

PERIGLAZIALE ZÜGE IM FORMENSCHATZ DER VELUWE

H. Lehmann

Mit 5 Abbildungen

Das holländische Diluvialgebiet der Veluwe zwischen Arnheim im Süden, der Zuidersee im Norden, dem Gelderschen Tal im Westen und dem Ijsseltal im Osten (vergl. Abb. 1) bietet insofern noch ungelöste morphologische Probleme, als es einerseits während der letzten Eiszeit, deren Gletscher den holländischen Boden bekanntlich nicht mehr erreichten, unter den Bedingungen des periglazialen Klimas ähnlich wie andere Altmoränengebiete eine beträchtliche Überformung erhalten hat, andererseits aber die Existenz von echten Söllen und Osern in ihm behauptet wird.

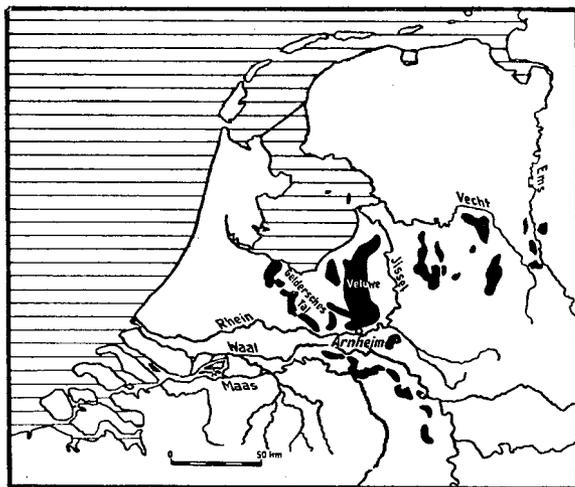


Abb. 1. Lage der Stauchmoränen (schwarz) in den Niederlanden nach Hol

Wenn K. Oestreich¹⁾ schreibt: „Le Veluwe compte parmi les paysages qui n'ont pas depuis leur formation subi d'importantes modifications par les agents de l'érosion; les Vallées, longitudinales et radiales remontent, quant à leur origine, à l'époque de la grande glaciation“, so ist daran zwar soviel richtig, daß die Zertalung der Veluwe in der Hauptsache während der jüngsten Eiszeit erfolgte, aber eben diese Zertalung hat die ursprünglichen rißeiszeitlichen Aufschüttungsformen gründlich zerstört. Man sollte daher erwarten, daß auch die Kleinformen, die das Antlitz von Jungmoränen-Gebieten kennzeichnen, nämlich Sölle und Oser, durch die

periglazialen Abtragungsvorgänge bis zur Unkenntlichkeit verwischt seien. Aber die neue geologische Karte der Niederlande verzeichnet dennoch im Gebiet der Veluwe eine große Anzahl von Osern, deren Vorkommen schon von Boerman²⁾ behauptet und erstmalig kartiert worden ist. Ebenso sind echte Sölle beschrieben und abgebildet worden.

Dieser Widerspruch ist nicht der einzige, der das Bild der Veluwe noch problematisch macht. Weder über den Zusammenhang der ursprünglichen Endmoränen bzw. Stauchmoränen, noch über die Richtung und Art des Eisvorstoßes, noch auch über die Natur des Gelderschen Tales und die Rolle tektonischer Bewegungen bei der Herausbildung der Großformen herrscht Einigkeit. Meine Schülerin R. Rabien³⁾ ist den erheblich voneinander abweichenden Anschauungen über den glazialen Bau der Veluwe im einzelnen kritisch nachgegangen. Hier sei auf Grund eigener Anschauungen⁴⁾ und vergleichender Betrachtung nur die Frage nach der Art und dem Umfang der periglazialen Überarbeitung der Veluwe erörtert.

a) Periglaziale Trockentäler

Gripp⁵⁾ hat als das bezeichnende Merkmal älterer glazigener Gebiete, somit auch der Veluwe, die Radialzertalung angesehen und als deren Voraussetzung namentlich in wasserdurchlässigen Sandgebieten den Frostboden des periglazialen Klimas erkannt. In der Tat ist die Bildung solcher durchlaufender Trockentäler, wie sie gerade für die Veluwe typisch sind,

²⁾ W. E. Boerman, Smeltwaterruggen en duinrijen op de Veluwe. Hand. XVIIe. Ned. Nat. en Geneesk. Congr. 1919te Leiden. — Ders., Smeltwaterruggen op de Veluwe. Tijdschr. Kon. Nederl. Aardr. Gen. 1923. S. 355 Karte IX.

³⁾ R. Rabien, Beiträge zur Glazialmorphologie der Veluwe. Diss. Berlin. 1943.

⁴⁾ Ich habe das Gebiet der Veluwe zweimal kurz bereist: Auf einer Exkursion, die ich mit meinen Berliner Studenten 1937 nach Holland unternahm und im Anschluß an den Internationalen Geographenkongreß in Amsterdam, diesmal teilweise in Begleitung des leider zu früh verstorbenen Dr. Oosting, Landwirtschaftl. Hochschule Wageningen, dem ich wertvolle Hinweise verdanke.

⁵⁾ K. Gripp, Endmoränen. Comptes Rendus du Congr. internat. de Géogr. Amsterdam 1938. Tome II. S. 255 ff. Abb. 5. Ders., Der Oberflächenabtrag im Alt-Diluvium und seine Bedeutung für das Vorkommen paläolithischer Funde. Offa Bd. IV. II. S. 59 ff.

¹⁾ K. Oestreich, Excursion dans la région glaciaire Néerlandaise. — Congrès international de Géogr. Amsterdam 1938. S. 12.

unter den heutigen klimatischen Bedingungen nicht verständlich. Sie setzt vielmehr einen tiefgefrorenen Untergrund voraus; denn es muß in verhältnismäßig geringer Tiefe unter dem jeweiligen sommerlichen Auftauhorizont gefrorener Boden die Rolle der wasserstauenden Schicht übernommen haben, wodurch überhaupt erst eine durchgehende oberflächliche Entwässerung möglich wurde. Heute erfolgt eine solche im Bereich der Veluwe nur streckenweise. Das Wasser versickert bald in den durchlässigen Sanden und Kiesen und tritt erst am Rande der Veluwe in zahlreichen Grundwasserquellen, sogen. Springen, wieder zutage.

Der von *Gripp* gebrauchte Ausdruck „Radialzertalung“ ist übrigens insofern irreführend, als es sich bei einem Höhengebiet mit ausgesprochener Längsachse, wie es die Veluwe darstellt, vorwiegend um parallel zueinander angeordnete Abdachtungstäler handelt. Ähnlich wie in anderen Altmoränen-Gebieten⁶⁾ kann man dabei zwischen den langen Trockentälern und einer morphologisch andersartigen, zum Rhein bzw. der unteren IJssel gerichteten „Steilrandzertalung“ unterscheiden. Beide Systeme verzahnen sich nördlich von Arnheim, wobei die Steilhangzertalung offensichtlich in das System der westwärts gerichteten Trockentäler erobernd zurückgegriffen hat.

Eine genaue Betrachtung der Trockentäler zeigt nun einige Eigentümlichkeiten, die für periglaziale Täler in solchen durchlässigen Gesteinen überhaupt typisch zu sein scheinen. *Gripp* spricht von dem „geraden Lauf und dem ausgeglichenen Gefälle“ der Radialtäler in Altmoränen-Gebieten. Die Gradlinigkeit ist in der Tat ein sehr treffendes Kennzeichen der Veluwe-Täler. Dagegen findet man keineswegs immer ein ausgeglichenes Gefälle, vielmehr eine gewisse Anpassung an die Großformen des Reliefs.

