

Zeitschrift: Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 36 (1894-1895)

Artikel: Die Drumlins-Landschaft mit specieller Berücksichtigung des alpinen Vorlandes
Autor: Früh, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-834555>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

IX.

Die Drumlins-Landschaft

mit specieller Berücksichtigung des alpinen Vorlandes.

Von

Dr. **J. Früh** in Zürich.

(Mit 3 Tafeln.)

Einleitung.

Drum (ursprünglich „drom“) ist ein keltisches, irisches Wort und bezeichnet nach brieflicher Mitteilung von M. H. Close und Kinahan „a ridge, a ridge-shaped hill — a long hill or line“. Es erscheint in zahlreichen Composita¹. Weniger gebräuchlich ist im nördlichen Irland das Diminutiv *Drumlin*, womit zuerst M. H. Close 1866 bestimmte Aufschüttungen durch diluviale Gletscher in Irland bezeichnet hat², ein Ausdruck, welcher seither durch die schottischen und amerikanischen Geologen und Geographen allgemeine Anwendung gefunden hat. Die Drumlins sind charakterisiert durch ihr Vorkommen, ihre Struktur, Form und Orientierung. Sie bestehen aus Grundmoräne, dem ungeschichteten Geschiebelehm, boulder-clay oder till mit gerundeten oder mindestens kantenbestossenen und gekritzten Geschieben. Man findet sie daher nur im Gebiet ehemaliger Vergletscherung und, soweit ich ersehen

¹ Cf. Vivien de St-Martin, Dict. de géogr.

² M. H. Close, Notes on the general glaciation of Ireland (with map) in Journal of the R. Geol. Soc. of Ireland vol. I (new series).

konnte, nur in demjenigen der letzten Eiszeit. Stets treten sie vergesellschaftet auf, als „associated topographical types“¹, bilden also eine Form der von Chamberlin l. c. und Wahnschaffe aufgestellten *Grundmoränenlandschaft*² und dadurch eine Erweiterung der wesentlich aus Endmoränen bestehenden und von Desor als neuer „Landschaftstypus“ in die Geographie eingeführten *Moränenlandschaft*³. Im Gelände sind die Drumlins auffallend durch Form und Grösse. Nur ausnahmsweise erscheinen sie isodiametrisch, als Rundling (round hill⁴). Es sind längliche Hügel, selten 1 km. lang oder noch länger und 30 m. hoch. Diese überaus zarten topographischen Formen haben zweierlei Axen und in der Regel zweierlei Böschungen, sanfte an den Enden der Längsaxe, steilere, oft beim Ersteigen auffallend steilere, an den Enden der Queraxe oder im Querschnitt. Es sind sanfte Rücken. Nie fand ich einen Grat, eine Schnittlinie der Seitenböschungen wie an Ufermoränen. Bemerkenswert ist endlich die gemeinsame, gleichsinnige Orientierung der Drumlins. Ihre Längsaxe ist parallel zu den anstehenden Gletscherschrammen, zu den roches moutonnées, zu den „crag and tail“ der schottischen Geologen⁵, zur Bewegungsrichtung des ehemaligen Diluvialeises, wie es schon

¹ T. C. Chamberlin, preliminary paper of the terminal moraine of the second glacial period (IIIth An. report of the U. St. Survey 1881/82. Washington 1883).

² Desor, die Moränenlandschaft (Verh. der schweiz. naturf. Gesellsch. 1873, p. 121; mit Karte).

³ Wahnschaffe, zur Frage der Oberflächen-Gestaltung etc. im Jahrb. der preuss. geolog. Landesanstalt 1887 p. 161 und 163, und in Kirchhoff, Forschungen zur deutschen Landeskunde etc. VI. 1892, p. 93 ff.

⁴ Dana J. D., Glacial Phenomena in the New Haven Region (Am. Journal of Sc. 3th ser. Vol. XXVI, p. 357).

⁵ Geikie J., Great Ice Age, 3. Aufl. 1894, pag. 18.

1815 von James Hall¹ erkannt und durch M. H. Close (l. c.) speciell ausgedrückt und graphisch dargestellt worden ist. Aus der Ferne machen sie den Eindruck einer angetriebenen Schaf- oder Schweineherde. Wie wir seit Sausure „roches moutonnées“ unterscheiden, der Seemann eine „mer moutonnée“, der Landmann die „Schäflein“ am Himmel, so giebt es in Schottland statt Drums „sowbacks“² (nach brieflichen Mitteilungen von Kinahan ursprünglich für Rundhöcker gebraucht), in Amerika „dolphin-backed hills“³ etc. Die *Drumlins-Landschaft* bildet ein ausgezeichnetes geographisches Individuum und wäre einer eingehenden geographischen Betrachtung würdig. Im folgenden soll nur das morphologische Moment behandelt werden. In dieser Hinsicht hoffe ich eine übersichtliche Darstellung geben zu können.

1. Drumlins in Grossbritannien.

Für Irland zeigt schon die von M. H. Close (l. c.) publizierte Map of the General Glaciation, wie das Eis von einzelnen Plateaux als Centra mehr oder weniger radial hinunter zum Meer oder zu den Thälern und Ebenen sich bewegt hat. Grossartig ist diese Erscheinung in den Counties of Mayo und Galway, wofür G. H. Kinahan und M. H. Close 1872 eine für alle Zeiten klassische Arbeit⁴ geliefert haben. Zwei Arten Oberflächenformen beherrschen das Land: oben auf der Benna Beola or the twelwe pins 730 m. und der Maum turk mountains 703 m. (zwi-

¹ Trans. R. Soc. Edinburgh VII, 1815.

² J. Geikie l. c. p. 17 und 81.

³ T. C. Chamberlin l. c. p. 318.

⁴ G. H. Kinahan und M. H. Close, the general glaciation of Jar-Connaught and its Neighbourhood, with a map, Dublin 1872.

Galway Bay und Clew Bay) als den ausstrahlenden Mittelpunkten (central area of dispersion) eine Unzahl von Rundhöckern (hog-backs, sowbacks, whalebacks) und radial verlaufende Schrammen an Quarzadern oder Quarzgeröllen alter Konglomerate bis auf 670 m. ü. M.; unten im Flachland, N des Lough Mask, eine energische Aufschüttung von Grundmoränenmaterial in Form der *Drumlins*, die sowohl unter sich als mit den Schrammen parallel angeordnet sind.

Imposant erscheint die *Drumlins-Landschaft* auf der One Inch Map (Sheet 64, 75 und 85; siehe Fig. 3, Taf. XII). Vom Lough Coun im N bis Lough Mask im S oder von der Stadt Ballina im N bis Ballinrobe im S bewegt sich ein wahrer Strom von Drumlins auf mehr als 60 km. Länge und oft 30 km. Breite. (Ein Bezirk SE Castlebar heisst Drum.) Es ist das Bild eines sich N—S bewegenden Flusses. Die Räume zwischen den Drumlins sind mit Seen, Mooren oder Wiesen erfüllt. Die Hügel bestehen nach Kinahan und Close aus Grundmoräne, was neulich von Lewis¹ bestätigt worden ist. Alle drei erkannten *asymmetrische Drumlins* in dem Sinne, dass das eine Ende der Längsaxe breiter und steiler ist als das andere. Dieser Kopf ist sehr häufig die Stossseite des Eises, manchmal die Leeseite. Kinahan und Close bemerken, dass derselbe an Insel bildenden Drumlins wohl auch durch den Wellenschlag gebildet sein könnte (l. c. p. 7). Ein Kern aus anstehendem Fels wird nicht angegeben. Zur Bestimmung der Grösse ist die in Schraffen ausgeführte One Inch Map nicht sehr geeignet. Aus 60 möglichst prägnanten und häufig isolierten Drumlins der Sheets 64, 75 und 85 er-

¹ H. C. Lewis, Papers and notes on the glacial geology of Great Britain and Ireland. London 1894, p. 116.

hielt ich als Verhältnis der Länge zur Breite $2,9 : 1$. Für die auffallend gedrungenen Formen auf Sheet 85 ergaben 20 Bestimmungen den Index $2,5 : 1$. Oft sind die Drumlins stark gestreckt, „long and narrow like a porpoise“, *Phocæna communis* oder Meerschwein (Lewis l. c. p. 117), besonders auffallend E Lough Gara in Roscommon country (Sheet 77). Aus 10 Abgriffen bekam ich den Index $4 : 1$. Aus allen 70 Bestimmungen erhielt ich für die Länge 253—1647 m. (Mittel 798), für die Breite 158—570 m. (Mittel 256). Ganz ausnahmsweise und unter allem Vorbehalt bekam ich für einen Drumlin auf Blatt 77 die ausserordentliche Länge von $3,17$ km.!

Im südlichen Teil der Provinz Leitrim, E des oberen Shannon River und dessen Erweiterungen im Lough Boder, L. Bofin und L. Forbes, ist ein Typus einer Drumlins-Landschaft, welcher durch massige Entwicklung der NW—SE streichenden Hügel an die Umgebung von Boston Mass. erinnert (Sheet 78 of the Ordnance Survey of Ireland in $1 : 63,360$). Die linsenförmigen, zum Teil asymmetrischen Drumlins sind oft 300—400 m. voneinander entfernt und sehr häufig durch Moore voneinander getrennt. Die Einzelsiedelungen dieser Landschaft sind aufs innigste mit dem Drumlins-Archipel verbunden. Die topographische Karte ist zugleich Siedelungskarte. Hebt man die Verkehrswege mit Farbe besonders hervor, so erhält man ein Bild, welches an den Grundriss muhammedanischer Städte in Nordafrika und Westasien erinnert. Die kurzen „Sackgassen“ führen je zu einer Siedelung an den Längsseiten der Drumlins.

Aus 20 Messungen erhielt ich für die Länge 570 bis 1774 m. (Mittel 1223) und für die Breite 316—823 (Mittel 602), mithin einen Index von $2 : 1$.

Um die relativen Höhen zu ermitteln, benützte ich Drumlins, welche entweder an einem See oder auf einer Ebene mit bekanntem Seeniveau liegen oder Inseln bilden, wobei ich durch Herrn Close mit Höhenzahlen der Six Inch Maps unterstützt worden bin; 11 gute Bestimmungen E und NE Lough Mask ergaben 5,79—27,1 m. (Mittel 13,74). Acht zuverlässige Bestimmungen auf Sheet 78 ergaben 5,5—30 m. (Mittel 21) relative Höhe. Die höchsten finden sich wohl S Castlebar und zwar W Cooley Lough mit 35,6 und 37,5 m. Langgestreckte Formen sind stets niedriger.

Für *Schottland* zeigen namentlich die zusammenfassenden Arbeiten von J. Geikie¹ den radialen Abfluss des Eises von den schottischen Hochlanden nach den Meeren und hinunter in das Flachland und die Thäler. In weiterer Übereinstimmung mit Irland sind die höher gelegenen Teile des Landes fast frei von Gletscherschutt, aber erfüllt von roches moutonnées oder crag and tail, während die Ebenen und breiten Thäler (des Tweed mit Teviot und Nith etc.) mit Grundmoräne erfüllt sind, welche herrliche *Drumlins-Landschaften* darstellen. In ausgezeichneter Weise werden diese Beziehungen und vor allem der Parallelismus zwischen Drumlins einerseits, Rundhöckerscharrung und Schrammen anderseits dargestellt durch One Inch Map, Blatt 25 (Kelso). Auch da wieder das Bild einer Strömung, das noch besser auf der Kurvenkarte zum Ausdruck kommt (obschon Aequidistanz 30 m) durch die nach der Thalrichtung vielfach und spitz gelappten Isohypsen. Folgt man von der Mitte eines Thales nach dem rechten oder linken Gehänge, so überschaut man zunächst Drumlins, welche vollständig aus Till bestehen;

¹ Geikie J., Prehistoric Europe, 1881 p. 183. — Geikie J., Great Ice Age. 3. Aufl. 1894.

an den Flanken des Thales, wo der boulder clay dünner ausgebreitet ist, enthalten sie schon oft einen Kern des anstehenden Felsens; oben angelangt, ist man in der Region der Rundhöcker (Great Ice Age 1894 p. 17). In Schottland sind die Drumlins durchschnittlich langgestreckt, „long broad smoothly-outlined ridges“ (Prehistoric Europe p. 183), „long parallel ridges or sowbacks“ — „long smoothly rounded banks or drums“ (Great Ice Age p. 17 und 81), während die roches moutonnées „rounded or mammillated rocks“ darstellen (Preh. Europe p. 176) mit ausgezeichneter Stoss- und Leeseite. Im allgemeinen erscheinen die Drumlins sehr gedrängt; erst in 1 : 25,000 oder 1 : 10,000 würde ihre Individualität gebührend zum Ausdruck kommen. Messungen auf der One Inch Map (Sheets 25 und 5) sind unzuverlässig. Aus 6 Bestimmungen erhielt ich für die Länge 1—4,47 km. (Mittel 1,8!), für die Breite 190—348 m. (Mittel 264), mithin einen Index von 7 : 1! (Es giebt solche von 12 : 1, 10 : 1 etc.)

2. Drumlins in Nordamerika.

Nebst den Britischen Inseln zeigt das Glacialgebiet der *Vereinigten Staaten in Nordamerika* typische Drumlins-Landschaften, aber unter etwas abweichenden topographischen Verhältnissen. Nach der trefflichen Übersicht von T. C. Chamberlin in Great Ice Age l. c. p. 724 ff. Plate XIV bewegte sich das nordamerikanische Inlandeis von drei Dispersionsflächen aus, zwei atlantischen und einer pazifischen, beide getrennt durch die Nunatakkette der Cordilleren; die zwei ersteren umfassen das laurentische Eisfeld (Mitte der Labradorhalbinsel) ¹ und dasjenige

¹ Vergleiche Karte von Labrador in Globus LXIX, p. 25 (Dr. Vierkandt).

von der NW-Küste der Hudsonsbay; das pazifische Eisfeld hatte sein Centrum E des Mt. Elias. Für uns kommen nur die zwei atlantischen in Betracht, welche mit ihren südlichen Lappen das Gebiet der Union erreichten. Zwei Umstände unterscheiden nun von vornherein die amerikanischen Glacialerscheinungen von den britischen. Die Unterlage der Gletscheraufschüttung war im grossen und ganzen ein gleichförmiges Plateau und der ganze Südrand des Binneneises der zweiten oder letzten Eiszeit ist durch eine *imposante Endmoränenscharung* markiert. Sie reicht nach Stone² und Chamberlin (G. Ice-Age l. c. Plate XV) zunächst guirlandenförmig von Rockport (N Boston) über C. Cod und die benachbarten Inseln nach Long Island, zieht sich von hier ungefähr über Elmira bis 80 km. S Buffalo, dann lappenförmig gegen Cincinnati (Ohio), hierauf in mächtigen Lappen westwärts gegen den Illinois River, W von Chicago, dann gegen 240 km. SW Green Bay, NE-Hälfte von Wisconsin, den Minnesota River und James River in South Dacota. Die grossartigsten Moränenzüge finden sich S und W der canadischen Seen. Diese Endmoränen bilden zugleich die südliche Verbreitungsgrenze der Drumlins. Soweit bis jetzt bekannt, sind sie sicher *nur innerhalb der Moränen* nachgewiesen worden.

Eine Übersicht über die Drumlins überhaupt und ganz speciell der amerikanischen gab W. M. Davis in der Oktober-Nummer der „Science“³ 1884 mit Illustrationen und einem Ausschnitt aus der Karte von Kinahan und Close

² G. H. Stone, Terminal Moraines in Maine (Am. Journal of Science, XXXIII, 3th ser. 1887, p. 379).

³ Science, an illustrated Journal, Vol. IV, p. 418 ff. Cambridge Mass. 1884.

(l. c.), sowie im „American Journal of science“ 3. ser., Vol. XXVIII, pag. 407 ff. mit Sichtung der bezüglichen Litteratur¹, worauf hier speciell verwiesen sei.

In *Massachusetts*, z. B. der Umgebung von *Boston*, sind sie gut entwickelt, als für Beleuchtungs- und Verteidigungsplätze trefflich geeignete islands, als heads und cliffs der Küste, als „hills“ auf dem Lande. Sie bestehen aus typischer Grundmoräne nach Davis (l. c.), C. H. Hitchcock,² George F. Wright,³ Warren Upham,⁵ Wahnschaffe⁷.

Seltener enthalten sie einen Kern von anstehendem Fels⁸ oder von geschichteten fluvioglacialen Kiesen, gemischt mit etwas Moräne, wie Warren Upham (Proceed. l. c. 1890) an cliffs im Hafen von Boston beobachtete. Diese „arched hills“ (Davis, Science l. c.), „steep and high, ovally rounded hills“ (Upham, Proceed. l. c. XX, 1881) oder „oblong or nearly round hills“ (C. H. Hitchcock, Proceed. l. c. XIX, 1878) haben in dieser Gegend eine beinahe linsenförmige Basis, weshalb sie Hitchcock *lenticular hills* genannt hat (l. c. 1878), um diese Grundmoränen-Auf-

¹ W. M. Davis, the distribution and origin of Drumlins (Am. Journal of science, 3th ser., Vol. XXVIII (Juli-Dec.) 1884.

² C. H. Hitchcock, lenticular hills of glacial drift (Proceed. Bost. Soc. Nat. Hist. XIX. Boston 1878 p. 63 ff.

³ G. F. Wright ib. p. 47 ff.

⁴ G. F. Wright, Man and the Glacial Period with ill. and maps, London 1892 p. 73 ff. (the international scientific series).

⁵ Warren Upham, glacial drift in Boston and its Vicinity (Proc. Bost. Soc. Nat. Hist. XX, 1881).

⁶ Derselbe, the structure of Drumlins (ib. Vol. XXIV, 1890).

⁷ Wahnschaffe, Mitteilungen über das Glacialgebiet Nordamerikas (Zeitschr. der deutsch. geolog. Gesellsch. 1892. S. A. p. 117).

⁸ Geikie, Great Ice Age, 1894, p. 744.

schüttungen von den verbreiteten, flachen, wellenförmigen Ablagerungen desselben Materials zu unterscheiden. Man zögerte, diese „large lenticular (lens-shaped) hills“ (G. F. Wright, Proceed. XIX, 1878, p. 58) den strukturell identischen, aber mehr in die Länge gezogenen schottischen „drums“ gleich zu setzen, bis Hitchcock 1884 auch für die amerikanischen linsenförmigen Hügel den nun allgemein angenommenen Namen „Drumlins“ vorschlug¹. Auch hier sind diese Erhebungen parallel zu der lokal beobachteten Schrammenrichtung, nämlich NW—SE.

