

Über altpleistozäne Kiese in der Veluwe¹⁾

Von G. W. LÜTTIG & G. C. MAARLEVELD

Zusammenfassung. Die altpleistozänen Kiese der Veluwe können als zugehörige grobklastische Petrofazies zwei lithostratigraphischen Einheiten zugeteilt werden: den Schichten von Harderwijk (mit der älteren Hellendoorn Kies-Assoziation) und den Schichten von Enschede (ältere Kies-Assoziation Noord-Niederland). An der Basis der letzteren finden sich nordische Geschiebe führende Grobsande, die Komplex von Hattem genannt worden sind. Die Geschiebe-Vergesellschaftung ist von besonderer Eigenart und gekennzeichnet durch starke südschwedische Geschiebe-Vormacht. Die Schichten von Enschede sind z. T. älter als ein Interglazial, das bisher mit dem Cromer Forest Bed parallelisiert worden ist. Älter als dieses Interglazial ist mit großer Wahrscheinlichkeit der Hattem-Komplex.

Abstract. The old pleistocene gravels of the Veluwe can be subdivided into two lithostratigraphical units: the Formation of Harderwijk (with the older Hellendoorn gravel association) and the Formation of Enschede (with the older Noord Nederland gravel association). The last is the younger one.

At its base there are to be found coarse grained sands with boulders from Scandinavia, and this layers have been named Strata of Hattem. The erratics form a remarkable boulder association, which nowhere has yet been found. Southern Swedish boulder predomination is to be stated. The formation of Enschede is partially older than interglacial deposits, which have been synchronized with the British Cromer Forest Bed. Until now it is not shure if this parallisation may be correct so that this „interglacial“ period may represent a warm period in the system of the German Elster glaciation or even an interglacial older than Elster. We suppose that the Hattem Strata belong into the glacial period older than this „Cromer“.

1.

Im Altpleistozän — darunter verstehen wir die pleistozänen Schichten prä-Holstein, also Aachen- und Erfurt-Stufe (LÜTTIG 1958b) — der Veluwe sind nordische Geschiebe führende schichtungsfreie Grobsande bis Kiese als sogenannter Komplex von Hattem beschrieben worden (LÜTTIG & MAARLEVELD 1961). Diese Kiese finden sich in durch das Drenthe-Eis aufgestauchter Lage in Gruben bei Hattem, Nijverdal und Lemele (vgl. Abb. 1). Sie sind in die „weißen Sande“ eingeschaltet, die sicherlich älter als das Holstein-(Neede)-Interglazial sind, und zwar sind sie lithostratigraphisch in die Enschede-Schichten zu stellen (EDELMAN & MAARLEVELD 1958). Synchronität der einzelnen an verschiedenen Orten gefundenen Hattem-Sedimente ist nicht gegeben, im großen und ganzen scheinen sie aber doch in den gleichen Abschnitt der weißen Sande zu gehören.

Über die geochronologische Stellung des Hattem-Komplexes besteht noch keine Sicherheit. Erörterungen über sein genaues Alter folgen später in dieser Abhandlung.

2.

Überraschend ist die Zusammensetzung der nordischen und östlichen Komponente in den Hattem-Sanden. Die östliche Komponente weist auf einen Einfluß der nordwestdeutschen Flüsse, die für den Kiestyp Noord-Niederland allgemein von Bedeutung sind, insbesondere der Weser, hin. Lias-Hornsteine aus der Gegend von Rheine-Osnabrück, auch Rhein- und Maas-Flußgeschiebe sind zu beobachten.

Die nordische Komponente ist gekennzeichnet durch besonders viel südfennoskandisches, wenig mittelschwedisches, sehr wenig Åland-Material. Die theoretischen Geschiebezentren liegen demgemäß im Bereich $\lambda = 14,8$ bis $15,4$, $\varphi = 56,8$ bis $57,5$. Aus Abbildung 2

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der 29. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Nordwestdeutscher Geologen in Kleve am 13. 6. 1962.