Betrachten wir das Talsystem, das in der Gegend von Terlet nördlich Arnheim beginnt, bei Wolfhezen die Bahnlinie Arnheim—Utrecht quert und bei Heelsum mündet. (Vgl. Abb. 2.) Ausgesprochen gradlinig ist namentlich das Talstück zwischen Boschhuizen (Straße Arnheim—Terlet) und ebenso sind es die Seitentäler, die von der Arnheimschen- und Kemper-Heide herunterkommen. Diese ausgedehnten Heidegebiete besitzen morphologisch den Charakter einer sanft nach Südwesten geneigten Hochfläche in 55 m bis 45 m Höhe, die zwischen Terlet und Deelen von einem ziemlich scharf abgesetzten, westlich Terlet über 100 m ansteigenden Höhenrücken überragt wird. Der

Rand dieses Höhenrückens weist nun einige scharf ausgeprägte Tälchen mit muldenförmigem Querschnitt und steilem Gefälle auf, die unmittelbar auf der vorgenannten Heidefläche enden. Nur ein verhältnismäßig kleiner Schwemmkegel, der offenbar von einer gelegentlichen rezenten Wasserführung herrührt, ist ihnen vorgebaut. Ihre Fortsetzung, wenn man überhaupt von einer solchen reden darf, finden sie erst weiter unterhalb in den flachen Dellen, mit denen das Wolfhezer-Talsystem beginnt. Nur südlich Terlet greift dieses Talsystem auch morphologisch sichtbar über die Heidefläche bis auf die Wasserscheide zurück. Doch auch hier: Steiles Gefälle im Oberlauf, dem Großrelief des Höhenrückens entsprechend, sehr geringes Gefälle und Verflachung der Muldenform im Bereich der Arnheimschen Heide, dann wieder steileres Gefälle und ausgeprägtere Talform.

Die Höhenlinien der holländischen Karte 1 : 50 000 (Ausgabe 1934), die auch unserem Kärtchen (Abb. 2) zugrunde liegen, erlauben keine exakte Angabe der Gefällverhältnisse, jedoch werden die Unterschiede im Gelände sichtbar.

Während des periglazialen Klimas muß das Talsystem als Ganzes durchflossen worden sein. Auch das Wasser der Tälchen, die auf der Heidehochfläche zu enden scheinen, muß über diese Fläche hinweg Anschluß an das Wolfhezer-Talsystem gefunden haben, da es wegen des gefrorenen Untergrundes nicht versickern konnte. Es muß sich nach Art einer Schichtflut über diese Fläche hinwegbewegt haben, ohne ausgeprägte Täler zu schaffen. Mithin zeigt sich eine deutliche Anpassung des Gefälles an die Großformen. Eine normale, zurückschreitende Erosion würde, undurchlässige Gesteine vorausgesetzt, gleichmäßig bis unter die Wasserscheide zurückgreifen und eine ausgeglichene Gefällskurve liefern. Unter den periglazialen Verhältnissen dagegen konnte sich die Ausbildung von Talmulden nur im Bereich des jeweils gering mächtigen Auftauhorizontes über dem gefrorenen Untergrund vollziehen. Also Eintiefung von oben her, statt rückschreitende Erosion. Es läßt sich denken, daß im Bereich größerer Geländeverflachungen die Eintiefung aufhörte und sich das mit Wasser durchtränkte Solifluktionsmaterial mehr oder minder flächenhaft ausbreitete. Das überschüssige Wasser mag sich dann erneut in dem mit flachen Dellen einsetzenden unteren Talsystem gesammelt haben.

Dieses untere Talstück besitzt ebenfalls kein gleichmäßiges Gefälle, nicht einmal ein gleichsinniges. Wie schon die Isohypsen in Abb. 2 erkennen lassen, ist der Talboden teilweise in mehrere oberflächlich abflußlose Wannen zerlegt. Sehr schön prägen sich solche Mulden in

⁶⁾ K. *Gripp*, Diluvialmorphologische Probleme? Zeitschr. d. dtsh. Geol. Ges. Bd. 84. 1932. S. 629 ff.

dem Talzug südwestlich von Schaarsbergen aus, namentlich beim „Jachthuis“, wo man die wannenförmige flache Hohlform innerhalb des Talzuges leicht überblickt. In eine weitere solche Mulde sieht man von der Bahn bei Wolfhezen nach Norden hinein. Folgt man diesem Tal weiter aufwärts, so trifft man jenseits des Amsterdamschen Weges bei Rijersheide auf eine

ähnliche abflußlose Mulde. Es handelt sich also um eine durchaus nicht vereinzelte, sondern für dieses Talsystem typische Erscheinung, die allerdings nicht verallgemeinert werden darf. Zur Erklärung dieser Verhältnisse kann m. E. nur die Windausblasung herangezogen werden. Das Talsystem liegt im Bereich ziemlich feinkörniger Sande, die weiterhin zu ausgedehnten Dünen-

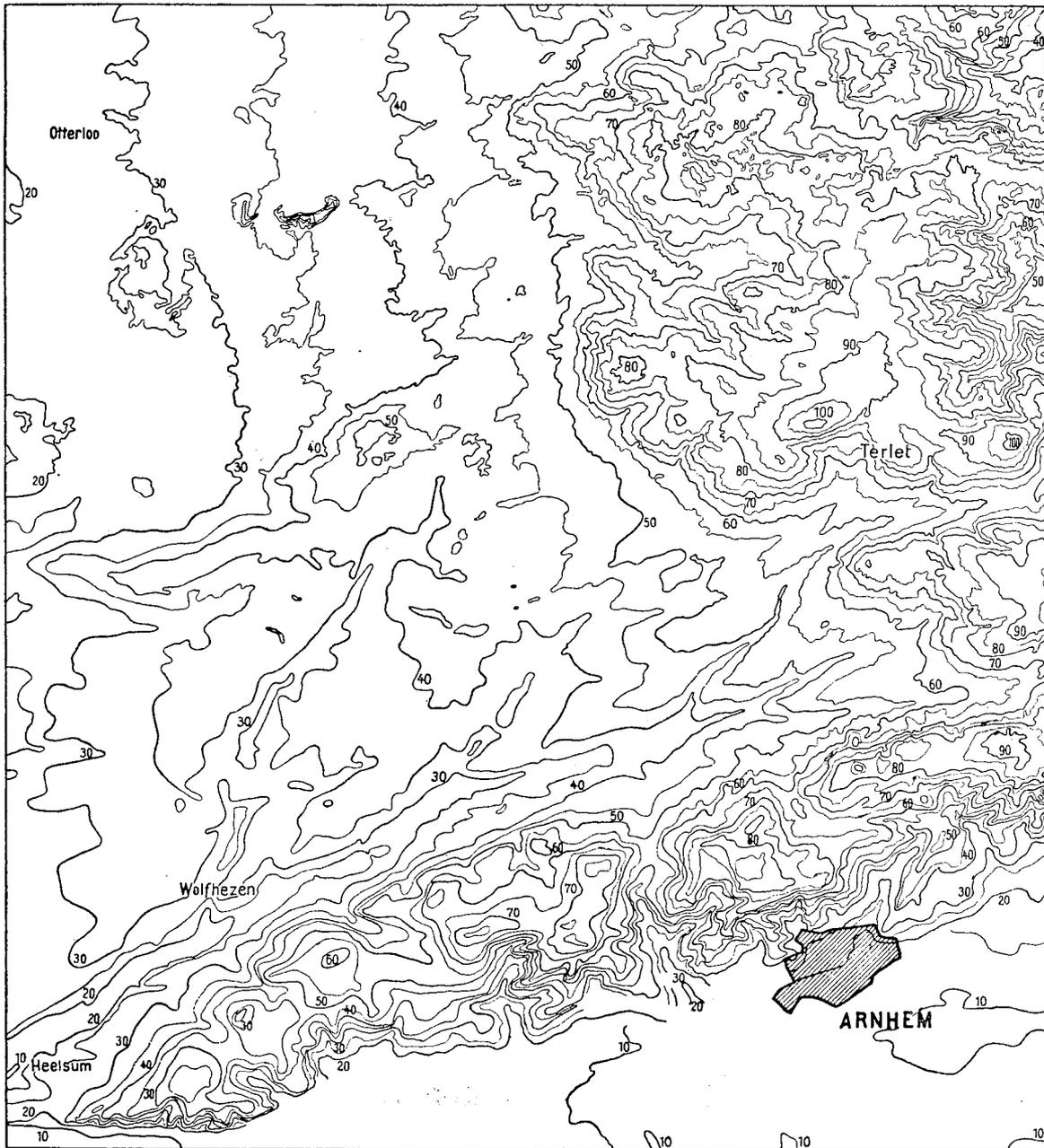


Abb. 2. Die Oberflächenformen der Veluwe nördlich Arnhem. (Isohypsen von 5 : 5 m nach der topographischen Karte der Niederlande 1 : 50 000)

feldern Veranlassung gegeben haben und vielleicht auch das Ursprungsgebiet der feinen Staubsande darstellen, die nördlich Arnheim und Velp von Westen her auf die Veluwe heraufgeweht sind. Man darf annehmen, daß aus dem flachen Boden dieser periglazialen Täler nachträglich Material ausgeweht wurde, als der Grundwasserspiegel nach Auftauen des gefrorenen Bodens sank. Möglicherweise haben hier die vegetationslosen Sedimente versiegender Wasserlachen dem Wind entsprechende Angriffspunkte geboten.