Nach Davis (Am. Journal l. c. 1884 p. 409) haben die dortigen Drumlins an den Enden der Längsaxe eine Böschung von $3-10^{\circ}$, an denjenigen der Queraxe eine solche von $10-20^{\circ}$; oben sind sie stets sanft gerundet. Die Längsaxe variiert von $\frac{1}{8}-2$ und mehr miles ($0,2-3$ und mehr km.); der Index beträgt $6:1$ bis $1:1$, die Höhe $7-76$ m.! Über die Drumlinsnatur lassen seine Abbildungen keinen Zweifel aufkommen. Die 48 Drumlins, welche Davis in Fig. 3 der Science (l. c.) aus der Umgebung von Boston (Newton-Brookline) in guter Reduktion abbildet, ergaben einen Index von $1,74:1$ im Mittel, im Maximum $3,3:1$ (viele mit $2:1$). Einen bessern Einblick gewährt das in $1:62500$ und Aequidistanz von 20 Fuss ($6,096$ m.) ausgeführte Blatt Salem des U.-St. Geological Survey, ed. 1893. Man erkennt auf den ersten Blick die Drumlinslandschaft. Die einzelnen Hügel sind *auffallend massig, linsenförmig entwickelt mit grossen Zwischenräumen*. Man begreift, wie ein Anblick nach NW oder SE von einem der grösseren Hügel an die Landschaft der vulkanischen Auvergne vom Puy de Dôme herab erinnern

¹ Note by Prof. Hitchcock to Prof. Dana in Am. Journal of Sc. 1884, Jan. to Juny, p. 72.

kann (Davis, Am. S. l. c. 1884 p. 409). Die meisten sind symmetrisch geformt, nur wenige, wie der Long Hill im NW und der Ox Pasture Hill im N zeigen einen steileren Abfall nach der Stossseite des ehemaligen Inlandeises. 35 Messungen ergaben für die Länge 437—1687 m. (Mittel 787), für die Breite 219—937 m. (Mittel 406), woraus sich ein mittlerer Index von 1,9 : 1 ergibt. Die relativen Höhen schwanken von 20—160' = 6,08—48,75 m. Das Maximum erreicht der *konische Rundling* Turner Hill.

Nicht weniger lehrreich ist *Boston Sheet* im gleichen Massstabe, ed. 1893. Prachtvolle Drumlins im NE und SW der Stadt, von *linsenförmiger* Gestalt. Sieben grosse lenticular hills NE Boston, östlich des Malden River, in Chelsea, sind 688—1250 m. lang, 343—437 m. breit und 18—30 m. hoch. Index 2,5 : 1. Eine der grössten Linsen ist Correy Hill bei Brighton, 55 m. hoch, 977 m. lang, 437 m. breit. Viele Hügel sind auf der Stossseite ausgezeichnet asymmetrisch, z. B. der das Theological Seminary tragende bei Newton Center (siehe Taf. XII, Fig. 2).

Aus *Neu-England* sind Drumlins namentlich bekannt geworden in *Conn.*, *Mass.* und *New-Hampshire* in einer N-S-Ausdehnung von mehr als 200 Km. Nach Warren Upham (Proceed. l. c. XX 1879 p. 232) kann man 3 Zonen unterscheiden: eine *östliche* im östlichen Mass. (Umgebung von Boston, Salem, Ipswich; der Pigeon Hill bei Rockport ist nach N. H. Shaler¹ ein Drumlin); eine *mittlere* von Goffstown und Weare New H. (siehe Abb. nach Hitchcock in Wright „Man etc.“ l. c. p. 73 Fig. 27) in südwestlicher Richtung bis New-Ipswich und Rindge-Ashby und Ashburnham Mass. — Gardner; bei Charlton an der Boston-

¹ Geology of Cape Ann Mass. by N. Shaler in IXth Report of the U. St. Geol. Survey 1887/88 p. 550.

Albany-Eisenbahn (Fig. 7 in Davis „Science“ l. c.) und von Spencer Mass. nach Pomfret in NE Connecticut sind die „series of very smoothly rounded, detached hills“ bereits 1842 von Percival (Geology of Connecticut) erwähnt worden; eine *westliche* von Cheshire Cy. Mass. an. Der von Dana (l. c.) beschriebene „Round hill“ W. der Stadt New-Haven, Conn., ist ein 39,6 m. hoher auf Fels gesetzter Drum.

Zwischen diesen Drumlins-Landschaften sind Grundmoräne und fluvioglaciale Ablagerungen reichlich verbreitet, während lenticular hills fast vollständig fehlen.

Nach Chamberlin (Übersicht in „Ice Age“ p. 744) sollen Drumlins auch in *Maine* und *New Brunswick* vorkommen. Grundmoräne ist dort reichlich vorhanden. G. H. Stone¹ konnte bei seinen geologischen Aufnahmen in Maine mehrere tausende von Durchschnitten durch reinen till beobachten; allein grossartige fluvioglaciale Ablagerungen von ebenfalls gerundeten Formen sind dort häufig als „horsebacks“, „hogbacks“ oder „whalebacks“, und Davis (Am. Journal l. c. p. 409) betont, dass die von G. F. Matthew, Geol. Survey of Canada 1877/78, beschriebenen „whalebacks“ nicht deutlich unterschieden werden von aus geschichteten Kiesen bestehenden Hügeln.

Weit interessanter als die Drumlins-Landschaften in Neu-England sind diejenigen in der *Fingerlake-Gegend im Staate New-York*, auf die schon J. Hall² aufmerksam gemacht hat und die von Johnston³ und besonders von

¹ G. H. Stone, map of the Kames of Maine, Proceed. Bost. Nat. Hist. XX 1880.

² J. Hall, New-York State Geol. Report for 4th distr. 1842.

³ Johnston, parallel drift hills of Western New-York (Transact. of N.-Y. Acad. of Sc. 1882).

D. F. Lincoln¹ genauer beschrieben worden sind. Die Finger Lakes liegen in südlicher Divergenz innerhalb der einzelnen Lappen der sie im S fächerförmig umfassenden Endmoränenwälle der letzten Eiszeit. Die Seen sind durch das Glacialphänomen bedingt. (Siehe Karte bei Lincoln.) Man kann hier 2 Drumlins-Zonen unterscheiden:

a) Die *nördliche* umfasst ein südlich des Lake Ontario gelegenes und ca. 30—40 km. breites Silurplateau, dessen Südgrenze ungefähr von Syracuse über Geneva nach Batavia und dem Niagara-Escarpment zieht. Die Drumlins bestehen aus till, enthalten selten einen Kern von Sand (bei Rochester) und sind häufig mit erratischen Blöcken bedeckt, seltener mit Sand und Kies (Verwitterungskruste?). Sie sind viel gestreckter und schmaler als in Neu-England, eigentliche parallel ridges, so dass das Land stellenweise *wie gefurcht* oder gepflügt erscheint (Hall l. c.). Einige sind auf dem Rücken ziemlich breit, andere reichen eben aus für eine Landstrasse, während viele kaum den Gang eines Wagens erlauben würden. Länge 0,8—1,1 km., nach Johnston sogar 3—4 km.; relative Höhe 30—60 m. Charakteristisch sind die steilen Flanken an der Queraxe (23—50°) und besonders wichtig der *häufige asymmetrische Bau der N-S streichenden Drumlins, indem das N-Ende sehr steil und breit, das S-Ende sanft geneigt ist.*

Eine Bestätigung dieser Beschreibungen zeigt die topographische Aufnahme dieser Gegenden durch Adam 1893 südlich des Oneida Lake (New-York, Syracuse Sheet in 1 : 62500 ed. 1895). Syracuse liegt in einer fast idealen Drumlins-Landschaft.

¹ D. F. Lincoln in Geneva, Glaciation in the Finger Lake region of New-York (Am. J. of Sc. 3th ser. XLIV 1892).

Aus 13 Messungen SE der Stadt erhielt ich als mittlere Länge 600 m., mittlere Breite 250; Index $2,4 : 1$; mittlere Höhe 23,8 m. Die längsten Drums erreichen 1 km. (Siehe Taf. XII, Fig. 1.)

b) Die *südliche Zone* liegt zwischen den Seen. Sie enthält zum Teil „lenticular hills“, häufiger sind aber auch hier die langgestreckten schmalen Rücken in gegenseitigen Entfernungen von 400—500 m. und relativen Höhen von 6—15 m., seltener 27 m. Die Rücken sind oft so zart und gleichförmig, dass nach Lincoln (l. c. p. 294) das Land den Eindruck einer gefurchten oder mit parallelen Rinnen versehenen Fläche hervorruft.

Auch hier macht sich die Tendenz zur *Asymmetrie* bemerkbar (steilere Gehänge im N!). Ausserordentlich wichtig sind noch zwei Momente: *Die Drumlins sind fächerartig angeordnet wie die Seen*, streichen also N—S oder N 8° W oder N 10 — 15° W. Ferner zeigen sich am N-Ende des Seneca Lake und am Cajuga Lake (Ostufer zwischen Aurora und Ithaska) Felsenhügel, zum Teil an den Ufern als cliffs aufgeschlossen, welche aus dem weichen horizontal geschichteten Devonschiefer bestehen, 2—4 km. lang und 75—90 m. hoch sind. Bisweilen tragen sie eine Bedeckung von bis 12 m. mächtiger Grundmoräne. *Diese Hügel stimmen nach Form und Streichen mit den Drumlins überein, haben auch eine steilere N-seite!* Es sind offenbar *roches moutonnées* oder Übergangsformen von solchen zu Drumlins mit felsigem Kern und ohne Zweifel durch dieselbe Eisschicht wie die Drumlins gebildet worden.

Ausserordentlich lehrreich ist das relativ flache Gebiet zu beiden Seiten des Hudson *im Staate New-York*, etwa zwischen $73^{\circ} 45'$ — $74^{\circ} 15'$ W. Gr. und zwischen Albany im N, Kingston im S. Man befindet sich in einem

breiten Tale, eingesenkt zwischen die Taghkanic Mountains im E, die Black Head Mountains und das Plateau von Hunter und Woodstock im W. Hier unten liegt eine *Drumlins-Landschaft*, welche vielfach an diejenige im Tweedthale in Schottland und die weiter unten beschriebene vom Stahrenbergersee und Glatththal erinnert. Eine treffliche Übersicht geben Sheet Durham, Kaaterskill und Catskill in 1 : 62500. Von Durham über Kairo bewegt sich gegen Kingston auf mehr als 50 km. ein Strom von Drumlins gleich geflössen Scheitern in einem gekrümmten Flusse. Sie sind zahlreich, eng geschart, relativ klein, selten 1 km. lang; Index 6, 5, 4 oder 3 : 1; Höhe 6—18 m. Ausgezeichnet ist die Anpassung der Drumlins in ihrem Streichen zu dem nach E convex vorspringenden westlichen „Ufer“ des „Thales“, also an steilen Gehängen von Black Head M^{ts} und den Hochebenen von Hunter und Woodstock. Im N, zwischen Durham und Kairo, sind die Drumlins *convergent* nach S, d. h. ihr Streichen bewegt sich zwischen N-S im Osten und N 38° W. im Westen. Im S, gegen Kingston, *divergieren* die Drumlinsachsen allmähig von N-S im Osten nach N 15° E bis N 37° E.

Die grossartigste Entwicklung zeigt die Drumlins-Landschaft in *Wisconsin*, speciell innerhalb der gewaltigen, um eine in der SW-Verlängerung der Greenbay gelagerte Endmoränenscharung. Buell schätzt die Zahl der Hügel allein im südlichen Teil auf 10,000! (Geikie, Ice Age l. c. p. 745). Wie Wahnschaffe (Z. d. d. geol. Ges. 1892 l. c.) bestätigt, bestehen sie aus wahrer Grundmoräne, doch haben tiefe Brunnengrabungen ab und zu einen *Kern aus Fels* ergeben (Chamberlin, preliminary paper l. c.). Die Hügel sind bald gedrungene „mammillary hills (lenticular hills Hitchcock)“ nahe der Endmoräne oder „ellip-

tical or longated hills“¹ oder „linear ridges and dolphin-backed hills“ (Chamberlin, prel. pap. l. c.), die man kaum mit den dort auch häufigen Mounds verwechseln kann². Alle sind parallel zu den radial und mehr oder weniger senkrecht zu den Endmoränen verlaufenden Schrammen; sie sind also innerhalb derselben *fächerartig angeordnet*, und zwar sind nach Chamberlin *die langgestreckten Drumlins im axialen, die mehr zitzenförmigen oder linsenförmigen im peripherischen Gebiet*, somit eine ausgezeichnete *axi-radiante Strömung* darstellend, wie denn im Felde die schmalen Drums durch ihre zarten *fliessenden* Umrisslinien auffallen (Geol. of Wisconsin l. c. p. 283).

Die von Wahnschaffe beobachteten Drumlins waren selten über 1 km. lang; in Dodge und Jefferson Cy. sollen sie „several miles“ lang sein (Geol. Wisconsin l. c.). Um eine Vorstellung der Drumlins-Landschaft zu gewinnen, habe ich mehrere Wisconsin betreffende Blätter des Geological Survey in 1 : 62500 und Äquidistanz von 6 m. beraten, vor allem Sun Prairie Sheet (89°—89° 15' W und 43°—43° 15' N).

Die Landschaft ist überaus typisch. Stromsysteme von Drumlins wechseln ab mit Seen, Mooren und Sumpfwiesen. Auf eine Entfernung von ca. 12,5 km. weicht das Streichen der Drums in einem Gebiet aus N-S ab in N 55° W! Ich erkannte 18 deutlich *asymmetrisch* geformte Hügel mit einer gegen NE gerichteten, der Endmoräne abgewandten steileren und einer dieser zugekehrten sanfteren Seite, wie es Wahnschaffe im Felde „*sehr häufig*“ beob-

¹ F. C. Chamberlin, Geology of Wisconsin. Survey of 1873—79 Vol. I 1883 p. 283 ff. mit Fig.

² J. A. Lapham, the antiquities of Wisconsin in Smithsonian Contributions Vol. VII 1855 p. 56 Plate XXXVIII Fig. 14.

achten konnte. Es ergaben 105 gute Messungen für die Länge 344—1625 m. (Mittel 802), für die Breite 125 bis 500 m. (Mittel 272), mithin einen Index von $2,95 : 1$; $4 : 1$ zeigte sich selten! Die Höhe schwankt von 6 zu 25 m.; im Mittel betrug sie $11,76$ m.

Hochinteressant für die *Beziehung der Drumlins zur Endmoräne* ist die Glaciallandschaft in Jefferson, N und E der Stadt *Whitewater* (Wisc., *Whitewater Sheet* 1 : 62500 ed. 1893). Man befindet sich in dem von Wahnschaffe (l. c. 113, 115 u. 116) besuchten Gebiete. An den schwäbischen Jura erinnernd, streicht die gewaltige Endmoräne mit ihren Kettleholes N 47—50 E von *Whitewater* nach *Palmyra*. Ihr nordwestlicher Steilabfall erhebt sich 60 m. über dem von grossen Flachmooren eingenommenen ebenen Gelände von Jefferson im NW der Moräne. Hier liegen die ausgezeichnet *fächerartig* angeordneten Drums, welche gleich Trajekturen senkrecht zur Moräne streichen. Sie sind selten mehr als 1 km. lang und 6 — 12 m. hoch; Index $3 : 1$; im Norden, bei *Rome*, N 32 W streichend, liegen ihre Längsachsen 11 km. westlicher N 18° E, d. h. die Divergenz beträgt auf diese Entfernung schon 50° !

In der *Greenbay-Region* zeigen sich ferner noch die für das Glacialphänomen wichtigen „*crag und tail*“ (wörtlich „Buckel und Schweif“), d. h. auf der den Moränen abgewandten Seite abgerundete (geschliffene) „Kuppen von Granit, Quarzit und Quarzporphyr, welche die horizontalen paläozoischen Schichten durchragen“ und auf der Leeseite einen Schweif von Grundmoräne angeklebt haben, der parallel zur Richtung der Schrammen ist (Wahnschaffe l. c. p. 118).

Drumlins wurden noch gefunden als langgestreckte Hügel an der *Bay de Noque* (New-Greenbay) und von

Tyrrell auf den Inseln des *Lake Winnipegosis* und *Cree Lake in den Hudsonsbay-Ländern*. (Chamberlin in „Ice Age“ l. c. p. 745.)

Nach obiger Zusammenfassung sind Drumlins-Landschaften nur in 4 grösseren Gebieten erkannt worden. Immer liegen sie innerhalb der Endmoräne, mehr oder weniger senkrecht dazu und parallel zu den erhaltenen Schrammen, so dass sie der Lappenform der Moräne entsprechend *stets fächerartig* auftreten. Sie streichen bis auf 40 km. von der Küste im nördlichen New-Hamp. und und E Mass. E S E bis S E, mehr einwärts N—S und am Connecticut River N W — S E (W. Upham, Proceed. Bost. XX 1879). Der Name Finger Lake charakterisiert zugleich die mit den Längsaxen parallelen Drumlinszüge. Für die Greenbay-Eiszunge hat Chamberlin die fächerförmige Anordnung der lenticular hills hervorgehoben.

In Amerika wird das Studium der Drumlins oft erschwert durch Endmoränen und fluvio-glaciale Ablagerungen.

Die *Endmoränen* sind hier strukturell oft nicht verschieden von den Drums, da das amerikanische Inlandeis fast keine Nunatake umschloss, also fast ausschliesslich in Form der Grundmoräne aufschütten musste, die denn auch fast durchwegs jene sanften wellenförmigen Flächen bildet, welche auch auf unserm Kontinent bekannt sind.

Es haben die Endmoränen auch sanfte kuppenförmige Aufsätze, und da, wo sie geschart sind, können sie in der Flankenansicht ein ganz ähnliches Bild ergeben, wie ein Drumlinszug (cf. Western face of the Kettle-moraine, near Eagle, Wankesha Cy., Wisconsin — E Madison — in IIIth An. Report of the U. St. Geol. Survey Plate XXX;

ferner die nach Photographie erstellten Figuren in Wahnschaffe l. c.).