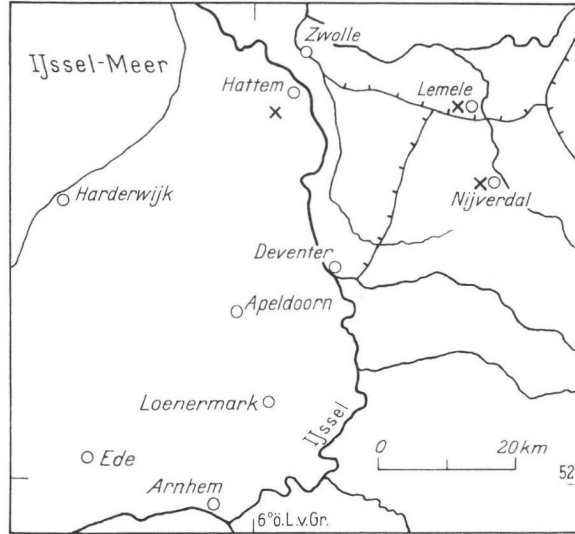


Abb. 1. Lageskizze der Fundorte des Hattem-Komplexes.

geht hervor, aus welchen Gebieten die nordischen Geschiebe stammen. Das Geschiebeinventar ist demnach sehr einheitlich und beschränkt sich auf einen langgestreckten Raum parallel der südschwedischen Ostküste. Je nachdem, ob man als Transportmedium für die nordischen Geschiebe das Eis oder Flüsse annimmt, ergibt sich daraus eine Reihe von Folgerungen:

a) Sind die nordischen Geschiebe glaziär (und) oder glazifluviatil transportiert, so kann das betreffende Eis (oder seine Schmelzwässer) nur der ältestmöglichen

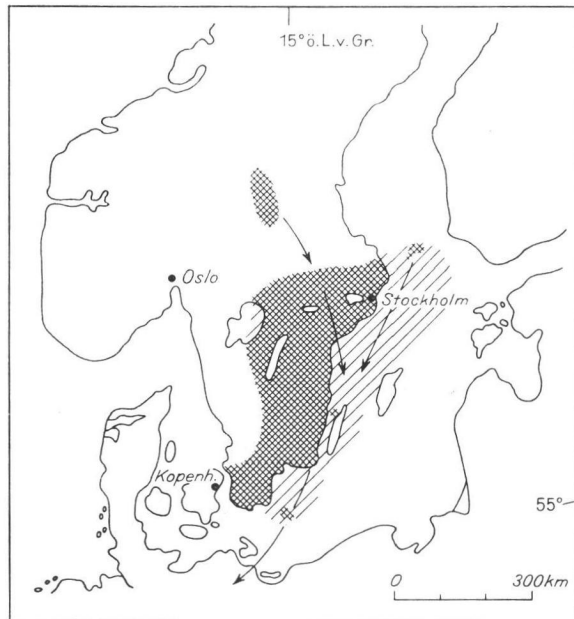


Abb. 2. Herkunftsgebiet der im Hattem-Komplex gefundenen nordischen Geschiebe.

Vereisung angehören. Alle jüngeren Glaziärsedimente Norddeutschlands und der Niederlande enthalten wegen der mannigfaltigen Vermischung der aufeinanderfolgenden Eisströme und der Schmelzwässer und wegen der Wiederaufnahme älterer Grundmoräne etc. durch jüngeres Eis stets Geschiebe aus vielen, wenn nicht allen Heimatgebieten in Skandinavien.