Jedenfalls geben diese oberflächlich abflußlosen Mulden eine eindeutige Antwort auf die Frage, ob das Talsystem als Ganzes noch in Weiterbildung begriffen ist oder eine nicht mehr in Funktion befindliche Vorzeitform darstellt. Das Letztere trifft zu. Das Tal wird auch bei stärkstem Wasserandrang, den der durchlässige Boden nicht bewältigen kann, heute nicht mehr als Ganzes durchflossen und also auch nicht weitergebildet. Erst unterhalb von Wolfhezen stellt sich ein perennierendes Gerinne ein, das seinen Ursprung in einer deutlich in den periglazialen Talboden eingesenkten Quellnische (Springe) nimmt und sich weiterhin sein eigenes Bett gräbt.

Auch der Oberlauf des Talsystems dient heute stellenweise dem oberflächlichen Abfluß. Auf dem Königsweg, der die Straße Arnheim—Terlet südlich der Arnheimschen Heide kreuzt, überquert man bei Kilometerpaal 7 den Oberlauf des am weitesten zurückreichenden Talarmes dieses Systems. In den Boden des breiten, muldenförmigen Trockentals ist hier mit deutlichen Uferbänken ein mäandrierender jüngerer Talboden eingesenkt, der seinerseits eine meist trocken liegende doch vegetationslose Bachrinne aufweist. Man erkennt an den unterspülten Wurzelballen, daß hier nach stärkeren Regengüssen zeitweilig Wasser fließt. Ähnliche Verhältnisse findet man auch in verschiedenen Tälern östlich der Straße Arnheim—Terlet, sowie in den steilen Tälchen, die den Höhenrand zwischen Terlet und Deelen kerben. Hier ist zweifellos junge Erosion zeitweilig am Werke. Aber gerade diese rezenten Wasserrisse zeigen, wie verschieden die jungen Vorgänge von den periglazialen Talbildungen sind. Durch sie würde sich der weite, flach muldenförmige Querschnitt, der für die periglazialen Täler durchgängig typisch ist, nicht erklären. Es handelt sich um kurze Gerinne, die bald wieder versickern und sich auf ihrem Weg scharf einschneiden. Sie zeigen lediglich, daß oberflächliche Erosion auch in diesem durchlässigen Material heute nicht ganz fehlt.

Von diesen langen Trockentälern unterscheiden sich die kurzen, meist recht steil-

wandigen, oft kesselartigen Täler, die den zum Rhein abfallenden Steilrand der Veluwe gliedern und in ein starkbewegtes Relief verwandeln. Ihr Boden ist flach und geht gewöhnlich mit ganz geringem Gefälle in die Niederterrasse über. Die auffällige Steilheit der Talhänge und namentlich auch der kesselartige Talschluß widerspricht der Wirkungsweise periglazialer Solifluktion, die immer nur abflacht, niemals untergräbt und versteilt. Ich möchte diese Täler daher dem Typus der Grundwasserzertalung („Steilhangzertalung“) *Gripp's* zurechnen, zumal, da am Fuß des Talschlusses sich in geringer Tiefe Grundwasser findet, das teilweise durch Grabung künstlich freigelegt worden ist. Daneben kommen auch echte Grundwasserquellen vor. In ihrer Umgebung beobachtet man Anzeichen einer natürlichen Untergrabung des Hanges infolge Fließbewegung des durchfeuchteten Materials. In der überwiegenden Mehrzahl sind diese Täler aber den Trockentälern zuzurechnen. Der Grundwasserspiegel liegt im allgemeinen tiefer als der heutige Talboden. *Gripp*⁷⁾ hat solche Tälchen am Steilrand des altdiluvialen Hochgebietes von Harburg studiert und ist dort zu der Überzeugung gekommen, daß sie etwas jünger sein müssen, als die langen Trockentäler des Hochgebietes selbst, aber doch noch der ausgehenden Eiszeit angehören, da sie noch mit Flottsanden ausgekleidet sind. Die gleichen Verhältnisse liegen am südlichen Veluwerand vor: auch hier kleidet Flotssand bzw. Löß teilweise die Talflanken aus, wie das namentlich in dem Tälchen nördlich Worth Rheden zu sehen ist. Über die Natur und die Herkunft dieses Lösses ist viel gestritten worden, doch kann über sein letzt-eiszeitliches Alter kaum Zweifel bestehen. Andererseits greift die Steilhangzertalung in einer Weise in das Gebiet der langen, westwärts gerichteten Trockentäler zurück, daß man von „Anzapfung“ reden möchte, wenn es sich auch um Trockentäler handelte. Man kann dies besonders nördlich von Velp beobachten, wo im Bereich des Flottsandgebietes des „Rozendalschen Zand“ eine westwärts gerichtete Talmulde in + 80 m Höhe eine Art Bifurkation aufweist, indem nämlich das Gefälle einerseits weiter nach Westen zum obengenannten Talsystem von Wolfhezen weist, andererseits scharf abbiegend nach Süden zum Beekhuizer Randtal führt; oder westlich von Kasteel Rozendal, wo man einem Seitental in ostwestlicher Richtung folgend, beim Kilometerpaal 5 (Falkenhuizen) eine ausgesprochene Talwasserscheide erreicht, die gleichfalls in das Gebiet des Wolfhezer Tales hinüberführt. Es liegt also der Schluß nahe, daß sich die (etwas jüngere) Rand-

⁷⁾ *K. Gripp*, a. a. O. (1932. S. 629 ff und Abb. 1).

zertalung in das Gebiet des langen Trockentalsystems zurückgeschnitten hat. Zur Erklärung dieser Verhältnisse genügt freilich der Hinweis auf die bedeutendere Reliefenergie des südlichen Steilrandes gegenüber der westlichen Abdachung. Immerhin dürfte das erobernde Zurückgreifen der Randzertalung in dem beobachteten Umfang erst in einer Übergangsperiode zwischen der dauernden Gefrorennis des Veluweuntergrundes und seinem völligen Auftauen erfolgt sein, wie das *Gripp* auch für die Randzertalung bei Harburg voraussetzt.

b) Die Randfläche und das Problem der Flugsande

Dem Veluwerücken ist im Westen ein breites, flaches Glacis vorgelagert, das allmählich in die sogen. Niederterrasse des Gelderschen Tales („Geldersche Vallei“) übergeht. Es ist zugleich das Gebiet der ausgedehnten „Sande“, weiter Flugsandfelder mit lebenden Dünen, Kupsten, Ausblasungsmulden usw.

Die Natur dieses Glacis ist noch problematisch. Die holländischen Geologen wollen in ihm einen der Stauchmoräne der Veluwe vorgelagerten Sander sehen. *Tesch*⁸⁾ spricht vorsichtig von einem „fluvioglazialen Mantel“, den er auch auf der anderen Seite des Veluwerückens gegen das Ijsseltal hin annimmt. Auch *Boerman*⁹⁾ umgibt auf seinem Kärtchen das Hochgebiet der Veluwe mit einem Sander („Spoelrand“). Ein solcher Sander, der janushaft nach verschiedenen Seiten blickt, ist nicht gut möglich. Nach *Tesch* setzt sich die Grundmoräne, die im Bereich der Veluwe vorwiegend sandiger Natur ist und sich oberflächlich meist nur durch verstreute Geschiebe nordischer Herkunft zu erkennen gibt, unter diesem fluvioglazialen Mantel fort. Dieser Mantel ist nach ihm „entstanden als ein Produkt des Abschmelzungs- und Verdunstungsstadiums, an der Außenseite der Stauwälle als eine Zusammenwachsung isolierter Sanderkegel, an der Innenseite als ein Sediment der Schmelzwasserströme im Gletschertal“.

