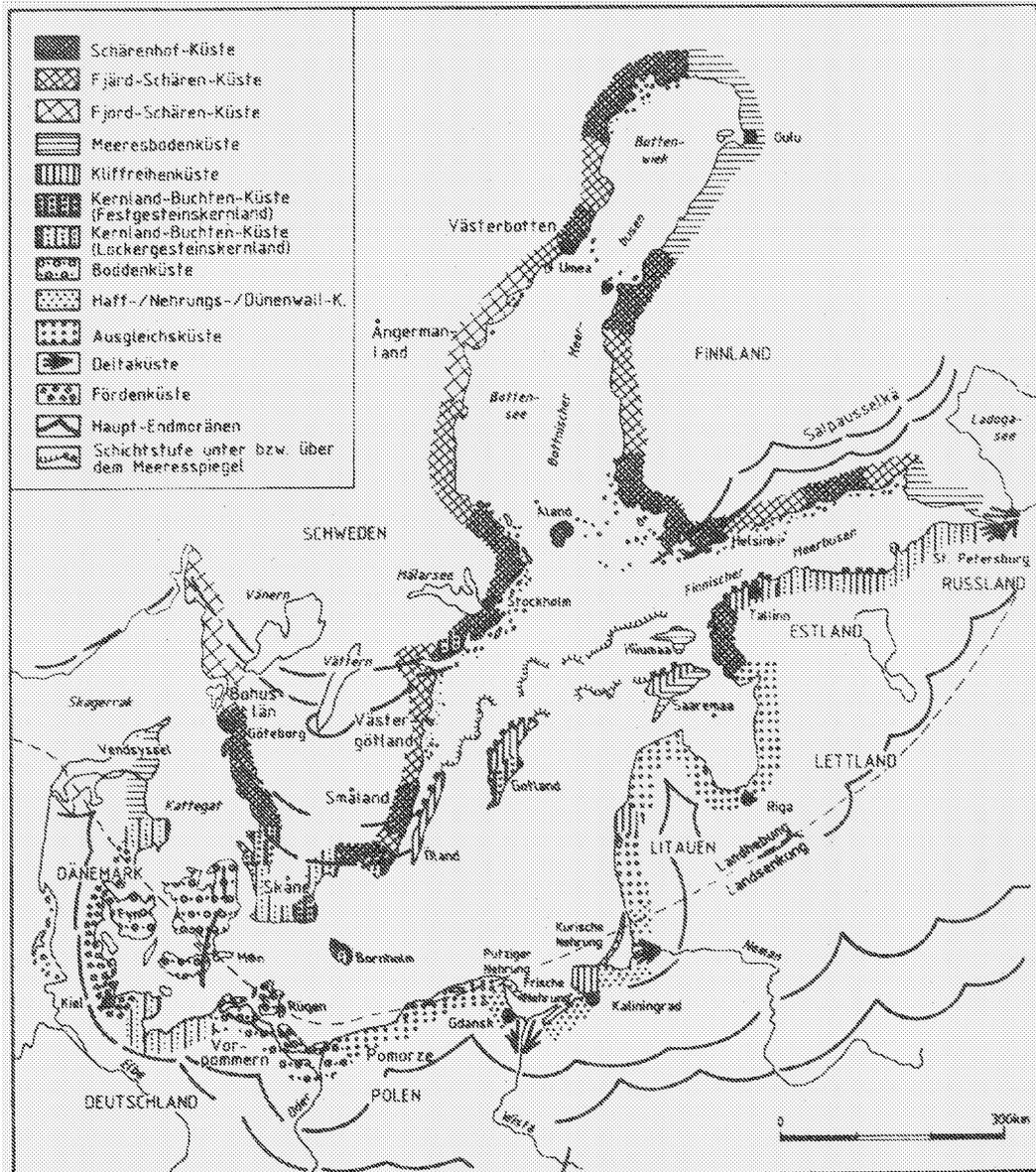
Etwas weiter südlich, in der Nähe von Västervik sind langgezogene Buchten zu erkennen, sogenannte Vikbereiche. Sie haben einen fjord- bzw. fjärdähnlichen Charakter: Parallel zu einer tektonischen Störungslinie wurde hier das Material entsprechend bevorzugt abgetragen. So sind die Vikbereiche im Zusammenhang mit der allgemeinen Bezeichnung der ostschwedischen Küste, nämlich der Fjärdküste bzw. Fjärd-Schären-Küste, zu sehen.

endlich ans
Meer!

3.8.2 Küstentypen

Aufgrund dieser Typisierung der Küstenlinie Smålands und Östergötlands soll an dieser Stelle auf die prägnantesten Küstenformen, die auf dem Weg von Uppsala nach Kalmar anzutreffen sind, eingegangen werden.

Im Überblick läßt sich sagen, dass sich in den Regionen Uppland und Småland ein großer Anteil des Grundgebirges der Fennokareliden befindet. Anstehendes Grundgebirge ist in Uppland mehr vertreten als in Småland, da es sich nur in etwa bis Västervik hinzieht. In Småland hingegen steht mehr Moränenmaterial an.



(Quelle: LAMPE, 1990, S. 20)

Abbildung 3.24: Küstentypen der Ostsee

Aufgrund des anstehenden Grundgebirges und seiner glazialen Abtragung wurden spezifische Küstenformen an der schwedischen Ostküste geschaffen. Zu nennen sind hier die Schärenhof-Küste, die Fjärd-Schären-Küste und die Fjord-Schären-Küste. Bei diesen Küstentypen handelt es sich um untergetauchte Rundhöcker- und Trogtalreliefs, die in unterschiedlichem Maße durch Glazialerosion modifiziert worden sind. Ausgangspunkt für die Schärenhof-Küste ist die Existenz einer sanft in Richtung Meer einfallenden Rumpffläche, die während des Pleistozäns durch Exaration und Frostsprengung in eine Rundhöckerlandschaft verwandelt wurde. Mit dem Abschmelzen des Eises und dem Anstieg des Wasserspiegels ertrank dieses Relief teilweise. Infolge andauernder isostatischer Landhebung des Baltischen Schilds taucht das Relief wieder aus dem Meer auf. Es sind daher im Wasser eine Vielzahl kreisförmiger Inseln und Inselchen – die Schären – zu sehen, die vor dem Festland einen bis mehrere zehn Kilometer breiten Gürtel – den Schärenhof – bilden. Innerhalb dieses Gürtels nehmen die Landfläche und die Höhe der Inseln ab, bis schließlich am Rande des Schärenhofs nur noch flache, nackte Felsbuckel aus dem Wasser ragen.

Küstentypen

Die Wasserflächen zwischen den Schären folgen in ihrem Verlauf weitgehend dem Netz von Klüften und Brüchen, welche schon bei der Entstehung der Rumpffläche als Leitbahnen der Verwitterung und später bei der Überformung durch das Inlandeis als bevorzugte Ausräumungszonen dienten. Am besten ausgebildet sind die Schärenhöfe von Stockholm. Dort beträgt die Zahl der Inseln etwa 24.000.

24.000 Inseln

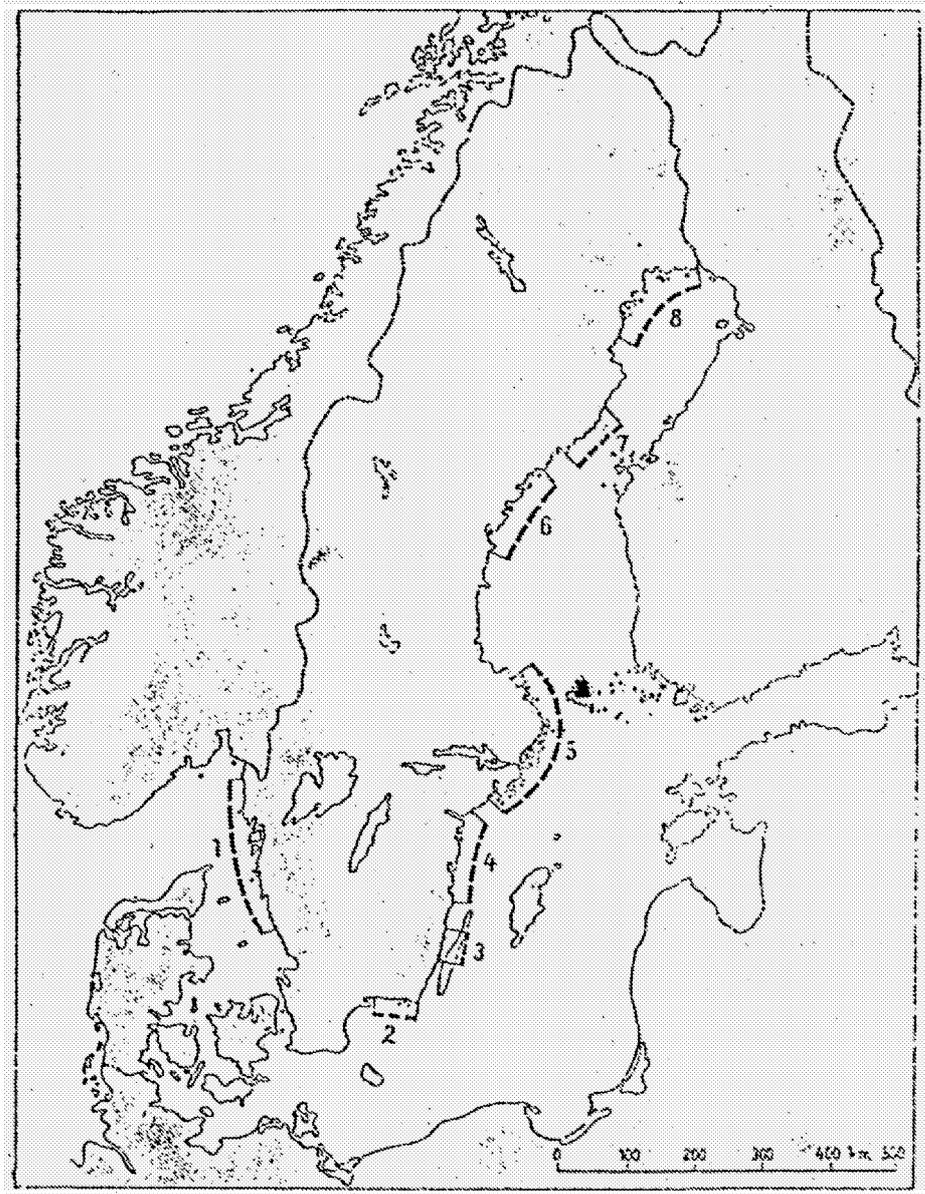
Die Fjärd-Schären-Küste unterscheidet sich vom vorherigen Küstentyp dadurch, dass als weiteres Gestaltelement relativ schmale, langgestreckte Wasserflächen hinzukommen. Diese Wasserflächen gehen auf ertrunkene Täler zurück und werden als Fjärd bezeichnet. Sie sind den Fjorden genetisch gleichartig, haben jedoch sanfter geneigte Talhänge.

Die Fjord-Schären-Küste wird aus Schären und Fjorden gebildet, die nebeneinander auftreten. Fjorde sind ertrunkene, vom Gletschereis vorher überarbeitete Kerbtäler; sie sind oft verästelt und mit gewundenem Verlauf sowie steilwandig und reichen meist mehrere 100 bis 1.500 m unter den heutigen Meeresspiegel. Ihr Querschnitt ist U-förmig, weshalb sie auch Trogtal genannt werden.

Im Zentrum des Längsprofils der Fjorde ist eine viel größere Wassertiefe als an ihrem Ausgang zum Meer anzutreffen. Je größer der relative Höhenunterschied zwischen ehemaligem Talboden und umgebendem Plateauniveau war, desto größer war die Kraft der Exaration. Erst als der Eiskörper sich nach der dirigierten Erosion wieder ausbreiten konnte, ließ auch die Übertiefung der Täler nach. Auf dem Weg von Uppland nach Kalmar ist die Fjord-Schärenküste bei der Loftahammar-Schwelle in der Nähe von Hälgenäs zu erkennen.

