

Het zoute grondwater in West-Nederland: een gevolg van dichtheidsstromingen?

Inleiding

In een recent artikel van Van der Linden & Appelo [1988] wordt aangetoond dat het zoute grondwater in het Pleistoceen onder de Horstermeer van Holocene ouderdom is. Voor de verklaring van dit verschijnsel worden door de auteurs enige veronderstellingen geopperd, waarvan in deze notitie de hypothese van het optreden van dichtheidsstromingen nader onder ogen wordt gezien.



W. H. VAN DER MOLEN

Allereerst zij vermeld, dat zout grondwater van Holocene ouderdom eveneens voor Noord-Duitsland is beschreven [Mull & Battermann, 1980]. Dergelijk zout grondwater is aanwezig in een groot gebied langs de Noordzeekust, waarvan de begrenzing opvallend nauwkeurig samenvalt met de grens van de sedimenten, gevormd door Oud-Holocene transgressies (de afzettingen van Calais en Duinkerke, vroeger samengevat als 'Oude Zeeklei'). De Horstermeerpolder is gekenmerkt door het optreden van zoute kwel. Blijkens de naam is de polder ontstaan door droogmaking van een natuurlijk meer, evenals bijvoorbeeld de vroegere Bijlmermeerpolder, die eveneens zoute kwel vertoont. In tegenstelling tot deze natuurlijke meren dragen watervlakten, ontstaan door vervening, in West-Nederland altijd de naam 'Plas'. De natuurlijke meren in dit gebied zijn gevormd door inbraak van de zee gedurende de zogenaamde Westfriesland II transgressie [Pons & Wiggers, 1960], waarvan de afzettingen worden gekenmerkt door het voorkomen van zoutwaterschelpen. De meren zijn dus in het Holocene enige tijd met zout water gevuld geweest; de duur van deze transgressie kan een tot enkele eeuwen hebben bedragen. Indien het zoute grondwater onder de Horstermeer van Holocene ouderdom is, ligt het voor de hand deze verzilting toe te schrijven aan dit zoute stadium van het meer. De vraag is dan hoe een zo algemene en diep doorgedrongen verzilting in een betrekkelijk korte tijd tot stand heeft kunnen komen. Een proces als diffusie, bijvoorbeeld, kan in een dergelijke tijdsperiode de bodem ten hoogste over een dikte van enkele meters hebben beïnvloed. Een betere verklaring lijkt daarom het optreden van dichtheidsstromingen.

Samenvatting

In dit commentaar op een artikel van Van der Linden & Appelo [H₂O, (21) 671-675] wordt nader ingegaan op de hypothese van dichtheidsstromingen als oorzaak voor de verzilting van het Pleistoceen in West-Nederland. Het blijkt dat een zoute periode van een tot enkele eeuwen, zoals in de Horstermeer is opgetreden tijdens de Holocene transgressie 'Westfriesland II', al voldoende is om een dergelijke verzilting teweeg te brengen.

Dichtheidsstromingen

Zout water boven zoet is onstabiel en heeft daardoor de neiging om te wisselen of zich te vermengen met onderliggend zoet water. Als de weerstand van de bodem tegen waterbeweging groot is, kan deze omwisseling niet tot stand komen. Dit blijkt bijvoorbeeld in een groot gedeelte van het IJsselmeergebied het geval te zijn, waar door de recente Zuiderzee (na ongeveer 1600) verzilte kleilagen rusten op een niet door deze verzilting beïnvloede Pleistocene ondergrond [Volker, 1942]. Waar echter de kleilagen ontbreken – zoals in een klein gedeelte van de Noordoostpolder – wordt wel een diepe verzilting aangetroffen. Dit verschijnsel werd destijds toegeschreven aan dichtheidsstromingen [Van der Molen, 1958]. Een vergelijkbare stroming is ook onder een vuilstort waargenomen [Koojer, 1983].