Ich gestehe, daß mir diese Auffassung, die auch auf der geologischen Karte der Niederlande zum Ausdruck kommt, nicht recht einleuchten will, zumal in Verbindung mit der von *K. Oestreich*¹⁰⁾ und *J. Hol*¹¹⁾ geteilten Vorstellung, daß der nahende Gletscher zuerst die

präexistierenden Tiefenfurchen des Ijsseltales und der Gelderschen Vallei erfüllt und dann erst den Rücken der Veluwe überflutet habe, ohne hier Moränenmaterial in größerer Mächtigkeit abzulagern. Für die Bildung eines ausgedehnten Sanders ist in dieser Auffassung eigentlich kein Platz. Doch gleichviel, ob es sich wenigstens an der Westseite der Veluwe um einen ursprünglichen Sander handelt oder nicht, jedenfalls haben periglaziale Abtragungs- und Aufschüttungsvorgänge offensichtlich an der heutigen Gestalt dieser Randfläche mitgearbeitet.

Daß während des Periglazials hier beträchtliche Umlagerungen von Material erfolgt sein müssen, hat als erster *Oosting*¹²⁾ nachgewiesen; er zeigte am Mikrorelief der Niederterrasse des Gelderschen Tales und der Hänge des Wageninger Stauchmoränenrückens, daß in der Hauptsache örtliche Solifluktion und Windumlagerung an der Entstehung der Niederterrasse beteiligt sind. *Crommelin*¹³⁾ konnte dann an Hand von 40 Bohrungen in der Gelderschen Vallei erneut bestätigen, daß keine Rheinsande diese Niederterrasse aufbauen, sondern daß die Ablagerungen der sogen. „postglazialen Talauffüllung“ in ihrer Zusammensetzung stark an die fluvioglazialen Bildungen der Veluwe erinnern und wahrscheinlich von diesen abkünftig sind. Daher zweifelt *Edelman*¹⁴⁾ mit Recht, ob man überhaupt von einem primären Fluvioglazial im Sinne der geologischen Karte reden darf. Ich möchte diese Bedenken auch hinsichtlich der Morphologie des sogen. fluvioglazialen Mantels teilen.

Betrachten wir den Ausschnitt aus der holländischen Karte 1 : 50 000, der das südlich der Bahn Ammersfort—Apeldoorn gelegene Gelände zwischen Kootwijk und Otterloo in Isohypsen von 50 zu 50 m darstellt. (Abb. 3.) Die rezenten Dünen- und Flugsandgebiete des Kootwijkschen Sandes, Harskampischen Sandes und des Otterlooschen Sandes sind dabei nach der älteren Buntdruckausgabe der Karte eingetragen.

⁸⁾ *J. B. L. Hol*, La Paysage Néerlandaise. Comptes rendus du Congrès International de Géogr. Amsterdam. 1938. Tome I. S. 28: „Les lobes des glaces remplirent-ils d'abord les cuvettes les plus profondes. Ce sont celles occupées actuellement par: les débouchés préglaciaires du Rijn, l'Ijssel et la vallée gueldroise.“

¹²⁾ *W. A. J. Oosting*, Bodenkunde en bodemkartering, in hoofdzaak van Wageningen en omgeving. Wageningen. 1936.

¹³⁾ *R. D. Crommelin*, Sedimentpetrologische onderzoekingen in Midden-Nederland, in het bijzonder van het Jong-Pleistoceen. Med. Landbouwhoogeschool. Wageningen. 42. 1938.

¹⁴⁾ *C. H. Edelman*, Das Pleistozän in den Niederlanden und seine Bedeutung für das Bild und die Entstehung der niederländischen Landschaft. Comptes rendus du Congrès international de Géographie. Amsterdam. 1938. Tome II. S. 270.

⁸⁾ *P. Tesch*. Die wichtigsten Züge der niederländischen Endmoränen. Comptes rendus du Congr. intern. de Géogr. Amsterdam. 1938. II. S. 257.

⁹⁾ *W. E. Boerman*, a.a.O. 1923. Karte IX.

¹⁰⁾ *K. Oestreich*, a.a.O. 1938. Seite 8. „Peu à peu la glace couvrait aussi les plateaux, ce qui s'élevait trop haut . . . fut raboté et couvert, par une couche mince de Moraine de fond, tandis que dans les vallées, l'accumulation de la moraine atteignit une plus grande épaisseur.“

Der Ausschnitt umfaßt einen Teil des Höhenrückens der Veluwe, der im „Ucheler Bosch“ bis über 95 m ansteigt. Er besteht vorwiegend aus präißglazialen Flußsanden und Kiesen südlicher Herkunft („Diluvium mixte“) mit einer dünnen, oberflächlichen Bestreuung von nordischen Geschieben, den Resten einer degradierten Grundmoräne. Man erkennt deutlich die periglaziale Zertalung durch Trockentäler. Diese Täler reichen jedoch nur bis zur 50 m Isohypse herab. Von da ab verlaufen die Isohypsen im wesentlichen gestreckt von Norden nach Süden. Dem zertalten Höhenrand ist also eine nicht mehr zerschnittene sanft nach Westen geneigte Ebenheit vorgelagert. Die Trockentäler setzen sich auf ihr nicht fort, dagegen erkennt man

der Verlauf der Isohypsen als auch die Beobachtung im Gelände legt den Gedanken nahe, daß wir es bei diesen schmalen zungenförmigen Vorsprüngen mit Sandrippen zu tun haben, die zwischen den parallelen, in der Richtung des Gefälles angelegten Denudationsmulden stehen geblieben sind. Der Wind mag dann das Seine dazugegeben haben, um diese Restformen äußerlich umzuformen. Aus den arktischen Tundrengebieten werden freilich solche in der Richtung des Gefälles laufende Rücken nicht beschrieben, es sei denn als solifluidale Fließformen (Schuttstreifen, Fließerdezungen im Sinne von Frödin¹⁵). Um solche handelt es sich hier jedoch offenbar nicht. Der Sand neigt viel weniger zu solchen spontanen Fließformen, wie toniges

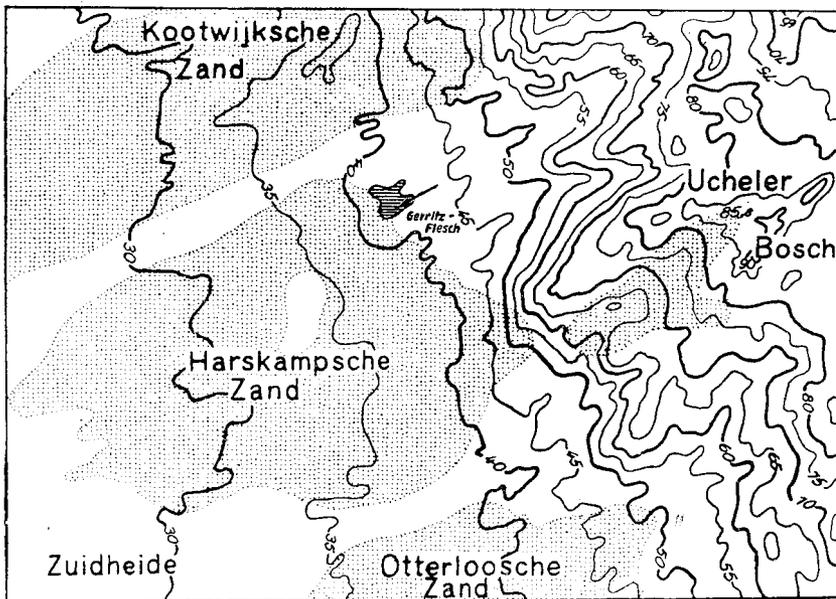


Abb. 3. Lage der „Sande“ (punktiert) am Rande der Veluwe.

