

De Belgische Kempen

MINERALENRIJKE KANALEN DOOR EEN VOEDSELARM GEBIED

D. Boeye, G. De Blust, D. De Baere, D. van Straaten,
D. Paelinckx, R.F. Verheyen

In de Belgische Kempen treedt op verschillende plaatsen en manieren water afkomstig uit kanalen in het landschap aan de oppervlakte. Dit water heeft een geheel andere samenstelling dan het autochtone grond- of oppervlaktewater. De veranderingen die dit teweegbrengt in de lokale vegetaties kunnen in verband gebracht worden met de aard van de beïnvloeding en met de landschappelijke situering van een locatie ten opzichte van het kanaal.

Inleiding

De Belgische Kempen, gelegen in de provincies Antwerpen en Limburg, vormen van oudsher een arme, dun bevolkte streek. In de pleistocene dekzanden die bijna overal aanwezig zijn, werden zure, voedselarme podzolen gevormd. Alleen de beekbegeleidende gronden zijn enigszins aangerijkt ten opzichte van het omgevende landschap. Ze zijn gekenmerkt door een zwakke profielontwikkeling. De traditionele landbouw (potstalsysteem) leidde in deze streek tot uitgestrekte heidevelden, afgewisseld met hooilanden en moerassen langs de beken en akkerbouw op plaggebodems rond de dorpen. De komst van de moderne landbouw is de meest ingrijpende gebeurtenis geweest in de recente landschappelijke evolutie van deze streek. Toch werden reeds voordien pogingen ondernomen om

Ecohydrologie

Eutrofiëring

Hogere Zandgronden

De Kempen

Flora

De auteurs waren ten tijde van het onderzoek verbonden aan het departement Biologie van de Universiteit Antwerpen (U.I.A.), Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk België. Geert De Blust en Dick van Straaten zijn tegenwoordig verbonden aan het Instituut voor Natuurbehoud, Kiewitdreef 3, 3500 Hasselt België

de Kempen vruchtbaarder te maken. Bij de aanleg van de Kempense kanalen in de vorige eeuw werden onder andere plannen opgesteld, en ook gedeeltelijk uitgevoerd, om de droge, voedselarme zandgronden te irrigeren met het uit de Maas afkomstige en dus mineralenrijke kanaalwater. In deze irrigatiegebieden (zogenamde wateringen), is de invloed van het kanaalwater sinds lang bekend (zie verder). Uit onderzoek bleek echter dat het kanaalwater ook in natuurgebieden buiten de wateringen een rol van betekenis kan spelen. Vooraleer op deze kanaalinvloed in te gaan, bespreken we eerst de algemene hydrologische situatie van de Kempen.

Hydrologie van de Kempen

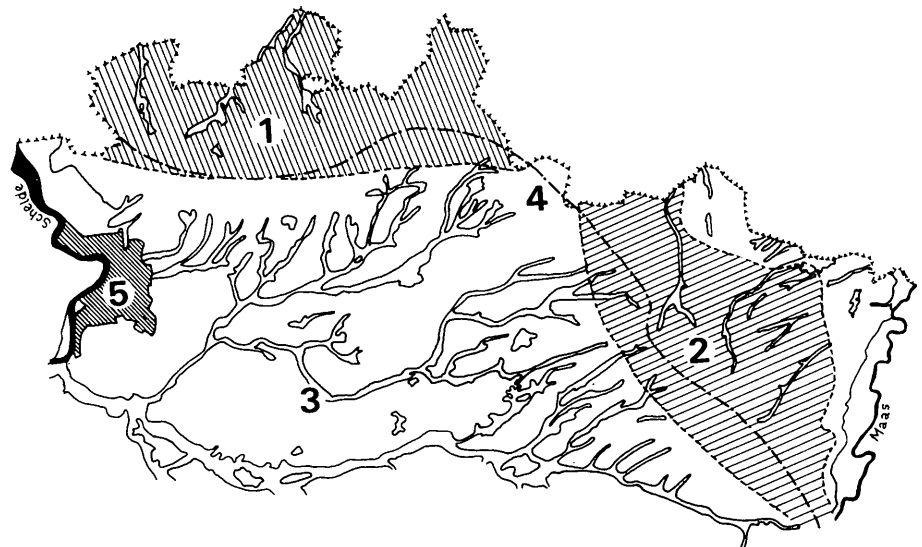
Het geologisch substraat van de Kempen bestaat tot op grote diepte (Boonse Klei, Oligoceen) uit goed doorlatende zandlagen waarop in het oosten ook grindafzettingen aanwezig zijn (Maasterras). Slechts noordelijk van Turnhout komen slecht doorlatende kleilagen oppervlakkig voor (figuur 1). Bijna overal zijn pleistocene dekzanden aanwezig. De drainage van de streek wordt grotendeels door de topografie bepaald. Doorheen de Kempen loopt de waterschei-

ding tussen het Schelde- en Maasbekken. Zij bevindt zich in het oosten op het Kempisch plateau (Maasterras) en gaat naar het noordwesten over in de Kempische microcuesta, een verhevenheid ten gevolge van de erosiebestendige Kempische klei. Ten noorden van de waterscheiding ontspringen enkele beken die richting Nederland stromen. Ten zuiden vindt de afwatering plaats door de Demer, maar vooral door de Grote en Kleine Nete. In figuur 1 zijn de natte, beekbegeleidende gronden (vaak met veenvorming) weergegeven. Zij geven een ruwe aanduiding van de kwelgebieden.

Onder natuurlijke omstandigheden wordt de samenstelling van het bodemwater mede bepaald door de positie die een gebied inneemt ten opzichte van de hydrologische kringloop (zie onder ander Van Wirdum, 1980). Door uitwisselingsprocessen met de doorstroomde sedimenten is kwelwater gewoonlijk harder en minder zuur (lithotroof) dan infiltrerend water (atmotroof). Omdat de ondergrond van de Kempen voornamelijk uit zand bestaat, is de aanrijking die het doorstromingswater ondergaat, minder uitgesproken dan in andere streken met bijvoorbeeld kalkhoudende gesteenten

Figuur 1 •
De Kempen: (1) Kempische klei, (2) Maasterras (grindafzetting), (3) beekbegeleidende gronden, (4) waterscheiding Schelde-Maas en (5) Agglomeratie Antwerpen.