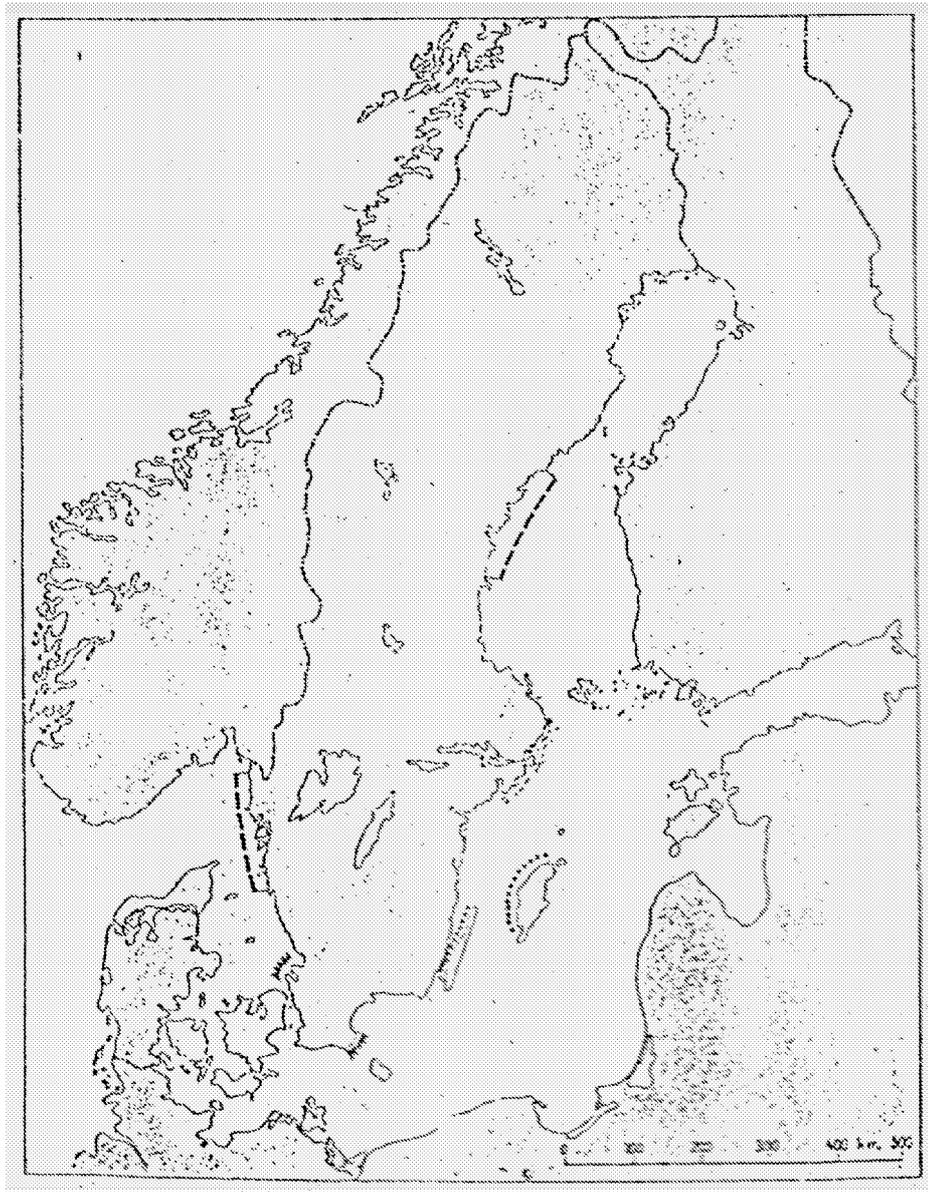
Talexaration

Auch die Moränenküste, die wir in Småland sehen können, wurde glazial ge-



(Quelle: BEHRENS, S., 1959)

Abbildung 3.25: Die Verbreitung der Schärenhofküste, die hier in acht Küstenbereiche eingeteilt ist.

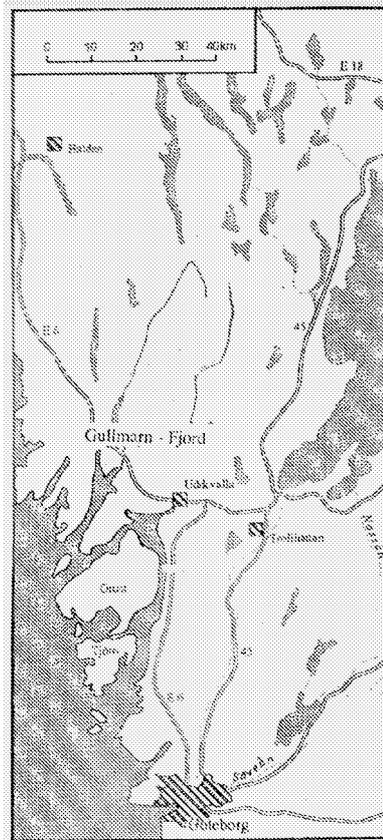


(Quelle: BEHRENS, S., 1959)

Abbildung 3.26: Verbreitung der Fjordenküste (gestrichelte Linie, Klintküste (punkt-
tierte Linie) und Verwerfungsküste (hakenförmige Linie).

Strand

prägt. Sie stellt meistens eine flache Küste dar, die steinig oder blockreich ist und unterschiedliche Formen der Moränen widerspiegelt. Entweder handelt es sich hierbei um die ebene Oberfläche einer Grundmoräne oder um Drumlins oder Endmoränen. Sie ist somit aufgrund glazialer Akkumulation entstanden. Wo das feine Material der Moränen von Wellen und Strömungen weggespült wird, ist ein steiniger und blockreicher Strand zu erkennen. Stellenweise sind auch in Moränen, wenn auch selten, Steilküsten zu sehen.



(Quelle: eigene Bearbeitung)

Abbildung 3.27: Der Gullmar-Fjord nördlich Göteborg

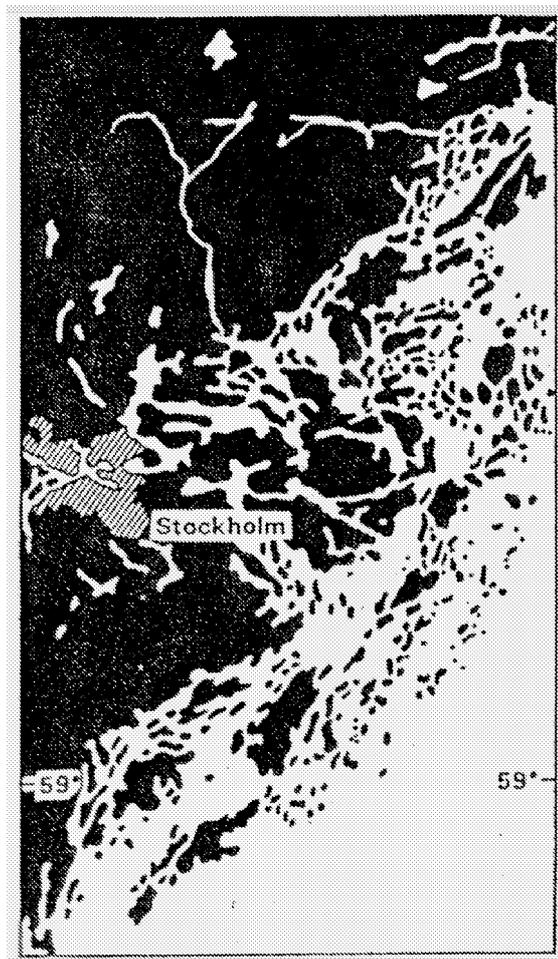
Die bisher genannten Küstentypen sind alle in Schweden vorzufinden. Es wird deutlich, wie stark differenziert die Küstenlinie Schwedens ist. Und doch ist die Küstenlinie vor allem von der Schärenhofküste und dem Fjärd-Schären-Typ gekennzeichnet. Als Schärenküste kann etwa ein Drittel der schwedischen Küste bezeichnet werden.

3.8.3 Literatur

BEHRENS, S. (1959): Küstentypen in Schweden mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Grundgebirgsstruktur. In: Geographische Berichte, Bd.4, S. 78–85

KELLETAT, D.H. (1999): Physische Geographie der Meere und Küsten. Stuttgart

LAMPE, R. (1990): Küstentypen. In: REINHEIMER, G. (Hrsg.): Meereskunde der Ostsee. 2. Auflage, Berlin/ Heidelberg



(Quelle: KELLETAT, D., 1989, S.106)

Abbildung 3.28: Schärenküste bei Stockholm.

3.9 Kalmar und Öland (14. Tag)

(von Jens Gläser)

3.9.1 Kalmar

3.9.1.1 Die Geschichte Kalmars

Der Name Kalmar stammt von dem Begriff Kalm ab, welcher Steinhafen bedeutet. Die Stadt hat heute ca. 60.000 Einwohner. Die Stadt liegt an der schmalsten Stelle des Kalmarsunds zwischen dem schwedischen Festland und der Insel Öland. Man geht davon aus, dass sich die Stadt an einem Hafen entwickelt hat. Die Seefahrer bevorzugten bis zum 13. Jh. die Küstennähe, weil die offene See von Piraten kontrolliert wurde. Dementsprechend fuhren sie durch den Kalmarer Sund nach Gotland und nutzten den Kalmarer Hafen als Zwischenanlegeplatz. Schon in der Vorzeit gab es eine alte Straße aus dem Inneren Smålands. Über diese wurde Mooreisen an die Küste gebracht. Die Weiterentwicklung der Stadt wurde stark durch die nahe Grenze zu Dänemark im 11. Jh. geprägt. In diesem Jahrhundert festigte sich das dänische Reich, es wurde erweitert um den Bereich Blekinge, südlich von Kalmar. Die Grenze gegen Schweden verlief meist durch unwegsames Waldland und erreichte die Küste 60 km südlich von Kalmar. Der Kalmarsund wurde das erste Mal auf einem Runenstein aus dem 11. Jh. in der Nähe der Kirchrueine Örja in Södermanland erwähnt. Auf diesem Stein wird ein Mord beschrieben, der sich in der Nähe des Kalmarsund ereignet haben soll.

Piraten

Als Stadt erscheint Kalmar das erste Mal auf der Weltkarte des arabischen Geographen IDRISIS 1154. Des weiteren wurde sie im großen Werk des dänischen Chronisten SAXO GRAMMATICUS über die Dänen, Gesta Danorum, Ende des 12. Jh. erwähnt. Zur Sicherung der Stadt sowie des schwedischen Gebietes im Allgemeinen entstand im 12. Jh. in Kalmar eine Burg mit Rundturm und Wall. Diese Burg ist unter dem heutigen Schloss ergraben worden. Die Burg war der Kern eines Befestigungssystems, zu dem der Wachturm von Borgholm auf Öland gehörte sowie die Wehrkirchen in Kläckeberga, Dörby, Hossmo, Arby, Hagby und Voxtorp. Dieses Wehrsystem wurde unter anderem wegen der Seeräuberflotten heidnischer Nachbarn Schwedens, die von Osten/Südosten kamen und plünderten bzw. brandschatzten, errichtet. Die nächsten stark befestigten Städte im dänischen Gebiet südlich von Kalmar waren Åhus und Sölvesborg. Kalmar war schon im 12. Jh. als Handelsplatz bekannt. Der erste Handelsplatz lag westlich und nordwestlich der Burg. Die zwei Hauptstraßen dieser Zeit entsprechen ungefähr in ihrem Verlauf der Västerlånggata und Söderpotsgata. Gehandelt wurde größtenteils mit Vieh und anderen landwirtschaftlichen Produkten. Die Silhouette der Stadt prägte außer der Burg auch noch eine große Kirche, welche zentral lag (Großkirche). Kalmar erlangte große Bedeutung im späten Mittelalter. In diesem Zeitbereich residierten hier die schwedischen Könige. Auch religiös entwickelte sich Kalmar zu diesem Zeit-

Schutzbürg

punkt sehr stark, was seine Bedeutung betont. Eine oder zwei Pfarrkirchen wurden gegründet, 1240 ließen sich die Dominikaner im südlichen Stadtgebiet nieder und siedelten sich 1299 außerhalb der Stadt an. Des weiteren existierten zu dieser Zeit in Kalmar ein Heiligengeisthaus sowie eine St.-Gertruds-Kirche. Im 13. und 14. Jh. war der Großteil der Kaufleute deutsch, dies sollte sich jedoch ändern. Im 15. Jahrhundert wurde durch König VASA I. beschlossen, dass der Großteil des Handels von schwedischen Kaufleuten zu führen sei. Dies geschah um die Macht der Hanse in Schweden zu brechen. Aus dem selben Grund schlossen sich die drei nordischen Reiche (Schweden/Finnland, Norwegen, Dänemark) 1398 gegen sie und den deutschen Orden zusammen. 1397 wurde so die Kalmarer Union gegründet, in der die drei nordischen Königreiche den selben König anerkannten. Königin MARGARETA rief die Ratsversammlung zusammen. Der Sohn ihrer Nichte, ERICH VON POMMERN, wurde zum schwedischen König ernannt. Dieser wohnte von 1407-09 auf dem Kalmarer Schloss. Im 16. Jh. war Kalmar eines der neuen Zentren des schwedischen Staates und einer der Hauptmärkte. Dies war vor allem wichtig wegen der Naturaliensteuer an die Krone. Im Jahre 1523 unter der Herrschaft GUSTAV VASAS löste sich Schweden endgültig von der nordischen Union. Daher verschlechterten sich die Beziehungen zu Dänemark. Es kam zu mehreren Kriegen zwischen Dänemark und Schweden. Dies führte dazu, dass Kalmar stärker befestigt wurde. Unter GUSTAV VASA und seinen Söhnen, ERIK XIV. und JOHANN III., wurde die Burg zu einem Schloss umgebaut.

