

Werk

Titel: Der Landverlust in Holderness, Ostengland, von 1852 bis 1952

Autor: Valentin, Hartmut

Ort: Berlin

Jahr: 1954

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385984391_0006|log80

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Der Landverlust in Holderness, Ostengland, von 1852 bis 1952

Von

Hartmut Valentin

Mit 3 Tabellen, 3 Figuren und 8 Bildern

Problemstellung

Von Sewerby, an der Südseite des Kreidekalk-Vorgebirges Flamborough Head, bis nach Kilnsea, an der Wurzel des jungen Sandhakens Spurn Head, tritt das eiszeitliche Hügelland von Holderness an die Nordsee heran. Die Grund- und Endmoränen, die glazifluviatilen und Stauseeablagerungen brechen hier in einer 61,5 km langen Kliffreihenküste zum Meere ab. Steht man auf der Höhe der sich bis zu 35 m über den Sandstrand erhebenden Kliffe, so wird es sogleich offenbar, daß diese auch heute noch zurückweichen: An dieser Stelle ist die noch auf der jüngsten Karte als befahrbar angegebene Küstenstraße unterbrochen; an jener sind die 1940/41 an der Kliffoberkante errichteten Bunker hinabgestürzt und liegen zerschmettert am Klifffuß; dort erblickt man die zur gleichen Zeit am Kliffuß ausgelegte Reihe von Betonklötzen viele Meter seewärts auf dem Strande; fast überall aber zeugt das nackte, kaum von Vegetation bedeckte Kliff selbst für die fortwährende zerstörende Arbeit des Meeres. Wir haben hier also eine zerstört werdende Kliffreihenküste vor uns — ein Musterbeispiel für einen „harmonischen Küstenzustand“ (VALENTIN 1952, S. 57).

Drei Probleme sind es vor allem, die sich aus diesem Sachverhalt ergeben. Zunächst einmal: Wie rasch wichen die einzelnen Kliffe überhaupt in der letzten Zeit zurück? Sodann: Welches sind die Ursachen des Landverlustes? Und schließlich: Läßt sich der Kliffrückgang aufhalten? Es sei gestattet, diese Fragen in der Festschrift für OTTO QUELLE zu behandeln, der sich gern an seinen Aufenthalt in England erinnert, selbst in Spanien Küstenbeobachtungen gemacht und die historisch-kartographische Methode so erfolgreich angewandt hat. Entsprechend den genannten Problemen gliedert sich die vorliegende Untersuchung in die Abschnitte: I. Die Messung, II. die Erklärung und III. die Bekämpfung des Landverlustes.

I. Die Messung des Landverlustes

Selbstverständlich hat man bereits mehrfach versucht, den auffälligen Landverlust in Holderness quantitativ zu erfassen. Einen guten Überblick über die frühen Messungen gab C. REID (1885, S. 94). Die bis zum Beginn dieses Jahrhunderts erschienenen Schriften wurden von T. SHEPPARD zusammengestellt (1906) und einschließlich der großen Kommissionsberichte über den Küstenrückgang ausgewertet (1909; 1912), so daß sie hier nicht noch einmal aufgeführt zu werden brauchen. Aber trotz des beachtlichen Ansatzes von C. THOMPSON (1923) beschränkten sich die bis-

herigen Veröffentlichungen auf die Angabe des Landverlustes an nur wenigen Punkten der Küste während mehr oder weniger kurzer Zeiträume. Was bis heute fehlt, ist die lückenlose Darstellung des Kliffrückganges an der ganzen Ostküste während eines einheitlichen, möglichst langen Zeitraumes.

Daher bemühte ich mich im Sommer und Herbst 1952 anlässlich glazialmorphologischer Geländearbeiten in Holderness (VALENTIN 1954c), mit einem 100 engl. Fuß (30,5 m) langen Rollbandmaß an recht vielen Stellen den Abstand der Kliffoberkante von markanten Punkten im Hinterland zu messen. Als derartige Punkte wurden vor allem alte Häuser, Vereinigungen von Wegen, Hecken und Gräben gewählt, von denen man annehmen durfte, daß sie seit der ersten exakten Landesaufnahme festlagen. Tatsächlich konnten fast sämtliche Punkte später in der Cambridger Universitätsbibliothek auf den ältesten „Six-Inch Maps“ des Ordnance Survey (1852) wiedergefunden werden. Infolge des großen Maßstabs 1 : 10560 der Karten war es möglich, den Abstand dieser Punkte von der damaligen Kliffoberkante auf 10 Fuß (3 m) genau abzulesen. Damit ergibt sich für die Differenz der Abstände — also den Landverlust von 1852 bis 1952 — eine Fehlergrenze von ± 3 m.

An einigen Stellen der Küste, wo sich noch gegenwärtig benutzte militärische Anlagen befinden, hatte ich keinen Zutritt. Dort mußte der Abbruch rein historisch-kartographisch durch Vergleich der neuesten Karte 1 : 10560, auf der laut Vermerk die „Grenzen bis 1951 berichtigt“ waren, mit der ältesten Ausgabe von 1852 bestimmt werden. Durch eine denkbare Summierung der Messungsfehler von 3 m beträgt die Fehlergrenze bei diesem Verfahren ± 6 m. Es ist jedoch aus verständlichen Gründen unmöglich, die so gewonnenen Rückgangsbeträge im folgenden besonders zu kennzeichnen.

Insgesamt wurde die Horizontalbewegung der 61,5 km langen Küste an 307 Orten gemessen, d. h. im Mittel entfiel auf etwa 200 m eine Bestimmung. Wenn die Entfernung der einzelnen Meßstellen voneinander auch nicht völlig gleichmäßig sein konnte, da sich nicht überall geeignete markante Punkte im Hinterlande fanden, so dürfte die Veränderung damit doch praktisch lückenlos erfaßt sein. Auch die Forderung nach einer einheitlichen, möglichst langen Beobachtungszeit dürfte mit hundert Jahren erfüllt sein.

Die Messungsergebnisse sind in *Tabelle 1* in nord-südlicher Reihenfolge aufgeführt. Infolge Raum Mangels muß hier auf eine eingehende Beschreibung der Lage der Meßstellen verzichtet werden. Diese ist vielmehr in gedrängtester Form durch die sechsstelligen Koordinaten im neuen britischen Gitternetz, durch die „Normal National Grid Reference“, gegeben. Nur an den Gemeindegrenzen ist der Name der vorhergehenden Gemeinde zur besseren Orientierung und zur Berechnung des durchschnittlichen Kliffrückganges in der betreffenden Gemeinde in Fettdruck eingefügt. Entsprechend können hier nicht die in Fuß gemessenen Abstände der Kliffoberkante von den Festpunkten in den Jahren 1852 und 1952 bzw. 1951 oder wenigstens die Differenzen dieser Abstände aufgeführt werden, sondern lediglich die daraus berechneten mittleren Veränderungen in m/Jahr. So wie die Vertikalbewegungen in mm/Jahr (VALENTIN 1952; 1953a; 1954a, b), so sollten die Horizontalbewegungen international einheitlich in m/Jahr angegeben werden.