Figure 1 •
The Campine region: (1) Campine clay, (2) gravel deposits of the Maas, (3) alluvial soils, (4) Schelde-Maas water divide and (5) Antwerp conurbation.



	Albertkanaal (Herentals)	venwater ('s Gravendel)	diep kwelwater (Zwarte Beek)
pH	8.0	5.6	7.1
EGV ($\mu\text{S/cm}$)	552	106	142
Ca (mg/l)	61	6	20
Mg (mg/l)	9	1	3
K (mg/l)	4	2	1
Na (mg/l)	32	7	4
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0.1	1.1	0.1
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	170	17	67
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	50	12	9
CL ⁻ (mg/l)	61	13	6
NO ₃ ⁻ (mg/l)	15	0.5	1.2
PO ₄ ³⁻ ($\mu\text{g/l}$)	250	16	49

• Tabel 1
Chemische samenstelling van enkele representatieve watermonsters uit de Kempen.

• Table 1
Chemical composition of representative water samples from the Campine region.

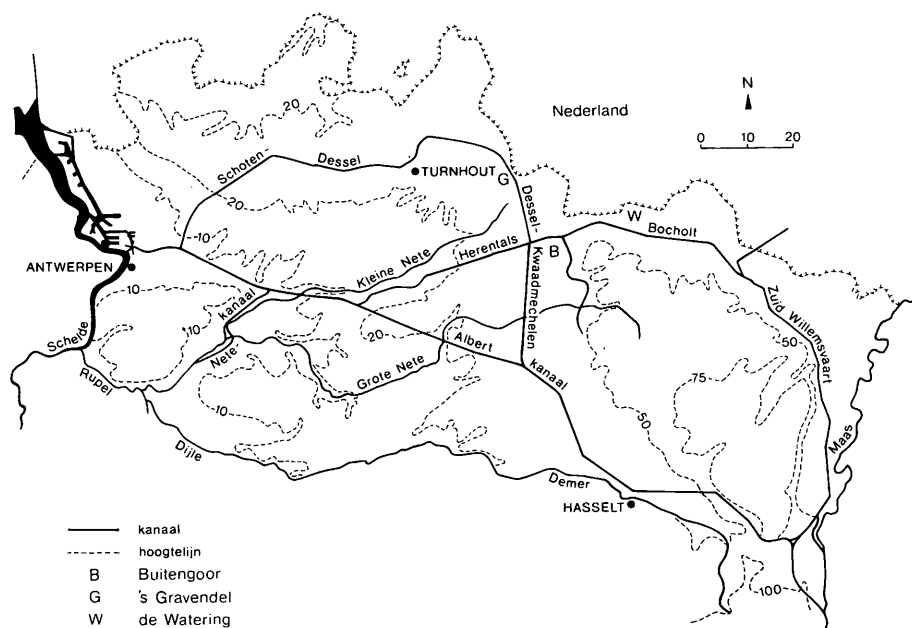
in de ondergrond. Gemiddeld zijn Kempische waters dus arm en zuur. In tabel 1 zijn ter illustratie twee watermonsters uit de Kempen weergegeven die nog goed de natuurlijke samenstelling illustreren. Het venwater is atmotroof, het kwelwater lithotroof. Terzijde kan opgemerkt worden dat venwaters in de Kempen, mogelijk mede door indamping, nog veel sterker kunnen verzuren tot $\text{pH} < 3$ (Vangenechten, 1980).

Op vele plaatsen is van deze arme, zure omstandigheden nog slechts weinig te merken. Onder invloed van intensieve landbouw met hoge mestgift, zijn vele grondwa-

tersystemen aangerijkt. De studie door Van Zadelhoff *et al.* (1988), waarover gedeeltelijk gerapporteerd werd in dit tijdschrift (Bijlmakers *et al.*, 1987), over het beekdal van 't Merkske is in dit opzicht vermeldenswaard. Het is opvallend dat vele natuurgebieden precies geassocieerd zijn met plaatsen waar nog relatief onbeïnvloed water voorkomt.

De kanalen in de Kempen

In figuur 2 zijn de Kempische kanalen weergegeven. Ze werden aangelegd in de vorige eeuw ten behoeve van de scheepvaart, maar ook voor irrigatie van de droge



• Figuur 2
De ligging van de kanalen in de Kempen en de in de tekst besproken gebieden (B = Buitengoor, G = 's Gravendel, W = Watering).

• Figure 2
Canals in the Campine Region and areas discussed in the text (B = Buitengoor, G = 's Gravendel, W = Watering).

voedselarme heideterreinen. Het Albertkanaal werd pas in 1939 voltooid.

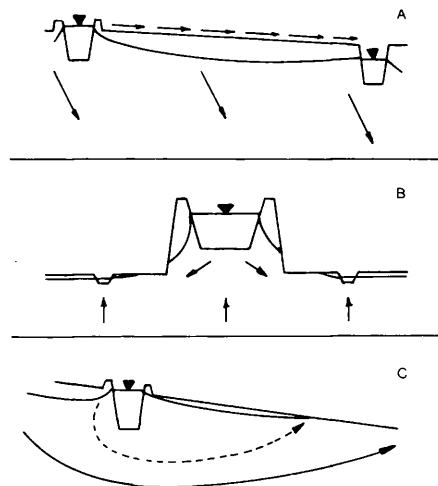
Vergelijken we de samenstelling van kanaalwater (tabel 1) met die van de natuurlijke waters in de Kempen, dan zijn opvallende verschillen terug te vinden. Het kanaalwater is licht alkalisch en relatief rijk aan mineralen. Kenmerkend is verder het hoge calciumgehalte en de hoge alkaliniteit. Het kanaalwater wordt uit de Maas betrokken te Luik, waar deze rivier de Franse en Belgische kalkstreken achter de rug heeft. Door de aard van deze gesteenten bevat het Maaswater calciumconcentraties die voor het hydrologisch systeem van de Kempen onnatuurlijk hoog zijn. Ten slotte dient ook de aanzienlijke concentratie aan voedingsstoffen (nitraat, ortho-