Kalmarer Union

Die Burg, wie auch die Stadt, erhielt neue Wälle und Bastionen. 1611 entwarf der Niederländer ANDRIES SERSANDER einen Festungsgürtel entlang radialer Straßen. Im dänisch-schwedischen Krieg 1611-13 brannten die Dänen Kalmar nieder. Nach ihrer Wiedereroberung baute man die Stadt wieder auf, und versah sie mit noch stärkeren Befestigungen. Nach dieser Zerstörung kam man zu der Erkenntnis, dass Kalmar zu nahe am Schloss lag. Deshalb befahl die Regierung die Verlegung der Stadt auf die Insel Kvarnholmen (Mühleninsel). 1648 wurde der Plan abgesteckt, und 1660 steht die neue Stadt. Die noch stehenden Teile der alten Stadt wurden zum Schutz der neuen und des Schlosses weiter genutzt. Im 16. und 17. Jh. war Kalmar der südlichste Kriegshafen Schwedens. Ab 1680 übernahm diese Rolle Karlskrona im eroberten Gebiet Blekinge. Der wichtige wirtschaftliche Standort Kalmar sollte jedoch für viele weitere Jahre erhalten bleiben. 1741 handelte man auf der Mühleninsel mit Teer, Brettern, Eichenholz, Steinen für Bodenbeläge, Pottasche und Alaun aus der Alaunfabrik in Lovers. 1786 wurde die Festung Kalmar geschleift und die Garnison aus der Stadt abgezogen. Kalmars Bedeutung als eine der wichtigsten Städte Schwedens endete damit. Um 1850 hatte Kalmar noch einmal einen wirtschaftlichen Aufschwung. Die Stadt vergrößerte sich, d.h. die Stadtinsel wurde durch Auffüllung von Wasserflächen vergrößert. Auf dem Festland entstanden neue Stadtviertel, teilweise industriell geprägt, aber auch Wohnviertel auf Nichtinselflächen. Der wirtschaftliche Aufschwung wurde auch ermöglicht durch den Anschluss Kalmars an die Eisenbahn. Schon im 18. Jh. entstanden auf dem Gebiet der ehemaligen Stadt (Altstadt) Hütten armer Leute, die u. a. Gartenbau

Brandschatzung

betrieben. Im 19. Jh. errichteten dann reichere Leute in diesem Gebiet Sommerhäuser mit großen Gärten, eine in Schweden noch heute weitverbreitete Sitte: Viele Schweden besitzen in der Nähe ihrer eigentlichen Wohnung noch ein Wochenendhaus.

3.9.1.2 Die Stadtexkursion

1. Tag – Kvarnholmen Die Stadt auf der Insel Kvarnholmen ist die einzige schwedische Stadt, welche ihr Bild der Stadtbauung vor der Industrialisierung erhalten hat. Sie besitzt ein nahezu einheitliches Stadtbild mit zwei- bis dreistöckigen Häusern. Die meisten Häuser stammen aus dem 19. Jh. Es sind aber auch Häuser aus dem 17. und 18. Jh. erhalten. Als Baumaterial wurde meist verputzter Backstein verwendet. Die originale Holzbebauung ist noch in einzelnen Straßenzeilen zu erkennen. Neuere Bauten, welche in diesem Bereich gebaut wurden, mussten sich dem Maßstab der Altbauten angleichen. Kalmar besitzt ein rechtwinkliges Straßennetz. Der Urheber dessen ist wahrscheinlich NICODEMUS TESSIN DER ÄLTERE. Da man auf der Insel nur über wenig Bauland verfügte, sind die Straßen für diese Zeit (1660) recht eng bemessen. Der Hauptmarkt umfasst eine Fläche von 100×100 Meter. Die Straßen sind so angelegt, dass diese durch den in Kalmar häufig kräftigen Land- und Seewind mit Frischluft versorgt wurden. Die Stadt zeigt deutliche Kennzeichen einer Handelsstadt, u.a. die Hebebäume an den Giebeln der Dachgauben sowie meterdicke Kellermauern, die als Vorrats- und Schutzraum dienten.

Bauland

Die Bastion Johannes Rex und der südliche Befestigungsbereich Die Bastion Johannes Rex im Süden der Stadt ist ein Teil der Stadtbefestigung, die heute zum Großteil im Westen und im Süden erhalten ist. Sie gehörte zu einer die Stadt umschließenden Stadtmauer. Die Bastion Johannes Rex ist wie auch andere Bastionen eine Ausbuchtung der Stadtmauer. Von ihr aus konnte man den Rest der sich in der Nähe befindenden Befestigungsbereiche überschauen und diese Bereiche verteidigen, insbesondere vor Soldaten, welche die Mauer erklimmen wollten. Das Innere der Bastion wird heute als Sommertheater genutzt. Auch das Kavaliertor befindet sich im Südbereich der Befestigungsanlage. Es ist eines von ehemals acht Toren. Die treibenden Kräfte des Festungsbaus waren der Feldmarschall LAR KAGG und der Ingenieuroffizier ANDERS BERGH. Die Arbeiten an den Befestigungsanlagen wurden 1647 begonnen. Von dem Stadtmauerbereich kann man den Hafen erkennen; einen der wichtigsten Punkte im alten Kalmar. Über ihn lief die Verschiffung vieler Waren. Deshalb geht man auch von einer Entstehung Kalmars an diesem Hafen aus.

Kavaliere und
Tore

Brandschutz

Lilla Torget Am Lilla Torget (kleiner Markt) findet man gut erhaltene Steinhäuser aus dem 17. Jh. Die Steinhäuser wurden gebaut, nachdem mehrere große Stadtbrände Teile der Stadt verwüsteten. Der Westteil der Stadt wurde 1679 und 1765 durch Feuer zerstört, der Ostteil 1800. Um die Stadt vor diesen Katastrophen zu schützen, befahl KARL X. GUSTAF den Kalmarer Bürgern, Steinhäuser zu bauen. Dazu wurden Materialien wie Feldsteine, Backstein und öländischer Kalkstein verwendet. Wer traditionell weiter mit Holz baute, musste mit hohen Geldstrafen rechnen. Einer der wenigen Bereiche in der Stadt, welcher von den Feuersbrünsten verschont blieb, ist der zwischen Lilla Torget und Stortorget. Zwei Häuserblöcke stehen dort noch annähernd in ihrem Originalzustand. Eines dieser Steinhäuser ist das Dahmsche Haus. Es wurde vom Festungskapitän ANDERS OLOFSSON BERGH 1666 erbaut. Das Dahmsche Haus steht an der Ecke Västra Sjögatan/Ölandgatan. Es besitzt ein Portal aus fein behauenen Kalkstein, dem Statussymbol des Hauses, mit den Initialen von Bergh und seiner Ehefrau. Am Fuß des Hauses steht ein Meilenstein aus dem Jahre 1737, von dem aus die Entfernungen anderer Städte und Geländepunkte, die an den Reichsstraßen lagen, zur Residenzstadt gemessen wurden. Das zum Dahmschen Haus gehörende Wirtschaftsgebäude ist wahrscheinlich das älteste Holzhaus der Stadt. Ein weiteres Steinhaus aus dem 17. Jh. ist das Dompropsthäuser. Es befindet sich ebenfalls am Lilla Torget und wurde von Vizelandeshauptmann CHRISTOPHER LARSSON GRUBB ab 1657 erbaut. Im Lauf der Zeit erfuhr es mehrere Umbauten. Das Haus ist ebenfalls das Jugendhaus des Dichters ERIK JOHAN STAGNELIUS (1793-1823).

Das Rosenlundsche Haus Das älteste erhaltene Steinhaus befindet sich in der Södra Långgatan Ecke Östra Sjögatan. Das Gebäude erbaute Bürgermeister J.E. ROSENLUND 1654 bis 1658.

Dom

Stortorget Auf dem Stortorget befindet sich der Dom Kalmars. Dieser wurde von NICODEMUS DEM ÄLTEREN nach römischen Barockvorbildern entworfen. Unter der Herrschaft KARL X. wurde mit dem Bau des Doms begonnen. 1652 konnte ein Teil des Gebäudes in Gebrauch genommen werden. 1703 war der Dom, damals Karlskirche, fertig. Er war von 1700 bis 1915 eine Bischofskirche. Der Bau besteht aus öländischem Kalkstein auf einem Granitsockel und besitzt Backsteingewölbe. Der Dom war als Zentralkirche geplant, erhielt dann aber doch eine gestreckte Ost-West Achse. Als Vorbild für die zweistöckige Fassade mit den zwei flankierten Türmen gilt das römische Schema der "Il Gesu" Kirche. Die geplante Kuppel ließ sich durch eine zu geringe Mauermächtigkeit nicht realisieren. Das Innere des Domes besteht aus dem Kreuzraum mit tonnengewölbten Armen, welche in der Mitte eine Höhe von 23 Metern erreichen. Der Kreuzraum wird im Osten und Westen durch je einen Halbrund erweitert. Das Innere wirkt überschaubarer durch die ionischen Pilaster. Die Kanzel im Dom ist eine norddeutsche Arbeit

von ca. 1640. Die Skulpturen, die sich an ihr befinden, sind vom Bildhauer BALTAZAR HOPPENSTEDT gefertigt wurden. Eine weitere Skulptur trägt die Kanzel. Es ist der Schutzheilige der Stadt Kalmar, St. Christopher. Die Kanzel ist ein Relikt der alten Stadtkirche, die sich auf dem Gebiet der Altstadt befand. Der Altaraufsatz wurde von TESSIN DEM JÜNGEREN entworfen. In der Antwerpener Kathedrale findet man ein Altarbild von Rubens, welches die Kreuzabnahme von Jesus darstellt. Dieses Bild war das Vorbild für das Kalmarer Altarbild von DAVID V. KRAFT. Weitere zu erwähnende Inventarien des Domes sind die Emporen, geschaffen von ZETTERVALL (1882/1883), die Orgel, gebaut 1883 von der Firma ÅKERMAN UND LUND sowie die Bänke, welche 1914 erschaffen wurden. Für Teile des Fußbodens und teilweise an den Wänden verwendete man Begräbnisschilde von Kalmarer Militärbefehlshabern des 17. und frühen 18. Jh..

Rathaus

An der Südseite des Stortorget befindet sich das Rathaus der Stadt. Es wurde 1684 errichtet, nach dem niederländisch-palladianischen Muster. 1731 brannte das Rathaus ab, wurde aber 1737 wieder aufgebaut, jedoch ohne Turm und Flügelbauten. 1906-08 restaurierte und erweiterte man das Rathaus.

Das Kullzénsche Haus Das Kullzénsche Haus, Ecke Kaggensgatan und Norra Långatan, ist eines der wenigen erhaltenen Holzhäuser des 17. Jahrhunderts. Es gehörte den Geschwistern KULLZÉN, die erreichten, dass es die originale Gestalt beibehielt (Kaufangebote eines Kaufhauses wurden abgelehnt).