gerade vor den Talzirkeln ein leichtes Ausbiegen der Isohypsen nach Westen (z. B. bei der wassererfüllten Ausblasungsmulde des Gerritz-Flesch), offenbar Andeutungen eines heute durch Windeinwirkung überformten periglazialen Schwemmkegels. Das Material aus den Tälchen muß über die Randfläche verbreitet worden sein. Ferner weisen die Höhenlinien eigentümliche Sporn- oder zungenartige Vorsprünge nach Westen auf (z. B. an der Südgrenze des Harskampschen Sandes). Sie sind für Schwemmkegel zu schmal und als solche auch unmotiviert, da sie keinen Taleinschnitten vorgelagert sind. Im Gelände zeichnen sie sich als mehr oder minder deutliche Sandrücken ab. Beim Harskampschen Sand wird ein solcher Rücken noch durch einen Waldstreifen im Gelände markiert. Man möchte an Strichdünen inmitten eines Kupstengeländes denken, aber es ist auch bei einigen dieser Bildungen eine andere Erklärung möglich. Sowohl

Material. Tatsächlich zeigen diese flachen Rücken auch nicht die wulstförmige Stirn, die den Fließerdezungen eigen ist. Dagegen zeichnen auch im Mikorelief sich häufig flache Mulden ab, die in Richtung der Hangneigung verlaufen¹⁶). Zwischen solchen parallel verlaufenden Mulden bleibt passiv ein Wulst stehen, der an eine Aufschüttungsform erinnern mag. Fälschlich hat man solche schmalen Sandrücken teilweise als Oser gedeutet, so etwa unmittelbar südlich der Bahn Ammersfort—Apeldoorn, wo der Regelderger Hessenweg auf einem dieser Sandrücken entlang läuft. Jedenfalls verzeichnet Boerman auf seinem Kärtchen an dieser Stelle zwei parallele Oser. Zu dieser Auffassung werde ich weiter

¹⁵) J. Frödin, Über das Verhältnis zwischen Vegetation und Erdfließen in den alpinen Regionen des schwedischen Lappland. Lunds Universitets Arsskryt. W. F. Bd. 14. 24 Lund, Leipzig. 1918.

¹⁶) W. A. J. Oosting, a.a.O.

unten Stellung nehmen. Eine Durchmusterung der Karte zeigt, daß es sich um eine sehr häufige, ja für diese Randfläche geradezu typische Erscheinung handelt. Ich glaube auf Grund der Stichproben, die ich im Gelände habe machen können, daß sich in dem geschilderten Verlauf der Isohypsen, d. h. also in diesen mehr oder minder deutlichen ostwestwärts verlaufenden Rücken das Mikrorelief einer Solifluktionsterrasse widerspiegelt. Darunter verstehe ich eine Ebenheit von schwachem Gefälle, die teils durch Vorschüttung sehr flacher Solifluktionsschwemmkegel, teils durch Einebnung noch vorhandener Reliefunterschiede nach Art der solifluidalen Flächenabtragung im Sinne von *Troll*¹⁷⁾ gebildet worden ist. Auch die äolische Deflation scheint bei der Ausbildung dieser Randfläche eine bedeutende Rolle gespielt zu haben, worauf noch zurückzukommen sein wird. Damit würde der fluvioglaziale Mantel *Tesch's* eine Erklärung finden, die manche Schwierigkeiten der Deutung als primärer Sander vermeidet und dem zuerst von *Oosting* beobachteten Mikrorelief gerecht wird. Wir hätten dann in dieser Solifluktionsterrasse nur den höheren, über dem heutigen Grundwasserniveau liegenden Teil der sogenannten Niederterrasse des Gelderschen Tales zu sehen. Die Solifluktionsterrasse geht ohne Gefällsbruch allmählich in die Niederterrasse über.

Mit der Deutung dieser auffälligen Randfläche vor dem Höhenrücken der Veluwe als Solifluktionsterrasse ist nicht gesagt, daß an ihrem Aufbau nur Solifluktionmaterial teilnimmt. Das ist sogar sicher nicht der Fall. In ihr stecken zweifellos primäre glazigene bzw. fluvioglaziale Ablagerungen, die man als Saumsander deuten kann¹⁸⁾. Aber an ihrer Oberfläche dürfte es sich teilweise um umgelagertes Material handeln, soweit nicht auch solifluidale Denudation vorliegt. Die Tatsache, daß sich Sand der Solifluktion gegenüber resistenter verhält als toniges und lehmiges Material, ist kein Gegenargument gegen seine Überformung¹⁹⁾. Denn die Zertalung der sandigen Hänge zeigt ja eindeutig, daß eine beträchtliche periglaziale Umlagerung auch in diesem Material möglich ist. Eine solche Umlagerung würde den besonders unfruchtbaren Charakter der zu Flugsandbildung neigenden Randfläche gut erklären. Indem der ur-

sprüngliche Verband, sei es der glazigenen bzw. fluvioglazialen, sei es der gestauchten präiss-glazialen fluviatilen Ablagerungen durch Solifluktion, Tätigkeit des Bodeneises und Windablagerung gründlich zerstört wurde, wobei auch das etwa noch vorhandene tonige Feinmaterial selektiv ausgespült werden konnte, wurden diese Sande für den Angriff des Windes prädestiniert.

Die Bodenkundler der Wageningen Hochschule sind geneigt, dem Wind eine beträchtliche, wenn nicht die entscheidende Rolle bei den periglazialen Abtragungs- bzw. Akkumulationsvorgängen zuzuschreiben²⁰⁾. In der Tat dürfte der Wind bei der Ausgestaltung unserer Solifluktionsterrasse während des ganzen Periglazials mitgewirkt haben. (Periglaziale Deflation). Die Hauptzeit der Windausblasung scheint aber erst am Ende des Periglazials einzusetzen, und es sind jetzt vorwiegend westliche bzw. südwestliche Winde, die dabei eine Rolle spielen. *Florschütz*²¹⁾ hat an Hand von pollenanalytisch untersuchten Profilen aus Overijssel (Twente) und Gelderland (Apeldoorn) nachgewiesen, daß die intensive Sandverwehung, die zur Bildung deckenförmiger Flugsande und zu teilweiser Ausfüllung der Niederterrasse führte, erst nach der durch die „Tjäle“ (Frostboden) hervorgerufenen Vermoorung einsetzte, also in der Zeit des völligen Auftauens des wasserstauenden Frostbodens, und daß sie endete in dem Zeitpunkt, in dem sich eine neue geschlossene, den veränderten Verhältnissen angepaßte Vegetationsdecke gebildet hatte. Also erst am Ende des Periglazials löst eine stärkere Deflation die Solifluktion ab! In dieser Zeit dürfte die Rundfläche erneut eine beträchtliche Überformung, diesmal durch den Wind, erfahren haben. Zweifellos geht die Anlage der heutigen Flugsandfelder auf sie zurück, wenn auch eine erneute Mobilisation der Sande später durch anthropogene Einflüsse (Entwaldung) verursacht worden ist. Die deckenförmigen „Staubsande“ auf der Höhe der Veluwe sind wahrscheinlich gleichfalls am Ende des Periglazials durch westliche Winde heraufgeweht worden. Wie wir sahen, wurden in dieser Zeit auch die Böden der Trockentäler durch Windausblasungen überformt.

Dünen, Kupsten, Windausblasungsmulden mit Steinpflaster, z. T. von flachen Wassertümpeln erfüllt (sogen. „Flechs“) kennzeichnen

¹⁷⁾ C. *Troll*, Die Formen der Solifluktion und die periglaziale Bodenabtragung. „Erdkunde“. Bd. I. 1947. S. 162 ff.

¹⁸⁾ P. *Tesch*, a.a.O. 1938 weist darauf hin, daß bei genügend tiefen Aufschlüssen eine Schichtung der Sande zu erkennen sei.