biëden en hydrologisch geïsoleerde zones. Deze laatste zijn gebieden met een slechte ontwatering vanwege hun positie tussen infiltratie- en kwelgebied of vanwege de aanwezigheid van slecht doorlatende lagen. De effecten van overbemesting op natuurwaarden via het grondwater, verschillen naargelang de relatieve positie die cultuur- en natuurgronden ten opzichte van elkaar innemen. De invloed van de Kempische kanalen dient, wat dit aspect betreft, bekeken te worden tegen deze landschappelijke achtergrond. We schetsen dit aan de hand van drie concrete voorbeelden.

1. Infiltratiegebied: de watering (figuur 2)

In infiltratiegebieden (figuur 3A) overheerst een neerwaartse grondwaterstroming. Het geïnfilteerde water zal in de veel verder gelegen kwelgebieden aan het oppervlak komen. Door de werking van geohydrologische processen (menging, dispersie, uitwisseling met het sediment), zal het effect van ingelaten kanaalwater afgezwakt worden (De Wit *et al.*, 1988). Bovendien is overschaduwing door andere invloeden in het stroomgebied (bijv. landbouw) niet uitgesloten. De invloed van de kanalen op de grondwaterkwaliteit van infiltratiegebieden is dan ook beperkt.

Op enkele plaatsen oefent kanaalwater wel een belangrijke invloed uit, maar dan via het oppervlaktewater. In de vorige eeuw werd kanaalwater gebruikt om de droge, arme gronden in de Kempen vruchtbaar te maken. Daartoe werden op enkele plaatsen irrigatiesystemen, de zogenaamde wateringen aangelegd. De grootste, en tevens best bewaarde watering is 'de Vloeiweiden' te Lommel-Kolonie. De percelen in deze watering werden aanvankelijk als hooiland voor grasproductie gebruikt. Ze werden ongeveer driemaal per jaar bevoeid met kanaalwater. Bij de aanleg van de wateringen werden de vloeiweiden genivelleerd en voorzien van een systeem van kleine slootjes die het water aan- en afvoerden (figuur 4). Door het verwijderen van



• **Figuur 3**
Schematische weergave van de beïnvloeding in de drie gebieden: (a) infiltratiegebied, (b) kwelgebied en (c) hydrologisch geïsoleerd gebied.

• **Figure 3**
Diagram of different types of influence: (a) infiltration, (b) seepage and (c) hydrologically isolated area.

fosfaat) vermeld te worden. Door zijn samenstelling heeft kanaalwater dus een belangrijke potentiële invloed op de plantengroei in de Kempen.

De invloed van kanalen op natuurwaarden

De Kempen zijn enigszins te vergelijken met de Nederlandse zandgronden. Met het Noordbrabantse zandgebied vormen zij een landschappelijke eenheid. In de Wit *et al.* (1988) worden de ruimtelijke relaties door grondwaterstroming op de Nederlandse zandgronden besproken. Zij verdelen het landschap in infiltratiegebieden, kwelge-

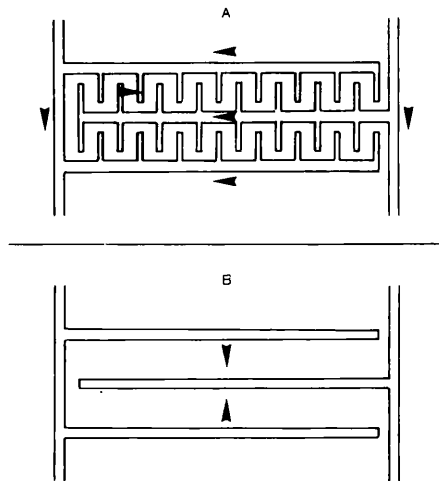
het microreliëf werd het mogelijk ieder plekje van een perceel te overstromen met kanaalwater. Na de bevloeiing bleef een vruchtbaar sliblaagje achter. Ook nu nog worden percelen op dergelijke wijze beheerd. De invloed van de bevloeiing wordt geïllustreerd door vergelijking van de zuurtegraad en het calciumgehalte van het bevoeiingswater voor en na bevloeiing (zie tabel 2). Onder invloed van het kanaalwater is de zure bodem (ca. pH 4) die typisch is voor de Kempen, veranderd in een zwak zure tot neutrale bodem (Noben, 1979); een duidelijk gunstiger situatie voor landbouwdoeleinden. Waar het hooilandbeheer nu nog wordt voortgezet vinden we hier soortenrijke graslanden van het glanshaververbond. Daarin groeien onder invloed van het kanaalwater calcifiele soorten als moesdistel, echte sleutelbloem, herfsttijloos, blaassilene en kleine pimpernel. Waar niet meer gehooïd wordt evolueert de vegetatie naar ruigten en struwelen. Nergens zien we de oorspronkelijke heide terugkomen. Geleidelijk aan werd de grasproductie in 'de Vloeiweiden' vervangen door populierenteelt. Deze teelt neemt nu veruit het grootste oppervlak in. De irrigatie door bevloeiing, werd er vervangen door irrigatie door infiltratie. Het water stroomt dus niet meer over het oppervlak, maar gaat via de bodem van boven- naar ondersloten (figuur 4).

