

Beschrijving lithostratigrafische eenheid

Naam beschrijver: F.S. Busschers & H.J.T. Weerts

Datum: Maart 2003

1 Naam van de lithostratigrafische eenheid

Naam: Kreftenheye

Rang: Formatie

Naam van de moedereenheid: Boven Noordzee

Rang van de moedereenheid: Groep

Code: KR

Oorsprong Naam: Zonneveld (1947) voert de naam Zone van Kreftenheye in voor grofzandige en grindhoudende afzettingen met een kenmerkende zware mineralenassociatie in het noordelijk Peelgebied. In 1958 wordt voor deze afzettingen en de ermee gecorreleerde afzettingen in heel Nederland de Formatie van Kreftenheye ingevoerd (Zonneveld, 1958). Door Doppert *et al.* (1975) is deze naam overgenomen.

2 Beschrijving van de lithostratigrafische eenheid

2.1 Beschrijving van de lithologische kenmerken

Algemene lithologie:

- Zand, matig grof tot uiterst grof (210 – 2000 μm), geelgrijs tot grijsbruin, kalkloos tot kalkrijk, bont, matig tot sterk grindhoudend.
- Grind, matig tot zeer grof (5,6 – 63 mm), sterk zandig.

Dominante lithologie:

- Zand, matig grof tot uiterst grof (210 - 2000 μm), grijs tot bruin, kalkhoudend, bont, grindhoudend.

Ondergeschiede lithologie:

- Zand, uiterst fijn tot matig fijn (63 – 210 μm), grijs tot bruin, kalkhoudend tot kalkloos.
- Klei, zwak siltig tot zandig, grijs, bruin of zwart, kalkloos tot kalkhoudend.
- Grind, fijn (2 – 5,6 mm), sterk zandhoudend.

Sporadisch voorkomende lithologie:

- Veen, dun gelaagd, kleilig, bruin, kalkloos.

2.2 Definitie en aard van de grenzen

Definitie en aard van de ondergrens:

In West- en Midden-Nederland komen de afzettingen van de grofzandige en grindige Formatie van Kreftenheye voor boven veelal zandige tot kleiige afzettingen van de Formatie van Sterksel en plaatselijk boven de matig fijne tot grofzandige afzettingen van de Formatie van Urk. De grens tussen de Formatie van Kreftenheye en de onderliggende Formaties van Urk en Sterksel is in boringen bijna altijd vast te stellen op basis van een goed herkenbare sterk grindige geulbodemaafzetting ('lag deposit'). In de omgeving van de stuwwallen kenmerken deze 'lags' zich vaak door het voorkomen van noordelijk kristallijn materiaal en vuursteen.

In het uiterste zuidwesten van het verbreidingsgebied komen de afzettingen van de grofzandige Formatie van Kreftenheye voor boven fijnzandige, veelal kleiige, afzettingen van de Formatie van Waalre of fijn zand en siltige klei van de Formatie van Stramproy. De grens met de Formaties van Waalre en Stramproy is scherp en duidelijk en wordt gekenmerkt door een meestal grindige lag-afzetting.

In delen van het IJsselmeergebied en Noord-Holland liggen grofzandige afzettingen van de Formatie van Kreftenheye op kleiige tot fijnzandige lacustroglaciale afzettingen van het Laagpakket van Uitdam (Formatie van Drente). De grens met deze afzettingen is duidelijk en scherp.

In het IJsseldal liggen de veelal kleiige fluviatiel-deltaïsche afzettingen van de Formatie van Kreftenheye (Laagpakket van Twello) met een scherpe grens op zanden van het Laagpakket van Schaarsbergen en op keileem (Laagpakket van Gieten) van de Formatie van Drente.

In delen van Noord-Holland, Utrecht en het IJsselmeergebied liggen de afzettingen van de Formatie van Kreftenheye op grofzandige grindhoudende, fluvioglaciale afzettingen van de Formatie van Drente (Laagpakket van Schaarsbergen). De grens tussen deze eenheden is geleidelijk en moeilijk uit boringen te bepalen.

In Noord-Brabant en Noord-Limburg zijn de grove afzettingen van de Formatie van Kreftenheye ingesneden in grove afzettingen van de Formatie van Beegden. De grens tussen beide formaties is weliswaar scherp, maar niet in alle gevallen duidelijk vast te stellen. In het uiterste zuidoosten van het

verbreidingsgebied liggen grofzandige afzettingen van de Formatie van Kreftenheye erosief op fijn tot matig grof, wit zand van de Kiezeloöliet Formatie. De grens met deze afzettingen is scherp en duidelijk waarneembaar.