Västerport und Larmplatz Das Västerport oder Westtor ist das ursprüngliche Haupttor der Stadt. Es befindet sich nordwestlich des Larmplatzes. Über dieses Tor konnte man die Stadt vom Festland aus erreichen. Die ehemals existierende Zugbrücke wurde im 19. Jh. abgebaut. Der jetzige Zugang zur Stadt erfolgt über den Larmtorget. Die Verlegung der Einfahrt über den Larmplatz zog eine repräsentative Bebauung um diesen Platz nach sich. So entstanden an diesem 1868 das Theater, von BROR CARL MALMBERG erschaffen, und das Freimaurerhotel, 1876 bis 1878 von JOHAN FREDRIK ÅBOM erbaut. Auf dem Larmplatz errichtete man 1927 den Vasa-Brunnen. Dieser Brunnen, entwickelt von NILS SJÖRGEN, zeigt Reliefszenen aus der Geschichte GUSTAV VASAS. Der Brunnen ist durch eine Säule geschmückt, auf der David und Goliath stehen.

Theater

2. Tag – Altstadtbereich

Das Landhaus der Krusenstjernas Wie im Geschichtsteil schon erwähnt, bauten im Bereich der Altstadt reichere Bürger Kalmars ihre Wochenendhäuser. Das Landhaus der Krusenstjernas ist das einzige größere "Gartenhaus", welches erhalten wurde. Dessen Geschichte geht auf die Anfänge des 18. Jh. zurück. Das

bürgerliche Haus wurde bis 1940 bewohnt. Um den dichtbelaubten Garten steht ein hoher, roter Zaun, welcher typisch für die Zeit ist. Die Menschen versuchten sich mit ihrer Familie nach außen abzugrenzen. Im Bereich des Gartens findet man verschiedene guterhaltene Gebäude des 18. und 19. Jh. wie das Lusthaus. Vor dem Eingang des Landhauses lag ehemals das Westtor, was das Haupttor der mittelalterlichen Stadt darstellte. Das Gartenhaus wurde vom Leutnant KRUSENSTJERNA und seiner Frau sowie einer guten Freundin der Familie, HULDA NYDELL, bewohnt. HULDA NYDELL schenkte nach ihrem Tode der Stadt Kalmar das Anwesen.

Das Schloss Ende des 12. Jh. errichtete man einen runden Befestigungsturm beim "Kettilen", Kalmars mittelalterlichem Hafen. Dieser mittelalterliche Hafen lag in der jetzigen Schlossbucht. Der Bau wurde wahrscheinlich von König KNUT ERIKSON (1167-96) befohlen. Ende des 13. Jh. begann man unter der Herrschaft MAGNUS LADULÅS den Bau einer Burg (1275-90). Die Burg war zu diesem Zeitpunkt ein unregelmäßiges Mauergeviert mit je einem Rundturm an den Ecken. Dieser Grundriss einer Burg wurde in Kalmar das erste Mal im Norden verwandt, das eigentliche Vorbild stammte aus Frankreich. Im Jahre 1397 rief die Königin Dänemarks die drei nordischen Staaten zusammen. Sie vereinigten sich in der Kalmarer Union. ERICH VON POMMERN wurde zum schwedischen König ernannt. Er residierte 1407 bis 09 in Kalmar. 1483 errichtet man das Gebäude, in dem der grüne Saal liegt. 1503-10 belagerten die Schweden die Burg (u.a. HEMMING GAD) und nahmen sie im August 1510 ein. Am 31. Mai 1520 landete GUSTAV VASA, welcher aus Dänemark geflüchtet war, auf der Halbinsel Stensö (südlich von Kalmar). Er belagerte die Kalmarer Burg. Der Lehensmann BEHREND VON MEHLEN kapitulierte 1525, und die Burg fiel in die Hände GUSTAV VASAS. GUSTAV VASA baute viele Teile der Burg um. So entstanden im Zeitabschnitt von 1540 bis 1557 u.a. das Königsgemach, die Königsküche, die Königs- und Königinnentreppe. Des weiteren entstanden neue Verteidigungsanlagen wie die Wälle um die Burg. Durch die Veränderungen an der Burg (Baumeister HENRIK VON CÖLLEN) hatte diese nicht mehr nur eine reine Verteidigungsfunktion, sondern diente auch dem König als Wohn- und Regierungsstätte. Der Schlosscharakter entstand durch die Umbauten der Söhne GUSTAV I., ERIK XIV. (1560-68) und JOHANN III. (1568-92). Diese mussten sich in der mittelalterlichen Burg einrichten. Die Burg hatte kräftige Mauern, sieben Türme unregelmäßiger Anordnung sowie unterschiedlichen Aussehens. Im Innenbereich waren Häuser mit unterschiedlichen Höhen und Breiten an die Burgmauer angelehnt. Die Häuser besaßen Eingangstreppe und waren miteinander nicht verbunden. Diese Aufgliederung wurde von ERIK XIV. verändert, er verband die Räume untereinander (stockwerkweise, horizontal) und schaffte die kleinen Eingangstreppe ab. Außerdem ließ er die Portale mit öländischem Kalkstein schmücken, schuf Wohn- und Repräsentationsräume (Reichssaal, Schlosskapelle) und bequeme Treppen mit breiten Podesten. Der Zeit entsprechend sollte diese Bauweise das Gottesgnadentum der Herrscher repräsentieren. Im Erdgeschoss des

man wohnt...

Schlusses befand sich die Statthalterwohnung, die ab dem 16. Jh. bis 1679 bewohnt wurde. 1577-78 bekam der Brunnen auf dem Schlosshof seinen zierlichen Überbau (restauriert 1850). 1611 wurde das Schloss von den Dänen, die es eroberten, teilweise zerstört. Nach der Rückgabe des Schlosses baute man es wieder auf und nutzte es als Statthalterresidenz. Als dieser dann auf die Stadtinsel umzog, verfiel das Schloss und wurde bald Magazin, Gefängnis und von 1776-87 die staatliche Schnapsbrennerei. Ausbesserungen am Schloss unternahm man 1850 und nach 1880 (HELGO ZETTERVALL). 1919-39 und 1965-80 erfolgten kostenintensive Restaurierungen im gesamten Schlossbereich. Unter anderem wurde die ursprüngliche rustica-Bemalung 1978, als dessen Vorbild die Bemalung des Güstrower Schlosses gilt, wiederhergestellt.

Schloßschnaps

3.9.2 Öland

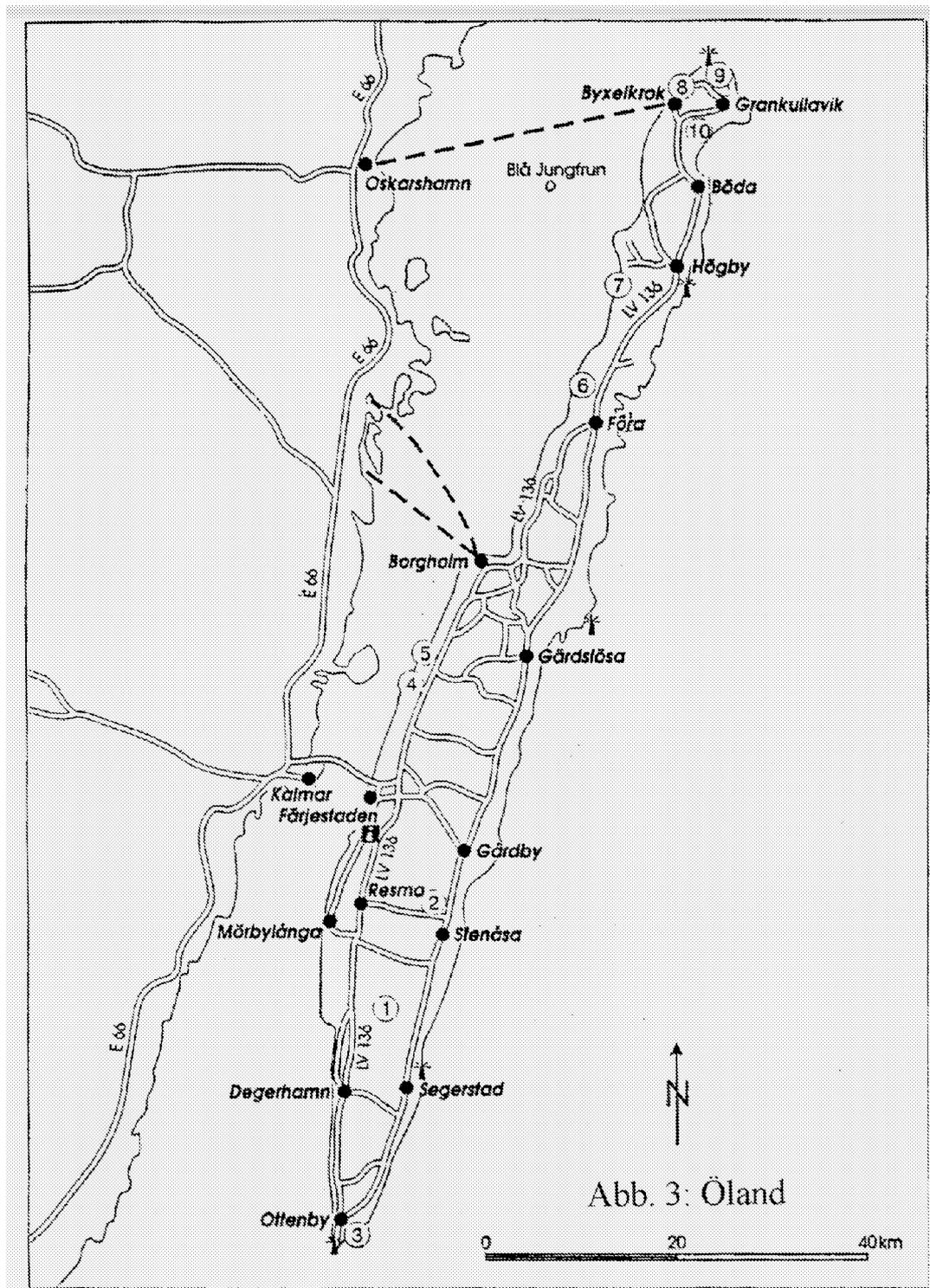
Natur- und Kulturraum

Öland ist die kleinste Provinz Schwedens.

Die Insel besitzt eine Länge von ca. 140 km und eine Breite von 4 bis 16 km. Die Landschaft ist flach, ihren höchsten Punkt, 57 Meter, erreicht sie bei Morbylånge im Süden. Südöland gehört aufgrund seiner einzigartigen Kulturlandschaft zum UNESCO Weltkulturerbe. Geologisch betrachtet, besteht Öland aus einer Schichtenfolge des Kambriums und Ordovizium. Die Schichten bestehen aus Sandstein, Schiefer und Kalkstein (räumlich von unten nach oben betrachtet). Der Sandstein ist jedoch im Ausbiss größtenteils in Bereich des Kalmarsundes und im Küsten- und Festlandsbereich Smålands, westlich der Insel Öland, anzutreffen. Der Kalmarsund ist durch Glazialexaration im Pleistozän entstanden, wobei das Eis sich entlang des Schichtstreichens bewegte. Im Bereich der Eisbedeckung kam es nach der Eiszeit zu einer isostatischen Hebung. In vielen Bereiche der nördlichen Ostsee konnte man empirisch Senkungsbereiche nachweisen. Das Senkungsbecken der Ostsee (Ostseemulde) muss wahrscheinlich schon in der Zeit des Kambrium bis Silur bestanden haben.

