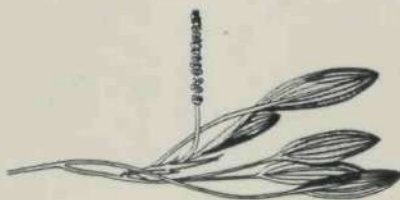
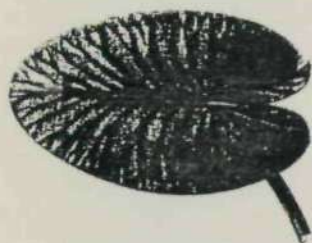


riza

rijksinstituut
voor integraal zoetwaterbeheer
en afvalwaterbehandeling
tel. 03200-70411, fax. 03200-49218
doorkiesnummer 70672

Waterplanten in het Ketelmeer 1990



Werkdocument 93.001x

auteurs

R.W. Doef, F.C.M. Kerkum (RIZA)
& L.H.C.A. Hector (Directie Flevoland)

datum

januari 1993

INHOUD WERKDOCUMENT	I
SAMENVATTING	III
LIJST VAN KAARTEN	IV
LIJST VAN TABELLEN	IV
1 INLEIDING	1
2 MATERIAAL EN METHODE	3
2.1 Watervegetatie	3
2.2 Inwinning van veldgegevens	3
2.3 De verspreidingskaarten	3
3 RESULTATEN	5
3.1 De samenstelling van de vegetatie	5
3.1.1 Waterplantkaarten	5
3.1.2 De soortensamenstelling	7
3.2 Oppervlakten bedekt door waterplanten	9
3.3 Biomassa's	10
3.4 Vergelijking 1990 met 1987	11
3.5 Vergelijking met andere gebieden	12
3.6 Methodiek en tijdstip van karteren en verwerken	13
3.7 Mogelijke ontwikkelingen van de watervegetatie	14
4 CONCLUSIES	15
5 DANKWOORD	15
6 LITERATUUR	17
BIJLAGEN	19

SAMENVATTING

De waterplanten in het Ketelmeer zijn op 19 en 20 juni 1990 door Rijkswaterstaat in het veld gekarteerd. Tijdens deze kartering zijn in totaal negen soorten hogere waterplanten, waarvan twee met drijfbladeren, aangetroffen. Naast de hogere waterplanten, Schede-, Doorgroeid-, Tenger-, Gekroesd- en Rivierfonteinkruid, Zittende zannichellia, Aarvederkruid, Smalle waterpest en Gele plomp, zijn nog vier groepen lagere waterplanten (Draadwier, Darmwier, Kranswier en Waternetje) onderscheiden. Alle soorten komen in lage bedekking voor (bedekkingsgraad 0 -15%). Behalve Draadwier komen alle waterplanten onregelmatig verspreid voor. De verspreiding en bedekkingsgraad is per soort in verspreidingskaarten weergegeven.

De kartering in 1990 moest wegens het drukke meetprogramma reeds vroeg in het groeiseizoen (half juni) uitgevoerd worden. Hierdoor is een goede vergelijking met voorafgaande jaren, waarin later in het seizoen werd gekarteerd, niet goed mogelijk. De biomassa is geschat. Uitgaande van seizoensoptima uit voorgaande jaren is aangenomen, dat tijdens de veldkartering de helft van de voor 1990 maximale biomassa aanwezig was. Door gebruik te maken van gegevens van Doef et al (1991) en Zant (1992) is berekend, dat de biomassa aan waterplanten uitgedrukt in asvrijdrooggewicht 41 ton bedroeg. Hiervan droeg Gele plomp 17 ton en Rivierfonteinkruid en Draadwier beide 9 ton bij.

Gele plomp en Rivierfonteinkruid zijn soorten die in de zuidelijker gelegen randmeren niet voorkomen. Aangenomen wordt, dat de veelal organische en slibrijke bodem alsmede het stromende karakter van het Ketelmeer door de uitstroom van de IJssel veroorzaakt dat bovengenoemde twee soorten in dit meer voorkomen.

Door de aanvoer van water uit de IJssel is de verblijftijd van het water kort (6 dagen), algen worden uitgespoeld en de kans op algenbloei is dan ook gering, waardoor in de zomer het gemiddelde doorzicht 0.6 m. bedraagt. Hierdoor krijgen waterplanten in de ondiepe oostelijke delen van het Ketelmeer voldoende licht om te groeien. Het doorzicht is echter te gering om ook in de diepere delen ($> \frac{3}{4}$ van het meer is dieper dan 2 m.), groei van waterplanten mogelijk te maken.

Het Ketelmeer bevat hoge zomergemiddelden aan nutriëntengehalten (0.42 mg/l totaal fosfaat en 5.7 mg/l nitraat + nitriet). De combinatie van hoge nutriëntengehalten en veel licht bevordert de groei van Draad- en Darmwieren op de ondiepe delen van het meer. Door deze combinatie wordt echter ook op lokaties, waar de wind en golfwerking minder is dan op de grote open delen van het Ketelmeer, de kans op aangroei van epifytische algen op waterplanten groter. De aanleg van de Ramsgeuldam en een slibdepot-eiland zullen meer luwte lokaties creëren en deze aangroei stimuleren.

Hierdoor kan de ontwikkeling van waterplanten geremd worden.

In tegenstelling tot deze remmende factor is de mogelijkheid voor (re)kolonisatie van waterplanten in het Ketelmeer gunstig. Via de IJssel worden waterplantzaden en overige voortplantingsdelen van waterplanten aangevoerd, zodat een uitbreiding van het waterplantenareaal in potentie aanwezig is.

LIJST VAN KAARTEN (ZIE BIJLAGEN)

0	Overzichtskaart van het IJsselmeergebied
1	Ketelmeer 1990 watervegetatie (totale bedekking)
2	Ketelmeer 1990 Schedefonteinkruid
3	Ketelmeer 1990 Doorgroeid fonteinkruid
4	Ketelmeer 1990 Tenger fonteinkruid
5	Ketelmeer 1990 Gekroesd fonteinkruid
6	Ketelmeer 1990 Rivierfonteinkruid
7	Ketelmeer 1990 Aarvederkruid
8	Ketelmeer 1990 Gele plomp
9	Ketelmeer 1990 Zittende zannichellia
10	Ketelmeer 1990 Smalle waterpest
11	Ketelmeer 1990 Kranswier
12	Ketelmeer 1990 Draadwier
13	Ketelmeer 1990 Waternetje
14	Ketelmeer 1990 Darmwier

LIJST VAN TABELLEN

1	Oppervlakten (in ha) in het Ketelmeer bedekt door soorten waterplanten of macro-algen	8
2	Oppervlakten (in ha) in het Ketelmeer bedekt door waterplanten.	9
3	Bovengrondse biomassa (AVD 10^3 per meer) van enkele plantesoorten	10

1 INLEIDING

Waterplanten spelen een belangrijke rol in aquatische ecosystemen. Ze dienen als voedsel en vormen jachtterrein, broedgelegenheid en schuilplaats voor kleine ongewervelde dieren, vissen en vogels. De aanwezigheid van een diverse watervegetatie is vanuit dit oogpunt bezien wenselijk. Een dichte begroeiing van waterplanten kan echter door watersportrecreanten als hinderlijk ervaren worden.

Deze factoren maken het wenselijk om de begroeiing door watervegetatie ter plekke in de tijd te volgen. Eventuele veranderingen in de samenstelling van de watervegetatie kunnen duiden op veranderingen in het watermilieu. Waterplanten fungeren in dat geval als bioindicatoren voor het aquatische ecosysteem. Afhankelijk van de gewenste functie van het watersysteem kunnen maatregelen overwogen en/of genomen worden om de vegetatie te sturen.

Voor het volgen van de waterplanten in het IJsselmeergebied heeft Directie Flevoland van Rijkswaterstaat in 1990 een 3-jarlijks monitoring programma opgestart. In 1990 zijn hiertoe het Ketelmeer, het Vossemeer, het Drontermeer, het Veluwemeer¹ en het Wolderwijd/Nulderneauw¹ aan een veldkartering onderworpen. In de jaren 1991 en 1992 zijn in dit kader de overige meren, met uitzondering van het Zwarte Meer en een deel langs de Friese kust van het IJsselmeer, geïnventariseerd. Het RIZA heeft vanaf 1987 uitgebreid geëxperimenteerd met veldkarteringen van watervegetaties (Doef et al., 1991). De kartering van het Ketelmeer is in samenwerking door Directie Flevoland en RIZA uitgevoerd. De verwerking van de veldgegevens en de rapportage zijn grotendeels door het RIZA uitgevoerd.