Tabelle 1. Landverlust (-) und Landgewinn (+) von 1852 bis 1952

Punkt	m/Jahr	Punkt	m/Jahr	Punkt	m/Jahr	Punkt	m/Jahr
198 684	-0,18	171 600	-0,58	193 523	-1,22	226 444	-1,38
196 682	-0,18	171 599	-0,67	194 520	-1,22	227 442	-1,40
195 680	-0,24	171 597	-0,67	194 517	-1,22	228 440	-1,46
194 679	-0,18	172 594	-0,83	195 515	-1,10	229 439	-1,43
192 676	-0,09	172 592	-0,83	196 513	-1,16	230 438	-1,43
191 674	0,00	172 590	-1,01	196 512	-1,07	231 436	-1,53
189 671	+0,12	173 589	-1,16	197 511	-1,04	232 435	-1,40
188 669	+0,12	173 586	-1,04	197 509	-1,07	233 433	-1,43
188 668	+0,09	174 583	-1,01	198 507	-1,07	234 431	-1,36
187 666	+0,34	174 581	-1,22	199 505	-1,16	235 430	-1,28
182 664	0,00	174 579	-1,25	200 503	-1,07	235 429	-1,43
181 663	-0,21	175 578	-1,34	Atwick	-1,13	236 428	-1,46
180 662	-0,98	Barmston	-0,52			237 426	-1,34
179 660	-0,61			200 501	-1,13	238 425	-1,34
178 658	-0,61	175 576	-1,53	201 498	-1,16	239 422	-1,43
178 657	-0,55	175 574	-1,46	202 496	-1,04	240 421	-1,46
177 655	-0,58	176 571	-1,56	203 495	-0,92	241 419	-1,53
176 654	-0,76	177 568	-1,62	203 494	-0,79	243 418	-1,46
175 652	-0,64	177 567	-1,68	204 492	-0,79	244 416	-1,60
174 650	-1,38	178 565	-1,59	205 491	-0,82	245 414	-1,53
173 649	-1,13	Ulrome	-1,57	206 489	-0,66	246 413	-1,68
Bridlington	-0,36			206 487	-0,58	248 411	-1,30
		178 563	-1,56	207 486	-0,43	249 408	-1,53
172 646	-0,73	179 562	-1,65	208 484	-0,21	Mappleton	-1,45
172 644	-0,67	179 560	-1,53	208 483	-0,18		
171 641	-0,55	180 557	-1,65	209 482	-0,24	251 406	-1,38
171 639	-0,46	181 556	-1,62	209 480	-0,31	253 404	-1,38
171 638	-0,46	181 555	-1,74	210 477	-0,92	254 402	-1,22
171 637	-0,43	182 554	-1,59	210 476	-0,82	255 401	-1,34
171 635	-0,40	182 552	-1,38	211 475	-0,82	256 399	-1,62
170 633	-0,18	183 549	-1,31	211 473	-0,67	257 398	-1,13
Canaby	-0,49	184 548	-1,46	212 472	-1,16	258 396	-1,16
		184 546	-1,53	213 470	-1,40	260 394	-1,22
170 631	-0,12	185 543	-1,38	213 468	-1,56	262 391	-1,16
170 630	-0,06	186 542	-1,31	214 466	-1,38	263 390	-1,13
170 629	+0,08	186 540	-1,22	215 465	-1,38	264 389	-1,04
170 627	+0,08	187 539	-1,16	Hornsea	-0,84	264 387	-1,34
170 625	+0,31	187 537	-1,22			266 385	-1,28
170 623	+0,23	188 535	-1,34	217 462	-1,31	268 383	-1,28
170 620	0,00	189 533	-1,22	217 461	-1,22	269 381	-1,38
170 618	0,00	Skipsea	-1,44	218 458	-1,53	271 378	-1,22
170 616	-0,14			219 457	-1,46	273 375	-1,16
170 615	-0,20	190 530	-1,22	220 455	-1,53	275 373	-1,07
170 613	-0,43	190 529	-1,13	221 454	-1,62	276 371	-1,14
170 611	-0,64	191 528	-0,98	222 452	-1,68	277 369	-1,22
170 609	-0,64	191 527	-1,16	223 450	-1,65	Aldbrough	-1,24
170 607	-0,61	191 526	-1,22	223 449	-1,38		
170 605	-0,46	192 525	-1,16	224 447	-1,38	279 366	-1,13
171 603	-0,38			225 446	-1,31	281 363	-1,25
						284 360	-1,19

Punkt	m/Jahr	Punkt	m/Jahr	Punkt	m/Jahr	Punkt	m/Jahr
285 357	-1,01	331 297	-0,85	373 241	-1,43	407 191	-1,92
287 355	-1,10	332 295	-0,76	374 239	-1,46	408 190	-1,83
288 353	-1,16	Rimswell	-0,85	376 237	-1,53	408 188	-2,01
East Garton	-1,14	334 292	-0,79	378 235	-1,53	409 187	-2,10
		336 290	-0,64	379 233	-1,50	409 186	-2,09
290 351	-0,79	337 288	-0,56	380 232	-1,59	409 185	-1,98
292 348	-0,98	339 286	-0,61	Holmpton	-1,50	409 183	-1,83
294 344	-0,95	340 284	-0,43	381 230	-1,71	410 181	-2,01
296 342	-0,95	342 282	-0,40	382 229	-1,56	410 180	-2,06
298 340	-1,02	343 281	-0,12	383 228	-1,62	411 179	-2,07
299 338	-1,10	344 279	-0,20	384 227	-1,68	411 178	-2,35
300 337	-1,04	345 278	-0,82	386 225	-1,74	412 177	-2,38
302 334	-0,92	346 276	-1,07	387 223	-1,71	412 176	-2,29
303 333	-1,04	347 275	-0,98	388 221	-1,71	412 175	-2,29
305 331	-0,92	348 273	-1,77	389 220	-1,62	413 174	-2,35
306 329	-0,85	349 272	-1,84	390 219	-1,80	414 171	-2,44
308 327	-0,76	349 271	-1,92	391 218	-1,74	414 170	-2,53
309 325	-0,92	350 270	-2,10	391 217	-1,77	415 169	-2,75
312 322	-0,85	351 269	-2,12	392 216	-1,53	416 167	-2,75
313 320	-0,79	353 267	-2,07	394 214	-1,53	417 165	-2,59
314 318	-0,73	Withernsea	-1,08	395 212	-1,45	417 164	-2,38
315 317	-0,67	354 265	-1,89	396 211	-1,56	417 163	-2,29
316 315	-0,61	355 264	-1,62	397 209	-1,57	418 162	-1,83
318 313	-0,70	357 262	-1,46	398 208	-1,68	418 160	-1,89
320 310	-0,40	359 260	-1,10	399 206	-1,83	418 159	-2,29
Roos	-0,85	361 257	-1,16	400 204	-1,90	419 158	-2,14
		362 256	-1,16	401 203	-1,86	419 157	-2,14
321 309	-0,70	363 254	-1,10	402 201	-1,89	420 155	-1,83
322 308	-0,89	365 252	-1,22	403 200	-1,76	420 154	-1,86
323 306	-0,85	366 250	-1,45	404 198	-1,69	421 153	-1,83
325 304	-0,92	368 248	-1,43	404 197	-1,77	421 152	-1,53
326 302	-0,90	Hollym	-1,86	405 195	-1,77	421 151	-1,38
327 301	-0,90	369 246	-1,40	406 194	-1,83	421 150	-0,82
329 299	-0,89	371 243	-1,56	406 193	-1,71	422 148	-0,58
				407 192	-1,80	Easington	-1,89

Die mittleren Rückgangsbeträge in den einzelnen Gemeinden in m/Jahr sind nun in *Tabelle 2* übernommen. Durch Multiplikation mit der Uferlänge der Gemeinden ergibt sich der durchschnittliche Flächenverlust in m²/Jahr. Will man darüber hinaus den dreidimensionalen Landabbruch berechnen, so muß man den Flächenverlust mit der mittleren Kliffhöhe in den betreffenden Gemeinden während der letzten hundert Jahre multiplizieren. Die Bestimmung der Kliffhöhe wird jedoch durch die unzureichende Darstellung des Flachlandreliefs in den britischen Kartenwerken sehr erschwert. Während die norddeutschen Meßtischblätter 1 : 25000 Höhenlinien im Abstand von 1,25 m aufweisen, beträgt der Isohypsenabstand auf den neuen britischen Karten 1 : 25000 und den „Six-Inch Maps“ 1 : 10560 bestenfalls 25 engl. Fuß (7,6 m).

Tabelle 2. Landverlust 1852/1952 nach Gemeinden

Nr.	Gemeinde	Järl. Kliff- rückgang m	Ufer- länge m	Järl. Flächen- verlust m ²	Mittl. Kliffhöhe m	Järl. Massen- verlust m ³	dto. auf 1 m Ufer- länge
1	Bridlington ¹⁾	0,36	4875	1755	13,5	23693	4,9
2	Carnaby	0,49	1350	662	9,9	6549	4,9
3	Barmston	0,52	5700	2964	7,0	20748	3,6
4	Ulrome	1,57	1175	1845	7,1	13098	11,2
5	Skipsea	1,44	3600	5184	10,8	55987	15,6
6	Atwick	1,13	3075	3475	16,6	57681	18,8
7	Hornsea	0,84	4175	3507	12,6	44188	10,6
8	Mappleton	1,45	6600	9570	17,4	166518	25,2
9	Aldbrough	1,24	4600	5704	18,0	102672	22,3
10	East Garton	1,14	1925	2195	22,6	49596	25,8
11	Roos	0,85	5275	4484	17,0	76224	14,5
12	Rimswell	0,85	1950	1658	13,4	22211	11,4
13	Withernsea	1,08	3600	3888	10,6	41213	11,5
14	Hollym	1,36	2250	3060	11,9	36414	16,2
15	Holmpton	1,50	2000	3000	15,3	45900	23,0
16	Fasington ²⁾	1,89	9375	17719	13,6	240975	25,7

1) Ab Sewerby.

2) Ostküste bis Kilnsea Warren.