In Midden- en West-Nederland ligt de klei van de Laag van Wijchen lokaal op fijn tot matig grof zand van de Formatie van Boxtel. De grens met deze afzettingen is scherp.

Definitie en aard van de bovengrens:

In het IJsseldal, het IJsselmeergebied en Noord-Holland wordt de Formatie van Kreftenheye bedekt met fijn tot matig grof zand of veen van de Formatie van Boxtel of (in Noord-Holland) schelphoudend fijn tot grof zand van de Eem Formatie. Over het algemeen is de grens scherp. In West- en Midden-Nederland worden de afzettingen van de Formatie van Kreftenheye bedekt door klei en zand van de Formatie van Echteld, klei en zand van de Formatie van Naaldwijk, veen van de Formatie van Nieuwkoop of zand (zeer fijn tot matig grof) van de Formatie van Boxtel.

Aan de top van de Formatie van Kreftenheye komt veelal een stugge, grijze tot zwarte kleilaag voor (de Laag van Wijchen). De overgang van deze klei naar jongere afzettingen is vrijwel altijd scherp.

De overgang naar klei van de Formatie van Echteld kan geleidelijk zijn, waarbij de grens in handboringen is vast te stellen op grond van de grotere stugheid van de klei van de Formatie van Kreftenheye, de bijmenging met grove zandkorrels en/of het voorkomen van een donkergrijze tot zwarte vegetatiehorizont aan de top van de klei. Als de Formatie van Echteld uit zand bestaat kan de grens met de Formatie van Kreftenheye worden bepaald aan de hand van de duidelijk kleinere korrelgroottes, hogere glimmergehalten en aanwezigheid van organisch materiaal in de Formatie van Echteld. In goede boringen kan de basis van de Formatie van Echteld worden aangetoond aan de hand van een lag-deposit waarin plaatselijk omgewerkt veen aanwezig kan zijn.

Ten noorden van de lijn Utrecht – Den Haag en ten zuiden van de lijn Almkerk – Dordrecht – Hellvoetsluis is de Laag van Wijchen afwezig en wordt de Formatie van Kreftenheye bedekt door het Laagpakket van Wierden (Formatie van Boxtel). Er is er meestal sprake van een vrij geleidelijke overgang naar veelal kalkloze zeer fijne tot matig grove zanden van de Formatie van Boxtel.

De grens van de Formatie van Kreftenheye en de Formatie van Naaldwijk kan worden vastgesteld op basis van de korrelgrootte (over het algemeen is de Formatie van Naaldwijk fijner dan de Formatie van Kreftenheye), het klei-, kalk- en glimmergehalte (over het algemeen hoger in de Formatie van Naaldwijk), schelpinhoud (o.a. aanwezigheid *Hydrobia*'s in Formatie van Naaldwijk) en een veelal grijzere kleur van de Formatie van Naaldwijk.

2.3 Overige kenmerken

Beschrijving van overige kenmerkende eigenschappen:

In Midden- en West-Nederland wordt in de jongste afzettingen van de Formatie van Kreftenheye een puimsteenniveau aangetroffen, dat door Verbraeck (1990) wordt beschreven. De puimsteenlaag kan gekoppeld worden aan de uitbarsting van de Laacher See vulkaan rond 11.230 ¹⁴C yr BP (Hajdas *et al.*, 1995). De top van de Formatie van Kreftenheye is in Midden-Nederland in de vorm van een Pleniglaciaal terrasniveau (Laagterras; Pons, 1957) en een lager gelegen Laat Glaciaal niveau (Terras X; Pons, 1957) aanwezig onder de afzettingen van de Formatie van Nieuwkoop, Echteld en Naaldwijk. Kenmerkend voor de zware mineralen-inhoud van de Formatie van Kreftenheye zijn hoge percentages augiet en alteriet (Doppert *et al.*, 1975; Bosch & Kok, 1994).

Regionale lithologische verschillen:

Binnen de Formatie van Kreftenheye worden de volgende laagpakketten en lagen onderscheiden;

- Laagpakket van Well
- Laagpakket van Twello
- Laagpakket van Zutphen
- Laagpakket van Ockenburg
- Laag van Wijchen.