¹ De karteringen van het Veluwemeer en het Wolderwijd/Nulderneauw (1990, 1991 en 1992) zijn speciaal in het kader van de toepassing van actief biologisch beheer in de vorm van visstandsbeheer gekarteerd (Meijer et al., 1990). In het Wolderwijd/Nulderneauw is de watervegetatie voor en na de ingreep gemonitord. Het Veluwemeer diende als referentiegebied. In 1993 zal hierover eveneens gerapporteerd worden. Contactpersonen zijn Hugo Coops & Roel Doef (beiden RIZA) en Gert Butijn & Ed van der Goes (beiden Directie Flevoland).

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Watervegetatie

Onder waterplanten worden in dit werkdocument verstaan: alle hogere planten met onderwaterbladen en/of drijfbladen die in het water voorkomen. Bij de inventarisatie van de hogere waterplanten zijn ook opvallende macro-algen-groepen als Kranswieren, Draadwieren (Waternetje) en Darmwieren in kaart gebracht.

2.2 Inwinning van veldgegevens

Om de waterplanten van het Ketelmeer in kaart te brengen zijn op 19 en 20 juni 1990 gedetailleerde veldinventarisaties uitgevoerd. Tot circa 2 km uit de oostelijke oever van het meer zijn waterplanten aangetroffen. Westelijk hiervan is, vanwege de grotere diepte (>2 m), niet geïnventariseerd. Op de overzichtskaart (zie bijlage kaart 0) staat de begrenzing van het gekarteerde gebied aangegeven. De waterplanten van kleine gebiedjes aan de zuidoostelijke oever en ten oosten van de eilanden konden vanwege technische problemen (onbevaarbaarheid vanwege ondiepte) niet in kaart gebracht worden (zie bijlage kaart 1). Voor elke waargenomen soort is een overzicht gemaakt van de verspreiding. Tijdens de veldinventarisatie is de soortensamenstelling van de oevervegetatie beschreven en vergeleken met de luchtfoto's van 6 juli 1987 (Doef et al., 1991). De oevervegetatie in 1990 lijkt sterk vergelijkbaar met de oevervegetatie van 1987. Zodoende zijn in dit werkdocument geen aparte gegevens verstrekt over de oevervegetatie, maar wordt verwezen naar Doef et al., 1991.

2.3 Verspreidingskaarten

Met behulp van een vooraf vastgesteld bemonsteringsgrid zijn loodrecht op de oever raaien met het "ondiep"-watervaartuig "de IJmeer" gevaren. De raaien lagen 100m uit elkaar. De afstand tussen de monsterpunten op een raai bedroeg ook 100 m, tenzij grote veranderingen in de soortensamenstelling en/of dichtheid aanleiding gaven tot het nemen van een extra tussenliggend monsterpunt. De monsterpunten zijn m.b.v. oriëntatie-apparatuur (Trident) voorzien van exacte (x,y) -coördinaten. Op ieder monsterpunt werd voor een denkbeeldig vlak van circa 5 x 5 m de soortensamenstelling bepaald, en de bedekking per soort en de bedekking van de totale vegetatie geschat. De aanwezigheid van ondergedoken waterplanten is, waar nodig, met een hark gecontroleerd. De bedekking is weergegeven in drie klassen: 0-15%, 15-50% en 50-100% . De inventarisaties zijn ter plaatse opgeslagen in ASCII-bestanden van een spreadsheet programma (SYMPHONY). Deze data zijn vervolgens omgezet (via UNIMAP) in gridbestanden en na statistische bewerking in SPSS tot kaarten verwerkt en gepresenteerd in (ARC INFO; GIS). Voor een gedetailleerde beschrijving van deze methode wordt verwezen naar De Redelijkheid, 1989. De Arcinfo-kaarten zijn omgezet in WP (Word Perfect) bestanden, ten behoeve van verspreidingskaartjes in dit werkdocument.

3 RESULTATEN

3.1 De samenstelling van de vegetatie

3.1.1 Waterplantkaarten

Kaart 1 (bijlage) geeft een gedetailleerd beeld van de lokaties waar watervegetatie in welke bedekking voorkwam. De kaarten 2-14 geven een beeld van de verspreiding van de verschillende soorten per klasse. De kaarten zijn schaal 1:60.000 weergegeven. De pijl op de kaarten geeft de noordelijke richting aan. Alhoewel op alle kaarten het Zwarte Meer (ten oosten van Ramspol) afgebeeld staat, is dit meer niet in het onderzoek betrokken. De oevervegetatie is in 1987 in kaart gebracht (Doef et al., 1991), en sinds tijdens niet opvallend veranderd (Coops, 1992).

KAART 0 OVERZICHTSKAART VAN HET IJSSELMEERGEBIED

Deze kaart toont de positie van het Ketelmeer binnen het IJsselmeergebied. Het gearceerde gebied is het gekarteerde gebied.

KAART 1 KETELMEER 1990 WATERVEGETATIE

Een deel van watervegetatie aan de oever juist ten oosten van het grote eiland is niet in kaart gebracht. Een deel van de watervegetatie (circa 750 m vanaf de uitstroom van de IJssel², aan de zuidelijke oever) is evenmin onderzocht. Vanwege de ondiepten was het niet mogelijk om bovengenoemde gebieden met een boot, inclusief plaatsbepalingsapparatuur te bereiken. Ook het westelijke deel van het Ketelmeer is niet gekarteerd. Aangenomen is dat vanwege de grote diepte (> 2 m) in combinatie met een doorzicht (0.6 m zomerhalfjaar) waterplanten daar niet konden voorkomen. Er is in westelijke richting geïnventariseerd tot op het punt dat op diverse monsterpunten achtereen geen watervegetatie aangetroffen werd.

In een straal van ongeveer 2 km vanaf de uitstroom van de IJssel in het Ketelmeer kwamen velden met watervegetatie voor met een bedekking van overwegend klasse 1-2. De overwegend ijle vegetatie bestond voornamelijk uit Draadwier. Zeer lokaal was de bedekking meer dan 50%. In het verlengde van deze uitstroom is een onbegroeid diep deel, terwijl zuidwestelijk hiervan de bedekking voornamelijk klasse 1 (0-15%) was. Zuidwestelijk van Ramspol is de bedekking klasse 1 of 2. In dit gebied waren enkele kleine veldjes met een zeer dichte bedekking 50-100% (klasse 3).

KAART 2 KETELMEER 1990 SCHEDEFONTEINKRUID

Schedefonteinkruid kwam nogal verspreid in het meer voor. Op de meeste standplaatsen van deze soort was de bedekking klasse 1. Bij de uitstroom van de IJssel was een lokatie met bedekking klasse 2.

² De IJssel stroomt via het "Kattendiep" in noordwestelijke richting uit in het Ketelmeer.

KAART 3 KETELMEER 1990 DOORGROEID FONTEINKRUID

Doorgroeid fonteinkruid kwam niet veel voor. Slechts op enkele lokaties stond een veldje in dichtheid klasse 1 of 2.

KAART 4 KETELMEER 1990 TENGER FONTEINKRUID

Ten westen van het grote eiland was een veld Tenger fonteinkruid met bedekkingsklasse 1. Langs de oever tussen het eiland en Ramspol kwam de soort sporadisch voor.

KAART 5 KETELMEER 1990 GEKROESD FONTEINKRUID

Vlak bij uitstroom van de IJssel stonden enkele exemplaren Gekroesd fonteinkruid. Voor de duidelijkheid is de lokatie waar Gekroesd fonteinkruid voorkwam aangegeven met een pijl.

KAART 6 KETELMEER 1990 RIVIERFONTEINKRUID

Regelmatig werd Rivierfonteinkruid in lage bedekking op de onderzochte lokaties aangetroffen. Alleen ten westen van Ramspol kwamen enige kleine veldjes met hoge dichtheden (klasse 2 en 3) voor. Rivierfonteinkruid kwam aan de zuidelijke oever niet veel voor.

KAART 7 KETELMEER 1990 AARVEDERKRUID

Aarvederkruid is op twee plaatsen aan de zuidzijde van het meer in zeer geringe dichtheden aangetroffen. De lokaties zijn met een pijl aangegeven.