Wie W. Upham (Proceed. Bost. XX, 1881) und Wright (ib.) vergleichend für Neu-England gefunden, sind die Formen der Drumlins viel feiner, regelmässiger und ein auffallender Kontrast zu der „very irregular and broken contour of the moranic hills“, den „rolling hills“ der Endmoränen (Davis „Science“ l. c. p. 418). Der Drumlins-Landschaft fehlen die Pfuhle (kettle-holes) der Endmoränen; die Zwischenräume sind von sanften Hohlformen erfüllt. Das entscheidende Moment liegt in der schon vielfach hervorgehobenen entgegengesetzten Stellung zur Bewegungsrichtung des Eises.

Auch die *fluvio-glacialen Ablagerungen*, welche naturgemäss überall zu erwarten sind, können a priori zu Verwechslungen führen. Sie treten nach Chamberlin¹ wesentlich in zwei Typen auf: als *Kames* in Form von Hügeln und Rücken aus geschichteten Sanden und Geschieben (ohne Ritzen) fluviatilen Charakters und mehr oder weniger *transversal* zur Eisfläche; dann *osars* in Form fluviatiler Geschieberücken, die sich oft verzweigen und *parallel* zu der Bewegungsrichtung des Eises verlaufen. Wie bereits erwähnt, treten letztere grossartig auf in Maine und New-Hamp. (Stone, Am. Journal XXVIII, l. c. und Karte in Proceed of Boston Soc. Nat. Hist. XX, 1880). Sie durchqueren die Drumlins-Landschaft² und können als parallele Rücken von der Seite gesehen einen ähnlichen Eindruck machen, wie Endmoränen und Drumlins (cf. Fig. 31 in

¹ T. C. Chamberlin, hillocks of angular gravel etc. in Am. Journal of Sc. XVII, 1884.

² Wright G. F., remarkable gravel ridges in the Merrimack Valley (Proceed. Bost. Soc. Nat. Hist. XIX, 1878).

Wright „Man“ etc. l. c.); allein Lage, Form und insbesondere Struktur unterscheiden diese „horsebacks“, „hogbacks“, „whalebacks“ oder „Indian Ridges“ scharf von den Drums.

3. Drumlins im Vorland der Alpen.

Auf dem europäischen Festland scheint man erst durch die beiden Arbeiten von Davis (1884) auf die Drumlins aufmerksam geworden zu sein und zwar im alpinen Vorland.

a) Gebiet des Salzach-, Inn- und Isargletschers.

Im Gebiet des *Salzachgletschers* kommen an verschiedenen Stellen innerhalb der Endmoränen Hügelsysteme vor, welche Brückner¹ zu einem Vergleich mit den Davis'schen Drumlins veranlassten (der Ausdruck „Drumlins“ erscheint meines Wissens hier zum ersten Mal in der „kontinentalen“ Litteratur). Im Salzburgischen, speciell um *Saalfelden*, *Kitzbühl* und *Bischofsheim* giebt es zahlreiche rundliche Hügel, welchen Obermoräneschutt ganz oder fast ganz zu fehlen scheint und an deren Aufbau sich „anstehender Fels in Rundbuckelform wesentlich beteiligt“ (l. c. p. 35 und 36). Ob Drumlins mit felsigem Kern? Zwischen Laufen und Ibmer Moos und zwischen dem Südeude des Wageningersees und der bayrischen Grenzstation Freilassing giebt es in der Richtung der Gletscherbewegung in die Länge gezogene Hügel, welche sich als roches moutonnées aus Niederterrassenschotter erwiesen (l. c. p. 38). Endlich kommen auf dem Gebiet der Blätter Teissendorf und Friedolfing der bayrischen topographischen Karte in

¹ Brückner, Die Vergletscherung des Salzachgebietes etc. in Peuck, Geographische Abhandlungen I, 1886.

1 : 25000 SW—NE streichende, längliche Hügelzüge vor, welche ohne weiteres an Drumlins erinnern (zwischen Wageninger-See und Sur im SW und Friedolting = Abtsdorfersee im NE), insbesondere die zarten Hügel zwischen dem N-Ende von Schönramer Filz und dem Dorfe Kirchhof. Brückner (l. c. p. 83) musste sie nach ihrer Struktur als Endmoräne halten, welche durch den vorrückenden Gletscher zu roches moutonnées umgearbeitet worden sind.

Penck¹ erwähnt das Vorkommen von Drumlins „zwischen dem S-Ende des Starnberger-Sees und der Gegend von Weilheim, in der Umgebung von Rosenheim und Salzburg“. Fächerartig angeordnete und senkrecht zur Stirnmoräne angeordnete Hügelzüge innerhalb des *Inngletschers* zeigt Blatt Rosenheim Nr. 84 West in 1 : 50000 NE und SW der Eisenbahnstation Afsling. Ob sie strukturell mit Drumlins übereinstimmen, ist mir nicht bekannt. Blatt Weilheim Nr. 82 in 1 : 50000 zeigt zwischen Weilheim und Seeshaupt auf den ersten Blick eine so eigenartige Topographie, dass man sich wundern muss, weshalb der Kontrast derselben zum übrigen Gelände nicht schon lange hervorgehoben wurde. Schon auf der Fahrt auf dem See von Starnberg wird man — sich Tutzing nähernd — überrascht vom plötzlichen Wechsel der Oberflächenform. N des Parallels von Tutzing grobe, unregelmässige, klotzige und relativ hohe Formen von Endmoränen, S desselben bis gegen den Ostersee hin südlich Seeshaupt ein niedrigeres Gelände von sanft gewölbten, regelmässigen SE-NW streichenden, unter sich und mit den Gletscherschrammen des Deckenschotters parallelen und ziemlich gleich hohen

¹ Penck, Morphologie der Erdoberfläche II p. 53, 1894.

Hügeln, die dem Deckenschotter-Plateau aufgesetzt sind¹. Man ist im Gebiet einer 50—60 km² grossen *typischen Drumlinlandschaft der Isar- und Ampergletscher*. Überall die linsenförmigen bis langgestreckten „Schweinsrücken“, deren Zwischenraum von sanften Hohlformen eingenommen wird mit Teichen, Seen, Hoch- und Flachmooren oder meliorierten Sumpfwiesen. Der strenge Parallelismus der Einzelformen ist frappant. Ihre Ausbildung ist oft so zart, dass die Karte in 1 : 25000 nicht genügt, um den Eindruck des Strömens und Fliessens voll zum Ausdruck zu bringen, den man im Felde sofort bekommt, namentlich die vielen sich gegen die *innere* Endmoräne sanft verflachenden, verlaufenden und zuspitzenden Enden der Drumlins. Man vergleiche beispielsweise Gegend N des Gumpenauweiher auf Blatt Eberfing 1 : 25000 Nr. 791. Die Landschaft ist reizend. *Zahlreiche asymmetrische Formen* mit steilerem Gehänge auf den den Endmoränen abgewandten Seiten der Drumlins lassen sich schon auf der Karte erkennen, besser im Felde, und die vielfach und zart nach NW gelappten Isohypsen drücken die fliessende Bewegung aus, welche das Ganze beherrscht.

Zahlreiche Aufschlüsse (grössere in der Umgebung von Jenhausen, Magnetsried, Gumpenau etc.) zeigen, dass diese Hügel aus Grundmoräne bestehen, wenn man auch ab und zu selbstverständlich durch Schmelzwasser ausgelöschte Ritzen an dem kantenbestossenen und gerundeten Gesteinsmaterial antreffen wird. Die Blätter Eberfing und Tutzing der Positionskarte von Bayern lehren schon, dass hier wie auf den britischen Inseln und in Nordamerika gedrungene, massige Hügelgruppen mit grösserm

¹ Siehe Abbildung des Gletscherbodens auf dem Ostufer des Starnbergersees bei Fraas, Scenerie der Alpen, 1892, Fig. 112, p. 304.

Zwischenraum abwechseln mit mehr schmalen, langgestreckten und enggescharten, die mehr einem mit Riesenfurchen versehenen Felde gleichen. Aus 19 Bestimmungen erhielt ich für die Länge 275 — 1025 m. (Mittel 705 m.), Breite 69—450 (Mittel 169 m.); Index $4,2 : 1$; mittlere relative Höhe 19 m. (Max. 30 m.).

Nachdem diese Zeilen bereits geschrieben waren, konnte ich erst Einsicht nehmen von Ludwig v. Ammon's Beschreibung der „Gegend von München“ in der Festschrift der Geogr. Gesellschaft München 1894. In Bestätigung meiner Beobachtungen betont der Autor die „letztige“ Zusammensetzung der „Moränenhügel“ innerhalb der inneren Endmoränen und ihren Parallelismus mit der Längsstreckung des benachbarten Sees von der Ilkähöhe W Tutzing an nach Süden. Die eigentliche Drumlins-Landschaft berührt eben noch den Südrand seiner Karte; vielleicht wurde ihrer aus diesem Grunde nicht gedacht. Die „typische Moräne-Landschaft“, welche auf der unteren Hälfte der Fig. 4 vom Hirschberg bei Pähl (Blatt Tutzing) dargestellt wird, gibt eine schwache Vorstellung von den ungleich schöneren Drumlinsformen südlich der Bahnlinie Tutzing-Diemendorf-Weilheim.

Ob in den österreichischen Alpen Drumlins vorkommen, z. B. zwischen Save und Gailitz, Ratschach-Weissenfels etc., vermag ich aus Mangel an Materialien nicht zu entscheiden.

b) Glacialgebiet von Rhein bis Rhone.

Bedeutende Drumlins-Landschaften kommen vor *innerhalb der Endmoränen des Rheingletschers der III. Eiszeit.*

Die sanften, linsenförmigen Hügel E Lindau sah ich 1882 bei einem Besuch des Degermoos bei Hergatz. Da-

mals bekannt mit der ausgezeichneten Arbeit von Oberbaurat Robert Gerwig über „das Erratische in der badi-schen Bodensee-Gegend“¹, in welcher *zum ersten Mal eine charakteristische Drumlins-Landschaft des europäischen Festlandes treu und in 1 : 25000 abgebildet erscheint*, glaubte ich darin eine schlechte (!) Kartierung von Moränen erblicken zu müssen. Erst als ich im Herbst 1892 von Wahnschaffe ein Separatum seines Glacialberichtes aus Nordamerika erhielt mit Beschreibung asymmetrischer Drumlins, erinnerte ich mich der Analogien auf den 2 Tafeln von Gerwig. Das folgende Jahr zeigte uns Dr. Sieger² *zum ersten Mal wahre Drumlins im Vorlande der Alpen*.

Im Gebiet des Rheingletschers und westwärts durch die Schweiz befinden wir uns wieder unter ähnlichen Terrainverhältnissen wie in Irland und Schottland. Statt einer tafelförmigen Unterlage für die glacialen Aufschüttungen (wie in Nordamerika, am Starnbergersee) ein coupirtes Gelände mit höheren Bergen oder Rücken der Tertiärformation (Molasse) und breiteren Mulden oder Thälern; die Höhen arm, die Tiefen reich an glacialen Ablagerungen. Die Drumlins sind also auch hier von vornherein in den Niederungen und Thälern zu suchen. Ein Umstand macht die Feststellung der Drumlinsnatur etwas mühevoller. Im circumpolaren Gebiet bedeckte das Eis den felsigen Untergrund beinahe vollständig; im Alpengebiet war aber nach der Verbreitung der Rundhöcker, Gletscherschliffe und erratischen Blöcke eine grosse verwitternde Fläche frei, enorme Nunataks lieferten Obermoränen. Drumlins sind subglaciale, resp. englaciaie Gebilde, und zwar bestehen

¹ Verhandlungen des naturwissenschaftl. Vereins in Karlsruhe Bd. V 1871. Sep.-A.

² Richthofen-Festschrift vom 5. Mai 1893.

sie aus Grundmoräne. Das Material der letzteren ist nach Form und Grösse verschieden nach dem zurückgelegten Wege und variiert wie die Geschiebe, Schleif- und Schlemmprodukte eines Flusses von der Grösse eines Blockes bis zu mikroskopisch kleinen Partikelchen des Schlammes. Da aber beim Gletscher eine Ausschlämmung in der Regel nicht stattfindet, ist das Schleifpulver zwischen den Geschieben noch vorhanden als „Lehm“, „Mergel“, clay¹. Die Grundmoräne erscheint bald als fast *reiner plastischer* Thon mit wenigen Geschieben (in der Schweiz wenig mächtig, in der Regel unter 10 m.), bald als betonartiger, ungeschichteter „*Geschiebemergel*“ mit zahlreichen, durchschnittlich 5—30 cm. grossen geritzten Geschieben oder als „*Blocklehm*“ mit Geschieben oder Blöcken von 0,5 bis mehr als 1 m. Durchmesser. Diese Gebilde treten ferner lokal in veränderter Facies auf, z. B. ist der „clay“ in der sandigen Molasse des schweizerischen Tertiärlandes oft wirklichem Sand täuschend ähnlich, „auf den ersten Blick der Molasse gleichend“, wie Gutzwiller speciell hervorhebt². Rein sandige Moränenablagerungen, dem tertiären Molassesand entnommen, beschreibt Hildebrand von Meckenbeuren, Buch, Reute (Begleitworte zur geol. Karte Württembergs, Bl. Ravensburg-Tett nang 1883 p. 4). Stets sind die Geschiebe der Grundmoräne kantenbestossen oder allseitig gerundet und in allen Fällen geritzt, während die Obermoräne ausgezeichnete Schutthaldenstruktur zeigt, also kantige Gesteine, splittriger Sand, seltene und meist einseitig entwickelte Ritzen. Man beachte, dass Endmoränen

¹ G. de Mortillet, carte des anciens glaciers etc. (Atti delle soc. ital. di sc. nat. Vol. III 1861 p. 44 ff.) und Heim, Gletscherkunde 1885 p. 402.

² Materialien zur geol. Karte der Schweiz, 19. Liefg., Bl. III 1883 p. 118.

als Ufer- und Stirnmoränen aus Ober- und Grundmoräne bestehen können, dass die letzteren zwei naturgemäss mit durch Schmelzwasser umgearbeiteten fluvioglacialen Materialien gemischt sein können. Um Missverständnissen vorzubeugen, musste ich vorausschicken, was ich als Grundmoräne betrachtet habe; ich füge hinzu, dass ich stets Aufschlüsse auf ihre procentische Zusammensetzung von Ober- und Grundmoräne sowie Schmelzwasserprodukten geprüft habe. Auf diese Weise musste puncto Structur eine Sicherheit über Drumlins erreicht werden.

Die Verbreitung der Drumlins-Landschaften auf deutschem Gebiet um den Bodensee hat Sieger bereits angegeben: Bodanhalbinsel von Konstanz bis Güttingen-Liggeringen circa 20 km.; auf dem rechten Ufer innerhalb Überlingen-Langenargen-Oberzell an der Schussen-Markdorf und Salemerthal, sowie am Westabhang des Göhrenberges (Gehrenberg), auch noch W. Oberzell-Weissenau um Schmalegg herum, in SE-NW ca. 35 km. Die Schussen hat sicher einen Teil der Drumlins-Landschaft zerstört. Dann in dem Dreieck Langenargen-Mündung der Leiblach-Hergatz (Bahnhofstation E-Lindau) in SW—NE circa 18 km. (vgl. Bl. Überlingen, Mainau, Markdorf der badischen Karte in 1 : 25000, Blatt Friedrichshafen, Wilhelmsdorf, Ravensburg, Tettwang der württemberg. Karte in 1 : 50000¹). Die Drumlins, welche ich N Friedrichshafen besuchte, gegen Raderach, Riedheim, Kluftern, bestehen aus typischer Grundmoräne². Dasselbe wird von

¹ Bl. Bodensee der öst. Karte 1 : 75000 ist unsicher. Trefflich ist die nach Abschluss dieser Arbeit erschienene „Bodenseekarte“ in 1 : 50000.

² Grundmoräne der III. Eiszeit, im Gegensatz zur Auffassung in den Begleitworten zur württ. Karte 1883—85.

Gerwig und Sieger über noch nördlichere Gegenden ausgesagt. Hierauf deuten auch die Namen „Laim, Leimen, Leimbach, Leimengrub, Lehmgrub“ etc. In der Gegend von Überlingen und auf der Bodanhalbinsel beobachteten Sieger und Gerwig nicht selten einen Molassekern. Da und dort zeigen sich fluviatile Gehänge oder Ebenen. Im allgemeinen herrscht die Linsenform vor (ein Hügel auf der Bodanhalbinsel heisst „Wetzstein“); die Drumlins sind ziemlich massig und zum Teil in grösseren Abständen von 100—400 m. ähnlich wie in Neu-England. Auch hier enthalten die Zwischenräume Seen, Teiche, Moore, Sumpfwiesen. Mainau und der Killenberg S Salem sind Analoga zu den Drumlins-islands von Irland und Nordamerika. Doch fehlt es namentlich im Zug E Lindau nicht an schmalen, langen und mehr genäherten Rücken. Wer mit dem Schiff von Lindau nach Langenargen, von Friedrichshafen über Immenstaad fährt, oder von der Friedrichshöhe (Hohwart 441 m.) der Insel Reichenau die Flankenansicht der Bodanhalbinsel geniesst, oder etwa auf den Höhen von Kluffern und Lippach NW Friedrichshafen mitten in der Landschaft nach Salem oder Markdorf schaut, hat überall denselben Eindruck von etwas sanft gewölbten Hügeln, die in summa an die Rücken einer angetriebenen Schaf- oder besser Schweineherde erinnern. Im Feld wird man zahlreiche feinere Rücken erkennen, welche erst ein grösserer Massstab zur Darstellung bringen könnte. Das Land erscheint parallel gefurcht. Der Rheingletscher, dessen Seitenmoräne Gerwig in der Bodanlandschaft erblickte, eine Mittelmoräne in dem Zug Friedrichshafen-Markdorf etc., „hinterliess die *Furchen* des überwundenen Widerstandes in einer so deutlich sprechenden Weise, dass uns heute noch jeder

Zweifel über den Weg, den er eingeschlagen hat, vollständig genommen wird“ (l. c. p. 11 S. A.). Sicher sind die Drumlins parallel zur Bewegungsrichtung des Eises und den erhaltenen Schrammen. Wunderschön ist die *fächerförmige* Anordnung der Drumlins vor dem S-Ende des Göhrenberges bei Markdorf, die schon Gerwig auf der badischen Karte in 1 : 50000 erkannt hat. Allein es bedarf keineswegs eines so grossen Widerstandes, um diese Fächerstruktur des Geländes zu erzeugen. Dieselbe zeigt sich auch N von Lindau.