Het Laagpakket van Well (Zanden van Well cf. Zonneveld, 1958) omvat de grove afzettingen van de Formatie van Kreftenheye in Noord-Limburg die zijn gevormd toen de Rijn door het oprukkende landijs naar het westen werd gedwongen en daarbij afwaterde door enkele dalen in de afzettingen van het 'Mittelterrasse' (Klostermann, 1992) en door het Maasdal. Het Laagpakket bestaat uit zand, matig fijn tot uiterst grof, grijs tot bruin, en grind, kalkhoudend tot kalkloos.

Het Laagpakket van Twello omvat de fluviatiel-deltaïsche afzettingen die zijn afgezet door de Rijn in het voormalige glaciële IJsseldalbekken. Het laagpakket bestaat uit zand, matig fijn tot grof, soms kleiig, grijs tot bruin, kalkhoudend en klei, (donker)grijs tot (donker)bruin, zwak tot matig siltig, kalkrijk, veelal stevig, vaak sterk (cm-mm) gelaagd, lokaal kleine slumpstructuren, loadcasts en fijnkorrelige turbidietachtige structuren.

Het Laagpakket van Zutphen bestaat uit veen, klei en zand van de Formatie van Kreftenheye cf. Doppert *et al.* (1975) afgezet in het IJsseldal. Het laagpakket bestaat uit klei, zwak siltig tot zandig, grijs; veen, bruin tot zwart, en zand, matig fijn, grijs tot bruin, kalkhoudend tot kalkloos.

Het Laagpakket van Ockenburg bevat veelal grove zanden met veelal ingeschakeld mariene schelpen van Eem-fauna (o.a. Busschers & Weerts, 2000). Over het algemeen vertoont het pakket een duidelijke fining upward sequentie. Het schelpenpercentage neemt naar boven toe af. Het laagpakket bestaat uit zand, matig fijn tot uiterst grof, grindarm tot grindrijk, grijs tot grijsbruin, kalkrijk. Het Laagpakket komt voor in West-Nederland ten zuiden van de Saalien-stuwwallen.

De stugge klei die in Midden- en West-Nederland vaak aan de top van de Formatie van Kreftenheye voorkomt wordt tot de Laag van Wijchen (Wijchen Member cf. Törnqvist *et al.* 1993) gerekend. De Laag van Wijchen bestaat uit klei, siltig tot zandig, kalkloos of soms een gedeeltelijk ontcalcite top, lichtgrijs tot donkergrijs, plaatselijk humeus tot sterk venig. Vaak komt aan de top van de Laag van Wijchen een goed ontwikkelde zwarte bodemhorizont voor.

Dikte (minimum, maximum, variatie, gemiddeld):

De dikte van de afzettingen varieert van minder dan 1 m tot ruim 100 m. Over het algemeen ligt de dikte tussen 10 en 25 m.

3 Typelocatie, stratotype en verbreiding

3.1 Geografische beschrijving van de typelocatie

Correcte typelocatie:

Lectostratotype: Boring 40A0440 te Elst, traject 4,50 – 26,00 m beneden maaiveld. Deze boring vervangt het oude stratotype boring 46G0018. Dit stratotype is niet langer toegankelijk. Bovendien was de Formatie van Kreftenheye in deze boring slechts gedeeltelijk ontsloten.

Hypostratotype: Boring 30D0215 te Ockenburg, Den Haag, traject 26,50 – 42,75 m beneden maaiveld. Deze boring bevat grove schelphoudende zanden in West-Nederland die tot het Laagpakket van Ockenburg worden gerekend.

Hypostratotype: Boring 33E0312 te Zutphen, traject 21,00 – 9,00 m beneden maaiveld (Laagpakket van Zutphen).

Hypostratotype: Boring 33E0250 te Twello, 40,00 – 116,00 m beneden maaiveld (Laagpakket van

Twello).

Coördinaten:

	40A0440	30D0215	33E0312
X (km)	188,200	73,795	202,602
Y (km)	437,900	452,760	474,350
Maaiveld (m tov NAP)	8,86	7,00	5,10
	33E0250		
X (km)	202,480		
Y (km)	473,610		
Maaiveld (m tov NAP)	4,90		

Locatiekaartje 1:25 000 + jaar & nummer Topografische Dienst:

Zie bijlage.

3.2 Beschrijving van het stratotype

Zie bijlage.

3.3 Geografische verbreding

Verbreidingskaartje

Zie bijlage.