KAART 8 KETELMEER 1990 GELE PLOMP

Gele plomp stond op lokaties die een diepte hadden van circa 1-1,5m. Veel planten hadden slechts onderwaterbladeren. De bedekking was voornamelijk klasse 1.

KAART 9 KETELMEER 1990 ZITTENDE ZANNICHELLIA

Zittende zannichellia (*Zannichellia palustris palustris*) kwam voornamelijk op de ondiepere delen (< 1 m) van het Ketelmeer voor. Vanwege het nog ontbreken van de karakteristieke vruchtjes ("banaantjes") was het soms moeilijk om de soort te onderscheiden van Tenger- en Schedefonteinkruid. De bedekking langs de zuidelijke oever was klasse 1 en 2. Langs de oostelijke oever bestond de bedekking slechts uit klasse 1.

KAART 10 KETELMEER 1990 SMALLE WATERPEST

Een exemplaar van Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*) is slechts op één lokatie naar boven geharkt. Voor de duidelijkheid is deze lokatie met een pijl aangeduid.

KAART 11 KETELMEER 1990 KRANSWIER

Kranswier (*Chara spec.*) is aangetroffen in uiterst geringe dichtheden, in ondiep water langs de zuidelijke oever (zie pijl).

KAART 12 KETELMEER 1990 DRAADWIER

Draadwier (o.a. *Spirogyra*) was in geringe bedekking in grote delen van oostelijke ondiepten van het Ketelmeer aanwezig. Door het heldere water werd het verspreidingspatroon van deze macro-algen zichtbaar. Het bestond uit een egaal patroon van kleine veldjes klasse 1.

De draadwieren bevonden zich zeer regelmatig verspreid voornamelijk in kleine plukjes op de bodem. Ook in de diepere, minder heldere gedeelten bleek de alg steeds aanwezig. Slechts op enkele plaatsen was de bedekking meer dan klasse 2. Ten oosten van het grote eiland was een veld met klasse 2 en 3. Nabij de uitstroom van de IJssel kwam Draadwier vrijwel niet voor.

KAART 13 KETELMEER 1990 WATERNETJE

De macro-zoetwateralg Waternetje (*Hydrodictyon reticularium*) is op enkele plaatsen even ten noordoosten van het grote eiland in kleine dichtheden naar boven geharkt.

KAART 14 KETELMEER 1990 DARMWIER

Darmwier (*Enteromorpha intestinalis*) kwam uitsluitend voor langs de zuidelijke oever van het meer, zij het niet frequent en in lage bedekking.

3.1.2 Soortensamenstelling

De watervegetatie in het Ketelmeer (1990) bestond uit negen soorten hogere waterplanten, waarvan twee soorten met drijfbladeren. Daarnaast zijn nog vier onderscheiden groepen (soorten) lagere waterplanten waargenomen.

Volgens tabel 1 zijn in 1987 vier soorten hogere waterplanten aangetroffen, waarvan twee drijvende soorten. Andere hogere en of lagere waterplanten zijn naar aanleiding van de luchtfoto's en de summiere veldkartering (zonder harken) niet gesignaleerd. Soorten als Zittende zannichellia, Smalle waterpest, Draadwier, Kranswier en (Darmwier) zijn dikwijls niet vanuit de boot met het blote oog te onderscheiden, zonder ze eerst naar boven te harken. Het onderscheid tussen Schedefonteinkruid en Tenger fonteinkruid is toen niet gemaakt. Er is vanuit gegaan dat Schedefonteinkruid in meeste gevallen de dominante soort van de twee was. Op grond van de zojuist beschreven gegevens is dus niet te bepalen of er verschuivingen in de soortenrijkdom in 1987 ten opzichte van 1990 is opgetreden.

Tabel 1:

Oppervlakten (ha) in het Ketelmeer bedekt door soorten waterplanten of macro-algen. De gegevens zijn afkomstig van een luchtfoto-inventarisatie van 6 juli 1987 (gecheckt door veldgegevens) en veldinventarisaties gehouden op 19 en 20 juni 1990.

soort	klasse	Ketelmeer 1987	Ketelmeer 1990
Schedefonteinkruid	1	99	35
	2	11	0
	3	20	
	Totaal	130	35
Doorgroeid fonteinkruid	1	3	8
	2		2
	Totaal	3	9
Rivierfonteinkruid	1	171	93
	2	27	3
	3	24	1
	Totaal	223	97
Gekroesd fonteinkruid	1	? ³	0
Tenger fonteinkruid	1	?	24
Aarvederkruid	1	?	2
Gele plomp	1		69
	2		8
	3	2	
	Totaal	2	76
Zittende zannichellia	1	?	76
	2		11
	Totaal		87
Smalle waterpest	1	?	1
Draadwier ⁴	1	?	234
	2		8
	3		1
	Totaal		242
Darmwier	1	?	5
Kranswier	1	?	2
Waternetje	1	?	4

³ De vraagtekens geven aan dat niet bekend is of de betreffende soort voorkwam. In 1987 is de ondergedoken watervegetatie voor determinatie op soortsniveau niet met een hark gecontroleerd.

⁴ Draadwier was veelal in geringe bedekking aanwezig. In bedekkingsklasse 1 was de bedekking vaak minder dan 5%.

In 1990 is Draadwier de meest voorkomende waterplant in het Ketelmeer. Verder kwamen Rivierfonteinkruid, Gele plomp, Zittende zannichellia en Schedefonteinkruid regelmatig voor. Tenger-, Doorgroeid- en Gekroesd fonteinkruid, Aarvederkruid, Smalle waterpest, Waternetje, Darm- en Kranswier zijn weinig tot zelden aangetroffen (tabel 1). In 3.2, 3.3 en 3.4 zal de vergelijking tussen 1990 en 1987 aan de orde komen.

Tabel 2:

Oppervlakten (ha) in het Ketelmeer bedekt door waterplanten. De gegevens zijn afkomstig van een luchtfoto-inventarisatie van 6 juli 1987 (gecheckt door veldgegevens) en veldinventarisaties gehouden op 19 en 20 juni 1990.

	Klasse	Ketelmeer 1987	Ketelmeer 1990
Waterplanten	1	122	140
Waterplanten	2	99	190
Waterplanten	3	48	6
Waterplanten	Totale bedekking	269	336

3.2 Oppervlakten bedekt door waterplanten

De gegevens in tabel 2 tonen aan dat in het Ketelmeer (juni 1990) weinig dichtbegroeide plekken door waterplanten zijn aangetroffen. Voor de bedekking door soorten waterplanten geldt dat een groot aantal van de in 1990 gevonden waarden niet direct te vergelijken zijn met de waarden van 1987. Bovendien kunnen er grote verschillen in de aangetroffen oppervlakten getreden zijn, omdat op twee verschillende data in het seizoen bemonsterd is. De luchtfoto-inventarisatie van 1987 heeft plaatsgevonden op 6 juli, terwijl de veldkartering in 1990 al op 19 en 20 juni gehouden werd. In het veld is gebleken dat omstreeks half juni slechts een deel van de watervegetatie tot aan het wateroppervlak gekomen is. Meestal is de structuur van de velden al wel zichtbaar. De dichtheid is dan echter nog niet op het hoogste punt. Zant (1992) vond voor Rivierfonteinkruid in het Ketelmeer een maximaal aantal stengels op 8 juli 1992. De maximale bedekking door drijfbladeren was pas op 22 juli.

3.3 Biomassa's

In het Ketelmeer zijn in de jaren 1987 en 1990 geen biomassamonsters genomen. Daarom zijn biomassawaarden uit andere Randmeren gebruikt om de berekeningen uit te voeren (Doef et al., 1991). In bijlage 1 staan afgeleide biomassawaarden van een van Gele plomp, Draadwier en Zittende zannichellia. Deze waarden zijn verwerkt in tabel 3.