Diese scharfe Orientierung unterscheidet die Landschaft sofort von dem ganz unregelmässigen Hügelland im Gebiete der Endmoränen von Isny und Leutkirch.

Gerwig erkannte im Felde das häufige Vorkommen von *asymmetrischen Drumlins* (l. c. p. 12) mit den Endmoränen abgewandten steileren Seiten, „unter dünnen Endsichten die Molasse zeigend“, und einer flacher verlaufenden zugewandten Seite. Seine beiden Karten über Wollmatingen-Dettingen auf der Bodan-Halbinsel und Oberuhldingen-Salem östlich des Überlingersees drücken dies allgemein und drastisch aus (siehe unsere Taf. XIII, Fig. 1). Sieger beobachtete dies auch, nicht als Regel, sondern mit entgegengesetzten Ausnahmen. Ich kann das bestätigen, muss aber hinzufügen, dass asymmetrische Formen im Felde häufiger sind als sie sich in 1 : 25000 zeigen.

Auf den oben citierten Blättern der badischen Karte konnte ich immerhin 37 asymmetrische Formen erkennen mit steilem SE-Kopf gegen wenige mit grösserm Böschungswinkel im NW. Diese trefflichen Karten geben genau die Stelle des höchsten Punktes eines Drumlins an, so dass es möglich ist, den Grad der Asymmetrie zu bestimmen. Die Horizontalprojektion dieses Punktes ist vom SE-Ende

oder S-Ende der Längsaxe um $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$, seltener um $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$ der Längsaxe entfernt. Sieger bestimmte als Index der Hügel im nördlichen Bodensee 1,5 : 1 bis 2,5 : 1. Aus 98 Messungen erhielt ich 2 : 1. Die Länge schwankte von 187—737 m, die Breite von 87—600 m. Höhen von 30, 32 und 34,7 m. waren die 3 Maxima. Als Mittel ergab sich 16,8 m.

Das schweizerische Gebiet des Rheingletschers kann in 3 Teile zerlegt werden: ein östliches Dreieck von Rorschach bis zum Meridian von Konstanz, sanft vom See nach W ansteigend und fast total von Gletscherschutt bedeckt; einen mittleren bis Stammheim-Frauenfeld-Winterthur: Molasse-Zeugenlandschaft, und einen westlichen, grösstenteils nur von glacialen Ablagerungen eingenommen.

In diesen Gebieten ist der Schutt durchweg tief bis mächtig, 40—60 m. und zwar häufig vorwiegend als Grundmoräne (19. Lief. d. Beiträge p. 118 ff.).

Der Oberthurgau und das benachbarte St. Gallen sind berühmt durch ihren tiefgründigen, für Obstbau wohl geeigneten Boden. Die Gegend ist sanft wellig. Stirn- oder Ufermoränen fehlen. Aber 4 typische *Drumlins-Landschaften* verschönern das Gelände.

1) *Zwischen Steinach und Sitter*, auf dem Plateau innerhalb der Gemeinden Wittenbach und Häggenschwil, auf ca. 7 km. Das Dorf Wittenbach ist auf einem Drumlin. Wo man steht, begegnet man den schon oft beschriebenen charakteristischen Flankenansichten. Reizend ist der Kulissenbau vom Hügel 610 (Grub NW Wittenbach) nach NE und E. Fast überall Grundmoräne, in gutem Aufschluss im Bergholz 623 m. und auf circa 80 m. an der Landstrasse S Dürrmühle. Nirgends ein Molassekern beobachtet.

Hier möchte ich, auch für das Folgende, hervorheben, dass es der Raum nicht gestattet, genau die Aufschlüsse jedes einzelnen Drums zu beschreiben. Sie sind übrigens wegen der sorgfältigen Siedelung im allgemeinen bescheiden; man hat auf alle kleinen Entblössungen zu achten: Wege und Strassen, Graben, Drainage, Fundamentierungen, Aushub der Wurzelstöcke in Kahlschlägen, Anlage von Sodbrunnen und ganz besonders auf die Umbrüche des Bodens in den obersten Gütern, wo der Boden naturgemäss noch am wenigsten verändert ist. Ich füge nur hinzu, dass ich alle Hügel, welche ich nicht speciell als Ausnahmen anführen werde, je allseitig untersucht und bestiegen habe. Im Gebiet von Wittenbach (Bl. 79 und 77 Siegfried) zeigten sich kleinere fluvioglaciale Gebilde bei Möslen und Tröstli. Die Zwischenräume zeigen dieselben Gebilde wie E des Bodensees. Darauf werde ich in der Folge nicht mehr eintreten.

Um Wittenbach erhielt ich für 12 Drummlins eine mittlere Länge von 290 m., Br. 112,5, Index 2,6 : 1; mittlere Höhe 9,5 m. Um Häggenschwil schwankt die Höhe zwischen 9—20 m. Die Hügel streichen E—W bis N 69—58 E.

2) *Zwischen Sitter und Thur SE Bischofszell* (Bl. 74), im „*Gottshaus*“. Gutzwiller hebt schon die dortige mächtige Entwicklung der Grundmoräne hervor (19. Lieferung l. c. p. 119 und Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft Basel X, Heft 3, 1894, p. 598). Sie ist unbedingt vorherrschend, betonartig, ganz lokal mit Schmelzwasserprodukten gemischt (Löhrenholz SE St. Pelagi) oder durch fluvioglaciale Gebilde ersetzt, z. B. Scheiwil, Hügelchen im Wolfhagermoos. Die Hügel Oberholz und Ergatenholz habe ich nicht besucht. Schöne Ansichten: vom Sägenholz bei Hauptwil, von Hasum, St. Pelagi. Alle Eigenschaften einer Drummlins-Landschaft sind zu finden. Die eigentümlichen Formen der Stauweiher bei Hauptwil sind bezeichnend. Die Karte ist oft zu grob, nicht ausreichend. Deutlich *asymmetrisch* mit steiler Seite nach E

erscheinen Hoferberg 584, obere Bilchegg 627 und Egg 631 m. Die Drumlins ruhen hier wohl auf einem Molasseplateau, das bei Laufen direkt unter Grundmoräne bei 550—553 m. ansteht. Auch hier die Erscheinung, dass sanfte, massige Formen in geringer Zahl, schmale, mit steilen Flanken zu vielen gruppiert sind. Es ergaben 23 Messungen für die Länge 200—1100 m. (Mittel 415), für die Breite 69—425 (165); Index 2,5 : 1. Höhe 5 bis 26 m. (St. Pelagi!); Mittel 13 m. Es streichen die Drums N 60—58 E.

3) Eine Fortsetzung dieser Landschaft ist wohl zu suchen auf dem wenig niedrigeren Plateau W Bischofszell *zwischen Zuckenriet-Enkhäusern im N und Brübach-Niederhelfenswil an der Thur*. Die Oberkante der Molasse steht bei der weithin sichtbaren Glattburg bei 560 m. an. Die Hügel („= Berg = egg = Bühl = Höhe“) sind N 59 E angeordnet und variieren von 5—19 m. rel. Höhe. Die Gegend habe ich seit mehreren Jahren nicht mehr besucht (cf. Bl. 73 u. 75).

4) *N Bischofszell-Zihlschlacht, jenseits des Deckenschotterplateaus des Hohlesteins, E der Thur und S der N.-O.-B.-Linie* ist eine ausgezeichnete *Drumlins-Landschaft* (Bl. 62, 63, 73, 74). Die grossen Ziegeleien auf Grundmoräne bei Amrisweil sind bekannt. Die Namen „Leimbach, Leimwies, Leimat“ und deren Composita sind in diesen Gegenden verbreitet. Von Hemmerswil nach Buchackern zeigen die Curven jene charakteristischen, gleichsinnigen nach W gerichteten Buchten gleich den Rändern eines Eichenblattes, welche ursprüngliche, nicht durch Erosion entstandene, sanfte Aufschüttungen bezeichnen, die in grösserm Massstabe sich als zarte Hügel abheben müssen, wie es in Wirklichkeit der Fall ist. SE Hem-

merswil sind 3 deutliche E—W gerichtete linsenförmige Hügel von 5—11 m. Die Gegend von Buchackern-Göttigkofen nach Heldswil und Kradolff-Bleicken ist durch N 85 bis 65 E streichende, vorherrschend aus Grundmoräne gebildete Hügel äusserst bewegt und lieblich. Viele tragen auf der S-seite „Weinberge“. Für 10 Drumlins erhielt ich L. 375—625 m. (492 m.); Br. 100—275 (Mittel 160); Index 3 : 1; Höhen 6—18 m. (Mittel 10,5 m).

In den Gemeinden Sulgen, Erlen, Leimbach, Andwil und Donzhausen sind kleinere Hügel zerstreut.

In der Zeugenlandschaft der Molasse ruhen massige Aufschüttungen in den trennenden Mulden und Thälern. Der Gletscher überschritt einst die Molassekuppen, hinterliess aber dort wenig Schutt. Die vom Oberthurgau lappenförmig durch die Molasse ziehenden Glacialgebilde sind *Rückzugsablagerungen als Analogie zum Salzachgletscher oder auch zum Fingerlake-Distrikt*.

Schon die Drumlins-Landschaft W Bischofszell liegt in einer solchen Bucht. Der südlichste Arm des Rheingletschers ging in E-W-Richtung von St. Gallen nach Wil. Es geht dies aus der Verbreitung der Seelaffenblöcke (Gutzwiller, 14. Lief. 1877 p. 125), aus Gletscherschliffen und Moränen deutlich hervor¹.

Ein zweiter Lappen liegt im *Lauchenthal* zwischen der Heid (Braunau-Wuppenau) im S und dem Sonnenberg im N bis zur Murg im W. Diese Glacialgebilde sind durch die Thur von den Drumlins SE Sulgen getrennt worden. Auch hier ist eine *typische Drumlins-Landschaft* vorhanden. Sie erstreckt sich vom Lauchen-

¹ Früh, Zur Kenntnis des Rheingletschers (Jahresbericht der naturwissensch. Gesellschaft St. Gallen pro 1884/85, mit 1 Tafel).

acker 518 m. W Märwil über Erikon-Tobel-Affeltrangen-Lommis-Thürn-Sedel-St. Margrethen N der Eisenbahnstation Sirnach der V.S.B. Man bewegt sich überall auf typischer Grundmoräne, die nicht selten den Charakter einer Schlamm-moräne zeigt; zwischen Thürn und Sedel (Bl. 70) fluvio-glacial. Einen Molassekern habe ich nie beobachtet, ob-schon dieser stellenweise wenige Meter unter den Hohl-formen liegen muss (E Erikon bei 530 m). Manche der N 58 E streichenden Hügel sind im N E steiler als im S W, wenn dies auch auf der Karte nicht erkannt werden kann.

Erst ein grösserer Massstab könnte die vielen zarten, strömenden Individuen darstellen, wie sie zwischen Tobel-Isenegg-Affeltrangen auftreten. Wo man auch in der ca. 2—3 km. breiten Drumlins-Landschaft steht, kann man den grossen Kontrast mit der Molasse nicht übersehen: jene tief, diese hoch, mehr oder weniger steilbordig; jene fein bewegt, lieblich mit tiefgründigem Boden, diese ein-förmig und gar oft mit magerm Untergrund. Man ist mitten in der Gletscherzunge, deren Bewegungsrichtung durch die Drumlins angegeben wird und deren Thalwände die Molassezeugen sind. Gegen St. Margrethen muss sich das Eis fast N—S bewegt haben. Ich schliesse dies nicht bloss aus den Terrainformen, sondern aus der Schrammen-richtung auf Süsswasserkalk unter der Grundmoräne am Mattrain (zwischen Münchwilen und Sirnach Bl. 72), dem einzigen mir bekannten Schliffelde innerhalb des schweize-rischen Rheingletschers. Ich habe dasselbe seit 1876 kon-trolliert (s. Früh l. c.); der noch bestehende kleine Auf-schluss ergab für die Schrammen NNW-SSE bis N-S.

Auch in dieser Drumlins-Landschaft wechseln lang-gestreckte, schmale, genäherte Hügel ab mit massigen,

linsenförmigen (die imponierenden Gross- und Kleinegg E Lommis!). Aus 14 Messungen erhielt ich für die Länge 175—750 m. (Mittel 365), Breite 75—185 (127), Index $2,86 : 1$, Höhen 3—19 m. (Mittel 8).

Hier muss noch einer Eigentümlichkeit der Drumlins gedacht werden. Sie sind oft an den Seiten und parallel zur Längsaxe *terrassiert*, z. B. zählte ich auf der Nordseite der Grossegg 512 m. fünf Terrassen von 0,5—2 m. Solche Terrassen hat auch die Hünegg 599 m. und die Egg 631 m. (Blatt Bischofszell). Sie können auf der Sonnen- und Schattenseite vorkommen, vielleicht häufiger auf der letzteren. Mancherorts hält man sie für Werke der Heiden; oft mögen sie vom Landwirt allmählig durch Pflügen etc. gebildet worden sein. Allein die meisten sind im Walde und können als die Folge eines Absitzens der Massen betrachtet werden.

Wenn man von Sulgen im Thurthal hinauf wandert nach Berg, betritt man gleich N dieses Dorfes auf ca. 5 km. ein Plateau mit relativ dünner Decke von Grundmoräne. Man ist *auf der Wasserscheide zwischen Thur und Bodensee* (Rhein). Von da zieht sich von Alterswil-Hugelshofen und Märstetten im Thale des Kemmenbaches *ein dritter Lappen des Rheingletschers* und eine *neue Drumlins-Landschaft*. Man ist in einer tiefgründigen Mulde mit zahlreichen Siedelungen, ca. 1,5 ‰ ansteigend vom Kemmenbach bei Hugelshofen zum rauhen Seerücken im N (Neuwilerwald), steiler nach S zu den Molasseböden des Ottenbergs. Die Drumlins verteilen sich N-S auf 2 km. Sehr schön sind sie S und N der Bommer-Weiher, dann E und N Hugelshofen. Die Bäche haben die Molasse aufgeschlossen bei Dütschenmühle am Riesebach bei 500 bis 495 m., bei Neumühle 400 m. An dem im E steileren Hügel Halden (534 m.) E von Holzmannshaus beobachtet man auf der Sonnenseite plötzlich sandige Äcker, gegen E einen Sandsteinbruch, sonst eine Moränendecke. Es ist ein Drumlin mit *Molassekern*. Die Grundmoräne hält an

bis hinunter zum Furtibach. Von da bis hinauf nach Ellighausen 520—522 m. sind die Strassengraben in tertiäre Mergel geschnitten; oben und nach E überall Drumlins. Sie streichen an den Bommerweihern N 80—82° W, bei Hugelshofen N 84—88° E, woraus sich eine Divergenz nach W von 10—16° ergibt. Ganz geringe Terrainunterschiede genügen also, um die Tendenz zur *fächerförmigen Gruppierung* zu erzeugen.

In Verlängerung dieses Hugelshofer-Zuges nach W kommt man zur *Hügelregion von Engwang-Wigoltingen-Pfyn*. Blatt Märstetten (57) zeigt von den obersten Reben bei Sontersweilen (540 m) bis zur Alluvialebene bei Märstetten eine durchschnittliche Abdachung von 3,7 ‰. Die oben genannten Dörfer befinden sich aber fast in einer Ebene. Die Kurven lehren mit ihren gleichsinnigen nach W gerichteten Ausbuchtungen, dass auf dem Abhang zahlreiche kleine Erhöhungen sitzen von teilweise gut ausgebildeter selbständiger Form, oblong in E-W. Ihre günstigen Expositionsflächen sind für den Rebbau verwertet worden. Ähnliche Buchten tragen in gesteigerter Form die unten am Thalrand aufgesetzten Hügel, in einer im Thurgau wohlbekannten Weinregion. Das ganze System der Erhebungen bedingt den eigentümlichen Verlauf der Bergwasser. Es sind keine Erosionsformen; ihre Anordnung ist verschieden von jenen in scharfen Reihen angeordneten Glacialablagerungen W u. E der Nussbaumerseen, die als Ufer- und Stirnmoränen des Thurarms des Rheingletschers betrachtet werden müssen. Die Axen des der Molasse am nächsten gelegenen nördlichsten „Oberer Berg“ N Müllheim oder des südlichsten Hügels, des Lören 455 m., nach NE verlängert, trifft ins Drumlingsgebiet von Hugelshofen mit einer Steigung von resp. 0,82 und 1,2 ‰.

Das genügt selbstverständlich nicht, hierin Seitenmoränen zu erblicken. Kommt man vom steilen Aufstieg am Untersee über den Seerücken, sei es von Steckborn-Wigoltingen oder Mammern-Lanzenneunforn-Pfyn, so ist man überrascht, gegen die Thur zu plötzlich ein neues Gelände in Form einer breiten Terrasse zu sehen; dort ist die Hügelzone. Sie liegt schon im Thale. Die Basis von Oberberg bei Müllheim und Lören bei Wigoltingen liegen bei 430 m.; auf dasselbe Niveau erscheinen heute die in Luftlinie 17 km. entfernten Endmoränen von Schwandegg-Guntalingen gesetzt und bei 450 m. die Ufermoränen bei Nussbaumen und Buch. Unsere Hügel könnte man also nicht in direkte Beziehung zu jenen Wällen bringen. Ihre östliche Fortsetzung müsste höher oben am Seerücken liegen, wo man sie vergeblich sucht.

Die Hügel bestehen aus Grundmoräne, welche im Dorf Pfyn einen allseitig geschliffenen und fast eiförmigen 60 cm. grossen Seelaffenblock enthielt. Sie streichen N 90 bis 82 E, lassen sich aber nicht zu Reihen ordnen; ihr Querschnitt ist von sanfter Rundung, nicht stumpf dachartig, wie das bei 20—23 m. hohen Rücken erwartet werden dürfte. Ich kann diese Accumulation von Grundmoräne nicht anders als *typische Drumlins* auffassen.

Auch da ist die Karte wieder zu grob, um die vielen Feinheiten des Terrains zum Ausdruck zu bringen. Die Äquidistanz von 10 m. lässt die meisten zu massig erscheinen. Der Bühlberg 484 m. ist ausgezeichnet *asymmetrisch* mit Steilrand im E. Ich besuchte nur die typischen und grössten Hügel vom unteren Berg 443 m W Müllheim bis zum Bühlberg 484 m. Mit Verbesserung der Karte erhielt ich aus 10 Bestimmungen für die Länge 112 bis 675 m. (487); Breite 50—231 (152); Höhen 2—23 m.