4 Genese voor zover relevant voor de faciësinterpretatie

De afzettingen van de Formatie van Kreftenheye zijn gevormd door (voorlopers van) de Rijn. Het onderste deel van het sediment (Laagpakket van Well) is afgezet vanuit een vlechtende ijsrandrivier die voor de stuwwallen langs naar het westen stroomde. Deze rivier voerde naast water uit het Rijndal ook smeltwater van de ijsskap af. De afzettingen van het Laagpakket van Zutphen zijn gevormd door een meanderende Rijn gedurende het Eemien. Het Laagpakket van Twello is afgezet als een fluviolacustriene opvulling van het glaciale IJseldalbekken (Laat-Saalien en gedeeltelijk gedurende het Eemien). Het Laagpakket van Ockenburg bestaat uit door de Rijn aangevoerd materiaal en ten dele uit fluviatiel omgewerkte mariene afzettingen van de Eem Formatie. De afzettingen van de Laag van Wijchen en een deel van de zandige top van de jongste afzettingen van de Formatie van Kreftenheye zijn gevormd door meanderende rivieren gedurende het Allerød en het vroeg Holoceen (Makaske & Nap, 1995).

5 Samenhang met andere benoemde lithostratigrafische eenheden

Relatie tot andere benoemde lithostratigrafische eenheden:

Buiten de Hollandse kust worden de afzettingen van de Formatie van Kreftenheye deels tot de Eem Formatie en de Bruine Bank Formatie cf. Long *et al.* (1988) gerekend. In Duitsland zijn de afzettingen van de Formatie van Kreftenheye te correleren met afzettingen van de Jüngere en Ältere Niederterrasse en een deel van de Untere Mittelterrasse 4 (Klostermann, 1992).

Problematiek van vertandingen en mogelijke verwarring met andere eenheden

Ten opzichte van de definitie van de Formatie van Kreftenheye door Doppert *et al.* (1975) zijn een

aantal wijzigingen doorgevoerd:

- De rivierduinafzettingen (Formatie van Kreftenheye cf. Doppert *et al.*, 1975) worden op grond van hun lithologische samenstelling en stratigrafische positie als Laagpakket van Delwijnen cf. Törnqvist *et al.* (1994) ondergebracht in de Formatie van Boxtel.
- Afzettingen in het dal van de Maas stroomopwaarts van Gennep (Formatie van Kreftenheye cf. Doppert *et al.*, 1975) worden op grond van hun lithologische samenstelling en stratigrafische positie tot de Formatie van Beegden gerekend.
- Het Maasterras van Gronsveld dat door Doppert *et al.* (1975) tot de Formatie van Kreftenheye werd gerekend wordt thans tot de Formatie van Beegden gerekend.
- Het Laagpakket van Ockenburg bestaat uit fluviatiel omgewerkt marien sediment dat door Doppert *et al.* (1975) tot de Eem Formatie werd gerekend.

In Midden- en West-Nederland is het laterale en verticale onderscheid met fluvioglaciale afzettingen van de Formatie van Drente (Laagpakket van Schaarsbergen) geleidelijk en moeilijk vast te stellen. Binnen het verbreidingsgebied van het Laagpakket van Ockenburg zijn lokaal erosieresten van afzettingen van de Eem Formatie *in situ* aanwezig. Het onderscheid tussen de afzettingen *in situ* en de omgewerkte mariene afzettingen is alleen in gestoken boormonsters vast te stellen (Törnqvist *et al.*, 2000; Busschers en Weerts, 2000).

De fijnkorrelige basis van de post-glaciale opvulling in het IJsselbekken dient formeel tot het Laagpakket van Uitdam te worden gerekend. Omdat de overgang naar het Laagpakket van Twello niet goed is te herkennen worden alle afzettingen tot dit laatste laagpakket gerekend.

In Van der Meene *et al.* (1988) worden de zogenaamde Afzettingen van Tienhoven tot de Formatie van Kreftenheye gerekend. Het betreft hier waarschijnlijk aan het Laagpakket van Schaarsbergen (Formatie van Drente) gerelateerde afzettingen (het grove deel van de Afzettingen van Tienhoven). Het bovenste fijnere deel, bestaande uit kleinschalige fluviatiele afzettingen, eolische zanden en veen- en leemlenzen, wordt tot de Formatie van Boxtel gerekend omdat het vermoedelijk om periglaciale (helling)afzettingen en dekzand gaat.