Als kenmerk voor het optreden van dichtheidsstroming geldt het getal van Rayleigh [Beukema, 1980; Rubin, 1975, 1981]:

$$Ra = \frac{\Delta \rho \cdot g \cdot k_i \cdot H}{\rho \mu \cdot n \cdot D_*}$$

met: $k_i = \frac{k \cdot v}{g}$

Ra	: getal van Rayleigh	
ρ	: gemiddelde dichtheid	kg m ⁻³
$\Delta \rho$	: verschil in dichtheid	kg m ⁻³
g	: versnelling zwaartekracht	m s ⁻²
k_i	: intrinsieke doorlatendheid	m ²
k	: doorlatendheid	m s ⁻¹
H	: dikte doorlatend pakket	m
ν	: kinematische viscositeit	m ² s ⁻¹
n	: volumefractie vocht	
D_*	: diffusie-coëfficiënt	m ² s ⁻¹

Voor bovengenoemde verzilting van het Pleistoceen is:
 $\Delta \rho / \rho = .025$; $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$; $n = 0,33$;
 $k = 0,1 \text{ m/d} = 1,15 \text{ E-6 m/s}$; $H = 200 \text{ m}$;
 $\nu = 1,0 \text{ E-6 m}^2 \text{ s}^{-1}$; $D_* = 0,7 \text{ E-9 m}^2 \text{ s}^{-1}$
zodat $k_i = 0,12 \text{ E-12}$ en $Ra = 25.000$
Dichtheidsstroming komt voor als $Ra > 40$ (of $4 \pi^2$). Het blijkt dus dat het proces ruimschoots in staat is de verwisseling van zoet en zout water tot stand te brengen. Blijft de vraag of de omkering ook voldoende snel verloopt. Stel, dat op een bepaalde plaats zout water zich naar be-

neden beweegt, terwijl elders zoet water omhoog komt. De wervel gaat tot 200 m diepte, waarbij beide takken op 100 m onderlinge afstand gelegen zijn. Stel voorts dat het aanvankelijke verschil in hoogte van het grensvlak tussen zout en zoet water in beide takken van de stroming 0,10 m bedraagt en dat de bodem, langs de stroomlijnen, de volgende kenmerken bezit:

1. een bovenlaag van 10 m dikte, met verticale doorlatendheid 0,10 m/d en dus een weerstand van $10/0,10 = 100$ dagen;
2. 200 m Pleistoceen zand, met verticale doorlatendheid 1 m/d en een weerstand van $200/1 = 200$ dagen;
3. 100 m Pleistoceen zand, met horizontale doorlatendheid 10 m/d en een weerstand van $100/10 = 10$ dagen;
4. de lagen 2 en 1, die aan de opstijgende tak een weerstand bieden van 300 dagen. De totale weerstand, die de stroming ondervindt is dan: $R = 610$ dagen.

Als nu het grensvlak zoet-zout tot x meter diepte is doorgedrongen en de dichtheidsverhouding $\Delta \rho / \rho = 0,025$ bedraagt, dan is het stijghoogteverschil:
 $H = 0,025 \cdot x \text{ (m)}$
en de fluxdichtheid:
 $v = 0,025 \cdot x / R \text{ (m/d)}$

De stroomsnelheid is bij een porositeit van 33% driemaal zo groot:
 $u = dx/dt = 0,075 \cdot x / R \text{ (m/d)}$

Integratie van deze vergelijking levert als uitkomst:

$$t = \frac{R}{0,075} \ln(x/x_0)$$

Met $x = 200 \text{ m}$; $x_0 = 0,10 \text{ m}$; $R = 610 \text{ d}$ geeft dit:
 $t = 61821 \text{ dagen} \approx 170 \text{ jaar}$

Het proces is dus, bij afwezigheid van afsluitende veen- en kleilagen, snel genoeg om binnen korte tijd een algehele verzilting van het Pleistocene lagenpakket teweeg te brengen. Het is dan ook waarschijnlijk dat op plaatsen, waar tijdens de Oud-Holocene transgressies de zee het Pleistoceen heeft aangesneden, verzilting door dichtheidsstromingen is ontstaan.