2. Kwelgebied: Het Goorken (figuur 2)

In de langs de beken gelegen kwelgebieden overheerst een opwaartse grondwaterstroming (figuur 3B). Daardoor wordt indringen van kanaalwater belet. De meestal talrijk aanwezige drainagegangen zorgen voor een snelle afvoer (De Wit *et al.*, 1988). De beïnvloeding door kanaalwater is er dus lokaal. Bovendien zijn natuurgebieden in de grote kwelzones (o.m. rond het Nettekanaal, delen van respectievelijk het Albertkanaal en het Kanaal Herentals-Bocholt) vaak eutroof, waardoor de kanaalinvloed minder duidelijk is. Meer stroom-

opwaarts, langs de midden- of bovenlopen (Grootjans, 1985) is dit minder het geval. Een voorbeeld daarvan is het Goorken.

Dit moerasgebied bevindt zich in het beekdal van de Wamp te Arendonk (figuur 5). De bodem bestaat er uit zand en op de natste plaatsen veen. Verspreid komen onderbroken kleilensjes voor (De Baere & Mahieu, 1982). Het beekdal wordt doorsneden door het kanaal Schoten-Dessel. Op deze plaats staat het water in dit kanaal ca. 4 m boven het maaiveld van de omliggende gronden. In de meest noordelijke uitloper (punt a op figuur 5) van het gebied mondt een sloot uit die volledig gevoed wordt door drainagewater uit het kanaal. Dit water



• **Figuur 4**
Bevoeiingssystemen in de watering: (a) origineel slootpatroon met oppervlakkige overstroming, (b) vereenvoudigd slootpatroon waaruit de kleine greppels verwijderd werden, irrigatie zonder overstroming.

• **Figure 4**
Irrigation systems in 'de watering': (a) original ditch pattern with overland flow, (b) simplified ditch pattern; the smallest ditches have been removed, irrigation without overland flow.

verspreidt zich op de rechteroever van de Wamp (pijlen op figuur 5). We kunnen aannemen dat kanaalwater ook door de dijk in de bodem van het gebied dringt. In figuur 6 wordt de spreiding van de calciumconcentratie in het oppervlaktewater weergegeven. De zuurgraad en geleidbaarheid geven een overeenkomstig beeld. Beïnvloeding door kanaalwater beperkt zich tot de gearceerde zones. De beïnvloede zone op de linkeroever van de Wamp is een drooggelegde visvijver die vroeger met kanaalwater gevuld was.

De beïnvloeding in dit gebied is enigszins te vergelijken met de watering, omdat ook belangrijke delen 'bevoeid' worden.

Tabel 2 •
Bevoeiingswater voor en na
bevloeiing in de watering te
Lommel-Kolonie.

	voor	na
pH	8.3	6.9
Ca + mg/l	69	56

Table 2 •
Chemical composition of irri-
gation water before and after
irrigation in 'de watering' at
Lommel-Kolonie.

De overstroomde delen vertonen een weinig gedifferentieerd waterkwaliteitspatroon (pH ca. 7, geleidingsvermogen ca. 500 μ S/cm, calcium ca. 45 mg/l) dat ook typisch is voor de percelen van de vloeiveiden. Doordat het Goorken in tegenstelling tot de wateringen zijn natuurlijke heterogeniteit (micro-reliëf, bodem) behouden heeft, vertoont ook de vegetatie meer verschillen. In de beïnvloede zone zijn verschillende verlandingsstadia van rietland, wilgen- en elzenstruweel aanwezig. Deze vegetaties worden ook aangetroffen op niet beïnvloede percelen, waar zij echter fragmentair voorkomen tussen meer mesotrafente laagveenvegetaties (getypeerd door o.a. veenpluis, kruipend struisgras, wateraardbei en snavelzegge). Onder invloed van kanaalwater worden dus blijkbaar weinig produktieve vegetaties teruggedrongen. Op een lokale zandopduiking, die nooit overstroomd wordt en waar geen veenbodem aanwezig is (punt f op figuur 5), doet zich een interessante situatie voor. Het kanaalwater kan er slechts invloed uitoefenen via het grondwater (dat toch nog bijna tot het maaiveld reikt). Op de hoogste plaatsen vinden we veenmossen, die wijzen op de invloed van het neerslagwater. Meer aan de randen zijn er elementen van kleine zeggevegetaties met soorten die meer op zure of overgangscondities wijzen (sterzegge, late zegge, draadzegge) en meer calcifiele soorten als armbloemige waterbies en de mossen *Scorpidium scorpioides* en *Campylium stellatum* (De Baere en Mahieu, 1984).