*Tabel 3:
Bovengrondse biomassa (AVD 10³kg per meer) van enkele plantensoorten*

soort	1987 bovengrondse biomassa (AVD 10 ³ kg/meer)	1990 bovengrondse biomassa (AVD 10 ³ kg/ meer)
Schedefonteinkruid	25	3
Doorgroeid fonteinkruid	0	1
Rivierfonteinkruid	39	9
Tenger fonteinkruid		1
Aarvederkruid		0
Zittende zannichellia		1
Smalle waterpest		0
Draadwier	?	9
Gele plomp	3	17
Darmwier	?	0
Kranswier		0
Waternetje		0
Totaal	≥ 67	41

In juni 1990 werd veertig procent van bovengrondse biomassa aan waterplanten gevormd door Gele plomp, ongeveer een kwart door Rivierfonteinkruid en een kwart door Draadwier. Schedefonteinkruid droeg iets minder dan vijf tot tien procent bij, terwijl Doorgroeid fonteinkruid, Tenger fonteinkruid en Zittende zannichellia enkele procenten bijdraagden. Aarvederkruid, Smalle waterpest, Darmwier, Kranswier en Waternetje droegen per soort minder dan één procent bij aan de totale waterplanten-biomassa. De vergelijking met de berekende biomassa van waterplanten in het Ketelmeer in 1987 wordt hieronder besproken.

In het Ketelmeer wordt een seizoensoptimum, vergelijkbaar voor andere delen van het IJsselmeergebied, verondersteld waarin de maximale hoeveelheid waterplanten is uitgedrukt in bedekkingspercentages. In deze paragraaf wordt naar aanleiding van onderzoek seizoensoptima van waterplanten aangegeven waarbij de bovengrondse biomassa als uitgangspunt genomen wordt. Doef et al., (1991) geven aan, dat de maximale bovengrondse biomassa van Schedefonteinkruid in het Veluwemeer in 1987 en 1988 respectievelijk rond 6 juli en 13 juli aanwezig was. Rond 19 juli was, in 1989 de maximale bovengrondse biomassa van Schedefonteinkruid in het Wolderwijd aanwezig, terwijl het maximum voor Doorgroeid fonteinkruid pas op 16 augustus bereikt werd. De biomassa-optimumcurves kunnen dus per soort, per lokatie en per seizoen verschillen. In het seizoen 1987 is de maximale bovengrondse biomassa voor Schedefonteinkruid, Doorgroeid fonteinkruid en Kranswier in het Veluwemeer gemeten op 6 juli. Dit was juist de dag dat de luchtfoto-inventarisatie boven alle Randmeren (inclusief Ketelmeer) uitgevoerd is. Omdat het Ketelmeer in een vergelijkbaar gebied ligt, is het aannemelijk dat ook de watervegetatie in het Ketelmeer goed ontwikkeld was, zodat geen grote onderschatting van de bedekking gemaakt is. Het maximale bovengrondse biomassagewicht (asvrijdrooggewicht /m²) voor Rivierfonteinkruid in het Ketelmeer was op 8 juli 1992 aanwezig (Zant, 1992).

Voor het seizoen 1990 zijn echter geen biomassa gegevens verzameld. Gezien het seizoensoptimum voor overige jaren (zie hierboven) is aan te nemen dat op het moment van de veldkartering (19 en 20 juni) slechts ongeveer de helft van de maximale biomassa aanwezig was.

3.4 Vergelijking 1990 met 1987 en 1989

Vergeleken met de met de situatie rond 1980 (Werkgroep 4 CIBRIJ, 1988) lijkt de watervegetatie in 1987 fors te zijn uitgebreid (Doef et al., 1991). Na 1987 is er eveneens een verandering opgetreden in de watervegetatie. Zo is de bedekking door Schedefonteinkruid in 1990 in hogere bedekkingsklassen 2 en 3 ten opzichte van 1987 duidelijk afgenomen. Gecorrigeerd voor het seizoen, bedekten Schede- en Tengerfonteinkruid samen ongeveer evenveel oppervlakte als "Schedefonteinkruid" alleen in 1987. Doorgroeid fonteinkruid is echter toegenomen in klasse 1 en kwam in 1990 zelfs in klasse 2 voor. Rivierfonteinkruid is sterk afgenomen in de klassen 2 en 3. Klasse 1 was, indien gecorrigeerd voor het seizoen, waarschijnlijk in vergelijkbare hoeveelheid aanwezig. De vergelijking voor Gekroesd fonteinkruid, Tenger fonteinkruid en Aarvederkruid is niet te maken, daar deze soorten in 1987 niet apart onderscheiden zijn vanuit de luchtfoto's van 6 juli. Ook tijdens de niet gedetailleerde veldkartering in 1987 zijn niet alle mogelijk voorkomende soorten apart onderscheiden. Gele plomp is in 1990 qua verspreiding enorm uitgebreid ten opzichte van 1987. Kleine dichte veldjes (klasse 3) zijn in tegenstelling tot in 1987 in 1990 niet aangetroffen. Het voorkomen van, en de bedekking door Zittende zannichellia, Smalle waterpest, Draadwier, Darmwier, Kranswier en Waternetje in 1990 is niet te vergelijken met 1987 omdat ook deze soorten, door de toegepaste inventarisatiemethode niet gesignaleerd zijn.

Op 12 juli en 20 juli 1989 zijn respectievelijk tijdens een WVO-vlucht⁵ en een boottocht van Staats Bos Beheer en RIZA een deel van de watervegetatie op kaarten ingeschetst. Het verspreidingspatroon van Schede- en Doorgroeid fonteinkruid in 1989 vertoont overeenkomst met die van 1990. Tengerfonteinkruid, Gekroesd fonteinkruid, Aarvederkruid, *Zannichellia*, *Smalle waterpest* en *Kranswier* zijn in 1989 niet gesignaleerd, waarschijnlijk als gevolg van een minder intensieve methode van inventariseren. Het patroon van Rivierfonteinkruidvelden komt in grote lijnen wel met elkaar overeen. Op luchtfoto's van 12 juli 1989 gemaakt door Directie Flevoland blijkt dat Rivierfonteinkruid voorkomt aan de noordzijde van de vaargeul ten westen van het grote eiland. Het verspreidingspatroon bestaat uit een keten van kleine dichtbegroeide veldjes (klasse 2 -3). Waar Gele plomp in 1990 regelmatig tot circa 2 km uit de oostelijke oever voorkomt, is de soort in 1989 minder frequent en minder ver uit de oever aanwezig. In 1989 zijn met name op de ondiepe delen ten noordoosten van het grote eiland deels drijvende Draadwieren (waaronder Waternetje) in dichte bedekkingen aangetroffen. Opvallend was, dat op zowel op 12 en 20 juli 1989 in het oostelijke deel van het Ketelmeer lokaal enorme verschillen in doorzicht optraden (pers. med. E.C.L. Marteiijn). Op 10 juni 1992 is in het oostelijk deel van het Ketelmeer geconstateerd dat bij rustige weersomstandigheden, in een tijdbestek van circa 2 minuten het doorzicht op één lokatie kon toenemen van 45 cm tot bodemzicht (zeer helder water >> 75 cm) (pers. med. F.M. Zant en eigen waarneming). Ook het omgekeerde vond plaats. Waarschijnlijk zijn deze sterk wisselende doorzichten veroorzaakt door veranderingen in waterstromen afkomstig uit de IJssel en het Zwarte Meer (Vechtwater).

3.5 Vergelijking met andere gebieden

In vergelijking met de meeste andere meren in het IJsselmeergebied vertoont het Ketelmeer een opvallende vegetatie met soorten die gebonden zijn aan een rivierachtig biotoop. Hierbij wordt met name gedacht aan Rivierfonteinkruid, en in mindere mate aan Gele plomp. De combinatie van onderstaande factoren zijn bepalend voor het voorkomen van deze typische watervegetatie.

- A Het water heeft een relatief hoge nutriëntengehalten (0.42 mg totaal fosfaat/liter en 5.7 mg nitraat + nitriet/liter (zomergemiddelden). De hoge nutriëntengehalten in het water bevorderen de groei van algen, en zijn in dit opzicht nadelig voor het doorzicht en dus de groei van waterplanten.
- B Door de instroom van IJsselwater heeft het water in het Ketelmeer een zeer korte verblijftijd (6 dagen). De korte verblijftijd van het water zorgt voor uitspoeling van algen, beperkt de algenbloei, en heeft dus een gunstig effect op het doorzicht van het water. Een hoger doorzicht is gunstig voor de ontwikkeling van waterplanten. Het effect zoals beschreven in A wordt hierdoor grotendeels te niet gedaan.

⁵ WVO staat voor Wet Verontreiniging Oppervlaktewater.