Literatuur

- Beukema, K. J. (1980). *Heat and mass transfer during cooling of agricultural products as influenced by natural convection*. Diss. Wageningen.
- Kooper, W. F. (1983). *Dichtheidsstroming in het watervoerend pakket onder de vuilstortplaats te Noordwijk*. Intern Rapport Hy.H. 83-25, Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening.
- Linden, F. van der, en Appelo, C. A. J. (1988). *Hydrochemie en herkomst van zout kwelwater in de Horstermeerpolder*. H₂O (21) 1988, 671-675.
- Molen, W. H. van der (1958). *Over de zout-huishouding in de Noordoostpolder*. Van Zee tot Land 23, 70 pp.
- Mull, R. en Battermann, G. (1980). *Safe yield in a coastal groundwater regime*. Groundwater 18: 459-463.
- Pons, L. J. en Wiggers, A. J. (1960). *De holocene zwordingsgeschiedenis van Noord-Holland en het Zuiderzeegebied*. Deel II. TAG 77,3-57.
- Rubin, H. (1975). *A note on the heat dispersion effect on thermal convection in a porous medium layer*. J. Hydrol. 25: 167-168.
- Rubin H. (1981). *Thermal convection in a nonhomogeneous aquifer*. J. Hydrol. 50: 317-331.
- Volker, A. (1942). *Voorlopige resultaten en conclusies van een onderzoek van grondwaterstromen op de chloorgehalten van het grondwater in de IJsselmeerkom*. Intern Rapport, Dienst der Zuiderzeewerken.

Reactie van C. A. J. Appelo en F. J. van der Linden

In het artikel over het zoute water in de Horstermeer-polder zijn we er vanuit gegaan dat dit gebied in het Holocene niet door de zee is bereikt en dat het zoute water dat thans in de polder opkwelt niet van lokaal geïnfiltrerd zeewater afkomstig kan zijn [Van der Linden en Appelo, 1988]. Prof. Van der Molen schrijft echter dat het Horstermeer tijdens een inbraak van de zee gedurende de 'Westfriesland II'-transgressie zou zijn ontstaan en verwijst daarbij naar Pons en Wiggers [1960]. Inderdaad wordt door deze auteurs in paleogeografische kaartjes een 'Westfriesland II'-afzetting aangegeven in het gebied. De 'Westfriesland II'-afzetting zou tegenwoordig als Duinkerke 0-afzetting worden gerubriceerd [Ente, e.a., 1986]. Het gaat hierbij om een tijdsstratigrafische aanduiding, niet om een lithologische beschrijving. De tijdsstratigrafie geeft aan in welke tijd de sedimenten zijn afgezet; het milieu van de afzetting kan echter van plaats tot plaats verschillend zijn. De Duinkerke 0-tijd wordt geassocieerd met een transgressie van de zee en in het IJsselmeergebied werd in die tijd de 'Cardium-klei' afgezet, met de bekende zoutwater-schelp *Cardium Edule* die men ook nu langs de Noordzee-stranden van Nederland kan vinden. Elders kunnen in diezelfde tijd echter heel goed zoetwatersedimenten zijn afgezet: bijvoorbeeld in het Horstermeer, zoals we straks zullen zien. Dat het Horstermeer tijdens deze transgressie is gevormd, zoals Van der Molen schrijft, is niet in de geologische literatuur

terug te vinden. Het Oer-Horstermeer was naar het noorden (naar het Oer-Naardermeer) slechts verbonden door een smalle, kronkelende geul; in en langs deze bedding worden vrijwel geen minerale afzettingen gevonden [Pons en Wiggers, 1960, blz. 22]. Dit is in tegenspraak met een spasmodisch binnendringen van de zee, die het veen over een aanzienlijk areaal zou vernietigen en aldus het Horstermeer zou vormen. De afzettingen in het Horstermeer ten tijde van de Duinkerke 0-transgressie blijken inderdaad in een zoet milieu afgezet te zijn. Pons en Wiggers verwijzen naar een onderzoek van Van Voorthuysen [op. cit. blz. 25]: 'Volgens Van Voorthuysen zijn de sedimenten in het meest naar binnen gelegen meer (Oer-Horstermeer) blijkens de foraminiferen in zoet water afgezet (rapport 285). Ongeveer halverwege in het sedimentpakket werd een laag aangetroffen waarin de foraminiferen *Lagunculina spec.* en *Protonina spec.* voor het eerst in Nederland worden aangetroffen. Zij wijzen op een zoet milieu waarin tijdelijk een uiterst geringe hoeveelheid zout water is binnengedrongen. Van de sedimenten in het meer bij Weesp (Oer-Naardermeer) zijn slechts de diatomeeën onderzocht door Drs. Van der Werff (rapport 32). Het milieu was hier zoet tot zwak brak met een tendens van toeneming van het brakke water naar boven.' Ook op de bodemkaart worden de bovenste afzettingen in de Horstermeer-polder toegerekend aan de Vecht en niet aan een mariene transgressie uit het verleden. Volgens ons is het gebied nooit zout geweest gedurende het Holocene en heeft er geen infiltratie van zout water kunnen optreden. Integendeel, het Horstermeer is vermoedelijk altijd een kwelgebied geweest, dat de Gooise stuwwal ontwaterde. Het meer werd immers geheel omgeven door voedselarm veen dat op regenwater groeide, buiten bereik van kalk-rijk kwelwater uit de ondergrond. En de stuwwal moest toch ergens zijn water kwijt, ook in de natte tijd van het Subboreaal? Op grond hiervan zijn we tot de conclusie gekomen dat het zoute water van elders moest komen, mogelijk afkomstig van infiltratie van zout water in het Oer-Naardermeer, of het Oer-IJ. De water-samenstelling van het zoute water in Naardermeer-boringen en Horstermeer is vrijwel identiek. De Duinkerke 0-afzettingen in het Naardermeer wijzen op het vereiste zoute milieu en het zoute water in het Oer-Naardermeer of het Oer-IJ kan heel goed door dichtheidsstroming zijn geïnfiltrerd, zoals Van der Molen schrijft. Wanneer echter de herkomst van het