(Mittel 9,1 m). Die Molasse liegt wahrscheinlich fast überall in geringer Tiefe unter der Basis der Hügel. Der Rücken „Krauchenberg“ bei Pfyng mit dem Schützenhaus zeigt an der Basis Molasse. Die bewaldete Egg N Müllheim zeigt nach S eine imponierende steile Böschung wie ein ehemaliges Flussufer. Der Bühlberg E Engwang (dieses Dorf steht auf einem Drum) ist der Terrasse des „Zelgli“ aufgesetzt, wo ein Steinbruch im Betrieb ist (Flurname „Sandplatten“). Ich frug mich oft, ob nicht da und dort unter den schmalen und höher gelegenen Weinbergen (mit Glacialdecke!) Molasseterrassen der ehemaligen Thur verborgen seien.

Der Fluss hat wohl gegen Frauenfeld zu manche Drumlins zerstört; denn als Äquivalent tritt auf seinem linken Ufer unterhalb dieser Stadt zwischen der Römerstrasse, Niederwil und Islikon die *Drumlins-Landschaft von Kefikon* auf, welche vom Hügel „Bergreben“ 425 m. aus gesehen einen schönen Anblick gewährt. Dieser Hügel sowie Fleckstein, Riedacker, Büchli und Schür haben auf allen Anschürfungen Grundmoräne gezeigt. Die zwei Hügel des Wagenstoss W Kefikon bestehen aus typischem Geschiebelehm, aus prachtvollem Beton. Alle Drums streichen N 72 E. Sechs Bestimmungen ergaben: Länge 100 bis 1000 m. (362); Breite 50—200 (110); Index 4,3 : 1; Höhen 7—20 m. (Mittel 11,3 m.).

Damit sind wir bereits in den westlichen Teil des Rheingletschergebietes gelangt, welcher namentlich bis Trüllikon-Andelfingen-Winterthur durch die zahlreichen Hügel an die Aufschüttungen in Oberschwaben (Isny-Leutkirch) oder des baltischen Höhenrückens erinnert, eine „wahre Moränenlandschaft“. Grundmoräne ist reichlich vorhanden; in „Leim“ der Karte, W Dynhard, ist mitten in einer

Schlammmoräne eine Ziegelei erstellt. Es fehlt aber auch nicht an vielen fluvioglacial gebildeten kleinen Ebenen.

Da die Hügel ohne Orientierung und in der Regel ohne gleichsinnige Formen sind, ferner einzelne Molassezeugen mitten im Plateau vorkommen, darf man sich mit Gutzwiller (19. Lieferung p. 118—121) zweierlei fragen: ob nicht ein Teil der Landschaftsformen durch *Erosion* aus ursprünglichen Aufschüttungen heraus präpariert worden, oder ob nicht der Gletscherschutt über eine hügelige Landschaft als Molassekernen ausgebreitet worden sei? Mir scheint beides zuzutreffen. Manche Hügelgruppen machen aus der Ferne den Eindruck von Drumlins, z. B. ein Ausblick von der kleinen Pfingstweid ob Ossingen gegen Trüllikon. Als *Drumlins-Landschaft* möchte ich die N 88 E streichenden Hügel im Seuzacherthal betrachten, ein hügeliges Gelände, eingesenkt zwischen den höheren Molassezeugen Eschberg im N und Wolfensberg-Lindberg im S. Es sind die Hügel Worbis 445 m. und Kirchbühl 456 m. von mir nicht kontrolliert. Im übrigen konstatierte ich überall Grundmoräne, besonders schön an den Hügeln Neu-Wingart, Unter-Öhringen, Münzer, Steinbühl, Kirche Seuzach. Es stehen diese Hügel nicht in einer Ebene, sondern in einem sanft welligen Terrain, das die Karte nicht zum Ausdruck bringen kann. Auf alle Fälle sind sie nicht von Schotter umgürtet.

Mittlere Länge aus 10 Messungen 185 m., Breite 92, Index 2 : 1, mittlere Höhe 5,5 m.

Blicken wir auf unsere Darstellung zurück! Die noch gut erhaltenen *Endmoränen des Rheingletschers* zur dritten Eiszeit lehren, wie sich das Eis nach seinem Austritt aus dem Gebirge bei Bregenz-Rorschach fächerförmig in die Molasse-Ebene ausgebreitet hat. Die Form des Rückzuges

ist nicht weniger von der Topographie beeinflusst. In *fächerförmig angeordneten Lappen* zieht sich das Eis namentlich W des Bodensees zurück: 1. Wil-St. Gallen. 2. Münchwilen-Lauchenthal-Sulgen und von da über Amriswil. 3. Thurlappen von Stammheim-Kefikon nach Sulgen mit Abzweigung 4. über Hugelshofen, 5. von Wagenhausen-Stein? 6. von Wahlwies und Nennzingen bei Stockach.

Die *Drumlins-Landschaften* erscheinen in ihren Einheiten als ausgezeichnete Leitlinien der Gletscherbewegung und bestätigen die *Fächerstruktur*. Die genaue Kartierung der Drumlinsaxen lehrt, wie dieselben, von Details abgesehen, von N 40° E bei Lindau über N 3° E bei Markdorf, N 60° W am Untersee sich nach S 58° W im Lauchenthal drehen, also in einem Winkelraum von 162°. Die Bodenseeaxe, zu N 55° W angenommen, liegt 14° W der Symmetrielinie des Fächers, welche mit der Rheinthalaxe Trübbach-Hard nach W einen Winkel von 61° bildet.

In glänzender Weise wird diese Fächerstruktur durch die „*radienartige*“ *Verteilung der Seelaffenblöcke* bewiesen. Seelaffe, subalpiner Muschelsandstein, steht nur an von Blatten-Speck¹ zwischen Rheineck und Staad bis zur Martinsbrücke am rechten Ufer der Goldach auf 9 bis 10 km., dann bei Bregenz (v. Seifferitz, Schr. d. Vereins z. Gesch. d. Bodensees 3. Heft 1872.).

Seine Heimat bildet im Vergleich zur breiten Eiszunge gleichsam nur einen Ausstrahlungspunkt. Das Gestein kann noch in Stücken von wenig Centimetern bestimmt werden. Gutzwiller betont die „*radienartige*“ Ver-

¹ „Einzig bei Blatten im Rheinthale“ (Gemälde des Kantons Thurgau 1837 p. 31).

teilung desselben durch das ganze Gebiet (14. Lieferung p. 125 und 19. Lieferung 110, 119). Beobachtungen aus den letzten 10 Jahren ermöglichen heute, meine frühere Zusammenstellung grösserer Seelaffen-Findlinge (l. c.) zu vervollständigen:

Kanton St. Gallen.

Südlich Martinsbruck; um die *Stadt St. Gallen* in neuerer Zeit ein grosser Block im Feldli bei der Kaserne, aufgestellt im Stadtpark; bei der Mühle *Gossau* (Escher, Tagebuch VII 1847), zwischen *Niederuzwil* und *Henau*; dann W *Niederuzwil*. Durch die Bautätigkeit in *Wil* wurden in der Neustadt, gegen den Bahnhof und *Rickenbach* viele Seelaffenblöcke ausgegraben. Ich fand solche bei *Möslen* (*Wittenbach*).

Kanton Thurgau.

E *Hohentannen* bei Bischofszell, Brandertobel zwischen *Schönholzerswilen* und *Neukirch*, *Märwil* im oberen Lauchethal, *Tänikon* bei *Aadorf* („Gemälde“ Thurgau 1837 p. 31). Beim Bau des neuen Schulhauses in *Romanshorn* kamen grosse Blöcke zum Vorschein. Man fand Seelaffe bei *Amlikon*, („Gemälde Thurgau“; Escher, Tagebuch VII), wovon eine Probe in den Sammlungen des Polytechnikums aufbewahrt ist; dann auf dem Seerücken; *Alterswilen*, *Gschmell* zwischen *Müllheim* und *Illhard*, bei *Pfyn*, *Reckenwil* W *Homburg*, oberhalb *Ermatingen* und W *Wolfsberg*, bei *Steckborn* („Gemälde Thurgau“). Zahlreich fand ich sie um *Mammern*; dann bei *Lanzenneunforn*, Schloss *Liebburg*. Erratischer Muschelsandstein wurde gefunden bei *Reichlingen* (Probe I 282 i im Polytechnikum).

Kanton Zürich.

Bei *Dynhard* NE Winterthur; zwischen *Truttikon* und *Gysenhard* (Probe „o 350“, Polyt., 1844).

Kanton Schaffhausen.

An der Endmoräne westlich des Rheins traf ich Seelaffe auf badischem Gebiet östlich des Friedhofes *Altenburg* N *Rheinau* in 412 m in Kiesgruben, dann in der „Lehmgrube“ nahe der Einmündung der Neuhauser Strasse in diejenige von *Jestetten* unweit *Durstgraben*. In und um die Stadt *Stein a. Rh.* liegen mehrere Seelaffenblöcke.

Höhgau.

Auf dem Schienenberg sind Seelaffenblöcke häufig, z. B. bei *Wangen*, in Mauern und auf dem Felde des Dorfes *Schiene*; Seelaffe steckt in der westlichen Mauer der Ruine *Schrotzburg*; *Welschingen*, an der Strasse zwischen Neuhausen und *Ehingen*, oberhalb des Rebberges von Weiterdingen nach *Homball*, bei *Aach*, auf der Insel *Reichenau*; der Hussenstein bei Konstanz stammt aus dem Eisenbahneinschnitt bei Allensbach NW der Stadt.

Errat. Muschelsandstein von *Wolfegg*, *Sulpach* und *Hopfenbach* in Oberschwaben (Steudel, über die erratischen Erscheinungen der Bodenseegegend; Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees 1870 p. 149) stammt wohl von der Seelaffe von Bregenz.

Gleich W Winterthur tritt man ins Ablagerungsgebiet der vereinigten **Rhein-Linthgletscher** (Walensee-Arm des Rheingletschers), charakterisiert durch: Gabbro, Puntaiglasgranit, Juliergranit, Verrucano (von Ilanz, Mels) und Sernifit, Melaphyr, Vanskalk, Lias und Dogger vom Walensee, roter Hornstein, Taveyannazsandstein, Speernagelfluh, „Appenzellergranit“ (Schwamendingen, Effretikon) wie Hüllstein-Feldbach. Ein Melaphyr fand sich schon bei First S. Kyburg. Als bis jetzt nicht erwähnt gefundenes Gestein nenne ich einen milchweissen, tafelförmig spaltenden *Glimmer-Quarzit* oder glimmerarmen *Quarzit*, überaus charakteristisch und durch das ganze Glattthal verbreitet. Ich erinnere mich dessen sporadisch aus dem Thurgau. Das Gestein gehört zu den Glimmerquarziten, welche Prof. Heim nahe den Quellen auf dem Bernhardin gesammelt, also wohl in die Reihe der *gneissartigen Quarzitschiefer*, welche von Lunschana im Petersthal N Piz Aul und Piz Terri etc. innerhalb des Bündnerschiefers anstehen, und an solche im *Wallis* erinnern, z. B. Gornergrat (siehe Heim und Schmidt, Beiträge z. geolog. Karte der Schweiz, 25. Lieferung p. 263 und Anhang p. 53).

Ob man sich bei Brütten oder westlicher bei Oberwil

oder bei Illnau (Gstück 576 m.) oder oben in Dürnten-Hinwil aufstellt: überall tritt uns der *Kontrast entgegen zwischen dem tiefen, eingesenkten Hügelland des Glatthales* und der höheren Molasse. Rechts die höheren und nach S E ansteigenden Ketten vom Schauenberg-Hörnli (oder Bachtel) nach dem Speer, mit Weiden und Wald; links das Plateau von Zürichberg-Pfannenstiel und höher der prägnante Albiskamm; unten ein 2 km. breites, liebliches Gelände voll Kulturen und Siedelungen gleich einer freundlichen Lichtung im Walde.

Blatt IV Dufour geol. verzeichnet um Lindau eine grosse Fläche ungeschichteten Erraticums. Die Umgebung von *Effretikon-Tagelswangen-Lindau* umfasst eine *typische Drumlins-Landschaft*, die grösstenteils N der N.-O.-B.-Kurve gelegen ist (Blatt 67 und 210).

W der Station Effretikon treten uns sofort die imponierenden Formen der bewaldeten Tannenbergs, Hölzlibergs, Schlimpergs und Vogelherds entgegen, die kulissenartig aufgestellt sind; nördlicher liegen Birch, der Hügel mit Dorf Tagelswangen, Herdelen, Bühl, dann Holgenbühl, der nach W einen überraschenden Blick nach den Drums um Lindau gewährt mit Halden, Grüt-Letten, Linggisbühl, Lattenbuck, Hinterholz etc. Herrlich ist der Anblick dieser Landschaft N Nürens Dorf (etwa Punkt 532). E der Station ist Rappenhalden ein hübscher asymmetrischer Drum, dessen steiler S E-Kopf feine Grundmoräne aufweist, während das sanfte N W-Ende wenig geritztes, vorherrschend durch Schmelzwasser umgelagertes Material enthält. Am Eichengrien steht Grundmoräne an, und der Fellberg 540 m. (Deltsberg der Zürcher-Karte) ist ein feiner, langgestreckter Drumlin. Der Hackenberg 551 m. bei Moosburg wurde nicht untersucht. Alle diese Hügel

sind nach Form und Struktur Drumlins. Die Karte ist wieder zu grob, um alle Feinheiten des Terrains darzustellen, z. B. im Vogelholz. Zwischen den Drums ist Grundmoräne, vielleicht zum Teil sekundär angeschwemmt, in den feingeschichteten Lehmgruben N E Neuhof und S der Egg. Über Ausserholz und Grafstall dominieren fluvio-glaciale Gebilde mit Ober- und Grundmoräne. Kiesgruben finden sich in der Ebene der Rigäcker S E Lindau, N des Schlimpberges, N Tagelswangen; 7 Hügel haben steilere Gehänge nach S. Sie zeigen endlich eine *fächerförmige Gruppierung*; es streichen Holgenbühl N-S; Schlimpberg-Halden N 20° W, Tagelswangen-Egg N 30° W und Mühleholz-Lattenbuck N 40° W. Diese Divergenz bedingt die stellenweise ausserordentliche Entfernung der Hügel bis auf 500 m. und die massige, linsenförmige Entwicklung derselben. Es ergaben 18 Messungen für die Länge 137—515 m. (300), Breite 50 — 200 (127); Index 2,3 : 1; Höhen 4 — 20 m. (Mittel 8,2).

Grundmoräne ist noch reichlich um Nürens Dorf entwickelt, z. B. auf Molasse (ca. 500 m.) am S-Ende des Hormberges; feinste und mächtige Schlammoräne in ca. 498 m. bei der Säge W des Dorfes; im Bächlein NE desselben; im Eichholz über Schürenholz und oben in der Umgebung von Oberwil ist sie schon dünn. Es bestehen daraus der Tambelbuck, Kleinhaus und Delschenmatt. N dieses Hügels ist die bei 600—605 m. anstehende Molasse im Wald noch kaum mit 3 m. Grundmoräne bedeckt; schwach ist die Decke auf Breitenloo und Mannäcker, ca. 610 m. N von Nürens Dorf erkennt man Schmelzwasserwirkung in SE-NW Richtung. Auf den Gehängen gegen Bassersdorf und Kloten, z. B. Hochfurren 550 m., Biggel 470, Halden 460, Hasenbühl etc. beträgt das Grundmoränen-

material durchschnittlich 50 0/0; oft ist die Hälfte der Ritzen ausgelöscht und bisweilen sind 1—4 0/0 Obermoräne beigemengt.

Gemischter Struktur sind die Hügel *Illnau-Pfäffikon*. Mit Ausnahme des dachförmig gebauten Spitzbühls scheinen die Hügel W Fehraltdorf vorherrschend aus Grundmoräne zu bestehen: sie ist zum Teil ausgeschlemmt anstehend bei der Ziegelhütte. Die reiche Bedeckung mit Wiesen auf den sanft welligen Flächen, welche die Hügel tragen, erschweren die Uebersicht, und man kann ohne genauere Untersuchung nicht entscheiden, wie viel ursprüngliche Aufschüttung ist und was erst durch Erosion entstanden sein könnte. Für unsere Studie sind besonders bemerkenswert die imposanten Hügel Halden, Prestberg, Eichholz, Landsberg, Vogelsang, Weierholz, Pfaffberg auf der rechten Thalseite, die auf Bl. IX Duf. als Ufermoräne eingetragen sind. Als solche betrachte ich den sehr viel Grundmoräne enthaltenden Zug Kleingrippe-Guggu-Lugeten-Sulzberg-Schönenberg, welcher der Molasse aufgelagert ist (anstehend Hinter-Sulzberg 580 m., Vorderberg 590 m.). Der erstere Zug zeigt schöne isolierte Drumlinsformen. Halden und Prestberg sind bedeckt. Am Eichholz und Landsberg ist typische Grundmoräne auf 6—12 m. aufgeschlossen; sie zeigt sich am Bach in der Ebene zwischen denselben; Anschürfungen am Vogelsang und Weierholz lehren gerundete, geritzte Geschiebe, und am NW-Ende des Pfaffberges sind 30—40 cm. grosse, allseitig abgestumpfte, geritzte Blöcke zahlreich. Den zerstörenden Anteil der Bergwasser konnte meine kurze Begehung nicht feststellen. Auf alle Fälle hätte man in diesen oblongen Formen eine aus subglacial umgeformtem Material bestehende Moräne.