- C Het gemiddelde doorzicht in de zomer is relatief hoog 0.6m. Het relatief goede doorzicht (zie A) bevordert de groei van waterplanten. (Waterplanten met drijfbladeren zijn voor hun groei minder afhankelijk van het doorzicht van het water.)
- D Het meer is betrekkelijk diep (77% is dieper dan 2 meter). Met de huidige doorzichten komt er op grote delen van het meer waarschijnlijk onvoldoende licht op de bodem, zodat waterplanten zich op deze gebieden niet kunnen ontwikkelen.
- E De bodem bestaat uit zavel en klei. De structuur van de bodem is voor een groot deel bepalend voor het al dan niet voorkomen van verschillende soorten waterplanten. Het sediment van zavel en klei bezit veel organisch materiaal. Drijfbladplanten zijn aangepast aan organische bodems, met een laag zuurstofgehalte. Ze kunnen immers via hun drijfbladeren zuurstof aan de lucht onttrekken (Bloemendaal & Roelofs, 1988).
- F De aanvoer van waterplantzaden en delen van waterplanten via het stroomgebied van de IJssel en de Vecht scheppen grote mogelijkheden voor ontwikkeling van diverse soorten waterplanten. Bij meer geïsoleerde meren zijn de mogelijkheden tot (re)kolonisatie minder aanwezig.
- G Grote delen van het meer staan periodiek onder invloed van wind. De invloed van wind is tweeledig. Enerzijds beperkt het de aangroei van epifytische algen, hetgeen gunstig is voor de groei van waterplanten, maar anderzijds kan het de vestiging van waterplanten belemmeren.

Voor een verdere vergelijking met andere meren wordt verwezen naar Doef et al., 1991.

3.6 Methodiek en tijdstip van karteren en verwerken

De methodiek van karteren in 1987 en 1990 is niet goed vergelijkbaar zoals reeds bleek uit 3.2, 3.3 en 3.4. Het verdient aanbeveling om pas rond half juli te karteren, daar op dat moment van de meest voorkomende soorten waterplanten meer dan 50% van hun maximale bovengrondse biomassa aanwezig is. Voor het verkrijgen van een goed overzicht is luchtfotografie⁶ in principe een geschikte methode, mits deze ondersteund wordt door een veldkartering. Onderscheid van soorten is vanuit de lucht voor vele soorten (ondergedoken waterplanten) moeilijk of zelfs niet mogelijk.

⁶ De luchtfoto's kunnen door de KLM worden gemaakt, en door de Meetkundige Dienst worden verwerkt tot vegetatieverspreidingskaarten. Vanwege weersomstandigheden en/of capaciteitsproblemen is de methode (nog) niet permanent operationeel.

3.7 Mogelijke ontwikkelingen van de watervegetatie

Door de aanvoer van waterplantzaden via de IJssel en de Vecht zijn er enorme mogelijkheden voor verspreiding van waterplanten in het Ketelmeer. Toch biedt het Ketelmeer momenteel slechts lokaal grote mogelijkheden voor goede ontwikkeling van watervegetaties. Met name op de oostelijke ondiepe delen (<2 m) kunnen waterplanten zich goed ontwikkelen, doordat licht de bodem bereikt. Op diepere delen ontbreekt licht, zodat daar geen waterplanten zullen voorkomen.

De slibrijke organische bodem van het ondiepe deel van het Ketelmeer is vooral geschikt voor nymphaeide waterplanten. Gele plomp en Rivierfonteinkruid zullen dan ook goed gedijen op deze lokaties. De dynamiek in het meer als gevolg van de windwerking is een belemmering voor de ontwikkeling van Witte waterlelie (Doef et al., 1991). Het relatief hoge lichtregiem, en de hoge concentraties aan nutriënten maken het systeem zeer geschikt voor lagere waterplanten als Draadwieren en Darmwieren (Simons & van Beem, 1990). Bovendien is hierdoor de kans van aangroei door epifytische algen op hoger waterplanten groot. De aangroei wordt echter geremd door golfwerking en stroming (Redelijkheid & Scheffer, 1990). Op de wat luwere plekken zullen ondergedoken waterplanten waarschijnlijk slecht ontwikkelen door de concurrentie met lagere (epifytische) algen en wieren.

De invloed van grootschalige activiteiten als de aanleg van een dam bij Ramsgeul en het ontstaan van een slibdepot-eiland zijn moeilijk voorspelbaar. Bij het creëren van luwe ondiepten, ontstaan lichte en betrekkelijk snel opgewarmde plaatsen, zodat de kans op groei van Draad- en Darmwieren dan toeneemt.

4 CONCLUSIES

- De karteringen van 1987 en 1990 zijn moeilijk met elkaar te vergelijken. In 1987 is een luchtfoto-inventarisatie in de top van het groeiseizoen uitgevoerd. Deze inventarisatie is echter niet voldoende ondersteund door een goede veldkartering, zodat een aantal soorten waterplanten niet zijn onderscheiden. In 1990 heeft wel een goede kartering, met onderscheid van soorten en bedekking in het veld plaatsgevonden. Deze kartering is echter te vroeg in het groeiseizoen uitgevoerd zodat een onderschatting van bedekking gemaakt is.
- In 1990 zijn 13 soorten waterplanten aangetroffen in het Ketelmeer.
- In tegenstelling tot de Randmeren komen in het Ketelmeer waterplanten met drijfbladeren als Gele plomp en Rivierfonteinkruid voor.
- Alleen van Gele plomp is te constateren dat de verspreiding in 1990 t.o.v. 1987 fors is toegenomen. Voor de andere soorten is dit niet te vergelijken.
- De stroming van het water in het Ketelmeer zorgt voor de afvoer van algen en slib. Het water is hierdoor relatief helder. De ondiepe delen (< 2 m) van het Ketelmeer zijn geschikt voor de ontwikkeling en groei van waterplanten.

5 DANKWOORD

De auteurs zijn de medewerkers van Directie Flevoland (Rijkswaterstaat) erkentelijk voor de uitvoering van de veldinventarisaties. Eric Martejn en Frank de Roder wordt bedankt voor het beschikbaar stellen van vegetatiegegevens verzameld op 12 en 20 juli 1989. Hugo Coops wordt bedankt voor het kritisch doorlezen van de concepttekst.

6 LITERATUUR

- Bloemendaal, F. & J. Roelofs (red.), 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. Uitgave KNNC, Utrecht.
- Brock, Th.C.M., 1985. Ecological studies on Nymphaeid waterplants. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Coops, H., 1992. Historische veranderingen in buitendijkse moerassen in het Noordelijk Deltabekken en het IJsselmeergebied. RIZA nota 92.030, Lelystad.
- Doef R.W., A.J.M. Smits & F.C.M. Kerkum, 1991. Water- en oeverplanten in het IJsselmeergebied (1987-1989). RIZA Nota 90.015, Lelystad.
- Meijer, M.-L., M.P. Grimm, E. Jagtman & S.H. Hosper, 1990. Toepassing van actief biologisch beheer op grote schaal. Voorbereidingen voor de afvissing van het Wolderwijd/Nuldernauw (2700 hectare). *H₂O* 24: 652-657.
- Redelijkheid M. de, 1989. Handleiding voor het digitaliseren en analyseren van waterplantkaarten. DBW/RIZA Werkdocument 89.062 X, Lelystad.
- Redelijkheid M. de & M. Scheffer, 1990. Verspreiding en dynamiek van ondergedoken waterplanten in de randmeren. DBW/RIZA Nota 89.036, Lelystad.
- Simons, J. & A.P. van Beem, 1990. *Spirogyra* species and accompanying algae from pools and ditches in The Netherlands. *Aquat. Bot.*, 37: 247-269.
- Werkgroep 4 van de CIBRIJ, 1988. Deelplan Veluwemeer, Drontermeer, Vossemeer en Ketelmeer, concept. Deelplan van het integraal beleidsplan randmeren IJsselmeerpolders. Win/DM/RIJP-3+3.1/U/U-1/U-2, 12-02-1988 728, Lelystad.
- Zant, F.M., 1992. Invloed van standplaats en milieufactoren op ontwikkeling van Rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus* Poir.). RIZA werkdocument 92.162X, Lelystad.