zoute water dat nu in de Horstermeer-polder opkwelt verder naar het Noorden ligt, is er een veel grotere afstand afgelegd door dit zoute water in de ondergrond dan voor een homogeen grondwater-pakket wordt uitgerekend. [Van der Linden en Appelo, 1988]. Dit is op zich interessant, omdat in een eerder artikel van Meinardi [1974] een herkomst van zout water van grote afstand in het algemeen als onmogelijk werd aangemerkt, na een voorbeeld-berekening voor een wel eens gesuggereerde Noordzee-herkomst van zout kwelwater in de Haarlemmermeer-polder op grond van maximaal mogelijke weglengte in een homogeen pakket. (In het geval van de Haarlemmermeer-polder ligt de Noordzee inderdaad te ver weg, ook al is volgens Stuyfzand [mond. med.] de afgelegde weg van het zoute water 2 keer zo hoog als Meinardi's berekening aangeeft). Het is echter ook interessant omdat het wijst op de mogelijkheid van grondwaterstroming langs meer permeabele zones, met bijbehorende, snellere verplaatsing van het water dan voor een homogeen pakket wordt uitgerekend. Dit is van belang in verband met het transport van verontreinigingen met grondwater. Het aangeven van deze mogelijkheid van snellere verplaatsingen was ook een van de doelstellingen van het artikel over het Horstermeerse kwelwater. Gezien de geologische gegevens kunnen wij dit staande houden en moet Van der Molen's suggestie van dichtheidsstroming in het Oer-Horstermeer zelf verworpen worden. (Vermeldenswaard is nog dat het dichtheidsverschil voor het waargenomen zoute water met zoet water ongeveer 5 keer kleiner is dan Van der Molen aanneemt: ook de tijdsspanne nodig voor verzilting volgens Van der Molen's formule zou dus 5 keer hoger zijn. Natuurlijk valt de onzekerheid hierover weg tegen de onzekerheid over de verticale doorlatendheid van de aquifer. Ook al zou de ca. 200 jaar dat de Duinkerke 0-transgressie actief was, niet langer voldoende zijn, dan geeft Van der Molen's berekening evengoed aan hoe snel de verzilting als gevolg van dichtheidsstroming kan gaan). Het moge duidelijk zijn dat de herkomst van zout water in de Nederlandse ondergrond, en de samenstelling ervan nog steeds een boeiend onderzoeksonderwerp kan opleveren, dat uniek is in de wereld door de gedetailleerde gegevens die over de geologie bekend zijn, door het dichte net van waarnemingsfilters en omdat door ingrijpen van de mens zich een ingewikkeld patroon van oprukkende en teruggedrongen fronten van zout en zoet

van oppervlaktewater is veelal naar zuiveringschappen gedelegeerd en het kwantiteitsbeheer van oppervlaktewater ligt bij de waterschappen. Een eenduidige doelstelling en samenwerking tussen deze eenheden kan integraal waterbeheer dicht bij de realiteit brengen. Mogelijk zijn de provinciale waterhuishoudingsplannen een eerste stap in deze richting [zie Kuijpers et al., 1987].