Daher mußten auch in dieser Hinsicht eigene Geländearbeiten durchgeführt werden, und zwar auf zweierlei Art: Erstens wurde die Oberfläche des Hinterlandes nach bei VALENTIN (1954c) näher beschriebenen Methoden mit Hilfhöhenlinien aufgenommen, woraus sich die Höhe der Kliffoberkante über dem britischen Landkartennull (Ordnance Datum = O. D.) ablesen ließ, also die absolute Kliffhöhe. Zweitens wurde an zahlreichen Küstenpunkten von der Kliffoberkante aus mit dem Rollbandmaß die Böschungslänge und mit dem Neigungsmesser der Böschungswinkel zum Kliffuß gemessen. Aus Böschungslänge und -winkel konnte dann in einer selbstgefertigten Tabelle die senkrechte Höhendifferenz von Kliffoberkante und Kliffuß abgelesen werden, also die relative Kliffhöhe. Dieses einfache Verfahren versagte nur bei sehr hohen Kliffen, wo das Bandmaß kürzer als die Böschungslänge war. In der Regel war die so bestimmte relative Kliffhöhe um etwa 10 Fuß (3 m) geringer als die absolute, d. h. der Kliffuß verlief i. a. bei + 3 m O. D. im mittleren Hochwasser-Niveau. Es entstand daher die Frage, ob die absolute oder die relative Kliffhöhe der Berechnung des dreidimensionalen Landverlusts zugrunde gelegt werden sollten. Ich entschied mich für die absolute, weil die Abtragung in den letzten hundert Jahren sich nicht auf das Kliff oberhalb des Hochwasser-Niveaus beschränkte;

Bild 1. Das Ostende von Flamborough Head. In den Kreidekalk hat die Brandung eine Abrasionsplatte, eine Hohlkehle und ein senkrecht Kliff geschnitten. Darüber liegen glaziale Schichten (Aufn. H. VALENTIN 1952)

Bild 2. Die Südseite von Flamborough Head von Sewerby aus. Die Schutzlage der Leeseite kommt im Bewuchs (hinten) bzw. in der Sandbedeckung der Abrasionsplatte zum Ausdruck; der Geröllstrand ist viel breiter, das Kreidekalkkliff weniger steil. Die Anschwellung der glazialen Deckschichten im Beacon Hill (hinten) gibt eine Eisrandlage an (Aufn. H. VALENTIN 1952)





vielmehr lag das Kliff 1852 an zahlreichen Stellen bei der heutigen Niedrigwasserlinie, ja teilweise sogar weiter östlich. Nur wenn man den durchschnittlichen Flächenverlust in m^2/Jahr mit der durchschnittlichen Kliffhöhe über dem Mittelwasser (O. D.) multipliziert, erhält man den ungefähren Volumenverlust der einzelnen Gemeinden in m^3/Jahr . In der letzten Spalte der Tabelle ist schließlich der Volumenverlust auf ein Meter Uferlänge, also die Intensität des Abbruchs in den Gemeinden, angegeben.

Doch so wichtig die Kenntnis des Landverlustes in den einzelnen Verwaltungsbezirken für die Praxis ist, für die Wissenschaft erscheint eine Betrachtung der Horizontalbewegung nach natürlichen Küstenabschnitten bedeutsamer. In dem hier untersuchten Teil der englischen Ostküste lassen sich von Norden nach Süden sechs Abschnitte unterscheiden: Flamborough Head, dann 4 Abschnitte der eigentlichen Kliffreihenküste von Holderness (A: Sewerby—Earl's Dike, B: Earl's Dike—Hornsea, C: Hornsea—Withernsea und D: Withernsea—Kilnsea Warren) sowie Spurn Head. Auf dem nördlich Holderness nach Osten ausstreichenden Kreidekalk-Vorgebirge Flamborough Head (*Bild 1 u. 2*) habe ich zwar keine genauen Messungen vorgenommen, doch war der früher von E. R. MATTHEWS angegebene Rückgangsbetrag von 1,83 m/Jahr zweifellos viel zu hoch gegriffen (zitiert in SHEPPARD 1912, S. 4). Schon J. A. STEERS betonte (1948, S. 409), daß das Ufer hier nur langsam abbreche, und R. R. MINIKIN (1952, S. 8) schätzte den Landverlust auf 0,30 m/Jahr. Er dürfte in dem harten Kalk von 1852 bis 1952 durchschnittlich sogar nur 0,15 m/Jahr betragen haben, da das im Südwesten bei Sewerby anschließende, weniger widerstandsfähige Glazialkliff auch nur um 0,18 bis 0,24 m/Jahr zurückwich.

A) Mit diesem 0,9 km langen, von einer Geröllschicht gekrönten Geschiebelehm-Kliff beginnt der erste Abschnitt der eigentlichen Kliffreihenküste von Holderness. Er ist durch eine im ganzen geringe, wenn auch im einzelnen stark schwankende Horizontalbewegung gekennzeichnet. Nördlich des Hafens von Bridlington wurde beim Bau der befestigten Uferpromenade sogar etwas Land gewonnen, während die Promenade südlich des Hafens erst nach beträchtlichem Landverlust errichtet wurde. Heute liegt die ganze 3,5 km lange Wasserfront der eigentlichen Stadt durch Ufermauern und Bühnen fest. An ihrem Südenende bei Punkt 174650 zeigt sich ein interessanter Wechsel von Zerstörung und Aufbau im Laufe der Zeit (*Bild 3*): Seit 1852 ist hier die Kliffoberkante um 1,38 m/Jahr zurückgewichen, auch noch nach Errichtung der im Mittelgrund sichtbaren Promenade; doch dann haben sich einige kleine Dünen schützend vor das Kliff gelegt, welches uns heute als gut bewachsenes Ruhekliff entgegentritt. Drei Kilometer weiter südlich, beim Punkt 170620, ist es genau umgekehrt (*Bild 4*): Dort sind die hohen Dünen von Auburn, die sich nach 1852 vor das Kliff bauten, jüngst zerstört worden, so daß die 1941 am Dünenfuß ausgelegte Reihe von Betonklötzen jetzt rechts auf der Schorre verläuft, die auf der Höhe

Bild 3. Ruhekliff am Südenende der Promenade von Bridlington. Erläuterung siehe oben.
(Aufn. H. VALENTIN 1952)

Bild 4. Arbeitskliff 3 km weiter südlich bei Fraisthorpe. Erläuterung siehe oben.
(Aufn. H. VALENTIN 1952)

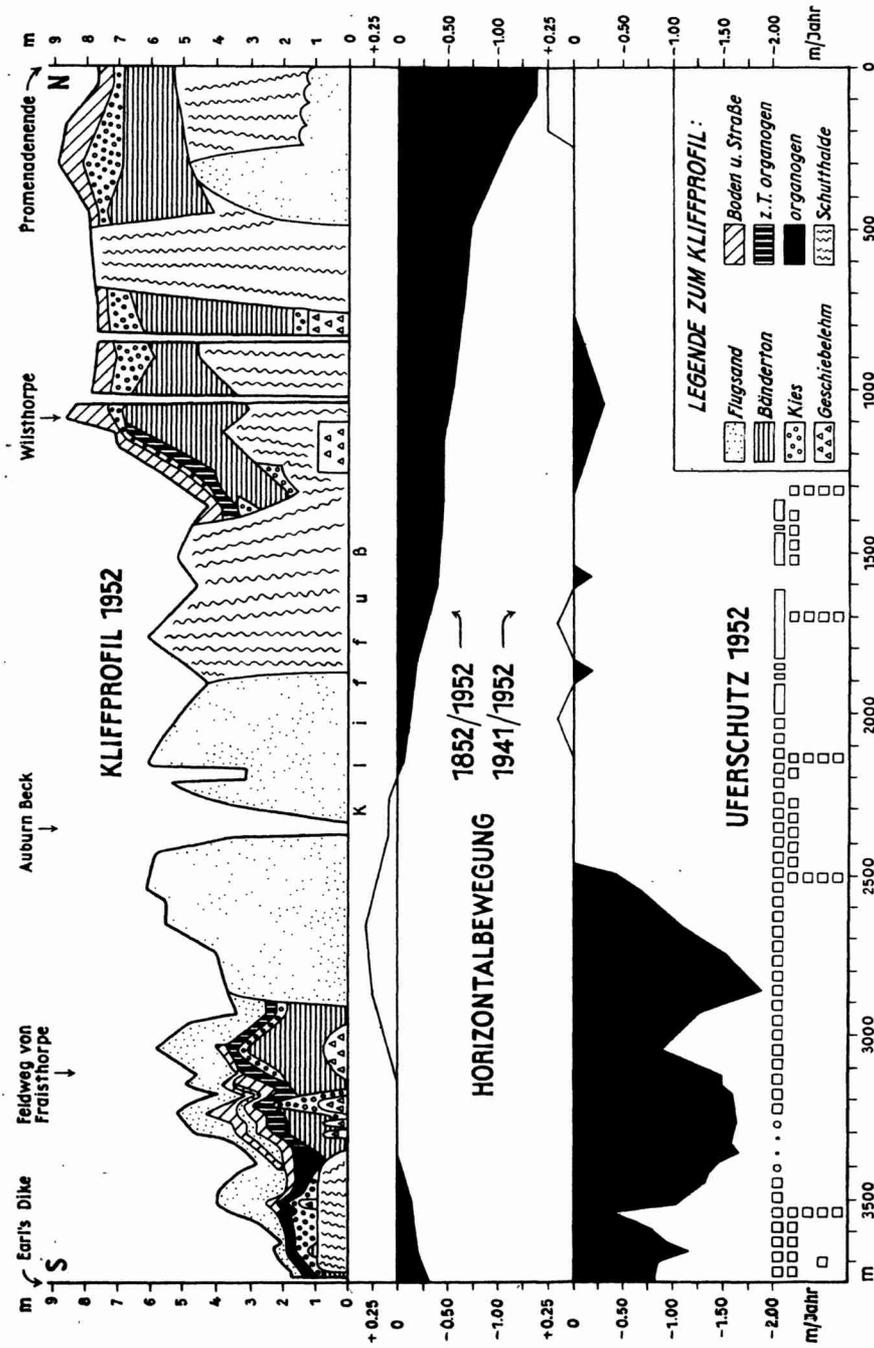


Fig. 1. Kliffprofil- und -rückgangendiagramm vom Südende der Promenade von Bridlington (rechts) bis zum Earl's Dike, Gemeinde Barmston (links)

errichteten Bunker usw. auf dem Strande liegen und das Arbeitskiff links zumeist wieder in die Bändertone eingeschnitten ist. Daher habe ich auf dieser 3,7 km langen Strecke neben der oben geschilderten Messung der Veränderung 1852/1952 überall noch die Veränderung von 1941 bis 1952 bestimmt. Dafür wurde vor allem die Entfernung der praktisch unbeweglichen Klotzreihe vom gegenwärtigen Kliffuß benutzt, außerdem die Lage der Bunker, das Aussehen des Kliffs und manche freundliche Auskunft der Bevölkerung. Das Ergebnis zeigt *Figur 1*, in welcher die verzögernde Wirkung der Klötze auf den nach Süden zunehmenden Abbruch gut zu erkennen ist.