6 Relatie tot eerder beschreven eenheden

Naam van de eerder beschreven eenheid/eenheden, waarvoor de nieuwe eenheid (gedeeltelijk) in de plaats komt:

Niet van toepassing.

Oorspronkelijke literatuurverwijzing, waarin de eerder beschreven eenheid/eenheden voor het eerst formeel wordt gedefinieerd:

Zonneveld (1947) voert de naam Zone van Kreftenheye in voor grofzandige en grindhoudende afzettingen met een kenmerkende zware mineralenassociatie in het noordelijk Peelgebied. In 1958 wordt voor deze afzettingen en de ermee gecorreleerde afzettingen in heel Nederland de Formatie van Kreftenheye ingevoerd (Zonneveld, 1958). Door Doppert *et al.* (1975) is deze naam overgenomen.

7 Ouderdom van de eenheid

Laat-Saalien – Vroeg Holoceen.

8 Literatuur

Anonymus, 1998, Geologische kaart van Nederland 1:50.000. Blad Rotterdam Oost (370).

Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, Delft/Haarlem.

Beets C.J. & Beets, D.J., 2003. A high resolution stable isotope record of the penultimate deglaciation

- in lake sediments below the city of Amsterdam, The Netherlands. *Quaternary Science Reviews*, 22, 195-207.
- Bennema, J. & L.J. Pons, 1952, Donken, fluviatiele laagterras en Eemzee-afzettingen in het westelijk gebied van de grote rivieren. *Boor en Spade* 5: 126-137.
- Berendsen, H.J.A., 1982, De genese van het landschap in het zuiden van de provincie Utrecht, een fysisch-geografische studie. *Utrechtse Geografische Studies* 25: 1-255.
- Berendsen, H.J.A., W.Z. Hoek & E.A. Schorn, 1995, Late Weichselian and Holocene river channel changes of the rivers Rhine and Meuse in the central Netherlands. *Paläoklimaforschung* 14: 151-171.
- Bohncke, S., J. Vandenberghe & A.S. Huizer, 1993, Periglacial environments during the Weichselian Late Glacial in the Maas valley, the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw* 72: 193-210.
- Bosch, J.H.A. & H. Kok, 1994, Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland 1:50.000. Blad Gorinchem West (38W). Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Braun, F.J. & A. Thiermann, 1981, Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25.000. Erläuterungen zu Blatt 4130 Emmerich. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.
- Busschers, F.S. & H.J.T. Weerts, 2000, Lithologie, sedimentologie en stratigrafie van de Formatie van Kreftenheye in west Nederland. TNO-rapport NITG 00-212-A.
- Doeglas, D.J., 1951, Meanderende en verwilderde rivieren. *Geologie en Mijnbouw Nieuwe Serie* 13: 297-299.
- Doppert, J.W.Chr., G.H.J. Ruegg., C.J. van Staalduinen, W.H. Zagwijn, & J.G. Zandstra, 1975, Formaties van het Kwartair en Boven-Tertiair in Nederland. In: Zagwijn, W.H. & C.J. van Staalduinen (red.), Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland. Rijks Geologische Dienst, Haarlem: 11-56.
- Hajdas, I., S.D. Ivy-Ochs, G. Bonani, A.F. Lotter, B. Zolitschka & C. Schlüchter, 1995, Radiocarbon age of the Laacher See Tephra: $11,230 \pm 40$ BP. *Radiocarbon* 37: 149.
- Hamming, C., M. Knibbe & G.C. Maarleveld, 1965, Afzettingen van de IJssel, nabij Zwolle. *Boor en Spade* 14: 88-103.
- Huisink, M., 1999, Changing river styles in response to climate change. Examples from the Maas and Vecht during the Weichselian Pleniglacial and Lateglacial. Proefschrift Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Kasse, C., S. Bohncke & J. Vandenberghe, 1995, Climatic change and fluvial dynamics of the Maas during the late Weichselian and Early Holocene. *Paläoklimaforschung* 14: 123-150.
- Klostermann, J., 1992, Das Quartär der Niederrheinischen Bucht. Ablagerungen der letzten Eiszeit am Niederrhein. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.
- Long, D., C. Laban, H. Streif, T.D.J. Cameron & R.T.E. Schüttenhelm, 1988, The sedimentary record of climatic variation in the southern North Sea. *Phil. Trans. Of the Royal Soc. Lond.* 318B: 523-537.
- Makaske, B. & R.L. Nap, 1995, A transition from a braided to a meandering channel facies, showing inclined heterolithic stratification (Late Weichselian, central Netherlands). *Geologie & Mijnbouw* 74: 1-8.
- Pons, L.J. & J. Schelling, 1951, De laatglaciale afzettingen van de Rijn en de Maas. *Geologie en Mijnbouw Nieuwe Serie* 13: 293-297.
- Pons, L.J., 1957, De geologie, de bodemvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen* 63.11: 1-156.
- Pons, L.J. & J. Bennema, 1958, De morfologie van het Pleistocene oppervlak in westelijk Midden-Nederland, voor zover gelegen beneden gemiddeld zeeniveau (N.A.P.). *Tijdschrift van het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap Tweede Reeks* 75: 120-139.
- Tebbens, L.A., A. Veldkamp, W.E. Westerhoff & S.B. Kroonenberg, 1999, Fluvial incision and