Toch zijn we er daarmee nog niet. PIWAT laat namelijk zien dat er een concrete gezamenlijke inspanning nodig is vanuit ruimtelijke ordening, milieubeleid, natuurbeleid en waterbeheer. Dit impliceert een integraal gebiedsgericht milieubeleid [RIVM, 1988; Klijn, 1988]. Water is immers één van de milieu-compartimenten. De wisselwerking tussen de compartimenten water, bodem, lucht en biota, maakt dat waterbeleid niet los gezien kan worden van algemeen milieubeleid en beheer [zie ook Bijlsma, 1988]. Integraal milieubeleid moet uitgaan van een lange-termijnvisie. Juist doordat steeds van baten op korte termijn is uitgegaan, is in het waterbeheer een vicieuze cirkel ontstaan van elkaar opvolgende cultuurtechnische ingrepen die tot nieuwe waterhuishoudkundige problemen en een steeds verdergaande aantasting van het milieu leiden. Met PIWAT is gepoogd deze vicieuze cirkel te doorbreken.

Tot slot

Dit artikel is gebaseerd op het rapport Plan Integraal Waterbeheer Twente [PIWAT et al., 1988]. Het is opgesteld door een interdisciplinaire studiegroep in het kader van de Universitaire Beroepsopleiding Milieukunde, een postdoctorale opleiding verzorgd door de milieukunde-centra van de Rijksuniversiteit Leiden, de Universiteit van Amsterdam, de Vrije Universiteit en de Landbouwniversiteit Wageningen.

De auteurs waren respectievelijk als begeleider en onderzoeker bij PIWAT betrokken.

Het rapport is te bestellen bij het Centrum voor Milieukunde Leiden (071 - 27 74 86).

Literatuur

As, D. P., Cleef, R., Demon, J. M. H., Maaré, M. de, Reijnga, C. en Van Rooy, P. T. J. C. (1988). *Integraal Waterbeheersplan Bornsebeek (Twente)*. Studierapport UBM no 1988/2, Centrum voor Milieukunde Leiden.
Bloemendaal, F. H. T. L. en Roelofs, J. G. M. (1988). *Waterplanten en waterkwaliteit*. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
Bijlsma, A. (1988). *Integraal waterbeheer, een nieuwe aanpak*. Nederlands Instituut van Biologen, Utrecht.
Klijn, F. (1988). *Milieubeheergebieden (Deel A: indeling van Nederland in ecoregio's en ecodistricten, deel B: gevoeligheid van de ecodistricten (zie bijlage)*

voor verzuring, vermisting, verontreiniging en verdroging). CML-Medelingen nr. 37, Leiden.
Kuijpers, C. B. F., Glasbergen, P. en Wessel, J. (1987). *Aspecten van integraal waterbeheer: een bestuurskundige verkenning*. Milieu 1987 3: 72-77.
RIVM (1988). *Zorgen voor morgen*. Nationale milieuverkenning 1985-2010.
Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1985). *Omgaan met water*. Min. V&W, 's-Gravenhage.