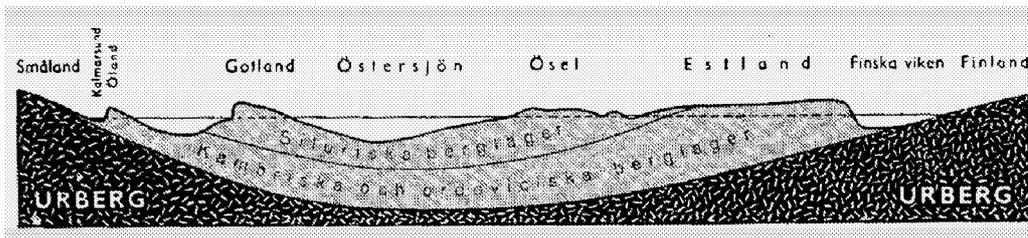
Geologie

Die Sedimentschichten dieses Zeitraums entstanden durch epirogenetische Bewegungen der Lithosphäre, die Trans- und Regressionen des Epikontinentalmeeres nach sich zogen. Durch die Hebungsbewegung des Baltischen Schildes westlich von Öland und isostatischen Ausgleichsbewegungen im Muldenbereich kam es zu einer leichten Kippung der paläozoischen Schichten nach Osten. Daraus schlussfolgernd kann man, morphologisch betrachtet, von einer Schichtstufe sprechen. Jedoch ist die Ausbildung der eigentlichen Stufe im Quartär in diesem Fall nicht allein durch Denudation, bzw. Erosion entstanden, sondern auch einzelne Ostseeentwicklungsphasen waren daran beteiligt. Man geht davon aus, dass der Ancylussee den starken Stufenhang herauspräparierte (siehe Abb. ?? auf Seite ??). Er schaffte einen Kliffbereich durch Abrasion. Die Kalkschichten besitzen einen minimalen Einfallwinkel. Während der Weichseleiszeit, bis ca. 12.400 Jahre vor heute, war Öland



(Quelle: MAGNUSSON, NILS, H., 1957)

Abbildung 3.30: Karte von Öland.

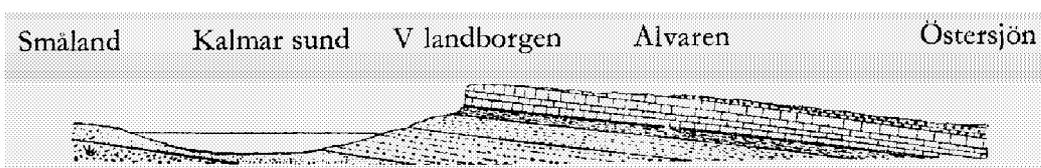


(Quelle: MAGNUSSON, N. H., 1957, nach VON POST, L.)

Abbildung 3.31: Querprofil vom Kalmarsund bis Finnland.

von Inlandeis bedeckt und lag unter dem heutigen Meeresspiegel. Während der Rückzugsphase lagerte sich auf dem vielerorts anstehenden Kalkstein Moränenmaterial ab. Die Materialablagerungen sind allerdings von geringer Mächtigkeit, was wahrscheinlich durch geringere Sedimenteinträge im Inlandeis, im Vergleich zu Norddeutschland, sowie durch nachträgliche Abtragung begründet ist. Räumlich gesehen, treten sie meist nicht großflächig zusammenhängend auf. An vielen Stellen findet man den Kalksteinuntergrund ohne Feinmaterial-, bzw. Bodenbedeckung. Der Vegetation entsprechend kann man die Insel Öland in vier Gebiete unterteilen. Im Süden kommt die Stora Alvaret, die große Steppe, vor. Nördlich der Steppe bis nach Borgholm steht Schwedens größtes zusammenhängendes Laubwaldgebiet und noch weiter im Norden existiert eine Mischform aus Laub- und Nadelwald. Der vierte Bereich ist durch die landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Insgesamt werden rund 40% der Inselfläche als Wiesen- und Ackerland genutzt, 15% sind Waldflächen und der Rest ist Steppe und Heide.

Kalk und
Steppe



(Quelle: MAGNUSSON, N. H., 1957)

Abbildung 3.32: Querprofil durch Öland.

Geschichte

Die Insel Öland ist schon seit langer Zeit besiedelt. Auf ihr findet man viele Zeugnisse aus vor- und frühgeschichtlicher Zeit. Dazu gehören Gang- und Steinhäufen-

Fluchtburgen

gräber der Stein- (ab 9000 bis ca. 1500 v. Chr.) bzw. Bronzezeit (1500 bis 500 v. Chr.) sowie Richterringe, Schiffssetzungen und Runensteine aus der Eisenzeit (500 v. Chr. bis 1050 n. Chr.) und Wikingerzeit (800 bis 1050 n. Chr.). Die Blütezeit der Frühkultur fiel wahrscheinlich in die Eisenzeit (ca. 500 v. Chr. bis 500 n. Chr.). Der Reichtum der Inselbewohner begründet sich in dem reichen Viehbestand. Viele erhaltene Fluchtburgen und zahlreiche Depotfunde (Edelmetalle, Schmuck) zeugen von zahlreichen feindlichen Überfällen auf die öländische Bevölkerung, im besonderen zur Völkerwanderungszeit (400 bis 700 n. Chr.). Zu dieser Zeit brachen auch die zahlreichen Handelbeziehungen ab, welche die öländischen Händler besaßen. Der Handel war nur durch den landwirtschaftlichen Überfluss möglich. Die Handelsgeschäfte können durch zahlreiche Münzfunde, oft römischer Herkunft, belegt werden.

Königsgüter

Im 11. Jh. wurde die Bevölkerung Ölands christianisiert. Aus dieser Zeit stammen viele Runensteine mit christlichen Kreuzen. Die vielen Verteidigungskirchen zeigen, dass die Insel weiterhin Ziel fremder Eindringlinge war. Bis zur Herrschaftsübernahme GUSTAV VASAS (1523) kämpften die Dänen, Schweden u.a. um die Vorherrschaft über Öland. 1523 wurde die Insel in das schwedische Reich eingegliedert, vor allem durch die Anlage von fünf Königsgütern (z.B. Ottenby). JOHANN III. machte Öland zu einem königlichen Jagdgebiet (1556). Zu diesem Zweck wurde Rot- und Dammwild unter Schutz gestellt. Die Bauern waren durch diese Maßnahme stark betroffen, da das nun zahlreich vorhandene Wild Schäden an ihren landwirtschaftlichen Kulturpflanzen verursachte, und nicht genügend Weidegebiete für die Viehherden zur Verfügung stand. 1800 teilte man Öland in Jagdrefugien ein. Aus diesem Grund, die Pflanzen vor Wildverbiss zu schützen, errichtete man auf Öland Steinmauern. Die 4 km lange Karlsmauer, eine Mauer, die den Süzipfel der Insel abgrenzt, ist heute noch erhalten. Sie wurde unter der Herrschaft KARL X. erbaut. Trotz der Nutzung als Jagdgebiet kann man von einer Kontinuität der Landnutzung durch Landwirtschaft sprechen. Seit der Steinzeit (ca. 4000 Jahre v. Chr.) hat sich an Bodennutzung praktisch nichts geändert.

Reihendörfer

Es existieren auf Öland 30 Orchideenarten (teils endemisch) wie das Öland-Sonnenröschen und die Graslilie. Diese Vorkommen sind an die kontinuierliche Weidewirtschaft gebunden. Im Sommer werden die Schafe auf die Alvaret getrieben. An Stellen, die nicht beweidet werden entstehen die typischen verbuschten Steppenflächen. Auf den besten Weideflächen, häufig an der Küste anzutreffen, wird nur Winterfutterwirtschaft betrieben. Typisch für Öland sind ebenfalls die Reihendörfer. Die Reihengehöfte sind an Verkehrswegen angeordnet. Die Bevölkerung besitzt oft noch zusätzlich hofnahes Ackerland, Weideflächen (wie z.B. Seewiesen und Kalkheideflächen). Die Breite der Gehöfte zur Straße zeigt den Stellenwert des Hofes in der Gemeinschaft, den Einfluss der Besitzer. Die "Östergötalagen" enthalten genaue Vorschriften zum Abstecken der Hofgemarkungen. Die häufigste Hofform ist der götische Hof, bestehend aus einem umbauten rechteckigen Grundstück mit voneinander durch Zäune oder Mauern abgetrennten Gebäuden, die das

Gehöft in einen Bereich für Menschen und einen für Tiere aufteilte. Die meisten Gebäude sind in der Schichtbauweise errichtet. Die kontinuierliche Landnutzung ist auf Öland verbunden mit einer Siedlungskontinuität seit der Steinzeit. Dementsprechend lassen sich viele Artefakte aus jeder Zeit finden (z.B. Eketorp). Das auf der Insel keine Zersiedlung stattfand, wie in anderen Bereichen Europas, lag daran, dass es kein Erbrecht gab. Zu einer starken Abwanderung auf die Festlandsbereiche sowie in das Ausland, wie Nordamerika, kam es im 19. Jh.. Die Nutzung der landschaftlichen Gegebenheiten beschränkte sich aber nicht nur auf die Landwirtschaft, auf Öland wurde schon seit langer Zeit Kalkstein abgebaut. Seit dem 19. Jh. exportierte man diesen auch. Vorher wurde dieser größtenteils lokal genutzt.

Abwanderung

Die Ölandexkursion

Karlevistenen Der Karlevistenen (Karlevistein) liegt südlich des Ortes Karlevi. Er gilt als der älteste Runenstein Ölands aus dem 10. Jh. (Wikingerzeit). Auf dem Stein sind Schriftzeichen zu erkennen. Die Schrift nennt man Futark. Die Zeichenabfolge wird von links nach rechts gelesen. Regional kann man mehrere Futarks unterscheiden. Die Zeichenschrift wurde zur damaligen Zeit auch in Briefen verwendet, dazu verwandte man Holzstücke. Auf diese ritzt man die schnörkellosen Buchstaben ein.

Futark

Alvaret (Resmo) Südwestlich des Ortes Resmo liegt die karge Alvarlandschaft. Der Begriff Alvar bedeutet blankes, verkarstetes Gestein. Die Stora Alvaret bei Resmo ist weltweit eine der größten zusammenhängenden Flächen seiner Art: Auf Öland existieren ca. 33.000 ha. Die Alvarlandschaft findet man in dieser räumlichen Ausdehnung nur in Südöland. Wie im geologischen Teil schon erwähnt, steht in diesem Gebiet Orthocerenkalk aus dem Ordovizium an. Auf dem Kalk konnte sich unter den bestehenden Klima- und Nutzungsbedingungen der Vegetationstyp der Kalkheide herausbilden. Durch die Verwitterung des kalkigen Untergrundes kommt es teilweise zur Anreicherung von tonigem Material. Dieses ist über dem Kalkstein häufig nur wenige Zentimeter ausgebildet. Durch Humusakkumulation kann es zur Bildung einer Rendzina kommen. Stellenweise entsteht nur ein Rohboden, eine Initialrendzina. Sie besitzt einen A₁ Horizont mit wenig Humus und feinkörnigem Material. Oft sind in diesem Initialhorizont Kalkbrocken enthalten. Das Verwitterungsmaterial sowie die Moränenrückstände, welche Bereiche Ölands überlagern, können u.a. durch Denudation und Erosion abgetragen werden. Deshalb kommt es vor, dass der ordovizische Kalkstein direkt an der Oberfläche ansteht. Die klimatischen Bedingungen sind stark durch die Ostsee geprägt. Es fallen ca. 800 mm Niederschlag pro Jahr. Nach KOEPPEN gehört Öland in den C_{bf}-Klimabereich, d.h. Regenklimate mit milden Wintern: kühler Monat über 0°C und unter 18°C; wärmster Monat über 10°C und unter 22°C, ständig feucht:

Kalkheide

Vegetation

Niederschläge im trockensten Monat mindestens 60 mm. Der Frühling setzt gegenüber dem nahen, schwedischen Festland verspätet ein, der Spätsommer ist wärmer. Diese Jahreszeitenverschiebung ist durch die Ostsee bedingt. Im Sommer ist das Wasserangebot für die Pflanzen im Bereich der Kalkheide nicht reichhaltig. Das Regenwasser fließt auf der Erdoberfläche entweder oberflächlich ab und sammelt sich in konkaven Oberflächenformen, wo es dann verdunstet, oder es fließt in Klüfte und Spalten, ist dementsprechend auch nicht lange pflanzenverfügbar. Der meeresbedingte, konstante Seewind hat im Durchschnitt eine Geschwindigkeit von vier bis fünf Metern pro Sekunde, auch durch ihn wird u.a. die Verdunstung verstärkt. Aufgrund der klimatischen Verhältnisse, des nährstoffreichen Bodens und der ständigen Beweidung durch Vieh seit der jüngeren Steinzeit, konnte sich in Südöland eine einzigartige Vegetation herausbilden. Es existieren hier beispielsweise die gemeine Kugelblume (*Globularia vulgaris*), normalerweise im Mittelmeerraum beheimatet, die Gebirgsflechte *Thamnolia vernicularis* sowie das endemische Sonnenröschen. Weiterhin wachsen auf Öland Wacholdersträucher und 30 verschiedene Orchideenarten. Heute betreibt man teilweise nur noch Weidewirtschaft, um die Kulturlandschaft zu erhalten. Auf dem kalkigen und mergeligen Untergrund, vornehmlich im Randbereich der Stora Alvalet, bildeten sich an einigen Stellen Feuchtwiesen und Moore. Die Feuchtgebiete sind wichtige Refugien für Vögel (Zugvogelgebiet), wie Kraniche (Bsp. Möckelmossen nördlich von Borgholm). Zum Schutz vor Wasserschäden wurden um die Siedlungen Drainagegräben gebaut. Westlich der Stora Alvalet streicht der Orthocerenkalk aus. Der ihn unterlagernde Alaunschiefer bildet im Küstenbereich den C-Horizont. Er wird von tonigem Material überlagert. Dieser fruchtbare Ton ist die Voraussetzung für die landwirtschaftliche Nutzung. Häufig findet man im horizontalen Übergangsbereich zwischen Kalk und Alaunschiefer Quellen. Diese Quellen nutzten die Wikinger teilweise als Opferorte.