¹⁹⁾ Die Widerstandsfähigkeit von Sand und Kies gegen periglaziale Denudation wird besonders von *Dewers* betont. Vergl. *Dewers*, a.a.O. (1941). S. 136: „An sandigen Hängen dürfte sie (die Solifluktion) keine nennenswerte Rolle gespielt haben . . .“

²⁰⁾ C. H. *Edelman*, a.a.O. 1938. S. 271: „Unserer Meinung nach sind diese feinen Sande (der Niederterrasse des Gelderschen Tales) hauptsächlich vom Winde abgelagert worden und können sie den Decksanden der deutschen Geologen und Geographen gleichgestellt werden.“

²¹⁾ F. *Florschütz*, Über spätpleistozäne Flugsandbildungen in den Niederlanden. *Comptes rendus du Congrès Internat. de Géogr.* Amsterdam 1938. Tome II. S. 279 ff.

die mobilen Sandfelder. Sie bilden namentlich im Kootwijkschen Zand, wo sie unter Naturschutz stehen, die eindrucksvollsten Bilder einer lebenden Binnendünenlandschaft.

c) Sölle und Oser in der Veluwe?

Im starken Widerspruch zu der beträchtlichen periglazialen Umgestaltung des ursprünglichen Reliefs der Veluwe stehen die von den holländischen Geologen seit langem beschriebenen angeblichen Sölle und Oser.

Es ist ja gerade ein Kennzeichen der Altmoränenlandschaft, daß Sölle in ihr so gut wie ganz fehlen, und daß auch die Oberflächenformen der wenigen Oser, die in ihr geologisch nachgewiesen werden konnten, so stark verwischt sind, daß man sie im Gelände kaum als solche erkennt. Nun werden aber aus der Veluwe Sölle und Oser mit einem Erhaltungszustand beschrieben, wie man ihn sonst nur aus Jungmoränenlandschaften kennt. Das Fragezeichen ist daher wohl berechtigt.

Was zunächst die Sölle anbetrifft, so bringt *van Baren*²²⁾ in seinem Werk über den Boden der Niederlande ein Photo eines solchen Sölls aus der Gegend von Elspeet in der nördlichen Veluwe, das in der Tat die typischen Merkmale eines echten Sölls aufweist. Das Bild hätte ebenso gut aus einer Jungmoränenlandschaft stammen können. Ich selbst habe südöstlich von Oud-Milligen bei Garderen zwischen der Straße nach Apeldoorn und der Bahn eine Hohlform studieren können, die keinen Zweifel an ihrer Entstehung durch Toteis läßt (die sogen. Mottenkuil). Keinesfalls handelt es sich hier um eine Windausblasungsmulde nach Art der zahlreichen Fleschs. Diese sind stets ziemlich flach und werden meist auch von einem entsprechenden Dünenwall begleitet. Die Mottenkuil liegt nicht im Dünengebiet und weist eine fast kreisrunde Trichterform auf, deren Neigung vielleicht etwas flacher ist, als bei den frischen Söllen in Jungmoränengebieten, aber doch wesentlich steiler als bei den Windausblasungsmulden. In der Umgebung von Garderen sollen sich mehrere solcher Sölle finden; schon die Ortsnamen „Het Soll“ und „Meerveld“ weisen darauf hin.

Wenn es sich wirklich um echte Sölle handelt, was ich bis zum Beweis des Gegenteils, wenn auch widerstrebend, annehmen muß, wie ist dann ihre Erhaltung zu erklären? Bei Garderen selbst ist das Gelände auffällig unruhig und kuppig, ganz im Gegensatz zu den sonst in der Veluwe auftretenden ausgeglichenen Formen. *Van Baren*, der hier Hangneigungen bis zu 19° gemessen hat, möchte in diesen Kuppen eine Kamesland-

schaft erblicken, ohne freilich den geologischen Beweis hierfür zu erbringen²³⁾. Möglicherweise haben hier Toteisbildungen eine so bedeutende Rolle gespielt, daß auch die periglaziale Abtragung die ursprünglichen Formen nicht völlig hat verwischen können. Daß sich aber Toteis aus dem Rißglazial unter starker Sandbedeckung etwa bis in die Würmeiszeit hinein erhalten haben soll, erscheint mir ausgeschlossen. Die Sölle müssen also die Zeit der periglazialen Solifluktion als Hohlformen überdauert haben. Das erwähnte Söll der Mottenkuil liegt auf einer etwa 30 m hohen Fläche mit sonst nur geringem Relief — die topographische Karte gibt für den Boden der Hohlform 21,8 m an — gerade vor einer offenbar primären Lücke in dem Veluwrücken, die von der Bahn Ammersfort—Apeldoorn benutzt wird. Vielleicht verdankt es dieser Lage seine Erhaltung. Dies mahnt zur Vorsicht, das Ausmaß der periglazialen Umgestaltung nicht überall gleich hoch zu veranschlagen, wozu auch nach unseren bisherigen Kenntnissen kein Anlaß gegeben ist. Gerade die periglazialen Täler zeigen ja, daß der Abtrag auf geeigneten Hängen ganz beträchtlich größer ist als auf ebenen Flächen.

Problematischer noch ist die Existenz der vielen Oszüge, die sich über die Veluwe hinziehen und sich an solchen Stellen finden sollen, deren starke periglaziale Überformung schon aus der Karte hervorgeht. (Vergl. Abb. 4.)

Die Deutung der eigentümlichen langgestreckten und schmalen Sandrücken, die man auf der Veluwe oft über mehrere Kilometer weit verfolgen kann, als Oser („Smeltwatterruggen“) geht auf *van Baren* und *Boerman* zurück²⁴⁾. Seither ist das Vorkommen echter Oser in der Veluwe nicht angezweifelt worden²⁵⁾. Nach der Skizze von *Boerman*, von der wir die angeblichen Oser in unser Kärtchen Abb. 4 übernommen haben, und nach der neuen geologischen Karte sind es deren so viele, daß allein schon dieses massenweise Auftreten einer im übrigen mitteleuropäischen Glazialgebiet doch immer nur vereinzelt erscheinung eine gewisse Skepsis hervorrufen muß. Die diesbezüglichen Abbildungen bei *van Baren* und *Boerman* sowie die Beschreibungen, die von solchen „Osern“ aus der Veluwe vorliegen, legen aber den Gedanken nahe, daß es sich z. T. tatsächlich um echte Oser handelt. Ich

²²⁾ *J. v. Baren*, a.a.O. II, S. 570.

²⁴⁾ *J. van Baren*, De morphologische bouw van het Diluvium ten Westen van den IJssel. Tijdschr. van het Kon. Nederl. Aardr. Gen. 1907. — *W. E. Boerman*, Smeltwatterruggen en Dunrijen op de Veluwe. Handelingen 17. Nederl. Nat. en Genesck. Congres. Leiden. 1919. — Ders., Smeltwatterruggen op de Veluwe. Tijdschr. van het Kon. Nederl. Aardr. Gen. 1928. S. 355.

²⁵⁾ *K. Oestreich*, a.a.O. S. 15. — *J. Hol*, a.a.O. S. 30.

²²⁾ *J. van Baren*, Der Boden van Nederland. Amsterdam. 1927. II. Abb. 76 S. 603.

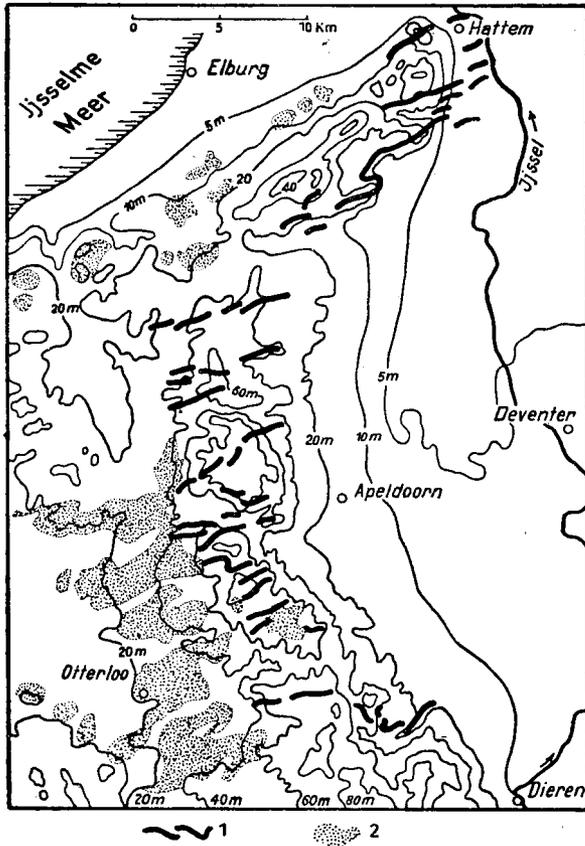


Abb. 4. Die „Oser“ (1) der Veluwe (nach Boerman) und die Lage der Flugsandfelder (2)