Diese Tatsache ist der Geschiebeforschung seit langem bekannt und der Grund dafür, daß es nur in seltenen Ausnahmefällen homochrome Geschiebe gibt und die Geschiebezählung stratigraphische Aussagen nur mittels besonderer statistischer Verfahren geben kann (vgl. LÜTTIG 1958 a).

b) Bei Annahme eines fluvialen Transportes, wie er für den pliozänen Kaolin sand der Nordseeküste in ähnlicher Weise gefolgert wird und nach W. ANDERSON (1953) auch für die weißen Sande der Niederlande gelten soll, hat man sich ein Fließgewässer vorzustellen, das nach Aufnahme eines Seitenflusses aus dem südlichen Dalarna und Härjedalen längs der schwedischen Ostküste nach Süden verlief und östlich der Kreideausstrichgebiete — die Hattem-Schichten sind außerordentlich flintarm! — das Gebiet der jetzigen deutschen Ostseeküste betrat. Von da aus muß es in westlicher Richtung das norddeutsche Tiefland gequert und nördlich der mitteldeutschen Gebirge die Weser (und andere deutsche Flüsse, z. B. die Elbe) aufgenommen haben, um schließlich auf jener alten Flußlaufstrecke nördlich des Wiehengebirges, die sich in MAARLEVELDS (1954) Kieszählungen so deutlich ausdrückt, die Veluwe zu erreichen. (Hier nahm unser Gewässer zeitweilig auch den Rhein auf).

Auf diesem aufgrund der Geröllführung angenommenen Wege würde das transportierende Medium den Raum von Stettin gekreuzt haben, die einzige Stelle, von der aus altpleistozänen Sedimenten durch K. RICHTER (1935) außerhalb der Niederlande nordische Geschiebe führende Sedimente mit einer derartigen Geschiebeassoziation beschrieben worden sind.

3.

Welche der beiden unter Kapitel 2 beschriebenen Annahmen ist nun die wahrscheinliche? Läßt sich aus den sedimentologischen Eigentümlichkeiten des Hattem-Komplexes selbst eine Entscheidung fällen?

Nach dem allgemeinen sedimentpetrographischen Befund ist der Hattem-Komplex als Sediment eines relativ großen Fließgewässers mit gleichbleibender Wasserführung aufzufassen. Da einzelne große Buntsandsteinblöcke und Lehmgerölle mit eckigem Umriß in den Geschiebelagen enthalten sind, ist eine kaltzeitliche Entstehung zu vermuten. Diese Feststellungen schließen keine der oben angegebenen Transport-Möglichkeiten aus. Die Geschiebe können zunächst von einer Eismasse, etwa bis zur heutigen deutschen Küste transportiert worden sein. Dann können die Schmelzwässer dieses Eises die Geschiebe in jenen alten Flußlauf gefrachtet haben, der nördlich der deutschen Mittelgebirge in das Gebiet floß, in dem wir den Hattem-Komplex heute beobachteten. Auch ein ausschließlich fluvialer Transport während einer altpleistozänen Kaltzeit kann nicht ausgeschlossen werden.

4.

Der Hattem-Komplex ist mit Sicherheit älter als das Holstein (Neede)-Interglazial. Die Schichten von Enschede, in der Nähe von deren Basis der Hattem-Komplex liegt, werden von den Schichten von Urk überlagert, die der Mittleren Mittelterrasse des Rheines entsprechen, die hinwiederum unter den holstein-interglazialen Schichten von Krefeld liegt. Die nordische Geschiebe führende Lage des Hattem-Komplexes ist damit als ältester und einziger, wenigstens in bezug auf seine Hangendschichten einwandfrei datierter derartiger Horizont der Niederlande anzugeben.