BIJLAGE 1**Biomassa schatting van Gele plomp:**

Bloemendaal & Roelofs (1988) vonden 507 g/m^2 maximale (stel 100% bedekking onder ideale omstandigheden) totale biomassa voor Gele plomp. Brock (1985) geeft aan dat 44,9% van de totale biomassa van Gele plomp bestaat uit bovengrondse delen. Voor de vertaling van bedekkingsklassen naar biomassawaarden zijn voor dit werkdocument de volgende berekeningen gemaakt:

$$507 \text{ g/m}^2 * 0,449 = 227 \text{ g/m}^2$$

klasse 3 staat voor 50-100% bedekking. Gemiddeld 75%
 $227 \text{ g/m}^2 * 0,75 = 171 \text{ g/m}^2$

klasse 2 staat voor 15-50% bedekking. Gemiddeld 32,5%
 $227 \text{ g/m}^2 * 0,325 = 74 \text{ g/m}^2$

klasse 1 staat voor 0-15% bedekking. Gemiddeld 7,5%
 $227 \text{ g/m}^2 * 0,075 = 17 \text{ g/m}^2$

Biomassa schatting van Draadwier:

Doef et al. (1991) vonden voor Draadwier 32,5% bedekking een biomassa $7,8 \text{ g/m}^2$.
 Klasse 3 staat voor 50-100% bedekking. Gemiddeld 75%
 $7,8 \text{ g/m}^2 * (75/32,5) \approx 18,0 \text{ g/m}^2$

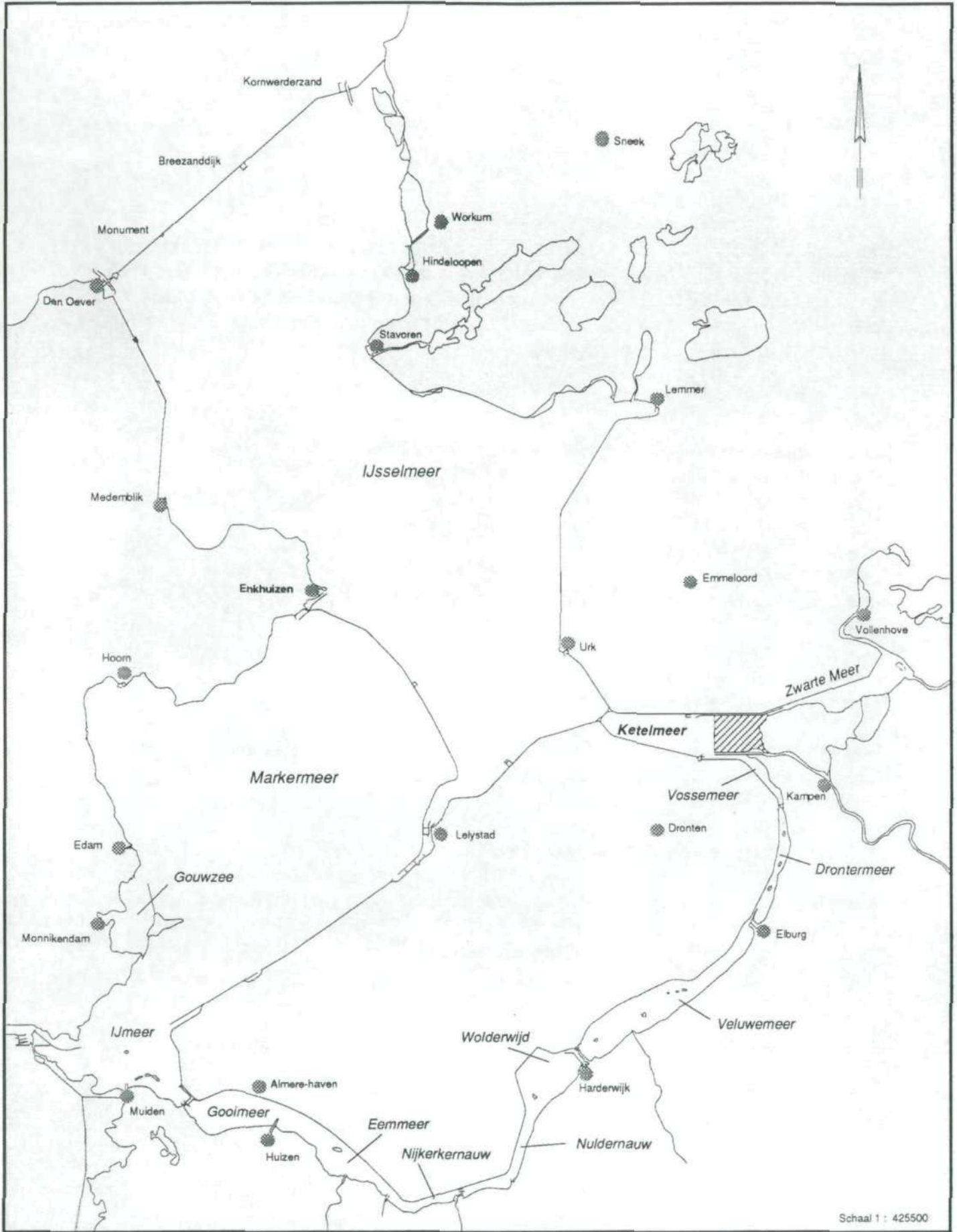
Biomassa schatting van Zittende zannichellia:

Doef et al. (1991) vonden voor Zittende zannichellia 7,5% bedekking een biomassa van $0,6 \text{ g/m}^2$.

Klasse 2 staat voor 15-50% bedekking. Gemiddeld 32,5%
 $0,6 \text{ g/m}^2 * (32,5/7,5) = 2,6 \text{ g/m}^2$


De overige in dit werkdocument gebruikte biomassawaarden zijn ontleend aan Doef et al. (1991).