selbst habe in Begleitung von Oosting ein solches Gebilde bei Hoog-Soeren gesehen und war von der Ähnlichkeit dieser schmalen „eisenbahndammartigen“ und gelegentlich „bajonettförmig geknickten“ Rücken mit frischen Osern aus dem Jungmoränengebiet sehr beeindruckt. Diese Rücken bestehen durchweg aus Sand. Die Behauptung van Baren's, daß auch Kies-Oser vorkämen, wird von Boerman ausdrücklich bestritten²⁶⁾. Von einer horizontalen Schichtung, wie sie z. B. K. Oestreich für das Os zwischen Tongeren und Wapenvelde beschreibt, habe ich bei Hoog-Soeren nichts gesehen. Eine Steinsohle (mit Feuersteinen) an der Oberfläche des Os schließt hier die Möglichkeit aus, daß es sich um eine Strichdüne handeln könnte, an die man der Form nach denken könnte. Unter dem Eindruck der starken periglazialen Umgestaltung der Veluwe habe ich nach dem Motto „daß nicht sein kann, was nicht sein darf“ nach Hinweisen gesucht, die angeblichen Oser der Veluwe als Pseudo-Oser zu begreifen und unter anderem an eine Art „Forminversion“ gedacht, bei der eine streifen-

²⁶⁾ W. E. Boerman, a.a.O. 1923. S. 357.

förmige Stein- oder Kiessohle bei der flächenförmigen Solifluktion und Windabtragung selektiv als Rücken herauspräpariert wird. Eine derartige selektive Abtragung, die zu Formen führt, die durchaus an primäre Aufschüttungsformen erinnern, habe ich unabhängig von Dewers, der sie als erster beschrieben hat²⁷⁾, in der Wapelniederung der Oldenburgischen Geest kennengelernt, wo mehrere auffällig über ihre Umgebung herausragende Kuppen und Rücken bei der flächenhaften Denudation dieser talartigen Niederung stehen geblieben sind, weil ein Kieshut von geringer Mächtigkeit sie vor der Abtragung geschützt hat. Doch ist die von mir bei Hoog-Soeren beobachtete Steinsohle auf dem Rücken des angeblichen Os wohl zu unbedeutend, um eine solche schützende Rolle gespielt zu haben.

Wenn sich entgegen unseren Vorstellungen von der Überformung der Altmoränengebiete, also auf der Hochfläche der Veluwe, wirklich echte Oser erhalten haben sollten, so wäre das ein wirklicher Hinweis darauf, daß sich die Formen in sandigem Material tatsächlich gegenüber der Solifluktion ziemlich resistent verhalten, wenigstens in flachem Gelände. Aber es ist doch auffällig, daß sich keine Grundmoräne in der Nachbarschaft findet, höchstens ein als degradierte Grundmoräne zu deutender ganz dünner Schleier von nordischen Geschieben über den „Durchragungen“ der präisiglazialen Sande und Kiese des Veluwekerns. Auch das Os von Tongeren erhebt sich nach K. Oestreich über einem Gelände, das aus getauchten Kiesen und Sanden des Prä-Riß, nicht aber aus Grundmoräne besteht. Überall erhält man den Eindruck, daß die Grundmoränenablagerung auf der Höhe der Veluwe erstens primär eine nur geringe Mächtigkeit besitzen haben kann und zweitens während des Periglazials sehr stark, teilweise ganz abgetragen worden ist. Das paßt wenig zu der angeblichen Erhaltung scheinbar ganz frischer Oszüge, wenn auch mit Dewers zugegeben werden muß, daß sich Formen im Sand und Kies länger erhalten als in lehmigem und tonigem Material. Man muß immerhin bis zum vollgültigen Beweis des Gegenteils, zu dem meine wenigen Beobachtungen natürlich nicht ausreichen²⁸⁾, die Möglichkeit ins Auge fassen, daß sich tatsächlich

²⁷⁾ F. Dewers, in: Das Känozoikum in Niedersachsen. Geologie und Lagerstätten Niedersachsens. III. Oldenburg. 1941. S. 145 ff. — Ders., Einige wesentliche Charakterzüge der nordwestdeutschen glazialen Morphologie. Abhandl. naturw. Verein. Bremen. 29. Schütte-Heft. 1934.

²⁸⁾ Meine Studien in der Veluwe wurden durch den Krieg unterbrochen. Ich habe seinerzeit darauf verzichtet, die noch fragmentarischen Beobachtungen zu publizieren, in der Hoffnung, sie bei neuerlichen Reisen ergänzen zu können. Da sich diese Hoffnung in absehbarer Zeit nicht erfüllen dürfte, möchte ich sie hier mitteilen, ohne noch zu einem abschließenden Ergebnis gekommen zu sein.

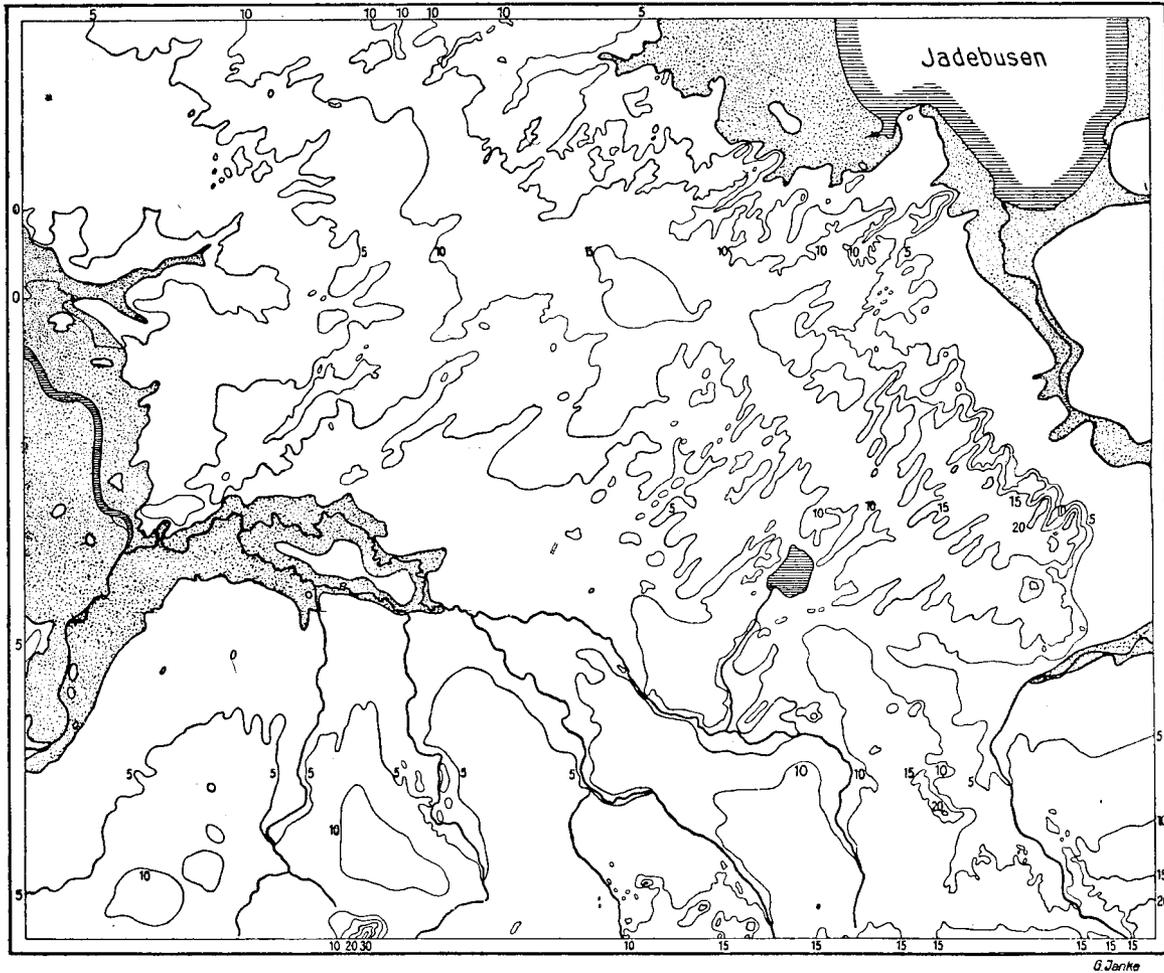


Abb. 5. Isohypsenbild des oldenburgisch-ostfriesischen Geestrückens und der Hunte-Leda-Niederung.