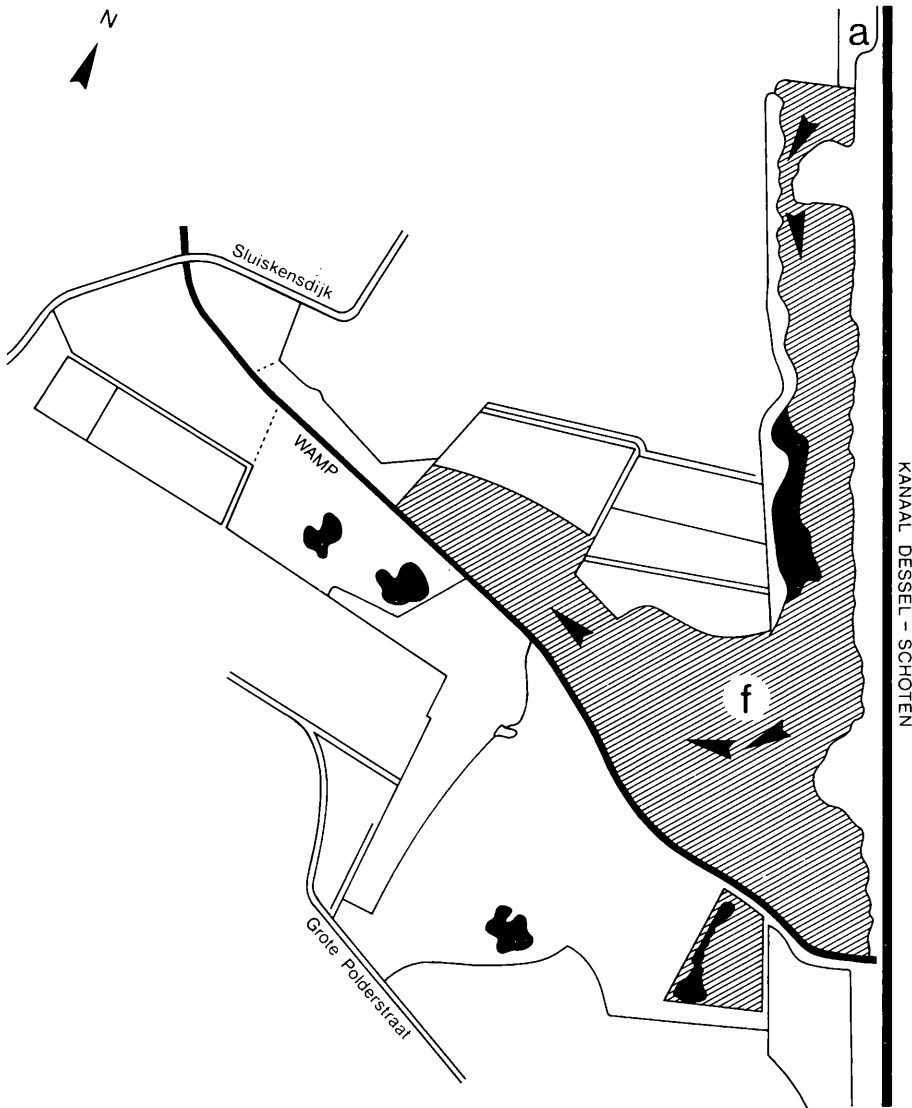
3. Hydrologisch geïsoleerde gebieden:

Het Buitengoor (figuur 2)

Hydrologisch geïsoleerde zones hebben een slechte ontwatering veroorzaakt door hun lage ligging en geringe terreinhelling, of door de aanwezigheid van slecht doorlaten-

de lagen nabij het maaiveld (De Wit *et al.*, 1988). In beide gevallen zal het neerslagoverschot of infiltrerend kanaalwater via ondiepe stroombanen naar lokale waterlopen afgevoerd worden (figuur 3C).

Zo'n situatie treffen we aan in het Buitengoor, een brongebied in de gemeente Mol. Het bestaat uit een oost-west afhellende kom waarin het grondwater de oppervlakte bereikt. Brongebieden zoals dit komen in deze streek, de westelijke rand van het Kempisch plateau, talrijk voor. Het Buitengoor is echter uitzonderlijk omdat het onder invloed staat van het kanaalwater. Stroomopwaarts in het bekken is namelijk de watering van Mol-Rauw gelegen. Aan de oostzijde van het Buitengoor, net voor de kwelzone, stroomt een irrigatiekanaaltje dat afkomstig is van deze watering. Op twee plaatsen wordt water uit dit kanaal afgetapt in kleine slootjes die het gebied doorstromen, maar niet overstroomen (figuur 7). De beïnvloeding in het Buitengoor verloopt verder via het grondwater en is minder geconcentreerd dan in de twee vorige gebieden. Het grondwater wordt slechts vanuit oostelijke richting verrijkt. In figuur 8 zijn de peilbuizen gerangschikt ten opzichte van hun afstand tot het irrigatiekanaaltje (x-as) en de hoogteligging (y-as). Hieruit blijkt dat het verrijkte grondwater onder niet-beïnvloede, neerslagachtige waters duikt voor het de oppervlakte bereikt. Met andere woorden, in de laagste zones is er een invloed van de kanalen en op de hoger gelegen delen zorgt de aanvoer via de neerslag voor het ontstaan van regenwaterlenzen. Dit geeft aanleiding tot een zeer complex en gevarieerd waterkwaliteitspatroon waarvan de puntwaarnemingen in figuur 7 een aanduiding geven. Op korte afstanden bestaan overgangen van onbeïnvloed (zuur, weinig geleidend, laag calciumgehalte) naar duidelijk beïnvloed (neutraal, geleidend, hoog calciumgehalte) in functie van de topografie. Onder invloed van het microreliëf vertoont de waterkwaliteit in het Buitengoor echter

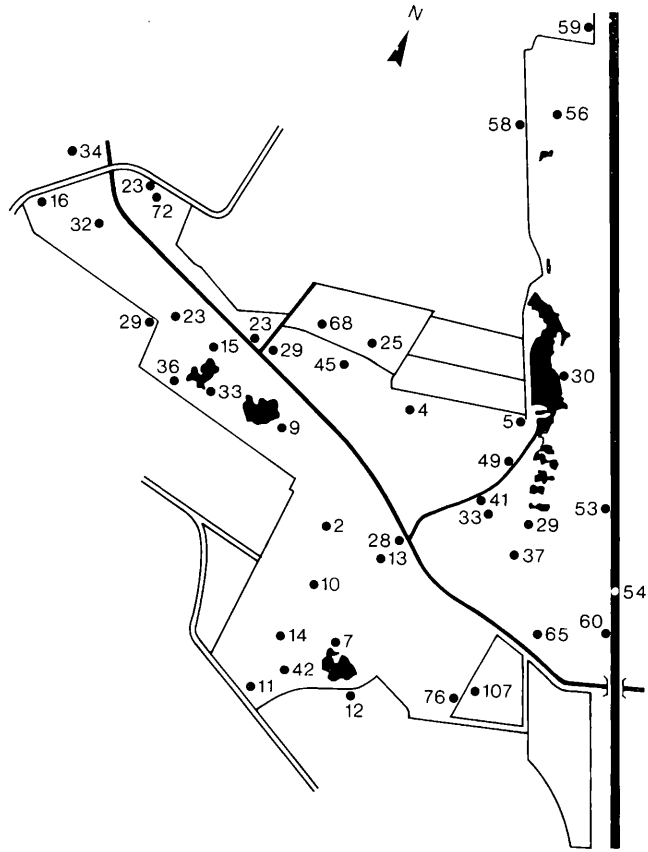


• **Figuur 5**
 Het Goorken. Gearceerde zones worden overstromd door kanaalwater, open water is in zwart aangeduid, a: gracht die het kanaalwater aanvoert, f: lokale opduiking die niet overstromd wordt door kanaalwater.