B) Vom Earl's Dike östlich Fraisthorpe nach Süden waren der Gesamtverlust seit 1852 und der jüngste Kliffrückgang ab 1941 übereinstimmend schwer. Die an der Küste entstandenen Ausläufer von Barmston sind gefährdet; eine von den Besitzern zum Schutze des Kliffs erbaute Betonmauer ist von der Brandung zerschlagen worden. Östlich Ulrome und Skipsea erreichte der Landabbruch in den letzten hundert Jahren durchschnittlich sogar über 1,50 m/Jahr. Hier stehen die Reste mehrerer Gehöfte an der Kliffoberkante, die zahlreichen Sommerhäuser und Wohnwagen müssen von Zeit zu Zeit zurückverlegt werden, und die Küstenstraße ist beim Punkt 184547 unterbrochen. Doch von da an südwärts nahm der Landverlust allmählich wieder ab. Bei Atwick lag er nur noch in der Größenordnung von 1 m/Jahr, und durch die früh einsetzenden Abwehrmaßnahmen in Hornsea wurde er dort stellenweise bis auf 0,18 m/Jahr hinabgedrückt. Wie in Bridlington, so ist heute die 1,5 km lange Wasserfront der eigentlichen Stadt Hornsea durch Ufermauern und Bühnen gesichert (vgl. das Mauerprofil bei MINIKIN 1952, S. 20).

C) Dafür war der Rückgang südlich Hornsea um so stärker (1,40—1,68 m/Jahr), und das von Punkt 213470 nach NNW aufgenommene *Bild 5* beweist anschaulich das bedrohliche Andauern des Abbruchs: Mitsamt den darauf befindlichen Gebäuden und fast intakter Grasnarbe sind hier große Geschiebelehm-Schollen en-bloc abgerutscht und werden auf der Seeseite schon wieder von der Brandung in einem niedrigen Kliff angenagt. Der hohe Landverlust hielt noch einige Kilometer nach Südosten an, doch dann machte sich auch hier eine langsame Abnahme bemerkbar. Ein erster Tiefwert von 0,40 m/Jahr lag bei Sand le Mere (Punkt 320310), und nach einer nochmaligen geringfügigen Zunahme fiel der Küstenrückgang vor Withernsea auf einen Tiefstwert von nur 0,12 m/Jahr. Wie Bridlington und Hornsea hat sich auch die Stadt Withernsea auf 1,3 km Länge durch Ufermauern und Bühnen gegen den Meeresangriff geschützt.

D) Um so gewaltiger war der Landverlust unmittelbar südöstlich der Stadt (1852/1952 bis zu 2,12 m/Jahr!). Weiter nach Südosten zu sank er in der Gemeinde Hollym zunächst etwas ab, um dann wieder auf über 1,50 m/Jahr anzusteigen. Das Cliff House in Holmpton ist noch rund 80 m vom Kliff entfernt, ebenso die Cliff Farm von Out Newton und der Radarturm auf Dimlington High Land, der höchsten Erhebung von Holderness (38 m über Ordnance Datum), wo besonders umfangreiche Rutschungen beobachtet wurden. Dagegen ist die Dimlington Farm bei Punkt 398208 unmittelbar bedroht (*Bild 6*): Hier betrug der mittlere jährliche Rückgang 1,68 m, und wenn er 1952 auch — nach der teilweisen Bewachung des

Kliffs zu urteilen — unter dem Durchschnitt lag, so wird er das Gehöft doch in wenigen Jahren in den Abgrund ziehen. In derartigen Fällen zeigt sich so recht der Wert der Photographie für die Dokumentation der Veränderungen im Landschaftsbilde. Wahrhaft katastrophale Ausmaße erreichte der Landverlust aber zwischen Easington und Kilnsea in dem südöstlichsten Teile von Holderness. Auf fast 3,5 km Länge wich hier das Ufer in den letzten hundert Jahren um mehr als 2 m/Jahr zurück, an zwei Stellen sogar um 2,75 m/Jahr!! Dieser extreme Wert gehört zu den höchsten, die bisher von den verschiedenen Küsten der Erde als Mittel über eine so lange Zeit berichtet wurden. Nun löst sich hier das eiszeitliche Hügelland von Holderness unglücklicherweise in einzelne Höhen auf, die an der Ostküste durch einen Dünenwall und im Westen durch niedrige Marsch miteinander verbunden sind. In normalen, ruhigen Jahren rückt das Kliff in den Glazialhöhen etwa ebenso schnell nach Westen wie der daran angehängte Dünenwall, doch bei den starken Sturmfluten von 1905/06 und 1953 wurde dieser vom Meere durchbrochen und die ganze Marsch bis zum Humber bei Skeffling überschwemmt (T. SHEPPARD 1912, S. 110; J. A. STEERS 1953 b, S. 286).

Tabelle 3. Landverlust 1852/1952 nach natürlichen Küstenabschnitten

Nr.	Abschnitt	Jährl. Kliff-rückgang m	Ufer-länge m	Jährl. Flächen-verlust m ²	Mittl. Kliffhöhe m	Jährl. Massen-verlust m ³	dto. auf 1 m Ufer-länge
A	Sewerby—Earl's Dike .	0,29	8100	2357	11,0	25927	3,2
B	Earl's Dike—Hornsea .	1,10	13650	15015	11,8	177177	13,0
C	Hornsea—Withernsea .	1,12	24250	27160	16,2	439992	18,1
D	Withernsea— Kilnsea Warren . .	1,75	15525	27200	13,2	359040	23,1
Gesamte Küste rund		1,20	61500	72000	14,0	1 Mill.	16,0

Zusammenfassend läßt sich der Landverlust in den 4 Abschnitten der Kliffreihenküste von Holderness folgendermaßen kennzeichnen: Im Abschnitt A ist er im ganzen gering, wenn auch im einzelnen stark schwankend; im Abschnitt B steigt er zunächst rasch an, um dann wieder langsam abzuklingen; desgleichen im Abschnitt C; während sich im Abschnitt D an den steilen Anstieg und ein geringes Nachlassen eine letzte gewaltige Steigerung anschließt. Es ist das Bild einer wellenförmigen Zu- und Abnahme, welche einer großartigen Zunahme in Richtung Südosten aufgelagert ist. Dies Anwachsen der Intensität des Landverlusts nach Südosten zu tritt in *Tabelle 3* deutlich hervor, für welche die oben für *Tabelle 2* gegebenen Erläuterungen sinngemäß gelten. Man erkennt dort auch, daß von 1852 bis 1952 das Kliff im Mittel um 120 m zurückwich, insgesamt rund 720 ha Land verlorengingen und so etwa 100 Mill. m³ Gestein abgetragen

Bild 5. Gegenwärtig starker Kliffrückgang südlich Hornsea. Erläuterung siehe S. 303.
(Aufn. H. VALENTIN 1952)

Bild 6. Augenblicklich weniger rasch zurückweichendes Kliff bei der Dimlington Farm.
Erläuterung siehe S. 303—304. (Aufn. H. VALENTIN 1952)





wurden, die bei einem durchschnittlichen spezifischen Gewicht von 2,1 etwa 210 Mill. t wogen.

Wo wurde diese ungeheure Masse abgelagert? Nun, wenn Spurn Head auch — ähnlich Flamborough Head — außerhalb des eigentlichen Bereichs dieser Arbeit liegt, so ist ein kurzer Blick auf seine Entwicklung von 1852 bis 1952 doch lohnend. Eine Bestimmung von Anwachs und Abbruch mit dem Bandmaß, wie sie bei der Kliffreihenküste von Holderness durchgeführt wurde, ist hier infolge Mangels an Festpunkten nicht möglich. Daher habe ich sie rein historisch-kartographisch durch Übereinanderkopieren der ältesten und der neuesten „Six-Inch Map“ 1:10560 nach dem Gradnetz darzustellen versucht (*Fig. 2*). Am Nordostufer sieht man das Ausklingen des Landverlustes, während das Westwärtswandern der Dünen am Nordwestufer zu einem Landgewinn führte. Weiter südlich machte sich diese Verschiebung nach Westen jedoch kaum mehr bemerkbar; vielmehr bewirkte hier das von den Kliffen stammende Material eine Verknüpfung der 1852 vorhandenen Sandinseln zu einem verbreiterten und nach Südwesten verlängerten Nehrungshaken (*Bild 7 u. 8*). So entspricht der Zerstörung im Norden der Aufbau von Spurn Head — aber nur qualitativ. Denn dem dortigen Flächenverlust von 720 ha in den letzten hundert Jahren steht hier ein Zuwachs von nur knapp 50 ha gegenüber. Die Diskrepanz wird noch größer, wenn man noch die bescheidene Höhe von Spurn Head berücksichtigt. Seine Dünen ragen lediglich bis + 10 m O.D. auf, und seine mittlere Höhe liegt gewiß unter + 6 m O. D. Selbst wenn man annimmt, daß alles seit 1852 angewachsene Land vom Mittelwasser-Niveau bis zu dieser mittleren Höhe aufgebaut wurde, so stehen den 100 Millionen im Norden abgetragenen Kubikmetern bestenfalls $500\,000\text{ m}^2 \times 6\text{ m} = 3\text{ Millionen Kubikmeter}$ gegenüber. Das heißt: Von dem an der Kliffreihenküste von Holderness abgetragenen Material wurden höchstens 3% beim Aufbau von Spurn Head verwendet. Die übrigen 97% wurden in die Nordsee verfrachtet, in den Humber geschwemmt und über die Humbermündung hinaus nach Süden zur Küste von Lincolnshire transportiert. Doch so interessant die weitere Verfolgung dieses Materials auch ist — ich habe dazu ebenfalls Beobachtungen gesammelt —, so muß jetzt der Blick nach Norden auf die Kliffe zurückgewendet werden. Es gilt, die Ursachen des großen Landverlustes zu finden.