Kaart 0

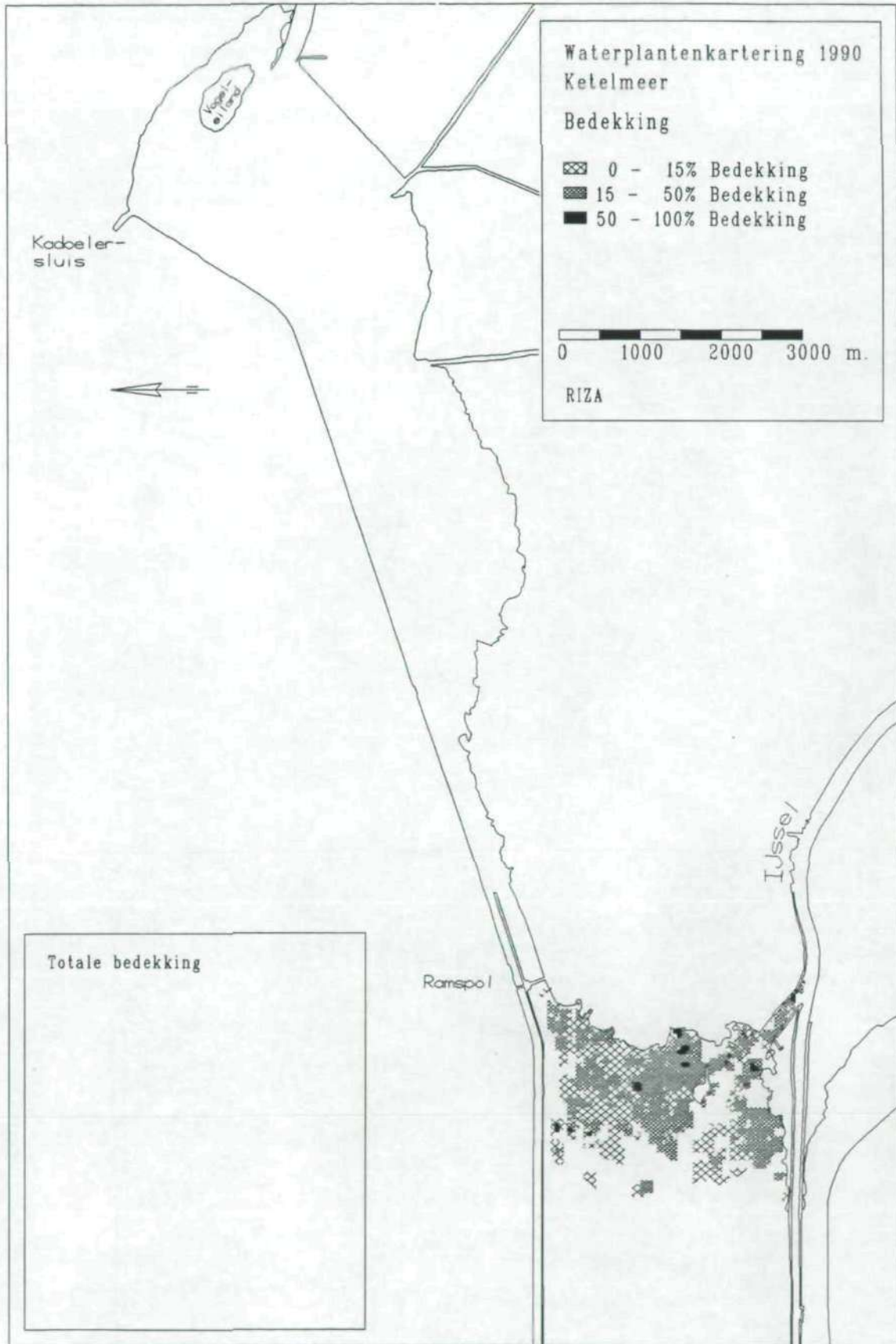


Schaal 1 : 425500

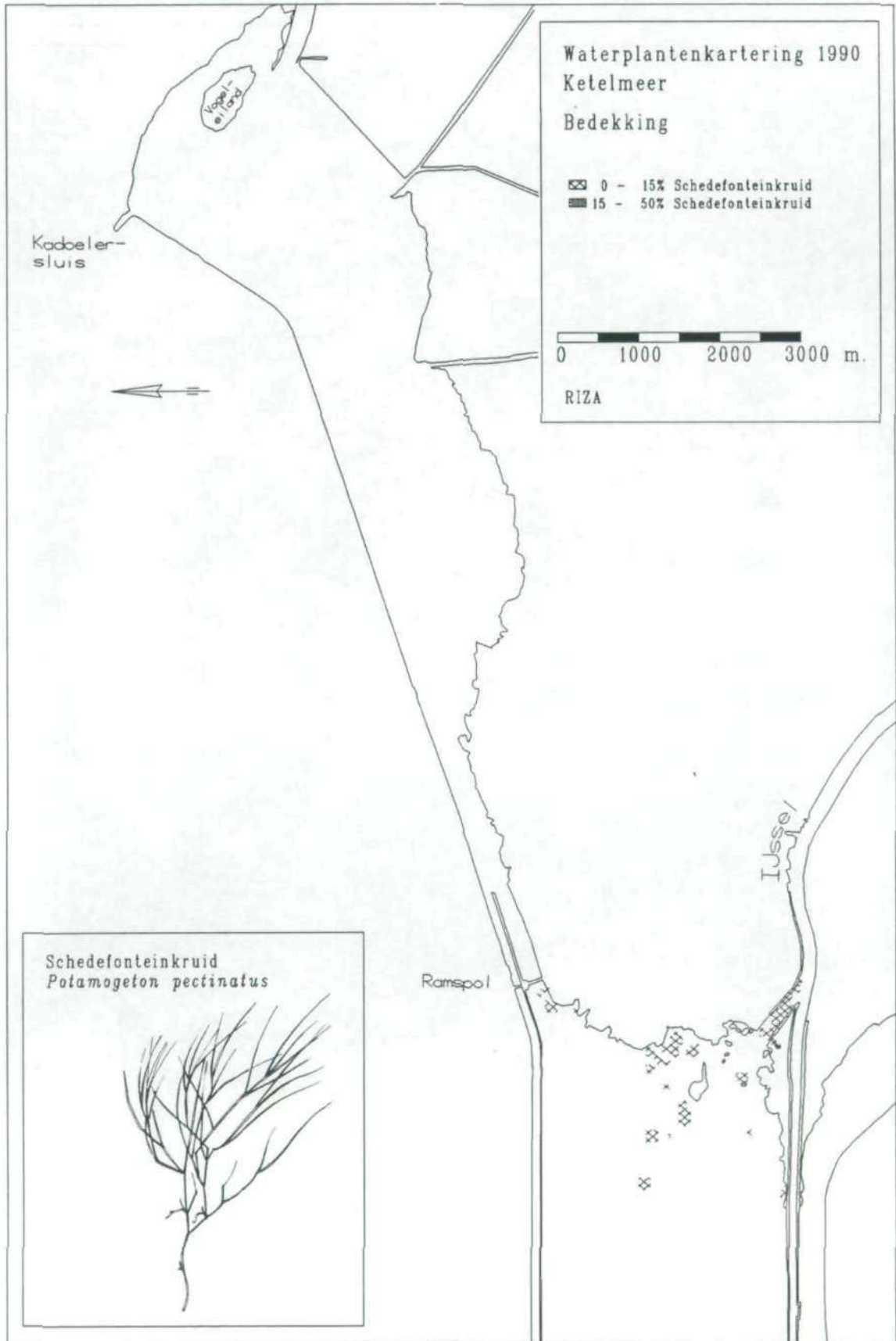
Overzichtskaat van het IJsselmeergebied.