Zwischen den SE-Verlängerungen der Thäler vom

Pfäffikersee und Greifensee liegt ein ca. 11 km. langer und 3 km. breiter Streifen, welcher dicht mit Hügeln besetzt ist (Uster-Dürnten, Blatt 212, 213, 227). Das ist die *schönste Drumlins-Landschaft der Schweiz*. Sie ist an vielen Stellen direkt der Molasse aufgesetzt, die auf der östlichen Seite etwas höhere Niveaux einzunehmen scheint, als auf der westlichen. Oben auf der Wasserscheide Hinweil-Dürnten zeigt sie sich in isolierten Hügeln (Rundhöckern?) von Hagenholz-Bühl-Grimmenstall 565—578 m., bei Wendhäuslen N Bubikon 537 m., etwas nördlicher im Mühlehölzli 549 m., im Bachbett zwischen Aathal und Floos bei 515 m; Nagelfluh von Berg bei Gossau 505 m., Sandstein in der Zelg bei Uster ca. 452 m. In dünner Decke ist nun darüber die Grundmoräne („Estrich“) ausgebreitet, NW Dürnten um Bärenbach-Friedheim-Wolfacker-Rothenstein-Affeltrangen, ein flachwelliges Gelände bildend mit Äckern und Wiesen in höhern und Sumpfwiesen in tiefern Teilen. N Dürnten, von Oberberg über Sennweid-Gablen, Schweissel und Wappel beginnt nach SW das N (43—47 °) W streichende System unter sich und mit anstehenden Gletscherschrammen ¹ paralleler Hügel mit allen Eigenschaften der Drumlins von Britannien und Amerika. Schöne Ansichten vom Thalacker bei Wetzikon (siehe Taf. XIII, Fig. 2), von Herrliberg oder bei Müs an der Strasse Bertschikon-Wetzikon. Überall gewinnt man den Eindruck einer angetriebenen Schweineherde, eines Strömens und Fliessens. Die Karte ist wieder vielfach

¹ Bei dem ausserordentlich niedern Wasserstande vom Jahre 1893 wurden am rechten Ufer des Greifensees (S des Städtchens und gegenüber Wildsberg) hart an der Molassekante prächtige SE—NW streichende Gletscherschliffe auf anstehendem Fels

nicht ausreichend. Ursprünglich überall in den Zwischenräumen Teiche oder Moore! Die meisten Rücken tragen heute noch Wald. Soweit die Anschürfungen reichen, bestehen die Hügel aus Grundmoräne. Sie variieren von langgestreckten, sehr schmalen und genäherten Formen (mehr auf der östlichen Seite, z. B. Schwendi 1 km. und Hatsberg im Unterwetzikerwald) bis zu gedrungenen lenticular hills am W- und N-Rande. Aus 40 Messungen (nicht kontrolliert: Altenberg NE Gossau, Hinterberg bei Bossikon, Zimmtberg-Unter-Ottikon) erhielt ich für die Länge 150—1000 m. (Mittel 374); Breite 50—237 (137); Index 2,7—1; Höhen 2—22 m, (Mittel 10,8 m.). Manche zeigen auf den Seiten Terrassen. Ich notierte 12 *asymmetrische* mit steiler Seite nach SE und drei mit grösserer Böschung im NW.

Das isolierte *Plateau zwischen Dietlikon und Kloten* besteht aus Molasseresten (Hochrüti im SE 450—460 m.), und Niederterrassenschotter (Opfikon 452 m.). Auf demselben ruhen zahlreiche unter sich parallele N 60° W streichende sanfte Hügel, welche wesentlich aus Grundmoräne aufgebaut sind. Sie machen im Felde den Eindruck von subglacial abgelagerten Drumlins. Sehr schön ist der Anblick des Hardpüntens E der Strasse Kloten-Örlikon.

Noch einige Bemerkungen zu den *Schottern des Glattthales*. Schon Gutzwiller (19. Lief. 1877 p. 129--131) gedenkt einiger Vorkommnisse. In Ergänzung desselben führe ich an: Die obersten fand ich in Sennwald zwischen Herrliberg und Herrschmettlen und zwar zunächst E der Strasse Wendhäuslen-Herrliberg bei 545 m.; dann am E-Ende des Hüttenrain bei Herrliberg, der wie ein Rundhöcker herauschaut, bei 548 m.; am E-Ende von Grossholz 540 m.

mit hohlen Geschieben, dann in südwestlicher Richtung links der Strasse nach Herrschmettlen mit einer Decke von rotem Verwitterungslehm und beim Austritt derselben aus dem Wald 540—545 m.; bei Ober-Ottikon (Terrasse Kindmatt 530—540 m., Gass 530 m.). Etwas westlich zu beiden Seiten des Anstieges der Landstrasse von Unter-Ottikon nach dem Strick, Leimhalden an vier Stellen in 510—528 m. W Gossau und E des Strässchens nach Langfurr sind gegen den Sonnenberg zwei mächtige Gruben in 490—500 m., welche, wie die ältern Aufschlüsse an der Strasse, mit 10° nach NW fallende Kiesbänke zeigen, die zum Teil erheblich verkittet sind. Gegen Langfurr werden sie durch Sandbänke ersetzt; man hat hier einen kleinen Stausee vor sich, obschon Übergusschichten nicht entblösst sind. Bei Langfurr ruht Grundmoräne über den Sanden.

Quartäre Nagelfluh zeigt sich ferner an der Landstrasse bei Breite S Bertschikon in 500 m. Bekannt ist diejenige von Aathal, welche zu beiden Seiten der in ca. 510 m. gelegenen Station weit hinauf entblösst ist, um in 540 m. das Liegende der Grundmoräne zu bilden, an der Bahnlinie Ober-Uster in 490 m. ansteht und daselbst gegen 510 m. hinaufreicht. In Guntenswil erkannte Gutzwiller horizontale Schotter in 530 m. Damit stehen wohl in Zusammenhang die auf gleichem Niveau entspringenden Quellen W des Hügels Burg bei Fehraltdorf. Bei Wangen bis hinauf nach Rütönen und Unter-Looren 460—495 m., am Haldenrain NW des Dorfes, bei Opfikon 542 m., am N-Ende des Bubenholzes in 440 m., unter dem ganzen Holberg bei Kloten, sowohl im Eisenbahneinschnitt als am Ölberg entblösst 450—460 m. Dahin gehören die Schotter am Bühl bei Örlikon und als unmittelbare Fortsetzung diejenigen von Seebach in 450—470 m., sowie

auf der linken Thalseite bei Stettbach-Schwamendingen. Mit denjenigen von Wangen dürften die Aufschlüsse an der Bahnlinie Dietlikon-Effretikon in Zusammenhang stehen 490—500 m. Eine petrographische Vergleichung mit den Schottern im Sennwald vorbehalten, möchte ich diese geschichteten Kiese als Zeugen derselben Eisperiode ansehen. Dass es Glacialschotter sind, lehren nicht bloss Form und Natur der Gerölle, sondern auch gelegentliche Einschlüsse von Grundmoräne, z. B. in Ober-Uster linkes Ufer gegen die Fabriken in Auen, am Haldenrain, Seebach und in Stettbach (Brückner l. c. p. 153). Die ungleiche Verkittung kann nicht für verschiedenes Alter sprechen; denn sie hängt ab von der Art der Bedeckung und der Wasserführung. Mitten in ganz lockerem Kies kann daher eine Nagelfluhbank (sogenanntes „Muttergestein“) auftreten. Ebenso darf auf das Vorkommen vereinzelter hohler Geschiebe (dolomitischer Natur) kein Gewicht gelegt werden; solche sind auch von Ammon (siehe oben pag. 347) im Niederterrassenschotter von Giesing (l. c. pag. 341) beobachtet worden.

Die Schotter sind älter als die sie bedeckenden Moränen der III. Eiszeit. Mit dem oben erwähnten Vorbehalt und in Anbetracht ihres Horizontes z. B. gegenüber den der II. Eiszeit zugeteilten Seitenmoränen auf dem Altberg und Heitersberg unterhalb Zürich (Äpli, 34. Lieferung der „Beiträge“, p. 116) sind es Niederterrassenschotter, wie es Brückner schon für Aabach-Wangen-Guntenswil-Stettbach angenommen hat. Sie mussten vor der Bedeckung mit Eis stellenweise erheblich verfestigt gewesen sein.

In dem Moränenschutt auf der Nagelfluh von Wangen bei Unter-Looren fand ich viele, zum Teil gekritzte Schotter-

reste. Südlich des Gfennberges W Kindhausen liegt im Felde ein 60 cm. grosser Schotterblock. Auf den Bänken von Seebach wurden im März 1894 unter der Grundmoräne der östlichen Grube Gletscherschliffe entblösst. Ich hielt deshalb diese Schotter für älter als Niederterrassenschotter, wie seiner Zeit Penck¹ die von Blanchet gefundenen angeschliffenen Konglomerate von Châtel ob Rolle, welche der III. Eiszeit angehören. Diese Thatsachen stehen nicht vereinzelt da. Man kennt sie von Laufen an der Salzach u. a. O. (Brückner l. c. p. 164). Es müssen ferner diese Schotter ehemals grössere zusammenhängende Massen dargestellt haben, welche vor dem Heranrücken der Gletscher durch Erosion zerlegt wurden, da sie von den Grundmoränen oft deutlich diskordant überlagert worden sind. Brückners Beobachtung in Stettbach wird bestätigt (l. c. p. 153); dasselbe fand ich in einer Grube etwas nördlicher gegen Schwamendingen (Riedacker), ferner am Haidenrain und in den beiden grossen Gruben von Seebach. Während an den andern Orten eine Decke von 1—2 m. Grundmoräne mit einzelnen aufgelagerten Blöcken von Obermoräne beobachtet wurde, ist das Plateau von Seebach nur mit wenig Gletscherschutt mit geritzten Geschieben bedeckt, woraus sich die tiefe Verkittung der Gerölle im Schotter erklärt.

Bei seinem Rückzuge liess der Gletscher bald Drumlins liegen, bald jene flachen, sanft gewölbten, unter 10 m. mächtigen Grundmoränen, die im Glattthal so häufig die Unterschiede von nassen und trockenen Geländen bedingen, bald deutliche Endmoränen mit charakteristischen aufgesetzten Hügeln, bald ein Gemisch von Grund- und Ober-

¹ Penck, Vergletscherung der deutschen Alpen 1886 p. 275—276.

moräne, mit Schmelzwasserprodukten, wie sie so häufig namentlich an den Rändern der einzelnen Einsenkungen des gesamten Glatthales beobachtet werden können.

Einen grossen Gegensatz zu den Glacialgebieten des Rheins und der Glatt bilden die *Moränen-Landschaften der schärfer in die Molasse eingeschnittenen Thäler des Zürichsees, von Bonstetten-Knonau, der Reuss, Aa, Wyna und Suhr im Kanton Aargau* (Blatt VIII Dufour): Im unteren Teil dieser Thäler Querriegel von Stirnmoränen, deren Schenkel nach oben ansteigend sich zu prägnanten, auf weite Strecken zusammenhängenden Ufermoränen fortsetzen, wodurch das Bild der diluvialen Gletscher aufs innigste demjenigen der recenten genähert wird. Die Ufermoränen lassen sich leicht auf topographischen Karten ablesen als deutlich aufgesetzte Terrassen¹ oder dachförmige Rücken. Drumlins sind nun a priori da zu erwarten, wo die Ufermoränen im obern Teil der diluvialen Thäler eine breite Sohle, eine Ebene, umschliessen.

Im *Bonstetter-Thal* hat Mühlberg l. c. p. 205 die Stirnmoränen des Ettenberg N Bonstetten, diejenige des Dorfes, von Hedingen und Affoltern beschrieben, von welchen gleich Schenkeln eines Winkels rückwärts und aufwärts die auf der topographischen Karte leicht zu erkennenden Ufermoränen E von Hedingen-Affoltern als Terrassen hinzuziehen.

Der Molassekopf des Islisberges mit seinem Ausläufer im Isenberg bilden den nach S gerichteten Keil, an welchem die Bifurkation des Eises nach Bonstetten und Bremgarten stattfand. Südlich dieses Vorpostens, zwischen Obfelden und Steinhausen, Reuss und Bahnlinie ist ein

¹ Mühlberg, errat. Bildg. im Aargau 1869 p. 10 ff.

Molasseplateau; das mit 3—0,6 ‰ gegen die Reuss abfällt und ein prägnantes System von N 30° W streichenden Hügeln trägt. Um die Affolter-Mööser ist noch erheblich Obermoränenmaterial (Hügel 494). Das Tousserholz NE Obfelden erscheint wie eine roche moutonnée mit Grundmoränendecke von höchstens 1 m. Die Obfelder-Kirche ruht auf 2,5—3 m. feinstem Geschiebelehm, dessen Liegendes *geschrammter Süßwasserkalk* bildet (Ober-Miocän 450 m.). Die zarten NW—SE streichenden Hügel zwischen Lunnern, Reuss und Wolsermoos geben der Landschaft ein *gefurchtes Aussehen*, einen Charakter, den darzustellen die Äquidistanz von 10 m. nicht ausreicht; doch vermögen die scharf nach NW gelappten Kurven der Karte schon den Kontrast dieses Geländes mit der Terrassenlandschaft der Ufermoränen auszudrücken (Bl. 176 und 190). Überall 2—10 m. Grundmoräne. In „sch“ des Wortes Löschimetten S Ober-Lunnern¹ bedeckt sie gegen die Reuss zu fallende schräge fluvioglaciale Schotter. S des Schulhauses Wolsen (443 m.) bis 50 m. südlich des letzten Hauses bildet 2,5—3 m. mächtige Grundmoräne sanfte Drums über horizontalen, auf 30—40 m. aufgeschlossenen und 0,6 m. mächtigen obermiocänen Süßwasserkalken. *Prachtvolle Schliffe SE—NW! Hier ist ein Gletscherschliff von mindestens 2 Aren bedeckt! Keine Rundhöckerbildung.* Die Hügel Fleugraben und der imponierende Remberg wurden nicht besucht.

Die Erhebung am NE-Ende des Wolserholzes besteht aus 4—8 m. Grundmoräne über gemeiner Molasse. Grundmoräne herrscht vor in den prachtvollen Hügeln NE des Egelsees bei Maschwanden, am Uttenberg. Der Eitenberg

¹ Der Name Lunnern wird abgeleitet von ahd. lunda, Fettigkeit, sich auf den hiesigen feinen Thon beziehend.

bei Knonau ist ein asymmetrischer Drum. Wunderschön und charakteristisch ist das Gelände um Baregg. Der Rebhügel 497 der äusseren Baregg besteht aus Grundmoräne und ist im SE steiler als im NW. Grundmoränenmaterial fand ich in den von SE—NW länglich gerundeten sanften Hügeln bis Steinhausen und dem Rigiblick 447 m. Der tiefgründige Boden bedingt den herrlichen Acker- und Obstbau.

W der Reuss ist es das stumpf-keilförmige SE-Ende des Lindenberges (von Abtwil bis Willimatt 550—800 m.), welcher das Eis des Reussgletschers nach Mellingen und Lenzburg teilte. Die Systeme der Ufermoränen sind ausgezeichnet erhalten. Auch hier liegt nun S des Lindenberges und gegen *Ballwil-Eschenbach* ein nach der Reuss plötzlich abfallendes Molasseplateau mit stellenweise hügeliger Moränendecke. Man kann orographisch drei Gebiete unterscheiden:

a) *Der Ostrand von Butwil über Schwerzlen nach Sulzberg und Gerenswil* 520—500 m. ist schon im Kartenbild gekennzeichnet. Fast ausnahmslos typische Grundmoräne (besonders schön zwischen Farnerenwäldli, Schwerzlen, Schwerzlenhübel und Sulzberg aufgeschlossen), auch in den Mulden. Drums oft *asymmetrisch*. Von Sulzberg in nördlicher Richtung über Wallermatt 524 m. und Grüt nach Rüteli ändert sich der Charakter rasch: sandige Äcker (Molasse) mit geringer Decke von Moräne. Der Hügel Gerenswil 510 m. ist Molasse, der Reckholderhübel ist wahrscheinlich tertiär.

b) *Von Fenkrieden über Gibelflüh nach Ballwil* befindet man sich auf einem sandigen Plateau. Das Dörflein Fenkrieden steht auf Molasse. Diese bildet die Hügel 509 und Baholz 511 m. Auf Hügel 510 gegen Gibelflüh

muss die Moränendecke sehr dünn gewesen und durch Pflügen fast verloren gegangen sein. Molasse in dem Rundling 512 m. und der Kapelle zu Gibelfüh. Ein auf der Karte nicht sichtbarer NE—SW ziehender Hügel NW „Fuhr“ hat sehr dünne Moräne auf sandigem Untergrund. Die nach NE orientierten Hügel bei Klön bestehen aus 5—9 m. hohen, horizontal geschichteten Molasse-Rundlingen, deren Verwitterungsdecke fast lössartig aussieht. Im Hügel 508 W Ziegelhütte ist Grundmoräne aufgeschlossen.

c) *Eschenbach-Ballwil-Hochdorf-Ottenhusen*. Die sanft gewölbten, unter sich parallelen Hügel Hüseli 543 m., Dreien 510, Reckenbrunnen 538, Egerten 535 E und W Gütsch bestehen aus Grundmoräne. Als prachtvoller Beton zeigte sie sich in Fundamentierungen N Station Ballwil und vielfach nördlicher bis Hochdorf.

Daneben stehen oft erhebliche fluvioglaciale Gebilde an, z. B. W Kapelle Ottenhusen; der fast 1 km. lange „Pfannenstiel“ S Ballwil ist aus horizontal geschichteten Schottern zusammengesetzt, ein Rundhöcker aus Niederterrassenschotter? Um Eschenbach (Grube nicht besucht) steht quartäre Nagelfluh an, die zur Einfassung von Gartenbeeten bis Hochdorf verwendet wird.

Gleich bei Ottenhusen zeigt sich schon viel Obermoränenschutt. Man tritt in die Terrassenlandschaft der Ufermoränen ein, die in energischen Zügen von Richensee über Hitzkirch-Hohenrain und hinauf über Bühlen und Stockbühl 695 m. ziehen und von Heidegg bis Tannegg (Blatt 187) prächtige Kämmen mit grossen erratischen Blöcken bilden. Überall Schutthaldenstruktur, kurz ein grosser Gegensatz zur Grundmoränenlandschaft, in deren *Drumlins* sich die Gletscherbewegung nicht minder scharf

ausdrückt. Es streichen diese in der östlichen Zone von N 22° E im Ostrand bis N 18° E in der westlichen Partie, während S Ballwill N 0°—5° W auftritt. Für ihre Grösse und Form fand ich aus je 6 Messungen (den Hügel bei Budligen — Schmelzwasser-Produkt! ausschaltend) für Zone a): Länge 275—512 m. (375), Breite 75—200 m. (144), Index 2,6 : 1, Höhen 4—18 m. (10); für Zone c): Länge 187—575 m. (260), Breite 50—200 m. (96), Höhen 2 bis 8 m. (4,5). Die mittlere Zone macht den Eindruck einer *glacialen Ausräumung*, in den einzelnen Hügeln denjenigen von *Rundhöckern*.