II. Die Erklärung des Landverlustes

Hierbei würde man kaum zum Ziele gelangen, wenn man alle festgestellten Erscheinungen auf einmal erklären wollte. Vielmehr empfiehlt es sich, nacheinander (A) die allgemeinen Ursachen des Kliffrückgangs, (B) die Ursachen der Zunahme des Landverlustes nach Südosten und (C) die Ursachen der wellenförmigen Zu- und Abnahme des Landverlustes zu untersuchen.

Bild 7. Der Haken Spurn Head von Südsüdwesten. Links liegt das bei Hochwasser überflutete Humber-Watt, rechts die Nordsee. Trotz der Wolkenschatten ist am Nordseeufer das von NE nach SW wandernde Material durch den helleren Grauton zu erkennen. (British Crown Copyright reserved. Photo by J. K. St. JOSEPH 1951)

Bild 8. Das Nordseeufer von Spurn Head nahe der Südwestspitze. Der Dünenwall wird durch Holzwände und -bühnen gegen den Meeresangriff geschützt. (Aufn. H. VALENTIN 1952)

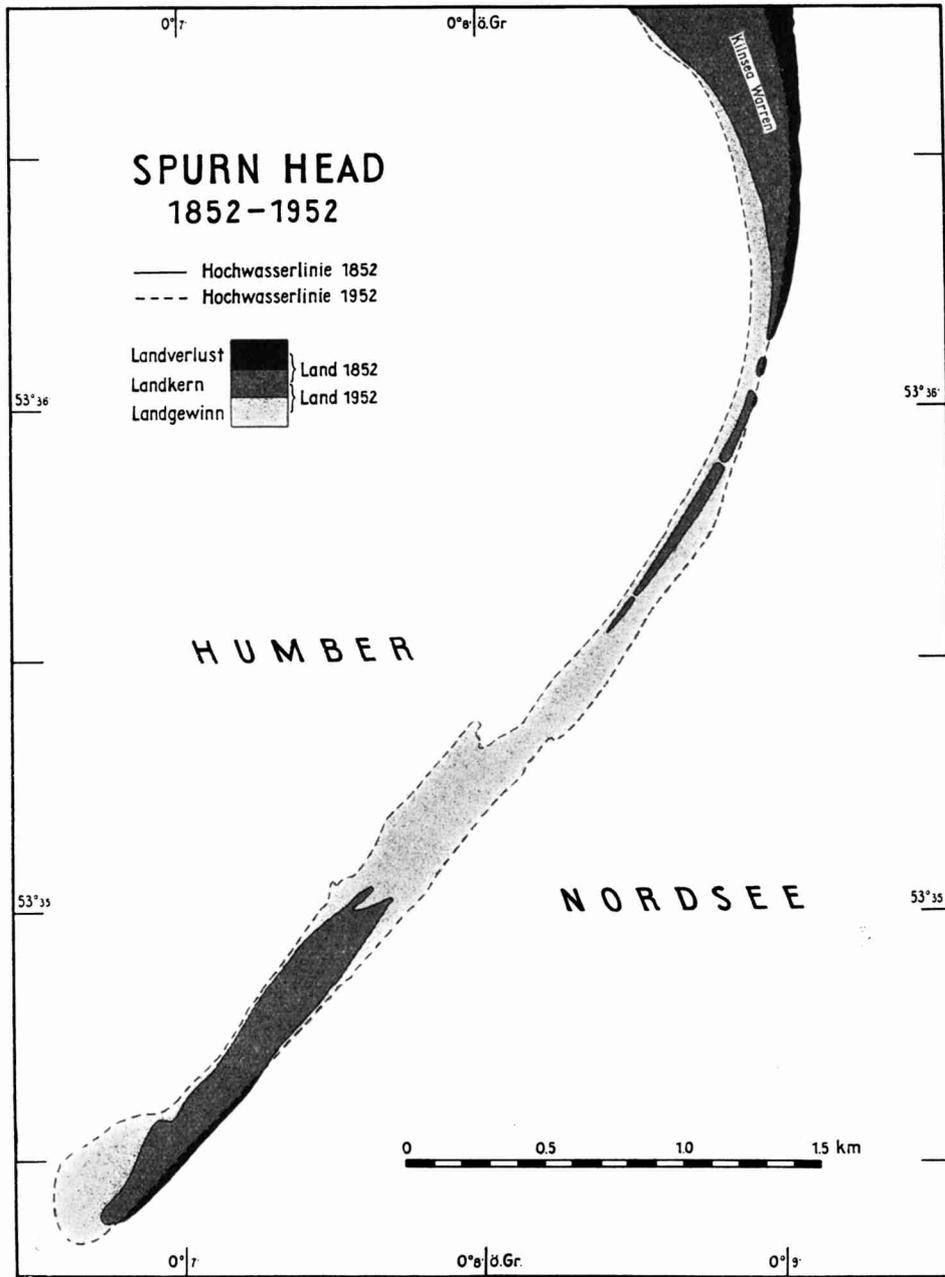


Fig. 2

A) An dieser Stelle brauchen wohl nicht sämtliche allgemeine Ursachen des Rückgangs eines Moränenkliffs noch einmal aufgeführt zu werden; das ist in den letzten Jahren wiederholt geschehen. Für Holderness selbst hat J. A. STEERS (1953a, S. 24) mehrere landseitige Faktoren aufgezählt, wie die Wirkung des austretenden Grundwassers, die ich ebenfalls beobachten konnte. Der wichtigste Faktor des Uferabbruchs ist aber zweifellos die Meeresbrandung, welche ihre höchste Wirkung bei starken Sturmfluten entwickelt. Als ich nach der Sturmflut vom 31. Januar 1953 die Küste von Holderness wiedersah, war ich tief beeindruckt von den großen Veränderungen gegenüber dem Sommer und Herbst 1952. Zwar war es infolge Zeitmangels nicht möglich, an allen 307 Stellen den Abstand der Kliffoberkante von den Festpunkten nachzumessen; doch bei den Stichproben betrug der Rückgang ein Mehrfaches des durchschnittlichen Landverlustes 1852/1952. Noch stärker wütete die Sturmflut nach Angaben von W. W. WILLIAMS (in der Diskussion zu STEERS 1953b, S. 298) bei Lowestoft in Suffolk, wo er binnen 17 Stunden einen Kliffrückgang von 9—26 m beobachtete. Aber bereits bei gewöhnlichem Springhochwasser erreicht die Brandung die Holderness-Kliffe nicht mehr auf der ganzen Länge, bei mittlerem Hochwasser nur noch auf einigen Strecken, so z. B. unterhalb Dimlington High Land, und bei Nipphochwasser nur noch ganz vereinzelt. Bei noch niedrigerem Wasserstand vermag sie schließlich die Kliffe überhaupt nicht mehr anzugreifen.

Diese offenkundige Abhängigkeit des Uferabbruchs von den Wasserständen in einem Jahre führte mich auf den Gedanken, ob wohl ähnliche Schwankungen des Landverlusts durch die Bewegungen des Meeresspiegels in den letzten hundert Jahren bewirkt wurden, welche sich bei der Analyse der britischen Pegelbeobachtungen ergaben (VALENTIN 1954b, Teil II). Derartige Schwankungen mußten sich am deutlichsten dort zeigen, wo der Gesamtrückgang 1852/1952 besonders hoch war. Daher wurde bei 30 Küstenstellen mit einem Gesamtrückgang von über 1,50 m/Jahr zusätzlich der Abstand der Kliffoberkante von den Festpunkten auf den Ausgaben der „Six-Inch Map“ von 1889, 1908 und 1926 gemessen. Daraus wurden die vier Teilrückgänge zwischen 1852, 1889, 1908, 1926 und 1952 in m/Jahr berechnet. Wenn das Ergebnis im einzelnen auch recht unterschiedlich ausfiel, weil der stärkste Abbruch an dieser Stelle während des einen Zeitraumes, an jener während eines anderen stattfand, so betrug der Landverlust im Mittel doch: 1852/1889 (als der Meeresspiegel um Großbritannien tief lag) nur 1,53 m/Jahr; 1889/1908 bei steigendem Meeresspiegel 1,77 m/Jahr; 1908/1926 bei durchschnittlich hohem Wasserstand 1,89 m/Jahr; und 1926/1952 bei wieder schwach fallendem Meeresspiegel 1,71 m/Jahr. So scheint hier tatsächlich ein Zusammenhang zwischen der Höhe des Meeresspiegels und der Geschwindigkeit des Kliffrückgangs in den letzten hundert Jahren zu bestehen.