Bårby Borg (NW von Kastlösa) Die Bårby-Burg war eine Fluchtburg während der Völkerwanderung. Sie wurde bis ins 17. Jh. genutzt. Die Burg besteht aus einem halbkreisförmigen Wall, der nach Westen geöffnet ist. Im Westen bildete der 20 Meter Abhang zur Alaunschieferküstenfläche einen natürlichen Schutz.

Gettlinge Die Gettlinge sind ein Großsteingrabfeld. Die Gräber stammen aus der Bronzezeit bis ins frühe Mittelalter, d.h. der Ort wurde 1.000 Jahre als Friedhof genutzt. Die meisten Gräber sind die reicher Familien der Eisenzeit (Wikingerzeit). In einigen Gräbern fand man Waffen als Grabbeigabe. Die zwei meistgenutzten Grabformen sind die Dolme und der Menhir. Die Dolme besteht aus zwei vertikal gestellten, länglichen Steinen, die von einer Steinplatte abgedeckt wurden. Die Menhire sind vertikale längliche Einzelsteine. Sie können einzeln stehen oder man ordnete sie in einer Reihe, in Schiffsform oder im Kreis (Cromlech) an.

Degerhamn Nahe der Stadt Degerhamn (südlich), am Kalmarsund, liegt ein Alaunbruch. Hier wurde der oberkambrische Alaunschiefer, welcher dem Zementwerk in Degerhamn als Energiequelle diente abgebaut. Zu Hochzeiten der Alaunschieferförderung baute man im Bruch 60.000 Tonnen pro Jahr ab. Das Schiefergestein ist teilweise stark verwittert, es hat dementsprechend eine rote Färbung. Vor dem gegenüberliegenden Festlandsufer im Offshore-Bereich, südlich von Kalmar, verläuft ein Oszug, der fast bis zur Wasseroberfläche reicht. Auf diesem errichtete man den am weitesten ins Meer reichenden Offshorewindpark. Die Windradanlage wurde im Jahre 2000 ans Stromnetz angeschlossen. Den Standort wählte man wegen des relativ beständigen Seewindes. Außerdem ist die Reibung der Luft an der Wasseroberfläche geringer als an einer Landoberfläche. Die Windgeschwindigkeit im Offshore-Bereich ist höher als die im Onshore-Bereich. Die Windräder funktionieren optimal bei einer Windgeschwindigkeit von 12 Metern pro Sekunde. Sie werden bei Windgeschwindigkeiten unter 3 m/s und über 24 m/s außer Betrieb genommen. Bei einer Flügelspannweite von 30 Metern und einer Höhe von 65 Metern erzeugen die Windräder eine Leistung von 38.000 MW pro Jahr. Mit dem Strom können 6000 Haushalte versorgt werden, die meisten befinden sich auf Öland.

Windräder

Eketorp Die Burg Eketorp liegt nordwestlich des Ortes Össby im Südosten der Insel Öland. Für das Gebiet der heutigen Burg kann man drei Besiedlungsphasen unterscheiden. Die erste Phase der Besiedlung wurde datiert auf 300 n. Chr.. Öland war zu dieser Zeit immer wieder Ziel feindlicher Übergriffe. Deshalb existierten insgesamt 19 Fluchtburgen auf der Insel. In Eketorp standen 300 n. Chr. einige Häuser ohne Giebel um eine kleine Feuerstelle. Der Platz wurde als befestigter Versammlungsort und als temporäre Zufluchtsstätte vor Feinden genutzt. Die Eroberung der Häuser war nicht nur durch die Befestigungsanlagen schwierig, Eketorp besaß zusätzlich einen natürlichen Schutz, der Ort war von Sumpf und Wasser umgeben. Während der zweiten Besiedlungsphase von 400 bis 700 n. Chr. errichtete man an derselben Stelle eine doppelt so große Burg mit Speicheranlagen. Sie wurde in diesem Zeitraum permanent bewohnt. Bis 160 Menschen konnten hier Zuflucht finden. Für die Mauer, welche die Häuser umgab, errechnete man eine Höhe von 5 m. Die heute ausgegrabenen Fundamente stammen größtenteils aus dieser Zeit. Im Zeitbereich zwischen 700 und 1100 n. Chr. nutzten die Menschen die Burg nur noch selten. Erst ab 1170 besiedelt man diesen Bereich ein drittes Mal. Die Burg wurde zu einer Garnison ausgebaut. Sechs Schmieden errichtete man zwischen den schützenden Mauern. Die dritte Besiedlung endete 1240. 1964 fanden Archäologen im Bereich der Garnison nur noch Fundamente. Diese wurden 1974 ausgegraben. Sie entdeckten drei Tonnen Knochen und 24.000 Gegenstände, wie Keramik und Waffen. 1974 wurde die Burganlage der zweiten Besiedlungsphase rekonstruiert.

Zufluchtsstätte

3.9.3 Literatur

- BOHN/GEHRKE (1986): Südschweden auf eigene Faust. Conrad Stein Verlag, Kiel
- GRAVESEN, P. (1993): Fossiliensammeln in Südkandinavien.
- JOHANSSON, ANDERS (1992): Im Herzen von Kalmar. Barometerns förlag, Kalmar
- JOHANSSON, ANDERS (1998): Das Schloss am Kalmarsund. Barometerns förlag, Kalmar
- KREUZENBECH, ULRICH (1985): Südschweden. NORDIS – Verlag GmbH, Essen
- LANGE, HANNES (1989): Schweden. Goldstadtverlag Pforzheim, Pforzheim
- MAGNUSSON, NILS, H. (1957): Sveriges geologi. Svenska Bokförlaget, Norstedts, Stockholm
- SCHOENBERG/NEUGEBAUER (1987): Einführung in die Geologie Europas. Rombach GmbH + Co Verlagshaus KG, Freiburg im Breisgau
- SELLING, DAGMAR (1986): Das Schloss von Kalmar. Barometerns förlag, Kalmar
- STANLEY, STEVEN, M. (2001): Historische Geologie. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg/ Berlin
- STURESSON, BERTIL (1996): Schweden, Småland. Davidssons Tryckeri AB, Växjö

Außerdem wurden diverse Touristeninformationsblätter und Reiseführer sowie Internetseiten (www.kalmar.se) genutzt.

Index

A

- Ängsö, 95
- Åhus, 198
- Ålandsee, 48
- Ångermanälven, 67, 71, 75, 77, 78
- Ångermanland, 46, 59, 74
- Åräsby, 42
- Ås, 44
- Åsberg, 160
- Ancylus fluviatilis*, 58
- Abisko, 95
- Achondrit, 148
- Acritarchen, 29
- Adils, 169
- Agnathe Fische, 31
- Alaunschiefer, 28, 210
- Alleröd, 82
- Allermannsrätten, 107
- Alt-Uppsala, 167, 169, 171
- Altstadt
 - Brända Tomten, 183
 - Kungsträdgården, 185
 - Morten Trotzig gränd, 183
 - Storkyrkan, 184
 - Stortorget, 184
 - Västerlånggatan, 183
 - Österlånggatan, 183
- Ancylussee, 50, 58, 188, 205
- Andrarumkalkstein, 29
- Andries Sersander, 199
- Andromeda polifolia, 187
- aplitische Dykes, 160
- Arby, 198
- Archaeocyathidenriffe, 25
- Archaikum, 19
- Arkonasee, 48
- Arkosen, 23
- Artenschutz, 91
- Asen, 169
- Asen-Religion, 171
- Asgard, 115
- Astenosphäre, 62
- Asteroide
 - Asteroidentypen, 147
 - Ceres, 147
 - Gaspra, 147
 - Ida
 - Daktylus, 147
- Atlantikum, 87, 188
 - älteres, 59
- Attundaland, 169
- Aun, 169
- Ausflocken, 69
- Axevalla, 45
- Bälunge Mosse, 187
- Bänderton, 45, 66
- Bänderton-Diagramme, 66
- Bändertonchronologie, 66, 67, 71, 72, 74, 77, 78, 80, 81
- Bändertonsequenz, 66, 71, 77, 79
- Bülten, 187
- Bårby Borg, 210
- Baggensgatan, 181
- Baltica, 21, 31
- Baltikum, 125, 128
- Baltischer Eisstausee, 42, 50, 52, 55, 57, 69, 71, 78, 79, 105
- Baltischer Schild, 19, 21, 24, 29, 62, 205
- Bastion Johannes Rex, 201

- Beltsee, 48
 Bentonit, 30
 Bergslagen, 120, 132
 Besenheide, 187
 Bewaldungsdichte, 86
 Billingen, 45, 52, 55–57, 79, 82, 105
 Billinger Pforte, 52, 56
 Biodiversitätskonvention, 96
 Biomonitoring, 98
 Bioturbation, 24
 Birka, 115, 167
 Björkö, 113, 167
 Björnparken, 160
 Bjurum, 102
 Blängsmossen, 105
 Blöcke
 - erratische, 37
 Blå Jungfrun, 95
 Blattverschiebung, 162
 Bleichmoostorfe, 190
 Bleiglanz, 162
 Blekinge, 59, 75, 82, 127, 133, 198, 199
 Blutbad von Linköping, 125
 Boden, 42
 Bohuslän, 41
 Boreal, 58, 87
 Borgholm, 198, 207, 208
 Bornholm, 25, 127, 133
 Bornholm–Becken, 57
 Bornholmsee, 48
 Bottnischer Meerbusen, 48, 62–64
 Bråwiken, 42
 Brachiopoden, 30
 - *Lingulida*, 24
 - *Mickwitzia*, 24
 Brandenburg, 127
 Brandenburger Stadium, 38
 Brandrodung, 95
 Brekziendykes, 155
 Bremen, 127
 Bronzezeit, 208, 210
 Bruchschollentektonik, 62
 Brunkebergsoser, 178, 183
 Bryozoen, 30
 Byzanz, 110, 113
 Calluna vulgaris, 187
 Caracas, 96
 CARBOEUROPE–Projekt, 177
 CCD, calcite compensation depth, 70
 central uplift, 148, 153, 154, 162, 164
 Cephalopoden, 30
 Ceratopygen–Schichten, 29
 Chicxulub–Krater, 153
 Chicxulub–Event, 157
 Chondrit, 148
 Christianisierung, 160
 Colonus–Schiefer, 30
 Conodonten, 23, 29
 Cromlech, 210
 Cyrtograptus–Schiefer, 30
 Dänemark, 116, 124, 125, 127, 198, 199
 dänischer Belt, 56
 Dörby, 198
 Döviken, 78
 Dahmsches Haus, 202
 Dala–Serie, 156
 Dalagranit, 156
 Dalaporphyr, 160
 Dalarna, 21, 87, 155
 Dalmanitina–Schichten, 30
 Dals–Ed, 45
 Darßer Schwelle, 59
 Degerfors, 59
 Degerhamn, 211
 Detraktion, 36
 Deutsche Periode, 123
 Devon, 31, 146, 155
 diaplektische Gläser, 154
 Diatomeen, 69
 - Salzwasser, 57
 - *Echinea cempylodiscus*, 58
 - *Mastogloia smithii*, 59
 - limnische, 57
 Dichellograptus–Schiefer, 30