Das Plateau von Menzingen trägt eine *Moränenlandschaft*, die in der Schweiz einzig dasteht, vielleicht überhaupt selten zu sehen ist. Lewis l. c. p. 462 will etwas Ähnliches nirgends beobachtet haben. Desor (l. c.) erwähnt sie nicht und ebenso wenig Blatt VIII Duf. geol. trotz der Vorarbeiten von Guyot¹ und Mühlberg (l. c. p. 207). Vom Stollenrain 734 m. bei Schönenberg E der Sihl dieselbe 1893 zum ersten Mal von der Seite sehend, glaubte ich eine Art „Siebengebirge“ vor mir zu haben, wie Guyot (l. c. Beilage XVII p. 135) von einem „aspect singulier d'une contrée volcanique“ spricht. Ich hielt diese zahlreichen Rundhügel, welche mir in parallelen Zügen hintereinander gelagert erschienen, für Drumlins. Eine Begehung des Gebietes zeigte in vielen grösseren Aufschlüssen vorherrschend *Schutthaldenstruktur*; Wege erscheinen oft wie mit Steinschlag beschottert. Naturgemäss kann man ab und zu bis 50 % Grundmoräne oder ebenso viel Schmelzwasserwirkung beobachten. Die Form spricht auch nicht für Drumlins. Es ist eine *prachtvolle*

¹ Guyot, in Verhandl. der schweiz. naturf. Gesellschaft. Altdorf 1842.

Endmoränenscharung (vgl. Aeppli Liefg. 34 der Beiträge) mit den so charakteristischen kuppenförmigen Aufsätzen („amas coniques“) von 40—60 m. relativer Höhe. Die einem Vulkan gleichende Hinterbühllinde 773 m. giebt über den W und NW eine gute Übersicht.

S Menzingen bis Schurtannen-Gschwend scheint die Ebene vielfach aus fluvioglacialen Aufschüttungen zu bestehen, flankiert von der an Nagelfluhblöcken auffallend reichen gemeinsamen Ufermoräne von Reuss- und Linthgletscher.

Die Hügellandschaft *bei Spitzen E Hirzel* ist jedenfalls teilweise durch Mithülfe von Erosion entstanden.

Als Typus einer Moränenlandschaft in der Schweiz hat Desor die Gegend von *Amsoldingen-Übeschi* abgebildet. Die vielen sanften und niederen Rücken, eingesenkt in das breite Aarethal N Thun, bilden in der That einen grossen Kontrast zu dem hohen Tertiärlande. Wenn Drumlins vorkommen sollen, müssen sie wohl zwischen Wahlen, Dittligersee und Übeschisee gesucht werden (Blatt 352). Man wird vom Anblick der Rundlinge überrascht, nicht minder von der Unzahl erratischer Blöcke, besonders der quartären Kander-Konglomerate, die hier der Mensch in Mauern zusammengetragen hat. Meine kurze Exkursion darf nicht massgebend sein.

Obermoränenmaterial ist sehr häufig. N Wahlen am Höhhölzli 650 m. traf ich bis 80 % schlecht gerundete, meist eckige Geschiebe und nach S wendend im Secki, Westseite der Strasse 706 m., fast alles geschliffen, schlecht gerundet, aber abgestumpft, endlich bei Kalberweid N Übeschi viel Lehm und geritzte Geschiebe. Schmelzwasserprodukte fast überall. Sollte die Grundmoräne gegen Übeschi wirklich zunehmen und vorherrschen in den gerade hier fächer-

förmig angeordneten und in die Länge gezogenen Hügeln? Sollte hier ein *Versuch zur Drumlinsbildung* vorliegen? Das waren die Fragen, die ich mir im Felde stellte.

Der Gesamteindruck deckt sich mit dem längst bekannten einer grossartigen Moränenlandschaft, einer innigen Moränenscharung.

Dass der Hügel 651 im Hünliwald bei Gümlingen die „form of a Drumlin“ hat und die „Drumlins ähnlichen“ Hügel, aus denen die Moränenrücken bei der Station Worb aufgebaut sind, nach Lewis (l. c. p. 461) „roches moutonnées of till“ seien, mag der Vollständigkeit wegen erwähnt werden. Es sei im übrigen verwiesen auf Jenny, Baltzer und Kissling, Geolog. Exkursionskarte der Umgebungen von Bern, Lief. 30 der „Beiträge“.

Innerhalb des *Rhonegletschergebietes* sind mir eigentliche Drumlins-Landschaften nicht bekannt. Es fehlt an einer eingehenden Darstellung des Quartärs. In manchen Gegenden, beispielsweise im flacheren Freiburg bis über Romont hinauf, sind zahlreiche, parallele, langgestreckte SW—NE streichende Hügel mit sanfter Böschung, über deren genauere Struktur nichts bekannt ist (cf. Blatt Sâles 357 des eidg. top. Atlas).

Die kleine Hügellandschaft *W La Tour de Trême*, speciell W der Linie Pâquier-les-Granges, deren Elemente SSE—NNW streichen und nach Duf. XVII geolog. aus Gletscherschutt bestehen, wäre einer Untersuchung würdig (Bl. 362 top. Atlas).

A priori könnte man Drumlins erwarten in *La Dombes*, d. h. dem zwischen Rhone und Saône gelegenen Teil des ehemaligen Rhonegletschers N Lyon. Leider fehlt hierüber eine Karte grösseren Massstabes. Aus Blatt

Bourg 159 in 1 : 80000, dessen geol. Ausgabe von 1889, ferner Reclus, „la France“, 1877 p. 363, und vor allem aus der zusammenfassenden Darstellung von L. Gallois in „Annales de géographie“ I^{ère} année, 1892 p. 122 ff. ergibt sich folgendes: La Dombes zeigt ein Gefälle von SE—NW, daher ausnahmsweise die entsprechende Richtung der rechten Zuflüsse der Saône und die *fächerförmige* Entwässerungsform. Mit dieser hängt zusammen die fächerförmige Gruppierung der zahlreichen und — wie man schon aus deren Form schliessen darf — vorherrschend künstlichen Staueeen. Die Oberfläche ist ein entkalkter unfruchtbarer Verwitterungslehm der *Grundmoräne*, welche in zahlreichen, oft wenige Meter hohen mamelons oder buttes („poipes“ der Bewohner) durch die Landschaft bricht und im NW, z. B. zwischen la Veyle und ihrem l. Zuflusse l'Ivrance, in mehr als 10 km. langen Endmoränenstücken erhalten ist. Das Gelände trägt den Stempel einer Erosionslandschaft. Ob in einzelnen jener Grundmoränenhügel Drums zu erkennen wären, vermag ich nicht zu entscheiden.

Innerhalb der grossen *Amphitheater auf der Südseite der Alpen, um Ivrea, Iseo- und Gardasee* scheinen Drumlins zu fehlen. Die entsprechenden Blätter in 1 : 25000 lassen nicht auf deren Vorkommen schliessen.

4. Drumlins innerhalb des baltischen Gebietes.

Die nordeuropäische Vergletscherung hat so viele Analogien mit derjenigen Nordamerikas, dass man eine Grundmoränenlandschaft in Form von Drumlins fast mit Sicherheit erwarten darf. Wiederholt wurde betont, dass diese innerhalb der Endmoränen zu suchen sind, dass letztere zugleich ihr Verbreitungsgebiet einschliessen. Wir fragen zunächst nach den Endmoränen im baltischen Gebiet. Ihr

Verlauf ist erst spät erkannt worden, da man lange über die Natur der eigentümlichen Gesteinspackung und die durch sie gebildeten Kuppen im Unklaren war und die Festlegung der Züge überhaupt grösseren Schwierigkeiten begegnete, als diejenige der ideal erhaltenen zungenförmigen Gletscher der Alpen. Geinitz hat nun für Mecklenburg bereits vier Rückzugsmoränenzüge erkannt. Nach Keilhack ¹, Berendt ², Wahnschaffe (Forschungen l. c. VI, 1892), Geinitz ³ und Gottsche ⁴ kennt man jetzt jedenfalls einen 1000 km. langen Endmoränenzug von Danzig (Thurmberg) über Rummelsburg-Dramburg-Freienwalde-Arnswalde-Zehden r. Oderufer-Oderberg und Liepe am l. Oderufer (von mir 1891 besucht), -Chorin-Joachimsthal-Templin-Fürstenwerder-Feldberg (Uckermark)-Wendfeld bei Neu-Strelitz-Krakow-Warin-Kalkhorst (Mecklenburg)-Neustadt-Eutin-Selent (E Kiel)-Schleswig-Flensburg-Woyens bei Hadersleben im nördlichen Schleswig!

Innerhalb dieses Zuges wurden, worauf mich Herr Professor Geikie freundlichst aufmerksam machte, Drumlins beobachtet in

Schweden

von Freiherr Gerard De Geer (Geolog. Föreningens i Stockholm Förhandlingar Bd. 17 Nr. 164, März 1895). Es unterscheidet dieser Forscher zwei Arten von „*Radial-Moränen*“:

a) Den um Boston Mass. von De Geer selbst eingesehenen lenticular hills in hohem Grade gleichende Hügel

¹ Jahrb. der. preuss. geolog. Landesanstalt pro 1889, 1892, 1893 und Pet. Mitt. 1891, II.

² Ib. pro 1887.

³ Mitt. der mecklenburgischen geolog. Landesanstalt IV, 1894.

⁴ Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 1894 und briefl. Mitt.

in der *Provinz Dalsland*, hauptsächlich auf der Westseite des Sees Stora Le.

b) „*Elongated ridges*“ oder weniger auffallende Drumlins ähnliche „radial moraines“ in den Provinzen Östergötland und Nerike N des Wetternses. Nach Blatt Nr. 64 Askersund 1 : 100,000 sind es mit schwacher Divergenz N—S streichende Rücken von 400—1900 m. Länge und 100—300 m. Breite. Auch sie bestehen aus Grundmoräne und bilden mit den Siedelungen und Kulturen einen Gegensatz zu dem mehr von Wald bedeckten steinreichen Moränenschutt (Bl. Riseberga Nr. 54 geolog. 1 : 50000). Ich verdanke auch an dieser Stelle die freundliche Unterstützung der Herren De Geer und Torell.

Drumlins in Norwegen?

Nansen¹ schreibt: „Wir haben sie möglicherweise auch in Norwegen; die eigentümlichen Hügel, die man an mehreren Stellen findet (z. B. bei Orre) müssen meiner Ansicht nach als solche aufgefasst werden.“ Nach diesem Autor sind Drumlins „aus Kies und Steinen gebildete Hügel“, welche im Bau den Grundmoränen gleichen (p. 452). Über diese unsichern Angaben teilt mir Hr. Prof. Reusch in Christiania freundlichst mit, dass die Gemeinde Orre S Stavanger an der Westküste liegt. „Dort liegen Asar auf wirklichen Moränenablagerungen. Diese Asar sind möglicherweise zuweilen aufgelöst in linsenförmige Hügelchen.“ Also statt wahrer Drumlins vielleicht Asar oder gar durch Erosion aus Asar erst entstandene Erhebungen?

Wenige Gebiete der Erde weisen eine ebenso harmonische Glaciallandschaft auf wie

¹ Auf Schneeschuhen durch Grönland (übersetzt von Mann), Hamburg 1891, II., Anhang p. 451.

Finland.

Erhebungen und Hohlformen, Flüsse und Seen zeigen übereinstimmend mit den Schrammen die NW—SE Bewegungsrichtung des Binneneises an, zu der senkrecht (und für Finland in drei parallelen Zügen) die Stirn- moränen von den Südküsten Norwegens durch die Provinz Gotland, die südlichen Enden von Wenern- und Wetter- see¹, längs der Nordküste des finischen Busens und N Ladoga bis nahe zum Weissen Meer streichen (nach De Geer in *Great Ice Age* p. 465; vergleiche auch *Karta öfver Finland* 1 : 400000 Sektionen E₃ und E₄, Kuopio-Abo).

Als besondere Ablagerungsform der Grundmoräne (Krostengrus) führt der eifrige Forscher Rosberg² an:

- a) *Domenform* (finisch *waara* = Hügel, Berg), entsprechend den nordamerikanischen „*elliptical and mamillary hills*“ als *Anhäufungen um einen Kern festen Gesteins* innerhalb des Verbreitungsgebietes der laurentischen Formation.
- b) NW—SE streichende ausgezeichnete „*linear ridges*“ im Gebiet der jungen Schiefer führenden Formation.

Darnach könnte an der Drumlinsnatur der Hügel kaum gezweifelt werden. Die beigelegte Karte 1 : 650000 giebt leider nur ein Übersichtsbild, zeigt nur einzelne grössere und senkrecht zu den Moränen stehende Hügel von beiläufig 2—10 km. Länge, aber keine geschlossene Drumlins-Landschaft.

In **Russland** sind noch keine Beobachtungen über

¹ Durch den SW-Teil des Wenernsees zieht eine ausgezeichnete Endmoräne (Bl. I W 34 Degeberg 1 : 50000; es ist die 5 km. lange Spitze W Lidköping auf Stieler, Handatlas Nr. 46).

² *Fennia* VII 1892 p. 117 ff.

Drumlins bekannt. Die geologische Aufnahme hat vorerst noch in grossen Zügen zu arbeiten. Unbekannt sind zur Zeit Drumlins auch in **Dänemark**. Vielleicht könnten solche im nördlichen Teil von Seeland gefunden werden.

Auf der die Inseln Kotelny und Faddejew in **Neu-Sibirien** verbindenden Sandebene giebt es nach der Karte in Pet. Mitt. 1888 Taf. 4 viele unter sich parallele NE—SW streichende Hügel, sogenannte Bulgunjak. Baron v. Toll¹ fand sie etwa 50 Fuss hoch, und er ist geneigt, sie am ehesten mit den „Drummins“ (Drumlins?) der Amerikaner zu vergleichen. Nach seiner neuesten Mitteilung² sind die Hügel 10—20 m. hoch, nach allen Seiten gleich abfallend; der von ihm geprüfte Eksekü Bulgunjak besass einen festeren aus Grus und Geröllen bestehenden Kern von Geschieben, wodurch ihn derselbe an baltische Grandrücken oder nordrussische Schweinsrücken erinnerte. Diese Angaben dürften kaum zur Feststellung der Drumlinsnatur ausreichen.

Drumlins auf Rügen?

Jeder Reisende wird längs der Ostküste den Gegensatz von mächtigem Diluvium von Göhren-Mönchsgut-Granitz und der Kreidefelsen N Sassnitz wahrnehmen. Hier betritt man die Halbinsel Jasmund. Zwei Erscheinungen bleiben uns in Erinnerung: Der Steilküste entlang zahlreiche Dislokationen (zum Teil Verbiegungen) der Kreide und Einklemmung von Partien des unteren Geschiebemergels; oben, von Stubbenkammer nach Sassnitz

¹ E. v. Toll, Forschungen im nordöstlichen Sibirien (Verhandl. des 9. deutschen Geographentages in Wien 1891 p. 62).

² Mém. de l'acad. de St-Pétersbourg. 7^{me} sér. T. XLII No. 13 1895 p. 78.

reisend, ein wellenförmiges Terrain mit Decke aus oberem Geschiebemergel und zahlreichen nordischen Blöcken. Das Relief von Jasmund (Bl. Sagard 260/61 in 1 : 25000) ist sehr interessant; auf mehr als der Osthälfte sind Systeme von unter sich parallelen länglichen Hügeln, welche sich in 3 Zonen anordnen: 1. eine mittlere, kürzeste und zugleich höchste, mehr oder weniger E—W streichende auf dem *Stubnitzplateau* um den *Pieckberg* 161 m.; 2. eine nördliche von E—W nach ESE—WNW und NW zur Nordküste ziehende und 3. eine südliche von NE—SW. Im westlichen Drittel ist die von mehr als 90 m. mächtigem Diluvium erfüllte Depression Sagard-Quolitz.

Für diese Bodengestaltung stehen sich zwei Erklärungen gegenüber:

a) Nach R. Credner¹ und mehreren deutschen Geologen besteht Jasmund aus vielen zur Interglacialzeit per Krustenbewegung entstandenen Kreideschollen, über welche sich später das obere Diluvium diskordant und deckenförmig ausgebreitet hat. Die Schollensysteme sollen sich genau im Relief ausdrücken. Credner unterscheidet den *Stubnitzer Horst*, den *nördlichen und südlichen Flügelhorst* und ferner *drei vorherrschende Streichungsrichtungen*: 1. SSE—NNW mit Abweichung N—S in der ganzen Ostküste; 2. E—W mit Abweichung zu ESE—WNW im nördlichen und westlichen Teil Jasmunds und 3. NE—SW mit Abweichung ENE—WSW im südlichen Flügelhorst (p. 405). „*Die Hügel sind horstartige Aufragungen der Kreide, auf ihren Höhen in geringerer, an ihren Flanken in grösserer Mächtigkeit mit Diluvium überdeckt*“ (l. c. p. 415 und 424).

¹ R. Credner, Insel Rügen in Kirchhoff, Forschungen VII 1893 und in Hettner, Geogr. Zeitschr. I 1895 p. 549.

b) J. Geikie (Ice Age, 3. Auflage p. 428 ff.) fasst die Zerstückelung Jasmunds als Gletscherwirkung der II. Eiszeit auf (ähnlich wie Johnstrup für die Insel Moen), die Verwerfungsklüfte oder Berührungslinien von unterem Diluvium und Kreide als Stoss- und Gleitflächen und die *Hügel als Drumlins*, die häufig einen Kreidekern haben (p. 432). An der Ostküste sah Geikie nur Dislokationen von SE—NW d. h. senkrecht zur allgemeinen Bewegungsrichtung des Eises. Er erinnert an die grossen verschleppten Schollen und Stauchungen durch Eis in der ganzen baltischen Zone von Schleswig-Holstein bis zu den Ostseeprovinzen. Ich bedaure, dass bei meinem Besuche Jasmunds diese Fragen noch nicht so eingehend aufgeworfen waren. Credner citiert von Rügen erratische Kreide von 1000—5000 Kubikfuss! Er gesteht selbst (p. 429), dass der Zusammenhang der Stufen- und Terrassenbildung mit Dislokationen „in Folge der zusammenhängenden Überdeckung der letztern durch jüngere Glacialbildungen nur selten direkt nachzuweisen“ sei; auf dem Stubnitzplateau giebt es „allerdings nur oberflächliche Schürfe“, so dass die Lagerung der Kreide „nicht erkennbar ist“ (p. 436). Geikie hält die Aufschlüsse im Innern Jasmunds mit Recht für ungenügend. Sie werden erwähnt am kleinen Tyswinberg W Nipmerow, dann S dieses Dorfes (Fig. 3), bei Dalligas (120 m.) N Lancken, an den Kuppen zwischen Sagard und Dubnitz im südwestlichen Jasmund. Während an der Ostküste Sprunghöhen von 60—100 m. vorkommen, betragen diejenigen von Sehlitz (N Lancken) im Innern nur 0,3 m.! (Fig. 2). Der Einwurf Credners von parallel NE—SW „gefalteter“ Kreide im Bruch von Lancken (Fig. 6) ist noch nicht entkräftet. Mit dem Dislokationssystem, das er „für die ganze Ostküste von Sassnitz bis Kolliker

Ort“ angiebt (s. oben), stimmt das Streichen der Bodenformen daselbst wenig überein sowohl nach der topographischen Karte als nach seiner Skizze in 1 : 75000, und es muss sehr gewagt erscheinen, aus dem Relief anderer Teile der Insel allein per Analogie auf verborgene Dislokationen zu schliessen (l. c. p. 449).