Oszüge in der Veluwe erhalten haben, ähnlich wie es augenscheinlich ja auch echte Sölle dort gibt. Keineswegs aber ist die Deutung als Os für alle Gebilde gesichert, die *Boerman* und *Tesch* als solche kartiert haben. So sind, wie bereits oben erwähnt, die von *Boerman* verzeichneten Oszüge östlich Kootwijk nach meinen Beobachtungen sicher keine Oser sondern vom Wind überformte „Restrippen“ zwischen periglazialen Denudationsmulden. Sie sind aus dem gleichen Material aufgebaut wie das umliegende Gelände. Auch bei anderen ähnlichen Gebilden mag es sich um Abtragungsformen handeln, die Oszüge vortäuschen. Zum Teil dürften auch echte Strichdünen in Frage kommen.

d) Vergleich mit Altmoränengebieten auf deutschem Boden

Zahlreiche Züge im Formenbild der Veluwe finden sich in Altmoränengebieten auf deutschem

Boden wieder, so die Trockentäler und die Steilrandzertalung im Diluvium bei Harburg. Weniger bekannt ist, daß auch die westliche Randterrasse der Veluwe mit ihren Flugsandfeldern, die allmählich in der Niederterrasse des Gelderschen Tals übergeht, bei uns ihr Gegenstück findet, und zwar am Südwestrand des nordoldenburgisch-ostfriesischen Geestrückens, hier nur im Grundwasser und teilweise unter Moorbedeckung ertrunken.

Dieser Geestrücken, der sich zwischen Oldenburg und Norden hinzieht (Abb. 5), besteht, wie die Veluwe im Kern aus vielfach gestauchten prärißglazialen (nämlich elstereiszeitlichen und tertiären) Sanden und Kiesen, wozu noch die während der vorletzten Eiszeit gestauchten Lauenburger Tone der ausgehenden Elster-Eiszeit kommen. Seine asymmetrisch gebaute Großform, namentlich der sanfte Abfall nach Südwesten wird durch flache, parallele Talmulden gegliedert, in

denen man, weil sie in der Richtung des Eisvorstoßes angelegt sind, eine primäre glaziale Furchung vermutet hat²⁹⁾, die aber wahrscheinlich erst ein Ergebnis periglazialer Überformung des Geestrückens ist. Die vorgelagerte weite Ebenheit der Hunte-Leda-Niederung wird von *Schucht*³⁰⁾ als einheitliches Urstromtal gedeutet, wogegen schon *Behrmann*³¹⁾ gewisse Einwände auf Grund des unter dem Moor ertrunkenen Reliefs südwestlich Oldenburg erhoben hat. Große Schwierigkeit bereitet den Vertretern der Urstromtaltheorie hier vor allem die Abgrenzung der eigentlichen Talsande, die randlich über ebenflächige aber nicht mehr steinfreie Sande allmählich in das Höhendiluvium übergehen. Die von *Keilhack* angegebene Grenze ist ganz willkürlich. Meines Erachtens liegen die Dinge hier ganz ähnlich wie beim Gelderschen Tal: wie dort die steinfreie postglaziale Talausfüllung (Niederterrasse) entstanden zu denken ist durch örtliche Verschwemmung aus dem angrenzenden Diluvium und nicht durch Transport von weit her, so auch hier die unter der Moorbedeckung der Hunte-Leda-Niederung liegenden Sande. Beide Male kommt man nach unseren heutigen Kenntnissen ohne die Annahme eines durchlaufenden Urstromtales aus, und es ist daher die Frage, wie weit wir es in der Hunte-Leda-Niederung über-

haupt mit Talsanden in dem bisherigen engeren Sinn zu tun haben³²⁾. Da ich meine Auffassung in dieser Frage an anderer Stelle niederlegen werde, sei hier nur im Vergleich mit der Veluwe hervorgehoben, daß sich aus der ursprünglichen Niederungsfläche vor ihrer Überwucherung mit Hochmoor ausgedehnte Flugsandfelder gebildet haben, deren Material auf den Geestrücken heraufgeweht worden ist³³⁾. Läge der Grundwasserspiegel hier heute so niedrig wie in der Veluwe — und offenbar hat er während der letzten Vereisung infolge der eustatisch bedingten Regression des Meeres entsprechend tief gelegen — würden sich die gleichen Verhältnisse einstellen, wie an der Westseite der Veluwe.

So lehrt der Vergleich, daß die Veluwe sich hinsichtlich ihrer Oberflächengestalt gut einordnet in das Bild der Altmoränenlandschaften Nordwestdeutschlands, wenn auch einige Züge auffälliger hervortreten als in den Vergleichslandschaften. Es wäre zu wünschen, daß die Untersuchungsmethoden der Wageninger Schule, insbesondere die von *Oosting* eingeführte sorgfältige Beachtung des Mikroreliefs, bei uns wie in Holland zu einer Revision der bisherigen Kartierung und zu einer stärkeren Berücksichtigung der periglazialen Überformung bzw. Umlagerung führen würde.

²⁹⁾ *Dodo Wildfang*, Die Geologie Ostfrieslands. Abhandl. d. preuß. geol. Landesanstalt. N. F. Heft 181. Bln. 1938.

³⁰⁾ *F. Schucht*, Zur Frage der Urstromverbindung zwischen Unterweser und Unterems. Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. 1912. S. 201 ff.

³¹⁾ *W. Behrmann*, Zur Frage der Urstromtäler im Westen der Unterweser. Verh. 17. Deutsch. Geographentag 1909. Bln. 1910. S. 49 ff.

³²⁾ *F. Dewers*, a.a.O. (1941) betont ebenfalls, daß eine scharfe Abgrenzung der Talsande dort nicht möglich ist. „Mir scheinen solche Beobachtungen darauf hinzuweisen, daß aus dem Aufbau der Talsandkörper die Abspülmassen von der Geest wesentlich beigetragen haben.“ (S. 151).

³³⁾ *Dodo Wildfang*, a.a.O. Siehe besonders auch die zugehörige geologische Karte 1: 100 000.

NEUE UNTERSUCHUNGEN VON FLACHFORMEN DER HÖHE IN DEN ALPEN

C. Rathjens jun.

Seitdem die flachkuppigen Gipfformen und sanftwelligen Plateaus der Schneeberggruppe in den nördlichen Ostalpen zum ersten Male von *Brückener* 1907 als Reste einer Altlandschaft gedeutet worden waren, haben die Flachformen der Höhe in den bayerischen und österreichischen Kalkalpen eine mit der Zeit ständig intensiver werdende Untersuchung erfahren. Das hügelige bis mittelgebirgsartige Relief der Kalkhochplateaus wird seit *Lichtenecker* (1926)¹⁾ als Raxlandschaft bezeichnet. An ihrem frühmitteliozänen Alter dürften

heute im Ostteile der nördlichen Kalkalpen kaum noch Zweifel bestehen. Darüber hinaus ist man hier zu der Vorstellung gelangt, daß ein noch älteres Flachrelief oder ein Rumpf, die von *Lichtenecker* so genannte Augensteinlandschaft, von der keine Reste erhalten geblieben seien, die orogenetischen Bewegungen und die Heraushebung des Gebirges voneinander trennt. Die einzelnen Hebungphasen waren durch Stillstände mit Talverbreiterung unterbrochen; dadurch entsteht der Stockwerkbau der Alpen, indem vom heutigen Talboden bis zu den höchsten Gipfeln immer wieder Flachformen zwischen die steileren Hänge eingeschaltet sind. Die Dachsteinkalkstöcke der

¹⁾ *N. Lichtenecker*, Die Rax, Geogr. Jahresber. aus Österreich. Bd. 13. 1926.