Bekanntlich ist aufgrund von Geschiebezählungen in rotem Geschiebelehm in den Niederlanden ein elstereiszeitliches Alter für dieses Sediment gefolgert worden; vgl. HESEMANN (1939), VAN DER LIJN (1941 a, b), KRUIZINGA (1944) und DE WAARD (1955). Dieser Geschiebelehm unterscheidet sich durch die starke ostfennoskandische Geschiebevormacht sehr deutlich von dem normalen grauen, drenthestadialen Geschiebelehm. Nun ist nirgendwo Überlagerung des gewöhnlich nur in Schollen vorkommenden roten Geschiebelehms durch fossilführendes Holstein-Interglazial erwiesen. Andererseits hat man in den Niederlanden und den deutschen Nachbargebieten einen roten Geschiebelehm eindeutig drenthestadialen Alters mit ostfennoskandischer Geschiebevormacht beobachtet (JONKER 1907, FABER 1950, K. RICHTER 1951, 1955). Es ist also sehr wahrscheinlich, daß der rote Geschiebelehm der Niederlande ebenso drenthestadialen Alters ist. Nach eigenen Beobachtungen handelt es sich wahrscheinlich nicht nur um einen, sondern um mindestens zwei rote Grundmoränen. Sicher eingestuftes elstereiszeitliches Geschiebelehm ist bisher nach Westen nicht wesentlich über die Weser hinaus verfolgt worden.

Wäre nun wenigstens ein Teil des roten Geschiebelehms der Niederlande elstereiszeitlich, so würde er doch in seiner Geschiebeführung in einem merkwürdigen Gegensatz zum Hattem-Komplex stehen. Bei letzterem liegt der Schwerpunkt der theoretischen Geschiebezentren bei 15,2—57,2, beim roten Geschiebelehm bei 18,1—59,1. Das ist ein bedeutender Unterschied. Der rote Geschiebelehm ist in seinem Geschiebeinventar auch wesentlich vielseitiger als die Geschiebelage von Hattem. Auch daraus würde zu schließen sein, daß der Hattem-Komplex die ältere, da weniger vermengte nordische Ablagerung von beiden wäre.

5.

Nun zur Altersstellung des Hattem-Komplexes. Seine Sedimente sind in die Schichten von Enschede (Kies-Assoziation Noord-Nederland bzw. nach ZANDSTRA ältere Noord-Nederland-Assoziation) eingeschaltet. Die Schichten von Enschede sind als jüngerer Teil der weißen Sande aufzufassen und liegen an einer an den verschiedenen Orten wohl nicht ganz synchronen Grenze auf den Schichten von Harderwijk (MAARLEVELD 1956, EDELMAN & MAARLEVELD 1958, ZONNEVELD 1958, ZANDSTRA 1959), die die ältere Hellendoorn-Kies-Assoziation führen. Diese Hellendoorn-Assoziation ist nach ZANDSTRA (1959) in eine jüngere normale und eine ältere quarzreiche Gruppe zu trennen, welche jünger ist als die Tegelen-Warmzeit. Damit ist der stratigraphische Fixpunkt nach unten gegeben.

Die Abgrenzung nach oben ist schwieriger. Die Enschede-Schichten sind sicherlich älter als die Schichten von Urk, die der Mittleren Mittelterrasse des Rheins entsprechen, welche wiederum älter ist als die Krefelder Schichten des Holstein-Interglazials. Die lithostratigraphische Einheit von Enschede, die nur in den nordöstlichen Niederlanden verbreitet ist, entspricht in etwa den südniederländischen Schichten von Sterksel. In diese ist das Interglazial von Westerhoven eingeschaltet (ZAGWIJN & ZONNEVELD 1956, ZAGWIJN 1956, 1959). Dieses Interglazial wird mit dem Cromer Forest Bed Englands und dem Bilshäuser Interglazial verglichen. Auch innerhalb der Enschede-Schichten sind interglaziale Sedimente angetroffen worden (Ede, Loenermark), die die gleiche stratigraphische Stellung haben sollen. In der Grube Loenermark handelt es sich um eine humose Lehmlage, die unter Urk-Schichten liegt. Die Urk-Schichten enthalten sehr grobe Geschiebe. Es wird deshalb angenommen, daß sie kaltzeitlicher Entstehung sind. Unter der humosen Lage kommen kiesführende Schichten von Enschede vor (POLAK, MAARLEVELD & NOTA 1962). In der Grube Loenermark war der liegende Teil der Enschede-Schichten nicht aufgeschlossen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß in den Sedimenten unter der Grubensole der Hattem-Komplex noch verborgen ist. Jedenfalls ergibt sich daraus, daß mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß der Hattem-Komplex in die Zeit prä-„Cromer“ (im Sinne der bisherigen deutsch-niederländischen Definition) gehört.