B) Die jüngsten Niveauveränderungen könnten auch eine der Ursachen der Zunahme des Landverlustes nach Südosten sein, denn durch die Kippung Großbritanniens taucht das südöstliche Holderness in hundert Jahren um etwa 15 mm stärker unter als das nördliche (VALENTIN 1953a; 1954b, Teil I). Freilich ist dieser Betrag zu gering, um mehr als eine bescheidene Hilfsrolle spielen zu können. Die Hauptursache für das Anwachsen des Uferabbruchs nach Südosten dürfte viel-

mehr die zunehmende Exposition der Küste gegenüber den Meereskräften sein. Der nördliche Abschnitt an der Bridlington Bay liegt ganz im Schutz des im Norden 8 km weit vorspringenden Kaps Flamborough Head und der im Osten vorgelagerten, 10 km langen und bis zu 2,7 m unter Springniedrigwasser aufragenden Sandbank Smithic. Selbst bei stürmischem Wetter konnte ich hier stets nur mäßige Wellen beobachten. So kommt es, obwohl die Kliffe im Durchschnitt niedrig sind und Flamborough Head wie eine große Bühne die Materialwanderung von Norden unterbindet, daß der Landverlust hier so gering ist. Die mittleren Teile der Küste sind dagegen kaum noch geschützt, und der südöstliche Abschnitt ist der vollen Wirkung der Nord-, Nordost- und Oststürme sowie der aus den gleichen Richtungen auflaufenden Dünung ausgesetzt, zumal größere Meerestiefen verhältnismäßig nahe an die Kliffe herantreten. Bei Dimlington High Land verläuft die 10 m-Isobathe sogar in nur 600 m Entfernung vom Ufer. Es ist ein unvergeßliches Erlebnis, dort von der Höhe des Kliffs eine schwere See nach der anderen nahezu ungebrochen bis auf geringen Abstand heranrollen und dann donnernd gegen die Abrutschmassen am Kliffuß branden zu sehen. Daher ist dort trotz der durchschnittlich größeren Kliffhöhe und Materialzufuhr aus Norden der Landverlust so gewaltig.

Vor irgendwelchen weitergehenden Folgerungen empfiehlt es sich, diese Verschiedenheit der Faktoren im Norden und Südosten zunächst einmal kartographisch niederzulegen. Das ist hier in Form einer „Kliffprofil- und -rückgangskarte“ geschehen (*Fig. 3*). In ihr habe ich erstens von allen 307 Küstenpunkten aus senkrecht zur Uferlinie nach dem Lande zu die mittlere absolute Kliffhöhe in den letzten hundert Jahren eingetragen (grau). Hierbei war zur Verdeutlichung eine 300fache Überhöhung gegenüber dem Kartenmaßstab notwendig. Die graue Fläche stellt also ein aus der Senkrechten in die Kartenebene umgeklapptes Kliffprofil dar, wie es etwa der Seefahrer von der Nordsee her bei Mittelwasser erblicken würde, nur daß es im Gegensatz zu den Vertonungen stark überhöht ist. Man kann das Profil noch durch Einzeichnung der geologischen Schichten verbessern, doch wurde hier infolge der relativen Einheitlichkeit der glazialen Ablagerungen davon abgesehen. Zweitens wurden entsprechend nach See der Abbruch (schwarz) und landwärts der vereinzelt Anwachs (weiß) von 1852 bis 1952 aufgetragen. Zur Veranschaulichung wurden die Beträge dabei 30fach vergrößert, so daß die Karte die Ausdehnung des Landes vor 3000 Jahren wiedergeben würde, falls die Veränderungen schon so lange mit gleicher Geschwindigkeit angedauert hätten.

Zweifellos war dies nicht genau der Fall: Seit 1000 v. Chr. sind mehrere Niveaushiftungen erfolgt, im ganzen im Sinne einer Untertauchung, wodurch die Geschwindigkeit des Kliffrückgangs in jüngerer Zeit zunehmen mußte. Außerdem sind die starken Unregelmäßigkeiten des Landverlusts um Bridlington, Hornsea und Withernsea, wie wir sehen werden, erst eine moderne Erscheinung. Aber im Prinzip bestanden die gegenwärtigen Verhältnisse — Schutzlage und geringer Abbruch im Norden, exponierte Lage und entsprechend hoher Landverlust im Südosten — gewiß schon seit vielen Jahrhunderten. Im Prinzip hat man sich den Küstenverlauf vor 3000 Jahren daher ungefähr so vorzustellen wie den östlichen Rand des schwarzen Gebiets in *Figur 3*, nur etwas mehr landwärts und viel ausgeglichener: Bei Bridlington

noch in der Nähe des heutigen Ufers, entfernte sich die Küste immer mehr nach Osten und sprang im südöstlichen Abschnitt vermutlich 7 km weit in die Nordsee vor.

Diese Auffassung steht im Widerspruch zu der immer wieder reproduzierten Darstellung T. SHEPPARDS, welcher die Küste zur Römerzeit auf der ganzen Länge von Flamborough Head bis Spurn Head etwa 2,5—3,5 km östlich der heutigen annahm (1912, S. IV; vgl. BROWN 1930, S. 315; STEERS 1948, S. 410; SÖLCH 1951, S. 503). Die neue Auffassung wird jedoch durch die Ergebnisse meiner glazialmorphologischen Untersuchungen gestützt (VALENTIN 1953b; 1954c). Im nördlichen Küstenabschnitt ließ sich nämlich ein weites Becken im Geschiebelehm nachweisen, das von den Bändertonen eines Eisstausees gefüllt wurde, als der Rand der letzten Vereisung von Flamborough Head (über den Smithie?) nach Ulrome verlief. In die Bändertone sind besonders bei Fraisthorpe und Barmston einige postglaziale Seeablagerungen eingesenkt, und unter den darin enthaltenen Muscheln fanden sich etwas über dem gegenwärtigen höchsten Hochwasser-Niveau auch marine Arten. Das bedeutet, daß die Nordsee in dieser eiszeitlich vorgezeichneten Senke bereits bei einem postglazialen Meereshochstand — wahrscheinlich um 2000 v. Chr. — weit nach Westen reichte.

Demgegenüber muß sich die Jungmoränenlandschaft in den mittleren Küstenabschnitten früher wesentlich mehr nach Osten erstreckt haben. Das zeigt sich erstens an den sie von Osten nach Westen und Nordosten nach Südwesten durchquerenden subglazialen Rinnen. Die Ablagerungen des Rinnensees Hornsea Mere und der östlich Hornsea gelegenen ehemaligen Seen sind reine Süßwasserbildungen. Auch die Becken der Rinne von Aldbrough enthalten nur Süßwassersedimente. Die südöstlicheren Täler von Sand le Mere und von Withernsea sind zwar nach meinen Handbohrungen mit über 13 m mächtigen, vorwiegend brackischen Absätzen gefüllt, doch gelangte das Brackwasser nachweislich nicht aus Nordosten von der Nordsee, sondern aus Südwesten vom Humber her in die Rinnen. In Übereinstimmung mit diesen Tatsachen ziehen sich an der heutigen Küste bei Atwick, Mappleton, Grimston usw. die letzten Reste eines Endmoränenrückens dahin. Nach der allgemein südwestlichen Richtung der gegenwärtigen Entwässerung und den spärlichen Höhenangaben auf der „Six-Inch Map“ von 1852 zu urteilen, muß der abgetragene Endmoränenrücken früher eine beträchtliche Höhe gehabt haben. Offenbar überragte er noch den weiter westlich verlaufenden Endmoränenzug von Bewholme, Rise, Sproatley, Keyingham und Patrington.

Bei Holmpton und Dimlington im südöstlichen Holderness streichen diese beiden Jungendmoränen heute nahe beieinander nach Osten in die Nordsee aus. Noch vor hundert Jahren erreichte Dimlington High Land in 175 m Entfernung von der jetzigen Kliffoberkante die große Höhe von 42 m O.D. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, daß sich hier früher ein besonders hoher Endmoränenrücken nach Osten erstreckte. Er dürfte am Ende der letzten Eiszeit bis zum New Sand Hole gereicht haben. Dies deutete ich ebenso wie die erwähnten Rinnen in Holderness und die weiter im Osten gelegenen Rinnen Silver Pit, östlicher Outer Dowsing Channel, Sole Pit, Coal Pit, Well Hole, Markhams Hole, Outer Silver Pit mit Skate Hole usw. als Glieder eines radialen Systems von subglazialen Rinnen, welches der zwischen Yorkshire

und der Doggerbank nach Südosten vorstoßende ostenglische Eislobus bei seiner fächerförmigen Ausbreitung entstehen ließ. Die Doggerbank selbst war wohl schon zu Beginn der letzten Eiszeit als Höhenrücken vorhanden. Sie stellt m. E. im Untergrund die Fortsetzung der in Yorkshire nach Osten umbiegenden Kreide- und Jura-stufen dar, die ja vereinzelt wieder in Dänemark und Schonen auftreten; darüber häuften sich die Moränen der älteren Vereisungen.