• **Figure 5**
 Het Goorken. Shaded areas are flooded by canal water, open water is indicated in black, a: ditch supplying canal water, f: local rise not flooded by canal water.

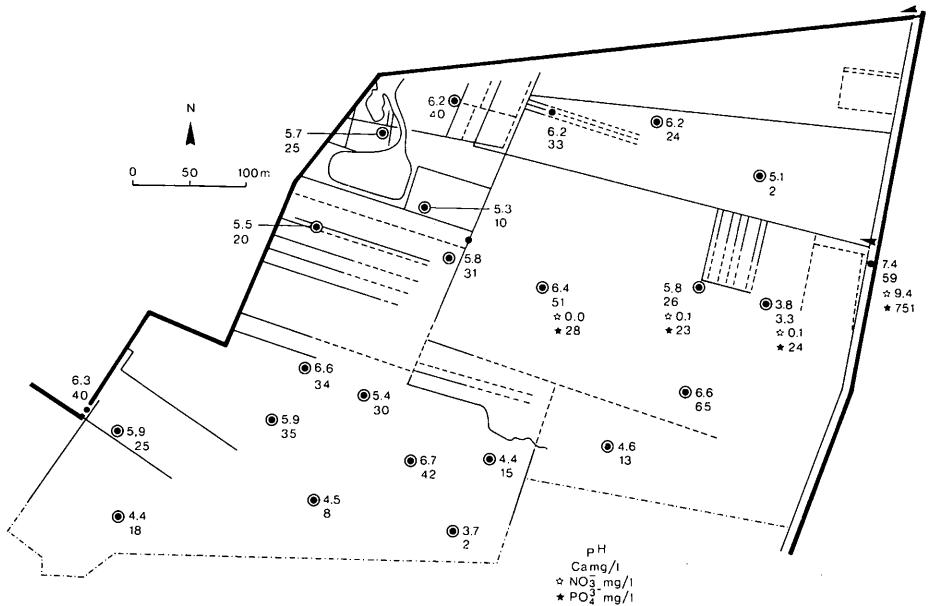
nog veel sterkere verschillen dan uit figuur 7 is af te leiden (Lembrechts en Van Straaten, 1982). In de laagste en dus meest beïnvloede zones, is immers een moerasvegetatie op veen (variërend van enkele cm tot max. 50 cm dikte) aanwezig waarin pijpestrootje bulten afwisselen met venige slenken. Op die bulten heersen zure condities met een heidevegetatie, terwijl in de venige slenken een neutrale situatie bestaat, waarin elementen van het knobbiesverbond overheersen met soorten als twee-

huizige zegge, late zegge, lage zegge, Rijnrus en armbloemige waterbies. In de overgangen naar meer acidofiele vegetaties (zowel zeer lokaal op de pijpestrootje-bulten als op gebiedsniveau) verschijnen soorten als beenbreek, waterdriblad, witte snavelbies, sterzegge en draadzegge. Heidevegetaties komen voor op de niet beïnvloede plaatsen (Van Straaten en Lembrechts, 1982).



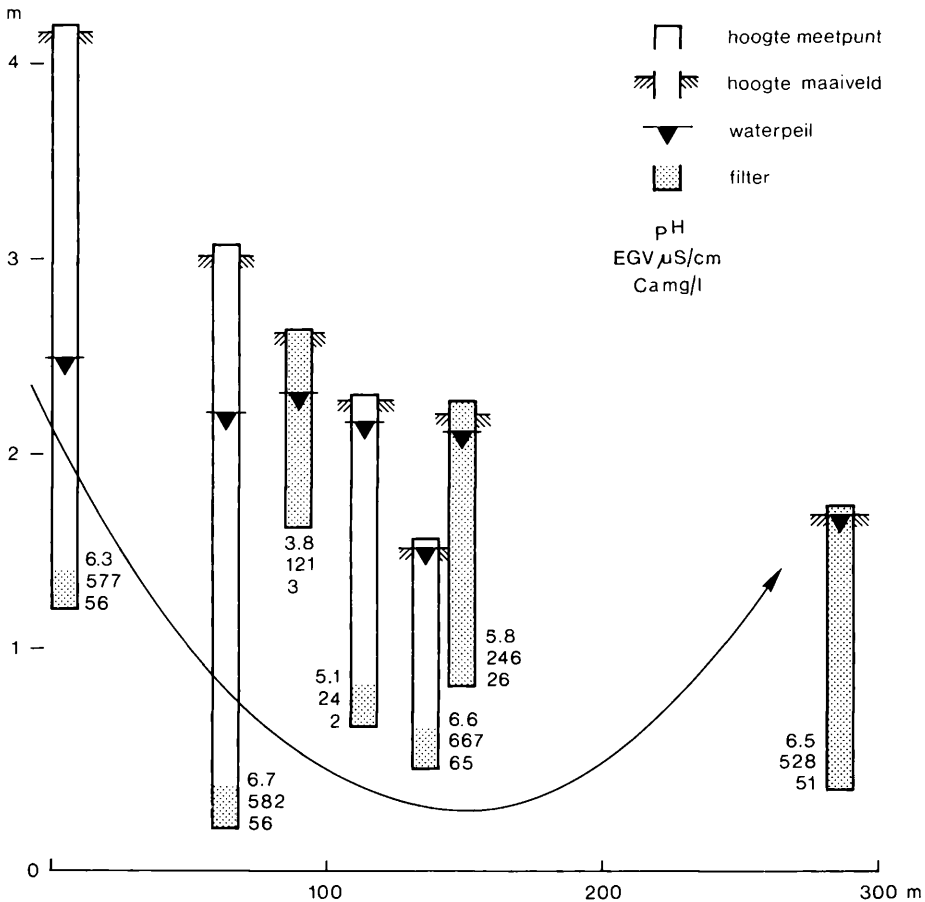
Figuur 6 •
 Het Goorcken: calciumconcentratie (mg/l) in oppervlakkig grondwater en oppervlaktewater (De Baere en Mahieu, 1982).