Die Grenze der Enschede-Schichten ist nach unten nun nur im lithostratigraphischen Sinne gezogen. Da die liegenden Harderwijk-Schichten nur in etwa den Kedichem-Schichten entsprechen, die in den südlichen Niederlanden zwischen Tegelenton (partim Tiglien) und Zaltbommel-Schichten liegen und Eburon-Kaltzeit sowie Waal-Warmzeit (von unten nach oben gewählt) umfassen, ist die geochronologische Stellung der Harderwijk-Schichten nur in etwa zu fixieren.

Aus den bisherigen Darstellungen (DE RIDDER & ZAGWIJN 1962, TER WEE 1962, ZAGWIJN 1956, 1960, QUITZOW 1956, v. D. BRELIE 1959, ZONNEVELD 1958 u. a.) ergibt sich das in Abb. 3 niedergelegte stratigraphische Schema.

6.

Aus Abb. 3 ist ersichtlich, daß der Hattem-Komplex wahrscheinlich in die Zeit der Menap- oder Weybourn-Kaltzeit fällt. Die Frage ist aber, ob das, was in den Nieder-

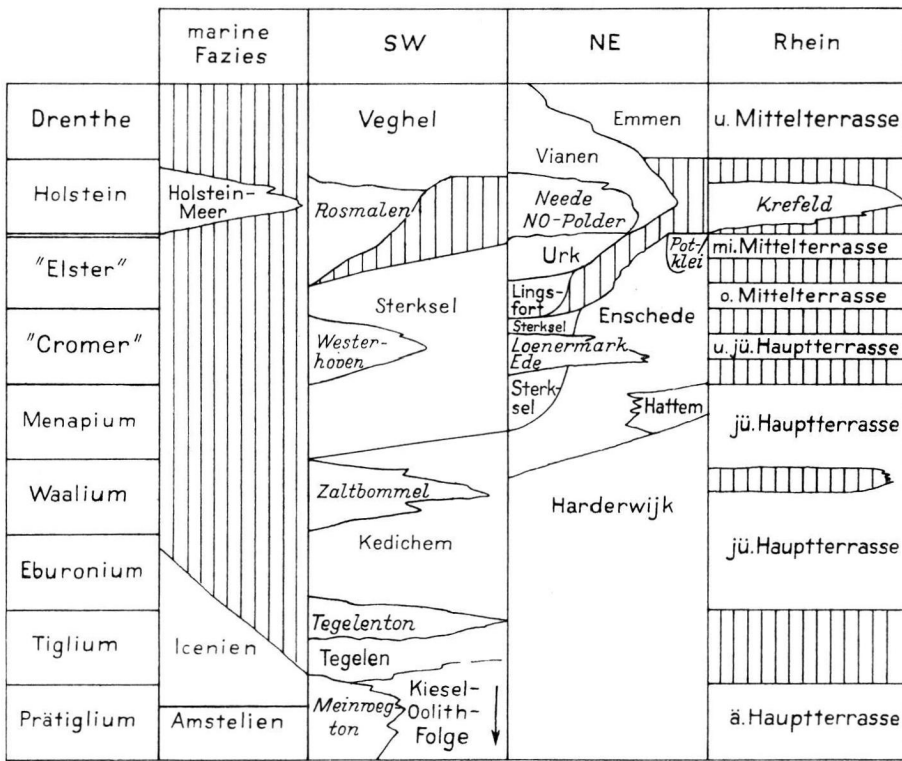


Abb. 3. Stratigraphisches Schema (Arbeitshypothese).

landen als Menapium und Cromerium angesprochen wird, einem Interglazial und einem Glazial vor der Elster (Mindel)-Eiszeit entspricht.