- Dictyonemaschiefer, 29
Didymograptus-Schiefer, 30
Differentiation, gravitative, 147
Dingtunaebene, 42
Diplocraterion-Sandstein, 24
Djurskydområde, 106
Dnjepr, 113
Dolme, 210
Dom Kalmar, 202
Domänen, 169
Dreisigjähriger Krieg, 110, 125, 127,
131
Dropstones, 45
dropstones, 71
Drosera anglica, 187
Drosera rotundifolia, 187
Drottninggatan, 183
Drumlin, 40, 42
- Felskern-, 40
Drumlins, 37
Dyke, 162

Echineismeer, 58
Eem-Meer, 50
Eem-Warmzeit, 50
Egils, 169
Eisenzeit, 167, 208, 210
- jüngere, 111
Eisscheide, 35
Eisstausee, 67
Eketorp, 209, 211
Elbing, 112
Elster-Kaltzeit, 50
Empetrum nigrum, 187
Endmoränenzüge, 41
England, 114, 130
Eozän, 158
Erbrecht, 209
Erbvertrag von Västerås, 123
Erhaltungsfähigkeit, 84
Erich von Pommern, 199, 204
Erik XIV., 110, 199
Erik, heiliger, 171
Eriophorum vaginatum, 187

EROFLUX-Forschungsprojekt, 173
Erosion
- subglaziale, 40
Erratika, 37
Eskilstuna, 116
Estland, 24
Eustasie, 62
Exaration, 193
excavation flow, 152
Exporrecta-Konglomerat, 29
Exsulanskalkbank, 29

Färjestaden, 103
Falköping, 102
Fennokareliden, 191
fennoscandian moraines, 74
Festung Kalmar, 199
Feuerbestattung, 167
Fichte, 95
Finiglazial, 74
Finnischer Meerbusen, 48
Finnland, 42, 64, 121, 128, 131, 171
Fjärd, 193
Fjärdhundraland, 169
Fjord, 36, 41, 193
Flutes, 40
Flyhof, 35
Folkunger, 119
Foraminiferen, 158
Frankreich, 127, 130
Freiheitsbrief, 119
Frey, 115, 169
Frieden von Brömesbro, 125
Frieden von Roskilde, 127
Frieden von Sarek, 95
Frieden von Stettin, 124
Frieden zu Knäröd, 125
Futark, 209

Götakanal, 191
Göteborg, 191
götischer Hof, 208
Gamla Stan, 182-184
Gamla Uppsala, 166, 169, 172

- Garparör-Naturreservat, 105
 Garphyttan, 95
 Gastropoden, 30
 Gauten, 169
 Gebirgsflechte (*Thamnotia vernicularis*), 210
 gemeine Kugelblume (*Globularia vulgaris*), 210
 Geochronologia Suecica, 67, 74
 Geschiebe, 37
 Geschiebelehm, 37
 Geschiebemergel, 37
 Gesundaberg, 160
 Gettlinge, 210
 glazialeustatisch, 64
 Gletschermühle, 36
 Gletscherschrammen, 35
 Goten, 111
 Gothenburg, 79
 Gothiglazial, 74, 75, 78
 Gotland, 21, 25, 31, 59, 60, 111, 113, 114, 127, 169, 198
 Gotland-Becken, 57
 Gotlandsee, 48
 Gotska Sandön, 95
 Gottheiten, 169
 Graptolithen, 23, 30, 164
 - *Dictyonema*, 29
 - *Rhabdinopora flabelliformis*, 29
 - dendroide, 29
 Graptolithenschiefer, 30
 Grenvillian-Dalslandium-Orogen, 31
 Grobin, 111
 Gustav Vasa, 110, 199, 203, 204, 208
 Gyttja, 188
 Hälgenäs, 193
 Hälsingland, 46
 Härade, 169
 Härjedalen, 106, 127
 Hättberg, 160, 162
 Hökensås, 55
 Hörrsjö, 46
 Hüte, 130
 Hackvad, 42
 Hagby, 198
 Haithabu, 113
 Hale-Bopp, 147
 Halland, 127
 Halleberg, 23, 28
 Halleyscher Komet, 147
 Hamburg, 115
 Hamra, 95, 101
 Hamra-Nationalpark, 95
 Hanse, 120, 199
 Hardeberga-Quarzit, 24
 Harnisch, 37
 high pressure zone, 40
 Hinterpommern, 127
 Hirnantia-Eiszeit, 21
 Hjälmarsee, 46
 HKL, höchste Küstenlinie, 75
 HKL, höchste Küstenlinie, 52, 55
 Hochsander, 38
 Holozän, 57, 87
 Holstein-Transgression, 50
 Holstein-Warmzeit, 50
 Holzindustrie, 92
 Holzkohle, 92
 Hornborgasjön, 102
 Hossmo, 198
 Hundare, 169
 Hunneberg, 23, 28
 Hunnen, 111
 Husaby, 35
 husby, husaby, 169
 hvarfig lera, 66
 Impaktite, 154
 Impaktkörper, 146
 - Asteroide, 146, 147
 - Kometen, 146, 147
 - Meteorite, 146, 148
 - Sternschnuppen, 146
 Impaktphysik, 148
 Impaktstruktur, 148
 Indalsälven, 67, 74, 78
 Industrialisierung, 92, 164

- International Union of Natur Conservation and Natural Resources (IUCN), 96
- Iridium, 154
- Isostasie, 61
- isostatische Hebung, 58, 62, 64
- Jämtland, 21, 23, 24, 127
- Järnagranit, 156, 162
- Järntorget, 183
- Jättadal, 105
- Jättadalen–Naturreservat, 105
- Jüngere Dryas, 56, 64, 81, 87
- Jüngere Tundrenzeit, 52
- Jütland, 127, 133
- Jahresschichtung, 68, 70
- Japetus, 21
- Japetus–Ozean, 21, 24, 29
- Jarl, 117
- Jedermannsrecht, 96, 107
- Johann III., 199, 208
- Jotnium, 19
- Jungpaläozoikum, 31
- Känozoikum, 31
- Kävsjön, 102
- Königin Margareta, 199
- Küstentypen, 193
 - Fjärd–Schären–Küste, 191, 193, 196
 - Fjärdküste, 191
 - Fjord–Schären–Küste, 193
 - Schärenhof–Küste, 193
- Kadet–Rinne, 59
- Kahlfelsenlandschaft, 42
- Kalben, 56
- Kaledoniden, 21, 23
- Kaledonische Geosynklinale, 24
- Kaledonische Orogenese, 155
- Kalkheide, 209
- Kalkstein, 31
- Kalmar, 42, 119, 191, 198, 199
- Kalmarer Union, 110, 121, 199, 204
- Kalmarsund, 198, 205, 211
- Kambrium, 205
- Kambrosilur, 156
- Kames, 44, 45
- Kameslandschaft, 45
- Kameterrassen, 44
- Karbon, 31, 155
- Karl X., 202, 208
- Karl XIV. Johan, 191
- Karlevi, 209
- Karlevistenen, 209
- Karlsö–Becken, 57
- Karlsborg, 42
- Karlsborgssundet, 55
- Karlskrona, 199
- Karlsmauer, 208
- Kastlösa, 210
- Katastrophenwarve, 79
- Kategorie II–Nationalparks, 97
- Katrineholm, 191
- Kattegat, 110, 191
- Kavaliertor, 201
- Kerbtal, 193
- Kettilen, 204
- Kiew, 113
- Kilsbergen, 58
- Kinnekulle, 23
- Klückeberga, 198
- Klikten, 160, 162
- Klima, 173
- Klimamessstation, 173
- Klyftamon, 42
- Kohlenstofffluss, 177
- Kohlenstoffkreislauf, 173
- Konglomerate, 23
- Korallen
 - tabulate, 30
- kosmische Geschwindigkeit, 148
- Krähenbeere, 187
- Kråksten, 24
- Krater
 - einfache, 148
 - hypervelocity impact, 148
 - komplexe, 148

- Kreide-Tertiär-Grenze (KTB), 158
 Kreuzzüge, 119
 Krieg, dänisch-schwedischer, 199
 Kristianstad, 75
 Kritzungen, 37
 Krusenstjernas Landhaus, 203
 Krustenbewegungen
 - epirogenetische, 21
 Kuiper-Gürtel, 147
 Kullzénsches Haus, 203
 Kulturlandschaft, 102, 103
 Kvarken, 64
 Kvarnholmen, 199, 201
 Kyrksjön, 55
- L
- L^AT_EX₂_ε, 2
Limnea ovata, 60
Litorina littorea, 59, 60
 Lövä, 102
 Lübeck, 120, 122–124
 Ladoga, 56
 Lagg, 187
 Landrecht, 119
 Landschaftsgenese, 35
 Landsorttief, 48
 Landwirtschaft, 167
 Langhundra-Fahrrinne, 167
 Lappland, 42, 99
 Larmplatz, 203
 Larmtorget, 203
 Laurentia, 21
 Laurentischer Schild, 21, 31
 Laurentius-Kapelle, 160
 Leba-Gebiet, 29
 Ledum palustre, 187
 Leitgeschiebe, 38
 Lettland, 111
 Lilla Torget, 202
 Limnea-Meer, 60
 Limnea-Stadium, 60
 Lingulidensandstein, 24
 Linköping, 116
 Litorina-Grenze, 60
- Litorina-Meer, 50, 59, 60, 188
 Litorina-Stadium, 59
 Litorina-Transgression, 60
 Loftahammar-Schwelle, 193
 Lovers, 199
 low pressure zone, 40
 Luchs, 101
 Lutter am Barenberge, 125
- M
- Mya arenaria*, 61
 Mälaren, 178
 Mälargebiet, 113
 Mälarsee, 46
 Mälarseetal, 167
 Mälartal, 116
 Märsta, 42
 Möckelmossen, 210
 Mützen, 130
 Magna Charta, 119
 Magnatenstand, 118
 Mahlstein, 36
 Malmstätt, 45
 Massenextinktionen, 158
 Mastogloia-Meer, 59
 Mecklenburg-Vorpommern, 60
 Menhir, 210
 Mergel, 31
 Mesozoikum, 31
 Metamorphite, 154
 Meteoritenimpakt, 23
 Meteorittypen, 148
 Milankovich-Zyklus, 70
 Milieu
 - anaerobes, 69
 Mittelalter, 210
 Mittelkambrium, 25
 Mittelschwedische Eisrandlage, 52
 Mittelschwedische Senke, 57
 Mjösensee, 42
 Molasse, 156
 Moltebeere, 187
 Monograptiden, 30
 Moräne, 37

- Ablations-, 38
- Absetz-, 38
- Ausschmelz-, 38
- End-, 38, 45
- Flies-, 40
- Grund-, 37
- Hummock-, 40
- Jahres-, 38, 42
- Ober-, 40
- Rückzugs-, 38
- Satzend-, 38
- Stauchend-, 38
- DE GEER-, 40, 42
- Mora, 162
- Morbylånga, 205
- Mt. Billingen, 23
- Mt. Kinnekulle, 30
- multiring bassin, 153
- Mya–Meer, 60
- Mylonitzzone, 21, 162
- Mythologie, 169
- Näke, 42
- Närke, 21, 23–25, 28
- Närkesund, 57, 58
- Nördlinger Ries, 155, 157
- Nöteborg–Vertrag, 124
- Nadelwalder
 - boreale, 101
- National Environmental Protection Agency (EPA), 96
- Nationalpark, 93
- Natur Conservation Act, 98
- Natur minne, 105
- Naturdenkmal, 93
- Nature Conservation Act, 94, 106
- Nature Resource Act, 98
- Naturkundemuseum Berlin, 158
- Naturreservate, 98, 103
- Naturschutz, 91
- Naturschutzleitbild
 - anthropozentrisches, 96
 - biozentriertes, 96
- Naturvårdsverket, 96
- Nautiloidea, 30
 - *Endoceras*, 30
 - *Lituities*, 30
 - *Orthoceras*, 30
- Neoproterozoikum, 21
- Nestorchronik, 113
- Niedermoor, 190
- Nobelfestessen, 183
- Nord–Ostsee–Kanal, 50
- Nord–Ost–Passage, 93
- Nordischer Krieg, 110, 124
- Nordkarelien, 56
- Norrbotten, 42
- Norrköping, 191
- Norrland, 42, 92, 94
- Norrmalm, 182, 184
- Norrström, 181
- Norunda, 173, 177
- Norwegen, 42, 116, 199
- Nowgorod, 113
- O
- Öglunda, 105
- Öland, 21, 25, 42, 59, 98, 103, 169, 198, 205, 207
- Öresund, 56
- Örja, 198
- Örlen, 55
- Örlenpass, 55
- Ösel, 127
- Össby, 211
- Östergötalagen, 208
- Östergötland, 21, 24, 25, 28, 42, 45, 191
- Öved–Ramsåsa–Serie, 30
- Öland, 111, 113, 114
- Östergötland, 114
- Oberkambrium, 28
- Obolussandstein, 29
- Odin, 115, 169
- Oelandicus–Stufe, 25
- Offshorewindpark, 211
- Onega, 56
- Oolith, 31