Figure 6 •
 Het Goorcken: calcium concentration (mg/l) in shallow groundwater and surface water (De Baere and Mahieu, 1982).



Figuur 7 •
 Het Buitengoor: zuurgraad, calcium-, nitraat- en fosfaatconcentraties in grondwater (omcirkelde meetpunten) en grachtjes (niet omcirkelde meetpunten). Grachten en greppels aangeduid in volle en onderbroken lijnen; zuidelijke grens in streep-punt lijn.

Figure 7 •
 Het Buitengoor: acidity and concentrations of calcium, nitrate and phosphate in groundwater (circled sample points) and ditches (uncircled sample points). Canals and ditches are indicated by continuous and dashed lines, the southern border by a dash-dot line.



• **Figuur 8**
Waterstandsbuizen in het Buitengoer gerangschikt ten opzichte van de afstand tot het irrigatiekanaal (waterpeil = 3.79 m).

• **Figure 8**
Piezometers in 'Het Buitengoer' versus their distance from the irrigation canal (water level = 3.79 m).

Bespreking

In de drie behandelde natuurgebieden is een duidelijke invloed van kanaalwater merkbaar op de chemische samenstelling van bodem- en oppervlaktewater. Door deze invloed hebben zich calcifiele plantesoorten en -gemeenschappen gevestigd die in de Kempen voorheen niet voorkwamen. Uit de voorbeelden blijkt dat het effect van het kanaalwater onder meer afhankelijk is van de landschappelijke situering en van de aard van de beïnvloeding (via oppervlakte- of grondwater).

In infiltratiegebieden is de invloed via het grondwater beperkt, vanwege de neerwaartse stroming. Het voornaamste effect bestaat hier uit de rechtstreekse beïnvloeding in de wateringen. Het gaat in principe om een bemesting die de arme, zure bodems van de Kempen verrijkt met minera-

len (calcium en magnesium) en met voedingsstoffen (nitraat, fosfaat e.d.; zie tabel 1). De wateringen werden overigens precies met dit doel aangelegd. Bij afwezigheid van beheer treedt verzuuring op. Door een verschrallend hooilandbeheer kan deze successie geremd worden, waardoor soortenrijke graslanden ontstaan.

In kwelgebieden is de invloed via het grondwater eveneens beperkt. Door de opwaartse stroming wordt indringen immers belet. Het resultaat is een lokale oppervlakkige beïnvloeding die, wat dit betreft, enigszins te vergelijken is met de situatie in de wateringen. Ook in het Goorke neemt verzuuring toe onder invloed van oppervlakkige beïnvloeding met kanaalwater. De interessantste situatie doet zich hier voor ter hoogte van een lokale zandopduiking. Door het reliëf blijft zij geïsoleerd

van directe beïnvloeding met kanaalwater. Afgaande op de vegetatie (veenmossen) kunnen we veronderstellen dat zich een regenwaterlens bovenop het verrijkte grondwater bevindt. In de overgangzone zijn talrijke soorten aanwezig die wijzen op een complex patroon van wisselende omstandigheden. Kemmers en Janssens (1980) beschreven een vergelijkbare situatie in het Nederlandse natuurgebied 'Groot-Zandbrink'. Op de contactzone tussen calciumrijk en -arm water werden eveneens elementen van onder meer het knobbiesverbond gevonden. De gradiëntrijke zone wordt volgens deze auteurs veroorzaakt door zeer lokale verschillen in buffercapaciteit van de bodem ten opzichte van de zuurgraad. Deze contactzone wordt door Van Wirdum de poikilotrofe zone genoemd. Het Buitengoor is gelegen op de grens van infiltratie en kwelgebied (hydrologisch geïsoleerd *sensu* De Wit *et al.*, 1988). Het ondergaat alleen invloed van het kanaalwater via het grondwater. De situatie is er wat dit betreft enigszins te vergelijken met de lokale zandopduiking in het Goorcken. We hebben hier echter met een kom in plaats van een opduiking te maken. Van de hogergelegen randen van het gebied weten we dat de wortelzone niet door het kanaalwater beïnvloed wordt (zie figuur 7 en 8). Centraal is die invloed wel aanwezig. Tussen beide bestaan talrijke overgangen, hetgeen een soortenrijke vegetatie tot gevolg heeft.

In deze vegetatie treedt echter geen verruiging op, hoewel ze, zeker in de laagste zones, toch duidelijk onder invloed van het kanaalwater staan. Dit is slechts mogelijk doordat de voedingsstoffen in het kanaalwater de wortelzone niet bereiken en/of niet beschikbaar zijn voor de wortels. In de beïnvloede moerasvegetaties zijn concentraties van deze stoffen inderdaad laag in vergelijking met deze uit het irrigatiekanaaltje dat langs het gebied stroomt (figuur 7). Onderzoek over dit aspect wordt momenteel voortgezet. Twee hypothesen die

elkaar niet uitsluiten kunnen geformuleerd worden.

– Doordat de invloed van het kanaalwater veel minder geconcentreerd is dan in het Goorcken of de Wateringen, treedt voldoende mening op met lokaal onbeïnvloed grondwater om het effect van de nutriënten af te zwakken. De invloed in het Buitengoor komt namelijk slechts uit oostelijke richting en loopt via het grondwater in plaats van het oppervlaktewater. De situatie is dan vergelijkbaar met de randen van de opduiking in het Goorcken en in het Groot-Zandbrink (Kemmers en Jansen, 1980). Schot *et al.* (1988) beschrijven het effect van verschillende watertypen die samenkomen in een kwelgebied (Naardemeer) en verklaren hiermee de grove indeling van de vegetatie. Ook in een aantal Nederlandse kraggellandschappen, waar ter compensatie van het neerslagdeficit in de zomer nutriëntenrijk water wordt ingelaten, bestaat het probleem van de aanvoer van nutriëntenrijk water. Kraggen die ver van het inlaatpunt gelegen zijn kunnen eventueel buiten de invloed van dit water blijven door voldoende kwelaanvoer en/of door vorming van regenwaterlenzen in de kraggemat (o.a. Van Wirdum, 1979).