Zunächst darf festgestellt werden, daß die vor dem niederländischen Needien liegende Kaltzeit zweckmäßigerweise nicht als Mindel-Eiszeit bezeichnet werden sollte. Erstens bedarf die Mindel-Eiszeit der Alpen einer neuen und einwandfreien Neudefinition in den Alpen selbst. Zweitens ist ein exakter Nachweis, daß die betreffenden Ablagerungen in den Niederlanden tatsächlich dem Zeitraum, den man in den Alpen mit dem Ausdruck Mindel belegen würde, wenn er exakt zu definieren wäre, nicht erbracht. Über die Rhein-Terrassen ist das vorerst nicht geschehen und vielleicht auch gar nicht möglich. Haupt-

terrasse und Obere bis Mittlere Mittelterrasse sind am Mittelrhein und im Ostteil des Niederrheingebietes noch nicht datiert (QUITZOW 1956): Es sind für die Jüngere Hauptterrasse (KAISER 1958) und die Mittlere Mittelterrasse zwar Anzeichen kaltzeitlicher Entstehung bekannt, aber die Kaltzeiten, in der die betreffenden Erscheinungen entstanden, sind vorerst nicht exakt datiert. Es ist nur sicher, daß sie älter als das Holstein-Interglazial sind.

Daher verbliebe nur die Möglichkeit einer — wegen der räumlichen Verknüpfung mit den nordeuropäischen Vereisungen folgerichtigen — Benennung nach norddeutschen Bezeichnungen. Den Ausdruck „Mindel“ durch „Elster“ zu ersetzen, erscheint aber ebenfalls voreilig.

Nach den neuen Untersuchungen von K. RICHTER (1961) ist innerhalb der Elster-Serie eine Reihe von Warmzeiten nachweisbar, über deren Größenordnung noch keine völlige Klarheit besteht. Es ist deshalb mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die mit der Elster-Eiszeit in den Niederlanden parallelisierte Kaltzeit nur einem Abschnitt des deutschen Elster entspricht.

Damit und aus anderen Gründen rückt auch das niederländische „Cromer“ in ein anderes Licht. R. WEST (1961) hat beim 6. INQUA-Kongreß darauf hingewiesen, daß das von THOMSON (WOLDSTEDT 1951) untersuchte Profil aus dem Cromer Forest Bed nur einen Teil der Cromer-Serie enthält, die früher aufgrund unhorizontiert aufgesammlter Fossilien als einheitliche, interglaziale Folge, die Cromer-Stufe, betrachtet wurde. Nach WEST handelt es sich aber um zwei warmzeitliche Schichten, und die von THOMSON untersuchten Proben entstammen nur einem, dem oberen Horizont. WEST meint daher, daß die Übertragung des Begriffes Cromer auf kontinentale Ablagerungen nicht zulässig sei.

Betrachtet man die pollenanalytischen Ergebnisse der Untersuchung von Cromer, Westerhoven und Bilshausen, so wird man zugeben müssen, daß eine Datierung und Parallelisierung auf der Basis dieser Befunde allein nicht zu einem befriedigenden Ergebnis führt. Von Westerhoven steht nach ZAGWIJN & ZONNEVELD (1956) und ZAGWIJN (1960) fest, daß das Interglazial älter sein muß als das von Neede, jünger aber als das Waalien, das noch mehr Tertiärelemente führt. Auch das Bilshäuser Interglazial, das aufgrund des geologischen Profils und der Wirbeltierfunde in die nächste Warmzeit vor Holstein zu stellen ist, ist arm an Tertiärelementen, ähnelt in seinem Pollendiagramm so sehr dem Eem-Interglazial, daß aufgrund der Pollenanalyse allein eine richtige stratigraphische Einstufung nicht möglich wäre.