● ● ●

Ecotoxicologische aspecten

• Vervolg van pagina 324

4. Marquenie et al. (1986). *Onderzoek naar de effecten van contaminanten op duikenden*. TNO-MT rapport 86/066.
- Scholten, M. C. Th. en Foekema, E. M. (1988). *Onderzoek naar de effecten van een verhoogd gehalte aan microverontreinigingen in het voedsel, op de conditie en de voortplanting van watervogels*. TNO-MT Rapport R 88/145.
5. Boudewijn, Th. et al. (1989). *De Aalscholver: Indicatorsoort voor de kwaliteit van de Nederlandse zwateren*. Limosa (in druk).
6. Claassen, T. H. L. en Jongh, A. W. J. J. de (1988). *De otter als normsteller voor kwaliteit van het oppervlaktewater*. H₂O (21) 1988, p. 432-436.
7. Van Leeuwen, C. J. et al. (1987). *Basiskwaliteitsnormen voor zware metalen: een effectgerichte evaluatie*. H₂O (20) 1987, p. 200-204.
8. Van der Kooij L. A. (1988). *DBW/RIZA notitie 88.031*. 19 pp.
9. CUWVO (werkgroep V) (1989). *Aanbeveling voor het onderzoek naar microverontreinigingen in het aquatische milieu*. 78 pp.
10. Hoorstra, J. S. (1988). *Structuur-activiteitsrelaties bij de beoordeling van milieurisico's*. H₂O (21) 1988, p. 636-639.
11. Kooijman (1988). *A safety factor for LC50 values allowing for differences in sensitivity among species*. Water Res. 21, 269276; Denneman, C. A. J. et al. (1989). *Ecotoxicologische advieswaarden voor stofgehalten in de bodem*. Milieu 4, 8-14.
12. Ministerie van VROM. *Milieuprogramma Voortgangrapportage 1988-89*. Tweede Kamer Vergadering 1988-89: 20803, nrs 1 en 2.
13. Den Boer, M. H. (1985). *Reproduction and decline of harbour seals: PCBs in the food and their effects on mink*. RIN jaarverslag, pp. 77-85.
14. Proefschriften van Kōnemann, Hermens, en Deneer (Rijksuniversiteit Utrecht).

● ● ●

Het zoute grondwater

• Vervolg van pagina 331

water heeft gevormd waarvan de tijdschaal redelijk nauwkeurig bekend is. Dat is blijkbaar heel anders in Noord-Duitsland waar in betrekkelijke saaiheid, de zoet/zout fronten zich geen meter verplaatst hebben.

Literatuur

Ente, P. J. Koning, J. en Koopstra, R. (1986). *De bodem van Oostelijk Flevoland*. Flevobericht 258, 181 p.
Linden, F. J. van der, en Appelo, C. A. J. (1988). *Hydrochemie en herkomst van zout kweekwater in de Horstermeerpolder*. H₂O (21), 1988, 671-675.
Meinardi, C. R. (1974). *The origin of brackish groundwater in the lower parts of The Netherlands*. RID Med. 74-6.
Pons, L. J. en Wiggers, A. J. (1960). *De Holocene zwordingsgeschiedenis van Noord-Holland en het Zuiderzeegebied. Deel II*. TAG 77, 3-57.

Naschrift redactie

Prof. W. H. van der Molen liet weten in de bovenstaande reactie geen aanleiding te zien zijn commentaar te herzien. Navraag bij prof. Pons had hem namelijk geleerd dat de Oer-Horstermeer wel degelijk een zoute fase heeft gekend. In een brief aan dr. Appelo schrijft hij daarover: 'Zelf had ik deze mening reeds op grond van een boring die ik ooit in de Horstermeerpolder verrichte; de daar aangetroffen klei leek zeer veel op de Cardiumklei, die ik uit de Noordoostpolder kende. Schelpen heb ik er niet in aangetroffen en naar foraminiferen is gezien het doel van het onderzoek – een ontwateringsadvies voor een tuinder – niet gekeken. Een bewijs heb ik dus niet.' Overigens verklaarde prof. Van der Molen, dat zijn commentaar in eerste aanleg ten doel had een andere mogelijke verklaring te bieden voor het zoute grondwater van holocene ouderdom in de Horstermeer. De discussie gaat (buiten deze kolommen) verder.

● ● ●

TU Delft

Nieuws uit de vakgroep gezondheidstechniek & waterbeheersing

Prof. Knoppert neemt afscheid van TU Delft

Op woensdag 14 juni a.s., tussen 15.30 uur en 18.00 uur, zal prof. ir. P. L. Knoppert tijdens een interne bijeenkomst afscheid nemen van de Faculteit der Civiele Techniek van de Technische Universiteit Delft.

Tussen 15.30 uur en 16.30 uur zullen toespraken worden gehouden door prof. ir. B. Beukers, prof. dr. ir. J. C. van Dam, prof. ir. J. H. Kop, ir. A. N. van Breemen en prof. ir. P. L. Knoppert in collegezaal G van het Gebouw voor Civiele Techniek. Tussen 16.30 uur en 18.00 uur zal er gelegenheid zijn voor een informeel samenzijn met prof. ir. P. L. Knoppert en diens echtgenote in de hal op de eerste verdieping van het Gebouw voor Civiele Techniek.