Nach alledem verlief die Entwicklung des Landverlustes in Holderness im großen gesehen etwa so: Das nach der letzten Eiszeit glazial-eustatisch steigende Meer trat von Norden her zunächst in das Innere des weiten Zungenbeckens zwischen Yorkshire und Doggerbank ein. Von hier aus erreichte es die Kreidekalkhöhen von Flamborough Head nur wenig östlich des heutigen Kaps und drang auch unmittelbar südlich davon in der niedrigen Bändertonebene bald bis in die Nähe der jetzigen Küste vor. Weiter im Süden boten ihm jedoch die Jungmoränen von Holderness Einhalt, besonders der sich weit nach Südosten erstreckende hohe Endmoränenrücken von Dimlington. Gegen diesen richtete sich daher der Hauptangriff des Meeres: Wie um ein Scharnier bei Flamborough Head begann die Küste im Uhrzeigersinn herumzuschwenken. Aber selbst heute — nach mehreren tausend Jahren — bildet das Land bei Dimlington noch einen deutlichen Vorsprung im allgemeinen Uferverlauf. Der heutige S-förmige Küstenverlauf mit der Bridlington Bay im Norden und dem Vorsprung im Südosten ist also immer noch im wesentlichen eine Vorzeitform, bedingt durch das eiszeitliche Relief. Er kann nicht durch die gegenwärtigen Vorgänge erklärt werden, die das Land im Norden nur wenig und im Südosten stark zurückdrängen. In dem Maße aber, wie diese die Bastion von Dimlington zerstören werden, muß auch die übrige Küste zurückweichen: nicht nur im Norden bis Bridlington, sondern auch im Süden einschließlich der Ostküste von Lincolnshire.

C) Auf diese Bedeutung des Vorsprungs von Dimlington wird sogleich eingegangen, doch zuvor sollen noch die Ursachen der wellenförmigen Zu- und Abnahme des Landverlustes betrachtet werden, welche der allgemeinen Zunahme nach Südosten aufgelagert ist. Die *Figur 3* zeigt nördlich und südöstlich Hornsea eine gewisse Parallelität zwischen der Rückgangskurve und dem Kliffprofil. Man könnte daher annehmen, daß hier die allgemeine Abnahme des Landverlustes nach Süden durch die zunehmende Kliffhöhe bedingt wäre. Diese Korrelation wäre ja bei gleichbleibendem Gestein und gleicher Exposition eine durchaus natürliche. Da aber die Exposition nach Südosten wächst und offenbar eine viel entscheidendere Rolle als die Kliffhöhe spielt (S. 308), erscheint es zweifelhaft, ob die beiden Kurven so eng zusammenhängen. An anderen Küstenstellen verlaufen die Kurven sogar spiegelbildlich, besonders um Bridlington, bei Hornsea selbst und um Withernsea. Dies beweist, daß hier noch ein anderer, künstlicher Faktor wirkte.

Es war der Mensch mit seinen nach 1852 erbauten Uferschutzwerken. Dabei beschränkte sich die Wirkung der Längswerke (Ufermauern) auf die Verhinderung des Landverlustes in ihrer Erstreckung. Die Querwerke (Buhnengruppen) scheinen sich dagegen durch das Aufhalten des nord-südlich wandernden Strandmaterials mehrere Kilometer nach Norden hin bremsend auf den Kliffrückgang bemerkbar gemacht zu haben, um dafür an ihrem Südende infolge Materialmangels eine um so

stärkere Lee-Erosion zu ermöglichen. Dieser Einfluß deutete sich bereits im nördlichen Küstenabschnitt um Bridlington an. Hier war ja nördlich der Hafentmolen der Abbruch nur sehr gering bzw. konnte beim Bau der befestigten Uferpromenade sogar etwas Land gewonnen werden, während auf der Südseite ein starker Landverlust einsetzte. Nach der Verlängerung der Promenade und des Buhnensystems nach Süden kam der Kliffrückgang zwar an dieser Stelle zum Stillstand, dafür wurde er aber an dem neuen Süden um so schwerer (vgl. S. 301). Besonders klar zeigte sich der Einfluß der Buhnen in den mittleren Küstenabschnitten. Die Buhnen von Hornsea haben die langsame Abnahme des Landverlusts nördlich der Stadt wenigstens zum Teil und die rasche Wiedezunahme südlich davon allein bewirkt. Entsprechend könnte man die dann folgende allmähliche Abnahme auf das Buhnengepaar von Sand le Mere zurückführen, das im Südosten ein gewisses Wiederansteigen des Abbruchs erkennen läßt — wenn sein Effekt nicht so offensichtlich von der Buhnengruppe in Withernsea übertroffen würde, welche südöstlich der Stadt eine ganz außerordentlich starke Lee-Erosion nach sich zog. Im äußersten Südosten der Küste konnten sich die erst 1914 errichteten Uferschutzwerke von Kilnsea bisher nur durch eine kleine Kerbe in der Rückgangskurve auswirken. Doch alle diese Fragen leiten schon zu dem letzten Teil der Untersuchung über.

III. Die Bekämpfung des Landverlustes

Angesichts des sehr hohen Landverlustes von 7,2ha/Jahr könnte man auf den Gedanken kommen, die weiten Lücken zwischen den derzeit vorhandenen, kurzen Uferschutzwerken schließen zu wollen. Daß dies bei dem heutigen Stand des Seewasserbaus technisch möglich wäre, steht außer Zweifel. Aber der phantasievolle Farmer von Holderness, der im Geiste seine Küste bereits durch ein modernes Flachböschungendeckwerk mit Basaltplaster und durch zahlreiche Buhnen gepanzert sieht, sollte zwei Gesichtspunkte nicht vergessen. Erstens ständen die Baukosten für eine derartige Anlage in einem krassen Mißverhältnis zu dem Wert des jährlich verlorenen Bodens. Der Stadtsyndikus von Bridlington, zugleich ehrenamtlicher Sekretär des „East Yorkshire Joint Advisory Committee for Coast Protection Works“, überließ mir freundlicherweise mehrere unveröffentlichte Ingenieursgutachten aus den Jahren 1949/50, in denen die Kosten für 1 Meile Ufermauer und Buhnen auf £ 310000 veranschlagt wurden. Danach würden sich die Kosten für die 55 km lange bisher ungeschützte Küste auf 10,6 Millionen engl. Pfund (rd. 125 Millionen DM) belaufen. Dem steht der Wert des jährlich verlorenen Bodens mit etwa 1040 engl. Pfund (rd. 12300 DM) gegenüber. Mindestens 10000 Jahre lang müßte das Werk also dem Meeresangriff standhalten, um allein die Baukosten zu amortisieren, und das kann es keinesfalls! Denn die völlige Verhinderung des Kliffabbruchs an der ganzen Küste würde eine Unterbindung der Hauptquelle des Strandmaterials bedeuten, so daß das Meer allmählich das vorhandene Material abräumen und schließlich die Fundamente der Uferbefestigung zerstören würde. Aber zu den Baukosten kommen ja noch zweitens die jährlichen Unterhaltungskosten, die erfahrungsgemäß mit rund 4% der Herstellungssumme anzusetzen sind. Im vorliegenden Falle würden sie also

etwa £ 424 000 (ca. 5 Millionen DM) betragen und damit mehr als 400mal so hoch sein wie der Wert des jährlichen Landverlustes.

So wird man sich vorerst darauf beschränken müssen, die entscheidenden Punkte fest in der Hand zu behalten, von denen das Schicksal der Küste und des Hinterlandes abhängt. Zu ihrer Beurteilung vergleiche man neben *Figur 3* dieser Arbeit die detaillierte Höhengichtenkarte von Holderness 1:100 000 in VALENTIN (1954c). Der Norden ist infolge der geschützten Lage zunächst als sicher zu betrachten, wenn auch bei ständig weiter steigenden Wasserständen mit der Möglichkeit eines Meereseinbruchs in die niedrigen Täler des Earl's Dike und vor allem des Barmston Main Drain zu rechnen ist. Der erste kritische Punkt liegt bei Hornsea. Hier besteht die Gefahr, daß die Nordsee im subglazialen Tal zum Rinnensee Hornsea Mere durchbricht, welcher damit zu einer Förde würde. Viel weiter nach Westen könnte sie allerdings nicht vordringen, da im Tal bei Seaton eine Schwelle folgt. Kritischer ist die Situation in dem südlicheren Tal von Sand le Mere. Wenn dort das Meer durchbräche, so würde es entsprechend der Entwässerungsrichtung nach Südwesten bei Roos und Keyingham vorbei bis zum Humber strömen. Weite Niederungen würden mit Salzwasser überschwemmt und das südöstliche Holderness vom Festland abgeschnitten werden. Das gleiche könnte sich im Tal von Withernsea ereignen, dessen Boden nach meinen Nivellements bei Patrington in nur + 1,80 m O.D., also 1,50 m unter mittlerem Springhochwasser und etwa 2,60 m unter dem höchsten Wasserstand im Jahre liegt. Doch ist das Land in Withernsea selbst etwas höher und durch die Uferbefestigung geschützt. Es wird wohl allgemein eingesehen, daß diese drei Stellen bei Hornsea, Sand le Mere und Withernsea auch in Zukunft mit allen Mitteln gesichert werden müssen.