Um voreilige Parallelisierungen zu vermeiden, empfiehlt es sich daher, die bisher aufgrund der Profile von Westerhoven und Bilshausen nachgewiesenen Interglaziale mit Lokalnamen zu belegen. Für die niederländische Warmzeit empfiehlt es sich, den Ausdruck Cromer vorläufig in Anführungsstriche zu setzen, für den Bilshäuser Ton wird der Name R h u m e - W a r m z e i t vorgeschlagen (nach dem in der Nähe befindlichen Fluß).

Ob die auf die „Cromer“-Warmzeit in den Niederlanden folgende Kaltzeit ganz oder nur zum Teil der norddeutschen Elster-Eiszeit entspricht, muß vorerst offen bleiben.

Der Hattem-Komplex ist als wahrscheinlich vor die „Cromer“-Warmzeit gehörend zu betrachten.

S c h r i f t t u m

- ANDERSON, W. F.: Lavendelblauwe Verkieselungen. - Publ. nederl. geol. Ver. 13, 249-252, Zutphen 1953.
- BRELIE, G. VON DER: Probleme der stratigraphischen Gliederung des Pliozäns und Pleistozäns am Mittel- und Niederrhein. - Fortsch. Geol. Rheinl. Westf. 4, 371-388, 2 Tab., Krefeld 1959.
- EDELMAN, C. H. & MAARLEVELD, G. C.: Pleistozän-geologische Ergebnisse der Bodenkartierung in den Niederlanden. - Geol. Jb. 73, 639-684, 2 Taf., 26 Abb., 3 Tab., Hannover 1958.
- FABER, F.: Glaciale Schollen in Nederland. - Sporen van de IJstijd, Publ. ned. geol. Ver. 8, 50-54, Zutphen 1950.