Eine Nachprüfung der von Credner und Geikie gegebenen Auffassung der Bodengestaltung ist wünschenswert. Beim Anblick der Credner'schen Karte in 1 : 75000, welche die Hügelsysteme speciell hervorheben soll, dachte ich wegen der prägnanten Orientierung sofort an Drumlins, welche vom Piekberg, der höchsten Erhebung, fächerartig nach NW und SW in der wahrscheinlichen Bewegungsrichtung des Eises sich abgelagert hätten. Dieser Eindruck wird auch durch die topographische Karte nicht beeinträchtigt. Nun fehlt es an der Kontrolle durch Schrammen. Ferner ist das ursprüngliche Relief am N- und E-Rande durch die Küstenbäche sicher bis auf mehr als 1 km. gestört worden. Eine zusammenhängende Decke von oberem Geschiebemergel ist konstatiert, ferner Rundhöcker an Kreide bei Sassnitz, Lancken, Gummanz (Credner p. 454). Die Geikie'sche Auffassung wird für viele Partien zutreffend sein. *Drumlinsformen* von weniger als 60 m. Höhe, 180—320 m. Länge, 62—162 m. Breite (Index 3 : 1) scheinen mir vorhanden zu sein. Von der Gestalt der Drumlins zeigen sich auf der Karte Hügel N Gobbin und Preetz (Bl. Vilmnitz).

Drumlins in Pommern.

Nach Keilhack (Jahrbuch der pr. geol. Landesanstalt pro 1893) kommen sie vor „im ganzen Gebiet zwischen Freienwalde und Naugard“ auf ca. 300 qkm.; Richtung

N—S, im südlichen Teil NNW—SSE. Auf 1 km. Breite sollen bis 5 solcher schmaler Parallelrücken von Drumlins und Asar vorkommen, parallel zu den Schrammen.

„Die Grundmoränenlandschaft zeigt auf dem baltischen Höhenrücken, wie dies schon aus den topographischen Karten in 1 : 25000 deutlich hervorgeht, stets eine ganz unregelmässige Oberflächen-Entwicklung, welche sowohl in der Form und Richtung der Hügel und Wellen, als auch der dazwischen liegenden Moore und Pfuhe zum Ausdruck kommt“ (Wahnschaffe, Z. d. d. geol. Ges. 1892 p. 117). Ein Blick auf die Blätter Daber Nr. 1061 und Schönebeck Nr. 1153 in 1 : 25000 zeigt grosse Überraschungen: mitten im Gewirr der Hügel und Pfuhe *scharf orientierte, unter sich parallele Hügelzonen!* Man wird an jene Figuren erinnert, welche entstehen, wenn man unter einem mit Eisenfeilspänen bestreuten Papier den Pol eines Stabmagneten führt oder an die parallelen Anhäufungen, die sanft strömendes Wasser in einer mit gröberem Sand und feinem Kies bedeckten Fläche hervorruft. Wunderschön ist der bis 1 km. breite Zug von Daber aus NE über N—S nach SSE bei Albertinenhof oder der bis 4 km. breite Strom von Sassenburg-Rossow in SE-Richtung über Schönebeck. Hier hat keine Thalform die Entstehung dieses interessanten Geländes beeinflusst. Da sie aus Grundmoräne bestehen, sind es *typische Drumlins* von teilweise *asymmetrischer* Gestalt. Manche stehen als hübsche Formen isoliert in moorigen Flächen. Aus 9 zuverlässigen Messungen erhielt ich für die Länge 212—712 m. (480), für die Breite 62—175 m. (140); Index 3,5. Relative Höhen in der Regel unter 10 m. Die Drumlins stehen senkrecht zum Endmoränenzug! Genauere Mitteilungen stellt Keilhack in Aussicht.

Zusammenfassung.

Der von Gletschern transportierte Gesteinsschutt heisst Moräne. Nach der Art der Verfrachtung, ob innerhalb und an der Basis des Eises oder auf dessen Oberfläche, unterscheidet man Grundmoräne und Obermoräne (Oberflächenmoräne). Ihre Ablagerungen im Bett des Eisstromes bilden *aufgeschüttete Terrainformen*, die *Moränenlandschaft*. Bekannt ist die aus Ufer- und Stirnmoränen aufgebaute Landschaft Desors. Eine besondere Art ist die *Grundmoränenlandschaft*. Sie muss die vorherrschende bis ausschliessliche sein in den an Nunataks armen circumpolaren Gebieten der diluvialen Gletscher der nördlichen Hemisphäre, ist's heute noch nach Nansen in Grönland (Durchquerung von Grönland, Pet. Erg.-Heft Nr. 105, 1893, p. 67, 90 ff.). Aber auch die Thalglletscher von Gebirgen führen innerlich nicht unerheblich Gesteinsschutt; er rührt zum grossen Teil von durch die Spalten, die Plastizität und Mechanik des Eises ins Innere vermittelte Obermoräne her (cf. Nansen und Lendenfeld, der Tasmangletscher in Pet. Erg.-Heft Nr. 75 pag. 37; Heim, Gletscherkunde p. 373). Lateraler und dorsaler Schutt kommt in die Tiefe; für die diluvialen Gletscher der deutschen Alpen schreibt Penck p. 93 und 116 seiner „Vergl. d. d. Alpen“: „Der Hauptgesteins-transport geschah nicht auf dem Rücken der Gletscher, sondern unter deren Sohle durch die Grundmoräne.“ Brückner hat dies für den ehemaligen Salzachgletscher bestätigt. Für den Rheingletscher hat Gutzwiller zuerst (siehe oben p. 353) die Mächtigkeit der Grundmoräne hervorgehoben, und meine Exkursionen im alpinen Vorland führten zu dem Ergebnis, dass die Moränenverfrachtung innerhalb des Eises in dem von mir oben p. 349 dar-

gestellten allgemeinen Sinne bis jetzt unterschätzt worden, dass sie lokal geradezu die vorherrschende gewesen.

Nebst unbestimmten, mehr oder weniger flachen oder sanftwelligen Ablagerungen bildet die Grundmoräne stellenweise die *Drumlins-Landschaft*. Diese ist charakterisiert durch die *Form der Elemente*, deren *Vergesellschaftung* und *räumliche Verteilung*. (Siehe Einleitung.)

a) *Form*. Drums sind linsenförmige Hügel, selten Rundlinge, nie kantig oder firstartig wie Ufermoränen. Ihre durchschnittliche Länge beträgt nach mehr als 500 Messungen kaum 1 km., ihre Höhe erreicht selten 30 m., und das Verhältnis der Längs- und Queraxe beträgt etwa 2,5 : 1. In der Richtung der Längsaxe gesehen, erscheinen sie oft als vulkanähnliche Aufschüttungen. Ihre Flanken sind nicht selten terrassiert. Bemerkenswert ist, dass in allen Gebieten asymmetrische Drums vorkommen, wobei weitaus vorherrschend die steilere Seite mit der Stosseite des Eises zusammenfällt. In dieser Hinsicht erinnern sie an die „Zungenhügel“ (Sokolow-Arzruni, die Dünen; Berlin 1894 p. 63 ff.).

b) Die Drumlins treten in der Regel in grössern *Gruppen* auf, welche den Eindruck einer Schweineherde machen, im Miniaturrelief an Perlenstickerei erinnern können. Mit der übrigen Landschaft bildet die Drumlins-Landschaft grosse Kontraste. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Individuen sind gar häufig mit Seen, Moor oder Wiesen erfüllt.

c) Drumlins sind bis jetzt *nur innerhalb der Endmoränen bekannt*, auf deren Richtung sie senkrecht stehen. Daraus resultiert eine nicht selten sehr auffällige *fächerförmige Anordnung* der Drums und ihr Parallelismus mit den anstehenden Schrammen, den Zügen von Rundhöckern,

von crag and tail, mit der Bewegungsrichtung des Eises überhaupt. Wo Schrammen nicht mehr erhalten sind, wird letztere durch die Drumlins festgestellt.

d) Bekannt sind Drumlins in *Nordamerika* (Vereinigte Staaten und das benachbarte brit. N.-Am.), *Grönland* (?), *Europa* (Grossbritannien, Deutschland, Norwegen(?), Schweden, Finland (?), im nördlichen alpinen Vorland) und *Neu-Sibirien* (?), d. h. im circumpolaren Gebiet und den Alpen der nördlichen Halbkugel.

Über die *Ursachen der Entstehung von Drumlins* herrscht noch manches Dunkel. Soweit ihre Struktur offen lag, müssen es subglaciale oder „englaciale“ Bildungen sein. Sie sind sicher nicht durch postglaciale Erosion herauspräparierte Formen. Da in Nordamerika die Verbreitung der Drumlins unabhängig von der Topographie oder der anstehenden Formation ist, so muss die Entstehung dieser Hügel wesentlich auf die Mechanik des Diluvialeises zurückgeführt werden. Dadurch wird der Versuch einer Erklärung nur noch mehr erschwert. Man möchte zuerst geneigt sein, auf die heutigen Gletscher zurückzugreifen. Nun sind im Rückzugsgebiet der rezenten Gebirgsgletscher meines Wissens noch keine Drums beobachtet werden. Ob Analoga kleineren Massstabes wirklich fehlen, vermag ich aus der Litteratur nicht zu ersehen. Nach Fennia VII l. c. p. 38 hat Nansen *Drumlins in Grönland* beobachtet. Eine Kontrolle fehlt mir. In seinem Werke „Auf Schneeschuhen“ etc. p. 452 giebt der kühne Reisende folgende Erklärung über die Bildung der Drums: Das Binneneis schmilzt auf der Unterseite ebenso unregelmässig, als auf der Oberfläche; dadurch entstehen an der Basis Aushöhlungen, die sich „mit Kies ausfüllen“. Die Ausfüllungen sollen beim Abschmelzen zurückbleiben und

da sie durch Druck stark verfestigt werden, später dem Zahn der Zeit besser widerstehen. Dagegen lassen sich ohne weiteres zwei Bedenken äussern. Nach der Struktur sind jene Ausfüllungen alles eher als Drumlins. Ferner ist nicht einzusehen, weshalb die Hohlräume an der Basis des Eises genau in der Bewegungsrichtung desselben entstehen sollten.

W. Upham¹ lässt aus der Bewegungsdifferenz an Oberfläche und Basis die Grundmoräne zur Obermoräne werden; neuer Schneefall schliesst diese ein, und die später rascher darüber fliessenden Eismassen formen dann dieselbe zu englacialen Drums um. Die Mechanik des Eises bedingt aber als Regel eine Dislokation des Oberflächenschuttes in die Tiefe, und nur unter ganz bestimmten Verhältnissen wurde ein Emporpressen von Grundmoräne auf die Oberfläche beobachtet (z. B. Brückner, Salzachgletscher p. 25, Fig. 1).

Wie ich oben dargestellt, hat man *Drumlins mit einem festen Kern* von anstehendem Fels oder Reste einer Schottermasse beobachtet, Übergangsformen von eigentlichen roches moutonnées zu crag and tail und Drumlins. Ich selbst fand dies nur bei Hugelshofen (Kt. Thurgau) und bei Obfelden (Zürich). Eine allgemeine Erscheinung ist es nicht und daher nicht gerechtfertigt, mit Chamberlin (U. S. Geol. Survey 3th report 1883) diese Felsen als vielleicht allgemeine Ursache der Drumlinsbildung anzusehen. Die Ursache würde dann zum Teil in der Topographie liegen.

Vielleicht sind manche Drumlins vom Gletscher aufgenommene und umgearbeitete Endmoränen.

¹ American Geologist X 1892 (Ref. in N. J. f. Min. 1894 I, p. 169); ferner The origin of Drumlins in Proceed. Bost. Nat. Hist. XXVI und deren Zurückweisung durch Davis.

Kinahan und Close haben die Bildung der Drumlins zuerst mit derjenigen der *Sandbänke in Flüssen* verglichen (l. c. 1872). Diese Ansicht wird von Geikie und Davis geteilt, und sie stimmt am besten mit meinen Beobachtungen überein, obschon sie nicht alles erschöpfend erklären kann.

Das Eis ist eine träg fließende Masse. Alles, was für irgend eine Stelle die Stosskraft verkleinert, trägt zur Ablagerung des „Geschiebes“ bei. In den Vordergrund treten: Abnahme des Gefälles, Verbreiterung des Gletscherbettes, Abnahme der Dicke durch Abschmelzen¹, Lockerung der Continuität bei schwachem Gefälle. In den deutschen Alpen fand Penck folgende Regel: „Die mächtigen Grundmoränen finden sich da, wo die Gletscherbewegung eine langsame war oder sehr verlangsamt wurde“ (l. c. p. 97).

Im alpinen Vorland liegen nun die Drumlins-Landschaften übereinstimmend auf sehr schwach thalabwärts geneigten Ebenen oder in ansteigendem Terrain. Man vergleiche die Gefällsverhältnisse der Ufermoränen im Zürichseethal mit denjenigen der Drums oberhalb Uster! Die fächerförmig gruppierten Drumlins bei und N Effretikon ruhen auf einem nach N schwach ansteigenden Gelände; ebenso die Landschaften um den Bodensee vom Thal aus nach E, N und W gehend. An klaren Herbsttagen tritt dies besonders überzeugend hervor vom Freudenberg bei St. Gallen oder Vögelinsegg-Trogen im Kanton Appenzell, wenn eine nivellierende Nebeldecke über See und Schussen-

¹ Ein Beispiel hierfür liefert die Gegend von Boston, wo nach Upham (Proceed. of Bost. Hist. Nat. 1890) Drums, statt mit der daselbst allgemein verbreiteten Schrammenrichtung von NNW-SSE parallel zu sein, nach ESE orientiert sind. In der Tat zeigt Boston Sheet 1:62500 oft weniger als E 20° S! Diese Azimuthalablenkung kann wohl nur als veränderte Mechanik des durch Schmelzen dünner gewordenen Eises verstanden werden.

thal bis Ravensburg lagert. Damit war eine Abnahme in der Geschwindigkeit des Eises verbunden. Das stärker ansteigende östliche Ufer hat die bedeutendste Drumlins-Landschaft.

Mehrfach habe ich hingewiesen auf das „gefurchte, gepflügte“, *fließende* der Drumlins-Landschaft. Dieses Eindrucks konnte ich mich nie erwehren. Verschärft wird er durch die vergleichende Betrachtung der Kurvenkarte eines bankreichen Stromes, den Anblick eines geschiebereichen Flusses bei Niederwasser oder der 1—2 dm. breiten flachen und bankreichen Thalformen, welche sich bei Platzregen auf Strassen oder in breiten Gräben bilden.

Die oft zarten, der Endmoräne zuschauenden Enden der Hügel gleichen dem entsprechenden unteren Teil der wandernden Kiesbank. Isthmen aus Grundmoräne verbinden Drums zu *scharf in der Bewegungsrichtung des Eises gekerbten Biscuitformen der Isohypsenkarte* (siehe Taf. XII und XIII). Die steilere Seite asymmetrischer Drums erinnert an das entsprechende Ende von Geschiebebänken. Wie diese oft um ein die Stosskraft verkleinerndes Hindernis sich anschmiegen, so mögen sich oft Drums um Felsreste gebildet haben, die allmählich deren Kern geworden. Endlich zeigen Kiesbänke und Drumlins in ihrem Auftreten das Gemeinsame, dass ihre Grösse und Masse im umgekehrten Verhältnis steht zur Zahl und zur gegenseitigen Entfernung der Individuen.

Ich wiederhole, dass diese Analogien keine allseitig befriedigende Erklärung aufbauen, dass sie aber zur Stunde den natürlichsten und sich genau an Thatsachen haltenden Versuch dazu enthalten.

Ein Umstand ist noch hervorzuheben. Die Areale der Drumlins-Landschaften sind meist sehr klein im Verhältnis

zum ganzen Glacialgebiet. Besonders auffallend muss dies für Nordamerika und die baltischen Lande sein. Allein in diesen Gebieten tritt eine gewisse Kompensation ein durch fluvio-glaciale Aufschüttungen. Asar und Kames treten oft in den Vordergrund, vielleicht Penitentes ähnliche Zerklüftung oder verschärfte Karstbildung des ehemaligen Eises andeutend (cf. Sieger in Hettner, geogr. Zeitschr. I, p. 182—204).

Inhalt.

Einleitung p. 325—327. — Drumlins in Grossbritannien p. 327—331; Nordamerika p. 331—344; Salzach-, Inn- und Isargletscher p. 344—347; Rhein- und Linthgletscher p. 347—374; Linth und Reuss p. 374—379; Aare p. 379—380; im baltischen Gebiet p. 381—389 (Neu-Sibirien p. 385); Zusammenfassung p. 390 ff.

Erklärung der Tafeln.

Taf. XII. Fig. 1 aus der Karte von State of New-York, Bl. Syracuse (Text p. 338), asymmetrische Drumlins und Biscuitform der Isthmen. Fig. 2 aus der Karte von Massachusetts Bl. Boston (citiert p. 335). Fig. 3 aus der One Inch Map of Ireland Bl. 75 (citiert p. 328).

Taf. XIII. Fig. 1 nach Gerwig, innerhalb Bl. Mainau, Nr. 149, der badischen Karte fallend (cit. p. 352). Fig. 2 aus Siegfried-Atlas Bl. 227 (cit. p. 369).

Taf. XIV. Fächerförmige Gestalt des Rheingletschers. Statt der Skizze vergleiche die eben erschienene Bodenseekarte in 1:50000 mit Isohypsen und Isobathen.