- Oortsche Wolke, 147
 Orbitalbahnen, 147
 -elliptische, 147
 -hyperbolische, 147
 -parabolische, 147
 Orchideenarten, 103, 208
 - Graslilie, 208
 - Öländisches Sonnenröschen, 103
 - Öland-Sonnenröschen, 208
 Ordovizium, 21, 29, 205, 209
 Oresjön-See, 155
 Orogenese
 - Gotische, 19
 - Svekokarelistische, 19
 - Svekonorwegische, 21
 Orsa, 162
 Orsa Grönklitt, 106
 Orsa-Sandstein, 164
 Orsasjön-See, 155
 Orsten, 28
 Orthocerenkalke, 30, 209, 210
 Os-Netze, 45
 Oser, 44, 46
 Osgraben, 45
 Osgropar, 45
 Ostschweden, 42
 Ostsee, 48, 113, 173, 205
 Ostsee-Senke, 50
 Ostseemulde, 31, 205
 Oszillationsrippeln, 24
 Ottenby, 103, 208

 P
 Portlandia arctica, 57
 Padjelanta-Nationalpark, 95
 Paläozoikum, 21
 Paradoxissimus-Stufe, 28
 Penepplain
 - Subkambrische, 21, 31
 Perm, 31
 Perstorp-Feld, 52, 56
 Phanerozoikum, 33
 Photosynthese, 174
 Pieljekaise, 95

 planar deformation features (PDF), 154
 Pleistozän, 205
 Polen, 111, 124, 125, 127
 Pollenakkumulationsrate, 86
 Pollenanalyse, 84, 187
 - Exine, 84
 - Intine, 84
 - Pollen, 84
 Pollendiagramm, 84
 Pollenkonzentration, 86
 Polnische Klappsonde, 187
 Pommern, 133
 Pottasche, 92
 Präboreal, 52, 57, 82, 87
 Präkambrium, 19
 Prästgatan, 181
 Prästmon, 75
 Proterozoikum, 31
 Prozesse
 - glaziale, 35
 - glazifluvial, 35
 Pyrit, 28

 Quartär, 205

 Rättvik, 42, 160, 164
 Rättvik-Os, 46
 Rügen, 127
 radial transpression ridges (RTR), 157
 Radiokarbonmethode, 82
 Radiolarien, 158
 Ramsar-Abkommen, 102
 Rastrites-Schiefer, 30
 Rathaus Kalmar, 203
 Raukar, 59, 60
 Reichsrat, 128
 Reichstag, 94, 103, 125, 128
 Reichsverweser, 125
 Religion, 115
 Remmen, 46
 Rendzina, 209
 Rentierzucht, 98
 Resmo, 209
 Ressourcen

- abiotische, 92
- soziale, 96
- wirtschaftliche, 95
- Reval, 124
- Rezessionslinien, 72
- Rhythmite, 66, 67, 70
 - Auflösungen , 70
 - Überlagerungs , 70
 - alternierende, 70
- Riddarhytten, 45
- Riffkalk, 31
- Rigaer Bucht, 48
- Rimbo, 66
- Rio de Janeiro, 96
- Robbenarten
 - Kegelrobbe, 106
 - Ringelrobbe, 106
 - Seehund, 106
- Rodinia, 21
- Rollstein-Os, 46
- Rosenlundsches Haus, 202
- Rosmarinheide, 187
- Royal Academy of Science, 95
- Rubus chamaemorus, 187
- Rundhöcker, 36
- Rundhöckerlandschaft, 193
- Runen, 116
- Runenstein, 112, 208
- Rus, 114
- Russisch-Karelien, 106
- Russland, 113, 116, 123, 125, 127
- Rutschungen, 71
- Ryssan, 160

- Söderköping, 191
- Södermalm, 182
- Södermanland, 98, 114, 198
- Söderström, 181
- Sölle, 45
- Sölvesborg, 198
- Sånfjället, 95
- Saale-Kaltzeit, 50
- Salzgehaltsschichtung, 48
- Sander, 43, 45
 - Borten-, 44
 - Flächen-, 44
 - Hoch-, 44
 - Schlauch-, 44
 - Trompeten-, 44
- Sarek, 95
- Schären, 36, 41, 193
- Schärenhof, 193
- Schärenküste, 41, 98
- Schärenlandschaft, 167
- Schiffssetzung, 208
- Schlacht bei Lützen, 125
- Schlacht von Hova, 118
- Schlenken, 187
- Schloss Güstrow, 205
- Schloss Kalmar, 204
- Schockquarze, 154, 155
- Schockwellenmetamorphose, 150
- Schockzonen, 151
- Schonen, 21, 23–25, 28, 31, 42, 67, 82, 102, 127, 133
- Schutzgebietsauswahl, 95
- Schutzgebietskategorien, 96
- Schwarzes Meer, 113
- Schwarzspecht, 101
- Schweden, 35, 64, 199
- Schwedische Akademie, 184
- Schwedische Gesellschaft für Naturschutz, 95
- Schwedische Zeitskala, 74, 78
- Sedimentation
 - glazilakustrine, 67
 - glazilimnische, 67
- Sedimentzufuhr, 67
- Seeadler, 101
- Seesedimente
 - rhythmische, 68
- Seggen, 190
- Sergels Torg, 185
- shatter cones, 154, 155, 162
- Sigtuna, 116
- Siljan
 - Impaktstruktur, 160

- Siljan-Struktur, 146
- Siljangranit, 162
- Siljansee, 160
- Siljan-Struktur, 146, 155
- Siljangebiet, 24
- Siljangranit, 156
- Siljankrater, 154
- Siljansee, 98, 155, 164
- Silt, 37
- Silur, 21, 29, 30, 205
- Skövde, 41, 55
- Skagerrak, 42, 79
- Skanden, 35
- Skara, 41, 42, 101, 102, 116
- Skattungen-See, 155
- Skolithos-Sandstein, 24
- Slussen, 183
- Småländer Erdnaht, 25
- Småland, 21, 42, 59, 101, 114, 191, 193, 198
- Sollerön, 160
- Sommerlage, 68
- Sonfjället-Nationalpark, 106
- Sonnenröschen, 210
- Sonnentau, 187
- Sortierung, 37
- sounding, 71
- Sozialstaat, 96
- Spätboreal, 59
- Spaltentäler, 178
- Sparagmit-Serie, 21
- Sphäroidenschiefer, 164
- Sphagnum balticum, 187
- Sphagnum cuspidatum, 187
- Steinzeit, 208
- Stensö, 204
- Stettin, 127
- Steuerwesen, 118
- Stinkkalk, 28
- Stishovit, 154
- Stockholm, 41, 42, 67, 121, 122, 178, 193
- Stockholmer Blutbad, 110
- Stockholmer Burg, 184
- Stockholmer Opernball, 131
- Stora Alvaret, 103, 207, 209
- Stora Sjöfallet, 95
- Store Mosse, 101
- Storkyrkan, 181
- Stortorget, 181, 202
- Strängnäs, 116
- Strandterrassen, 56
- Strandwälle, 60
- Stromatoporen, 30
- Styggforsen, 164
- subaquatisch, 56
- Subatlantikum, 87, 190
- Subatlantikum II, 61
- Subboreal, 188, 190
- Sumpfporst, 187
- Sundbyberg, 42
- Sundsvall, 63
- supraaquatisch, 56
- Suspensionsfracht, 68
- Svänö, 102
- Svea-Elf, 58
- Svea-Rike, 169
- Svear, 112, 114, 169
- Svearreich, 111, 169
- Svekofenniden, 25
- Svekokareliden, 25
- T
- TORNQUIST-TEISSEYRE-Suturzone, 23
- TORNQUISTsche Bruchzone, 62
- Tärnasee, 42
- Tal
 - Kerbtal, 36
 - Trogtal, 36
- Talglletscher, 44
- Teer, 92
- Tektonik, 62
- Tellvattnet, 46
- Terrassenbildung, 154
- Tertiär, 48
- thermohaline Schichtung

- vertikale, 48
- Thing, 116, 169
- Thor, 115, 169
- Tidantal, 55
- Tierschutz, 93
- Till, 37, 174
- Timmersdala, 55
- Tiundaland, 169
- Tiveden, 58
- Ton, 37
- Toteis, 43, 44
- Toteislöcher, 67
- Trübströme, 70
- transient crater rim, 152
- Tre Kronor, 181
- Tremadoc, 25, 28, 29
- Trilobiten, 23, 30
 - Agnostiden*, 28
 - Holmia*, 24
 - Oleniden*, 28
- Trollberget, 160, 162
- Trondheim, 127, 133
- Tundra
 - subarktische, 101
- Umweltverschmutzung, 96
- underflow, 68
- UNESCO, 103
- Unterkambrium, 23
- Uppland, 111, 113, 114, 166, 173, 188, 191
- Uppsala, 98, 115, 116, 123, 172, 173, 191
- Uppsala Öd, 169
- Uppsala–Os, 46
- Uran, 28
- Usedom, 127
- V
 - VASA I., 199
- Vänern, 41, 42, 191
- Värmland, 42
- Värnamo, 101
- Västeras, 116, 123
- Västerbotten, 87, 103
- Västergötland, 23–25, 29, 114, 115
- Västermanland, 46
- Västerport, 203
- Västervik, 191
- Vättern, 42, 52, 98, 191
- Völkerwanderung, 167, 208
- Völkerwanderungszeit, 111
- Vaberget, 55
- Vanadium, 28
- Varanger–Eiszeit, 21
- varv, 66
- Vasa–Brunnen, 203
- Vegetation, 174
- Vendel, 111
- Vendelzeit, 111
- Vendium, 21
- Verden, 127
- Vikaskogen, 55
- Vindelfjällen, 103
- Vorpommern, 127
- Voxtorp, 198
- Wärmeoptimum, 87
- Waldwirtschaft, 92
- Waräger, 114
- Warven, 66, 188
- Warvite, 45
- Wasserkraftindustrie, 95
- Wasserkreislauf, 173
- Weichsel–Kaltzeit, 50, 205
- Weichsel–Vereisung, 38
- Wellen
 - Entlastungswelle, 150
 - Schockwelle, 150
 - elastische reguläre, 151
 - rarefraction wave, 151
 - seismische, 151
- Wendelzeit, 167
- Westerås, 42
- Westfälischer Frieden, 127
- Wiborg, 128
- Wiederaufforstung, 92
- Wikinger, 112–114, 210

Wikingerzüge, 110
Wikingerzeit, 160, 167, 169, 208
Wildnisgebiete, 98
Wildschutzgebiet, 106
Winterlage, 68
Wismar, 127
Wittmannstättensche Figuren, 154
Wollgras, 187
Wollin, 127
Wyoming, 93

Y

Yoldia arctica, 57
Yellowstone-Park, 93
Ynglingar, 169
Ynglingatal, 169
Yoldia-Meer, 50, 57, 58, 188
Yoldia-Stadium, 57

Zellulose, 92
Zinkblende, 162
Zungenbecken, 40
Zyklus, 70
- allozyklischer, 70
- autozyklischer, 70