- HESEMANN, J.: Diluvialstratigraphische Geschiebeuntersuchungen zwischen Elbe und Rhein. - Abh. naturw. Ver. Bremen 31, 247-285, Bremen 1939.
- JONKER, H.: De oorsprong van het glaciaal Diluvium in Nederland. - 28 S., Delft 1907.
- KAISER, K. H.: Wirkungen des pleistozänen Bodenfrostes in den Sedimenten der Niederrheinischen Bucht. - Eiszeit u. Gegenw. 9, 110-129, Öhringen/Württ. 1958.
- KRUIZINGA, P.: Het Probleem van de noordelijke erratica en van het aantal pleistocene landijsbedekkingen van ons land. - Verh. kon. ned. geol.-mijnb. Gen., geol. Ser. 14, 189-303, 1944.
- LIJN, P. VAN DER: Twee ijsbedekkingen in Nederland op grond van zwerfsteentellingen. - Natura 40, 70-90, Breda 1941 (1941a). - - Zwei Vereisungen in den Niederlanden. - Z. Geschiebeforschung 17, 191-209, Leipzig 1941 (1941b).
- LÜTTIG, G.: Methodische Fragen der Geschiebeforschung. - Geol. Jb. 75, 361-418, 3 Taf., 17 Abb., 1 Tab., Hannover 1958 (1958a). - - Eiszeit-Stadium-Phase-Staffel. - Geol. Jb. 76, 235 bis 260, 3 Abb., Hannover 1958 (1958b).
- LÜTTIG, G. & MAARLEVELD, G. C.: Nordische Geschiebe in Ablagerungen prä Holstein in den Niederlanden (Komplex von Hattem). - Geol. en Mijnb. 40, 163-174, 6 Abb., 's Gravenhage 1961.
- MAARLEVELD, G. C.: Über fluviatile Kiese in Nordwestdeutschland. - Eisz. u. Gegenw. 4/5, 10-17, Öhringen/Württ. 1954. - - Grindhoudende midden-pleistocene sedimenten. Het onderzoek van deze afzettingen in Nederland en aangrenzende gebieden. - Diss. Utrecht, 105 S., Maastricht 1956.
- POLAK, B., MAARLEVELD, G. C. & NOTA, D. J. G.: Palynological and sedimentary petrological data of a section in ice-pushed deposits. - Geol. en Mijnb. 1962 (im Druck).
- QUITZOW, H. W.: Die Terrassengliederung im niederrheinischen Tieflande. - Geol. en Mijnb. n. S. 18: 357-376, 's Gravenhage 1956.
- RICHTER, K.: Zur Frage einer pliozänen Vereisung Norddeutschlands auf Grund neuer Funde bei Stettin. - Z. Geschiebef. 11, 135-151, Leipzig 1935. - - Gliederungsmöglichkeiten im niedersächsischen Pleistozän mit geschiebekundlichen Methoden. - Z. deutsch. geol. Gesellsch. 102, 154-155, Hannover 1951. - - Geröllanalytische Gliederung des Pleistozäns im unteren Emsgebiet mit Vergleichen zum Sylter Kaolinsand. - Geol. Jb. 71, 449-460, Hannover 1955. - - Subdivision according to erratica of the Elster (Mindel)-Glacial in North-West Germany with proof for interstage and solifluidal soil of the interstage. - Abstr. of Pap. 6th Congr. INQUA, 32, Warschau 1961.
- RIDDER, N. A. DE & ZAGWIJN, W. H.: A mixed Rhine-Meuse deposit of Holsteinian age from the South-Eastern part of the Netherlands. - Geol. en Mijnb. n. S. 24, 125-130, 's Gravenhage, 1962.
- WAARD, D. DE: Glacigeen Pleistoceen, een geologisch detailonderzoek in Urkerland (Noordoostpolder). - Verh. kon. ned. geol.-mijnb. Gen. geol. Ser. 15, 70-246, 1949.
- WEE, M. W. TER: The Saalian glaciation in the Netherlands. - Excursions of the Jubilee Convention The Hague 1962.
- WEST, R. G.: The interglacial vegetation of Britain and Continental Europe compared. - Abstr. of pap. 6th Congr. INQUA, 123-124, Warschau 1961.
- WOLDSTEDT, P.: Das Vereisungsgebiet der Britischen Inseln und seine Beziehungen zum festländischen Pleistozän. - Geol. Jb. 65, 621-640, Hannover 1951.
- ZAGWIJN, Waldo H.: Zum heutigen Stand der pollenanalytischen Untersuchungen des Pleistozäns in den Niederlanden. - Geol. en Mijnb. n. S. 18, 426-427, Gravenhage 1956. - - Zur stratigraphischen und pollenanalytischen Gliederung der pliozänen Ablagerungen im Roertal-Graben und Venloer Graben der Niederlande. - Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 4, 5-26, 3 Taf., 4 Abb., 3 Tab., Krefeld 1959.
- ZAGWIJN, Waldo H.: Aspects of the Pliocene and Early Pleistocene vegetation in the Netherlands. Diss. Leiden 1960.
- ZAGWIJN, Waldo H. & ZONNEVELD, J. I. S.: The interglacial of Westerhoven. - Geol. en Mijnbouw n. S. 18, 37-46, s' Gravenhage 1956.
- ZANDSTRA, J. G.: Grindassociaties in het Pleistoceen van Noord-Nederland: een samenvatting van de voorlopige resultaten van grindonderzoek, in het bijzonder van het Onder- en Midden-Pleistoceen. - Geol. en Mijnbouw n. S. 21, 254-272, s' Gravenhage 1959.
- ZONNEVELD, J. I. S.: Litho-stratigraphische eenheden in het Nederlandse Pleistoceen. - Meded. geol. Sticht. n. S. 12, 31-64, 10 Abb., 1 Taf., 2 Beil., Maastricht 1958 (1960).

Manusk. ingeg. 23. 7. 1962.

Anschrift der Verf.: Dr. G. W. Lüttig, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover, Wiesenstraße 1 - Dr. G. C. Maarleveld, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, Niederlande, Bovenweg 7, Bennekom.