Dagegen scheint die viel größere Bedeutung des Vorsprungs von Dimlington für den Küstenschutz bisher noch nicht erkannt zu sein. Wie oben ausgeführt, stellt er den letzten Rest eines hohen Endmoränenrückens dar, der sich früher weit nach Südosten erstreckte. So wie dieser einst auf seiner Nordseite den Kliffrückgang hemmte und in seinem Schutze im Süden die Bildung der ausgedehnten Marschen von Lincolnshire ermöglichte, so mußten sich bei seiner Abtragung auch die Verhältnisse im Norden und Süden verschlechtern. Schon hat sich die Höhe von Dimlington High Land, die 1852 noch 42 m O.D. erreichte, auf 38 m O.D. vermindert; in hundert Jahren würde sie nur noch etwa 30 m O.D. betragen und dann rasch weiter abnehmen. Dadurch könnte die Abrasion noch schneller voranschreiten. Schon ergeben sich unmittelbar südlich bei Easington und Kilnsea große Schwierigkeiten, weil die isolierten Glazialhöhen mit außerordentlicher Geschwindigkeit zerstört werden und das Meer in dem dazwischen gelegenen niedrigen Dünen- und Marschenland bereits zweimal durchgebrochen ist. Dies gefährdet wiederum den hier ansetzenden Sandhaken Spurn Head, der nur mühsam durch Buhnen, Holzwände und Ufermauern in seiner ganzen Länge zusammengehalten wird (vgl. *Bild 8*). Ein Verlust von Spurn Head aber würde nicht nur die geplante weitere Landgewinnung auf dem Humberwatt zwischen Kilnsea und Sunk Island unmöglich machen; er müßte auch durch Verbreiterung und Verflachung der Humbermündung die bestehenden hydrographischen Bedingungen in dem belebten Schiffahrtsweg und an seinen eingedeich-

ten, landwirtschaftlich wie industriell wichtigen Ufern in unberechenbarer Weise verändern. Ja, schon wird selbst die nacheiszeitlich im Schutz des Endmoränenrückens aufgebaute Ostküste von Lincolnshire vom Meere bedroht, wovon zuletzt die starken Zerstörungen und Überschwemmungen bei der Sturmflut vom 31. Januar 1953 zeugten. Doch noch ist es nicht zu spät, in diese verhängnisvolle Entwicklung einzugreifen. Man sollte in Rechnung stellen, daß die Bedeutung eines Rückgangs bei Dimlington weit über den örtlichen Landverlust hinausgeht, daß die Höhe von Dimlington vielmehr die letzte Bastion der gesamten Küste von Flamborough Head bis Ost-Lincolnshire ist, bei deren Fall Millionenwerte auf dem Spiel ständen. Dann muß der Bau eines Uferschutzwerkes von Dimlington High Land bis Spurn Head eine volkswirtschaftlich vordringliche Aufgabe sein.

Freilich, auch wenn alle diese entscheidenden Punkte gesichert sind, wird die Nordsee die Kliffe von Holderness noch auf 46 km Länge weiter angreifen. Das mag vorerst ganz vorteilhaft erscheinen, weil es den Nachschub des Strandmaterials gewährleistet, welches besonders bei der Verteidigung des südöstlichen Abschnitts dringend benötigt wird. Ein möglichst breiter und hoher Strand ist ja der beste Uferschutz. Doch nach einigen Jahrhunderten würde das Bild weniger erfreulich sein: Als künstliche Halbinseln würden die befestigten Stellen in das Meer vorspringen. Auf ihrer Seefront würde man einen immer schwerer werdenden Kampf gegen die heranrückenden Wassertiefen führen müssen, während an den Flanken neue Maßnahmen gegen die Bedrohung von der Seite her notwendig wären. Denn hier würden die ungeschützten Kliffstrecken immer mehr zurückweichen und dadurch im Laufe der Zeit weite Buchten bilden. Gering ist die Hoffnung, daß sich die Brandung in ihnen allmählich vermindern könnte, so daß der Kliffrückgang langsam zum Stillstand käme. Gering ist auch die Hoffnung, daß während der nächsten Jahrhunderte irgendein anderer Wandel in den Naturbedingungen eintreten wird, etwa ein Fallen des Meeresspiegels. Aber deshalb brauchen wir nicht zu resignieren. Der steile wissenschaftlich-technische Fortschritt der Menschheit in den letzten hundert Jahren berechtigt zu der Zuversicht, daß sie wirtschaftlich tragbare Mittel und Wege finden wird, um den Landverlust in Holderness doch noch aufzuhalten.

Zusammenfassung

I. An 307 Punkten der 61,5 km langen Kliffreihenküste von Holderness wurde die Horizontalbewegung von 1852 bis 1952 gemessen. Es ergab sich, daß das Kliff im Mittel um 120 m zurückwich, insgesamt rund 720 ha Land verloren gingen und so etwa 100 Millionen m³ Gestein abgetragen wurden. Von diesen wurden höchstens 3% beim Aufbau des Sandhakens Spurn Head verwendet. Der Landverlust stieg im großen gesehen von Norden nach Südosten an. Diesem Ansteigen war eine wellenförmige Zu- und Abnahme des Kliffrückgangs aufgelagert, welche eine Gliederung der Küste von Holderness in vier Abschnitte erlaubte.

II. Die wichtigste allgemeine Ursache des Uferabbruchs war die Meeresbrandung, und es ließ sich ein Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit des Kliffrückgangs und der Höhe des Meeresspiegels nachweisen. Entsprechend war das Ansteigen des

Landverlusts nach Südosten durch die zunehmende Exposition der Küste gegenüber den Meereskräften bedingt. Diese greifen hier besonders den Vorsprung von Dimlington High Land an, den letzten Rest eines hohen Endmoränenrückens, der sich früher weit in die Nordsee hinaus erstreckte. Die wellenförmige Zu- und Abnahme des Kliffrückgangs war dagegen in erster Linie eine Wirkung der vom Menschen errichteten Uferschutzwerke.

III. Eine Ausdehnung der vorhandenen Uferschutzwerke auf die ganze Küste wäre bei der bisherigen kostspieligen Bauweise völlig unwirtschaftlich. Daher muß man sich vorerst auf eine Sicherung der entscheidenden Punkte beschränken: Hornsea, Sand le Mere, Withernsea und vor allem Südost-Holderness von Dimlington bis Spurn Head. Es besteht aber die Hoffnung, daß wirtschaftlichere Schutzmaßnahmen es später doch noch ermöglichen werden, den Landverlust in Holderness aufzuhalten.

Schrifttum

- BROWN, R. N. R. (1930): Holderness and the Humber. — Great Britain. Essays in reg. geogr., ed. by A. G. OGILVIE. Cambridge, 2. ed., S. 312—321.
- MINIKIN, R. R. (1952): Coast erosion and protection. Studies in causes and remedies. — London, VIII + 240 S.
- REID, C. (1885): The geology of Holderness, and the adjoining parts of Yorkshire and Lincolnshire. — Mems. Geol. Surv., London, 177 S.
- SHEPPARD, T. (1906): List of papers, maps, etc., relating to the erosion of the Holderness coast, and to changes in the Humber estuary. — Trans. Hull Geol. Soc. 6, 1, S. 43—57.
- (1909): Changes on the east coast of England within the historical period. I. Yorkshire. Geogr. Journ. 34, 5, S. 500—513.
- (1912): The lost towns of the Yorkshire coast and other chapters bearing upon the geography of the district. — London, XVIII + 329 S.
- SÖLCH, J. (1951): Die Landschaften der Britischen Inseln. I. Bd.: England und Wales. — Wien, XII + 850 S.
- STEERS, J. A. (1948): The coastline of England and Wales. — Cambridge, 2. impr., XX + 644 S.
- (1953a): The sea coast. — London, XII + 276 S.
- (1953b): The east coast floods, January 31—February 1, 1953. — Geogr. Journ. 119, 3, S. 280—298.
- THOMPSON, C. (1923): The erosion of the Holderness coast. — Proc. Yorks. Geol. Soc. 20, 1, S. 32—39.
- VALENTIN, H. (1952): Die Küsten der Erde. Beiträge zur Allgemeinen und Regionalen Küstenmorphologie. — Pet. Mitt., Erg.-H. 246. VIII + 118 S.
- (1953a): Present vertical movements of the British Isles. — Geogr. Journ. 119, 3, S. 299—305.
- (1953b): Young morainic topography in Holderness. — Nature, London, 172, 739, S. 919—920.
- (1954a): Gegenwärtige Niveauveränderungen im Nordseeraum. — Pet. Mitt. 98, 2, S. 103—103.
- (1954b): Gegenwärtige Vertikalbewegungen der Britischen Inseln und des Meeresspiegels. — Verh. 29. Dtsch. Geographentags Essen 1953, im Druck.
- (1954c): Glazialmorphologische Untersuchungen in Ostengland. Ein Beitrag zum Problem der letzten Vereisung im Nordseeraum. — In Vorbereitung.