- channel downcutting as a response to Lateglacial and Early Holocene climate change: the lower reach of the River Meuse, The Netherlands. *Journal of Quaternary Science* 14: 59-75.
- Teunissen, D. & R. de Man, 1981, Enkele palynologische waarnemingen aan het kleidek van de Formatie van Kreftenheye bij Nijmegen. *Mededelingen van de Afdeling Biogeologie van de Sectie Biologie, Katholieke Universiteit Nijmegen* 12: 1-20.
- Teunissen, D. & H.G.C.M. van Oorschot, 1967, De laatglaciale geschiedenis van het verwilderde riviersysteem ten zuidwesten van Nijmegen. *Geologie en Mijnbouw* 46: 463-470.
- Törnqvist, T.E., H.J.T. Weerts & H.J.A. Berendsen, 1986, Laat-pleistocene afzettingen in de Bommelerwaard: de Formatie van Twente en de Formatie van Kreftenheye. In: Berendsen, H.J.A. (red), *Het landschap van de Bommelerwaard*. *Nederlandse Geografische Studies* 10: 21-29.
- Törnqvist, T.E., H.J.T. Weerts & H.J.A. Berendsen, 1994, Definition of two new members in the upper Kreftenheye and Twente Formations (Quaternary, the Netherlands): a final solution to persistent confusion? *Geologie & Mijnbouw* 72: 251-264.
- Törnqvist, T.E., J. Wallinga, A.S. Murray, H. de Wolf, P. Cleveringa & W. de Gans, 2000, Response of the Rhine-Meuse system (west-central Netherlands) to the last Quaternary glacio-eustatic cycles: a first assessment. *Global and Planetary Change*, 27, 89-111.
- Van de Meene, E.A., 1977, Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland 1:50.000. Blad Arnhem Oost (40O). Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Van de Meene, E.A., 1980, Geology and geomorphology of a fossil aeolian landscape in the Liemers (Eastern Netherlands). *Geologie en Mijnbouw* 59: 113-120.
- Van de Meene, E.A. & W.H. Zagwijn, 1978, Die Rheinläufe im deutsch-niederländischen Grenzgebiet seit der Saale-Kaltzeit. Überblick neuer geologischer und pollenanalytischer Untersuchungen. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen* 28: 345-359.
- Van de Meene, E.A., M. van Meerkerk & J. van der Staay, 1988, Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland 1: 50 000, Blad Utrecht Oost (31 O). Rijks Geologische Dienst, Haarlem
- Van den Toorn, J.C., 1976, Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50.000. Blad Venlo West (52W). Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Van Staalduinen, C.J., 1979, Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland 1:50.000. Blad Rotterdam West (37W). Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Verbraeck, A., 1970, Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland 1:50.000. Blad Gorinchem (Gorkum) Oost (38O). Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Verbraeck, A., 1984, Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland 1:50.000. Blad Tiel West (39W) en Tiel Oost (39O). Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Verbraeck, A., 1990, De Rijn aan het einde van de laatste ijstijd: de vorming van de jongste afzettingen van de Formatie van Kreftenheye. *Geografisch Tijdschrift Nieuwe Reeks* 23: 328-339.
- Zonneveld, J.I.S., 1947, Het Kwartair van het Peel-gebied en de naaste omgeving (een sediment-petrologische studie). *Mededeelingen van de Geologische Stichting Serie C-VI-3*: 1-223.
- Zonneveld, J.I.S., 1958, Litho-stratigraphische eenheden in het Nederlandse Pleistoceen. *Mededelingen van de Geologische Stichting, Nieuwe Serie* 12: 31-64.