– Een tweede hypothese betreft de rol van conditionele factoren ter hoogte van de veenlaag. De hoge waterstand, de calcium- en ijzerhuishouding en de veenbodem zijn bekende regulatoren van de nutriëntenhuishouding (Ponnamperuma, 1972; Verhoeven, 1988).

Besluit

Kanaalwater is ten opzichte van het Kempense water rijk aan mineralen en voedingsstoffen. Rechtstreekse beïnvloeding door kanaalwater (irrigatie) leidt tot verrijking van het milieu en vestiging van productieve plantensoorten. Indirecte beïnvloeding via het grondwater, kan leiden tot een meer gematigde beïnvloeding waarbij de invloed van de voedingsstoffen minder uitgesproken is. Interessante calcifiele ve-

getaties, zoals bijvoorbeeld in het Buitengoor zijn het gevolg. De precieze mechanismen van deze neutralisatie werden door ons nog niet achterhaald. Mogelijk liggen een aantal bekende regulatoren van de waterkwaliteit (Ca- en Fe-huishouding, hoge waterstand, veenbodem e.d.), samen met een minder geconcentreerde beïnvloeding aan de basis. Aan de potentiële voorwaarden voor de interessante, indirecte beïnvloeding is op landschapniveau vooral voldaan in de hydrologisch geïsoleerde gebieden op de overgang tussen kwel- en infiltratiegebieden.

Summary

The mineral-rich canals running through the impoverished Campine

Canals for shipping and irrigation were constructed in the Campine region of Belgium from the 19th century until 1938. The canal water originates from the river Maas and is pH neutral and rich in minerals and nutrients. However, the groundwater and surface water of the sandy Campine region is poor in these compounds and is rather acid. The influence of the canals is clearly visible in the vegetation of nature reserves affected by canal seepage. Three examples are discussed: an old irrigation system in an infiltration area, a river valley (seepage area) with a swamp that is crossed by a canal, and a marsh in a hydrologically isolated area which is influenced by a small irrigation channel. The exact effect depends on the nature of the influence, which in turn depends on the position of the canal relative to the area influenced.

Literatuur

Baere, D. de en R. Mahieu, 1982. Floristisch, fytosociologisch en ecologisch onderzoek van het Goorcken en de Lokkerse dammen te Arendonk. Licentiaatsverhandeling U.I.A.

Baere, D. de en R. Mahieu, 1984. Het Goorcken en de Lokkerse Dammen (Arendonk, België). 1. Inleiding en fytosociologische schets. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 117:328-340.

Bijlmakers, L.L., R.F.M. Buskens en F.J. van Zadelhoff, 1987. Het beekdal van 't Merkske. Een verkenning van landschapsecologische relaties via het grondwater. Landschap 4(1):49-63.

Grootjans, A.P., 1985. Changes of groundwater regimes in wet meadows. Doctoraal proefschrift R.U. Groningen.

Kemmers, R.H. en P.C. Jansen, 1980. De invloed van chemische factoren in grondwater op enkele vegetatietypen in het C.R.M.-reservaat 'Groot-Zandbrink'. I.C.W.-nota 1181.

Lembrechts, J. en D. van Straaten, 1982. Gradient investigation of a peat-bog (Buitengoor-Meergoor/Mol, Belgium). 1. Physical and chemical investigation of surface water and soil. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 115:325-336.

Noben, J, 1979. Fytosociologische en ecologische studie van een vloeieweide: de watering te Lommel-Kolonie. Licentiaatsverhandeling U.I.A.

Ponnamperuma, F.N., 1972. The chemistry of submerged soils. Adv. Agron. 24:29-96.

Schot, P.P., A. Barendregt en M.J. Wassen, 1988. Hydrology of the wetland Naardermeer: Influence of the surrounding area and impact of vegetation. Agricultural Water Management, 14:459-470.

Straaten, D. van en J. Lembrechts, 1982. Gradient investigation of a peat-bog (Buitengoor-Meergoor/Mol, Belgium). 2. Phytosociological description. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 115:337-356.

Vangenechten, J., 1980. Fysiko-chemisch onderzoek van de verzuring in Kempische oppervlaktewaters en invloed van de zuurtegraad op de ionenregeling van waterwantsen. Doctoraatsverhandeling U.I.A., 266 blz.

Verhoeven, J.T.A., 1986. Nutrient dynamics in minerotrophic peat mires. Aquatic Botany 25: 117-137.

Wirdum, G. van, 1979. Dynamic aspects of trophic gradients in a mire complex. CHO-TNO Proceedings and Informations no. 25:66-82.

Wirdum, G. van, 1980. Eenvoudige beschrijving van de kwaliteitsverandering gedurende de hydrologische kringloop ten behoeve van de natuurbescherming. In: Hooghart, J.C. (red.). Waterkwaliteitsveranderingen in grondwaterstromingsstelsels. CHO-TNO Rapporten en Nota's no. 5, pp. 118-143.

Wit, N.H.S.M. de, H.J.S.M. Vissers en W. Bleuten, 1988. Ruimtelijke relaties door grondwaterstroming op de Nederlandse zandgronden. Landschap 5(1):27-43.

Zadelhoff, F.J. van, et al., 1988. Ecohydrologisch onderzoek van het Merkske stroomgebied. Eindrapport: Een hydrogeologisch en vegetatiekundig onderzoek ten dienste van het natuurbeschermingsbeleid. Benelux Economische Unie.