 = gekarteerd gebied

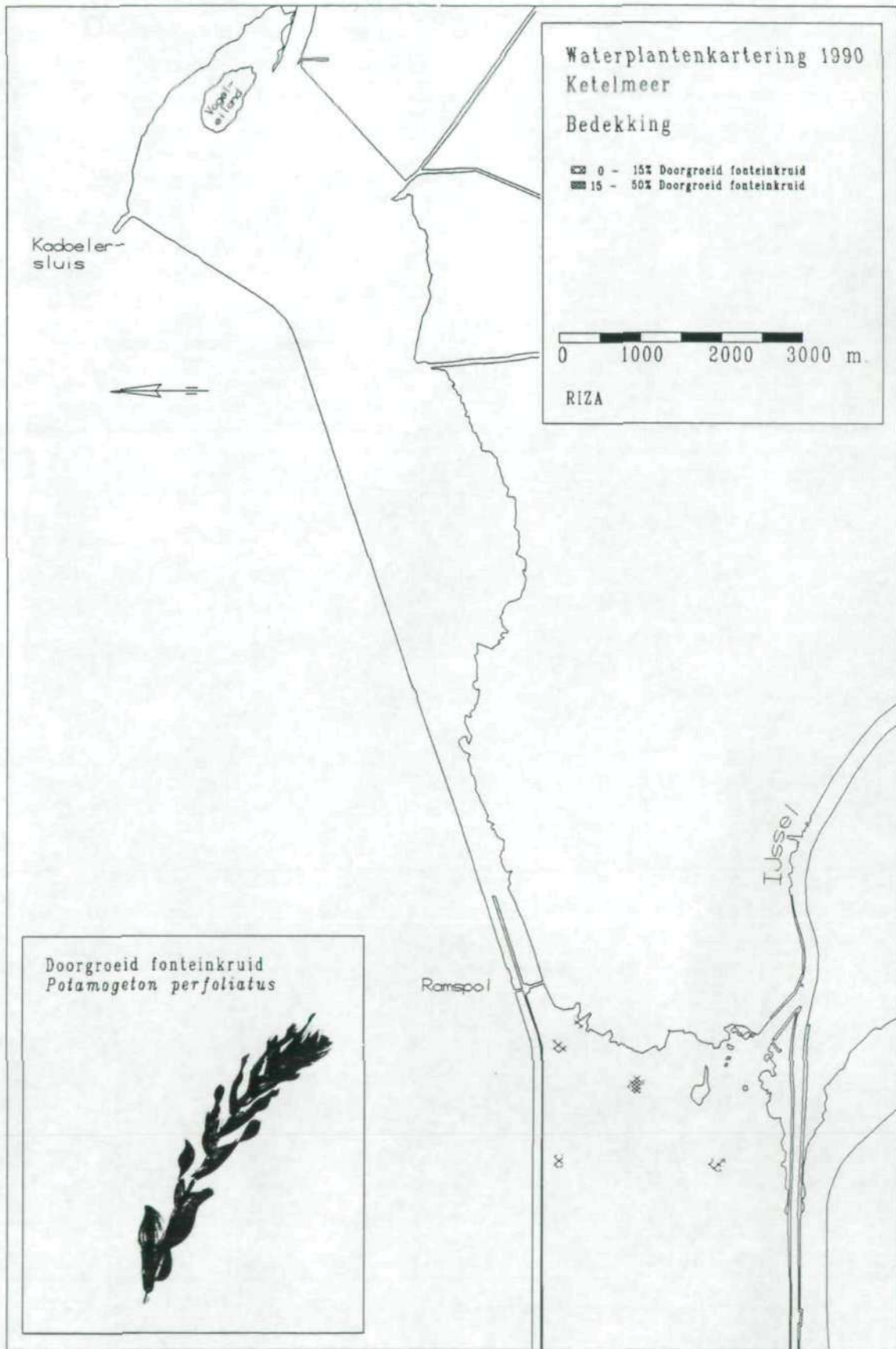
Kaart 1



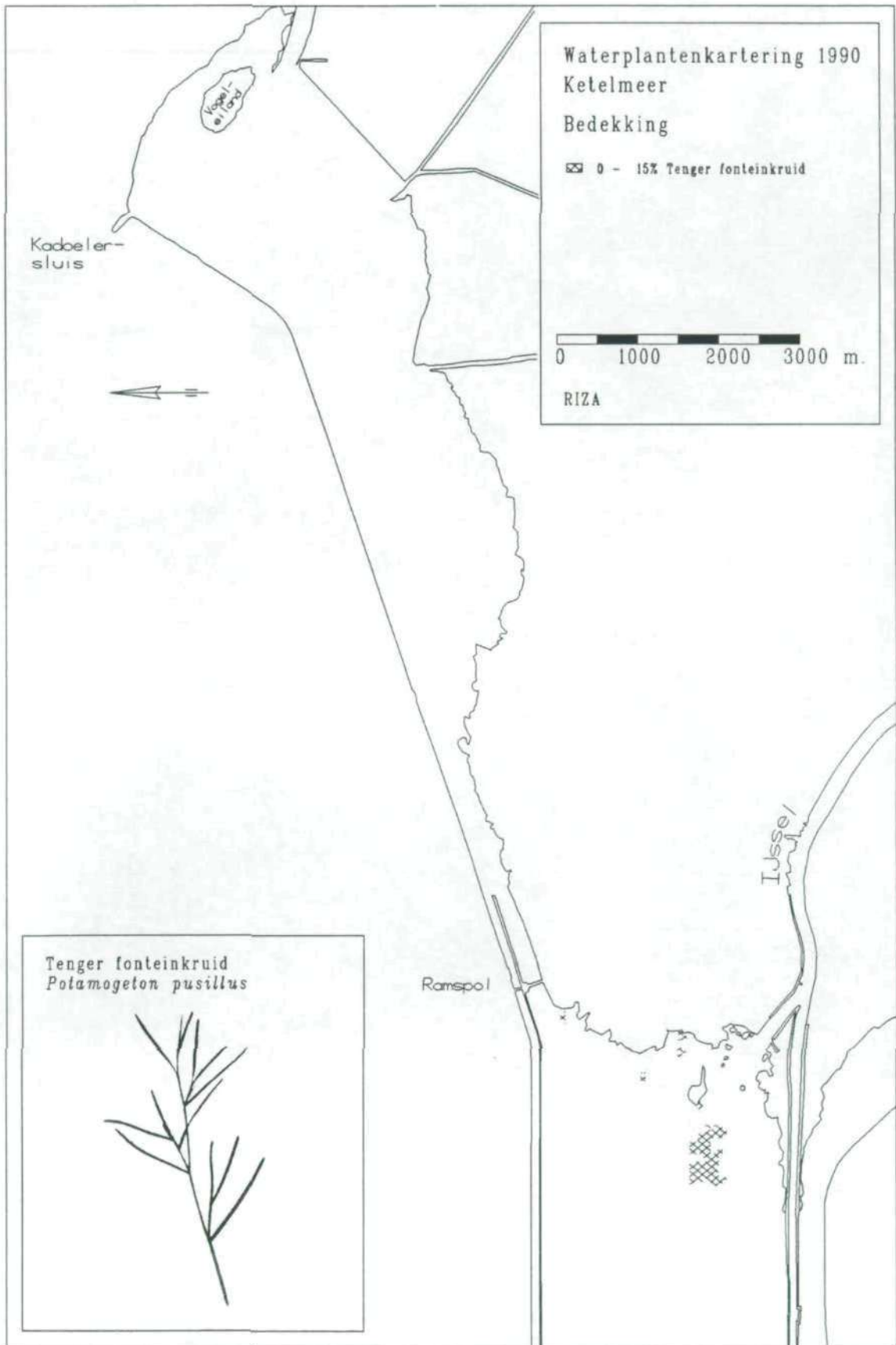
Kaart 2



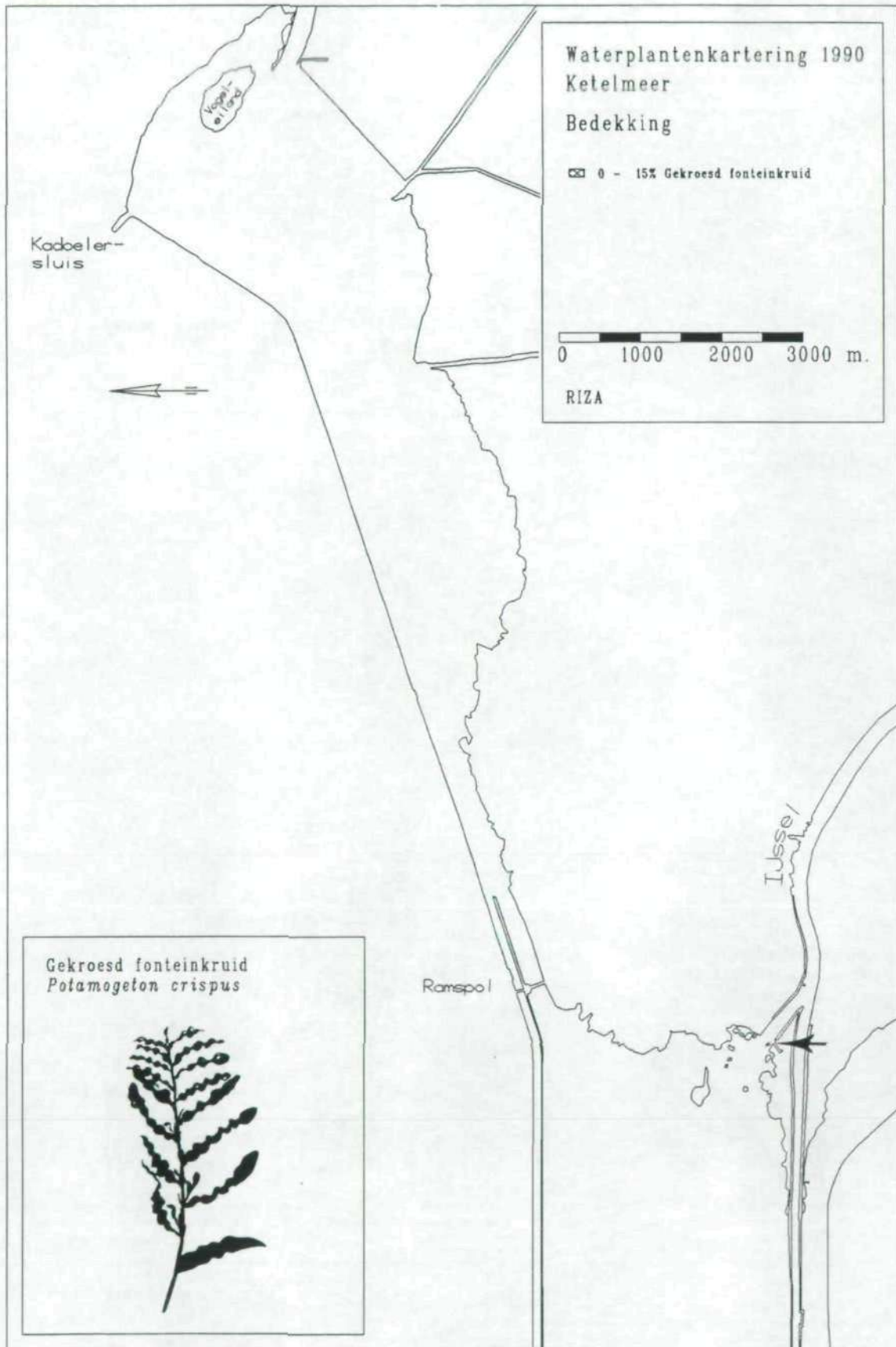
Kaart 3



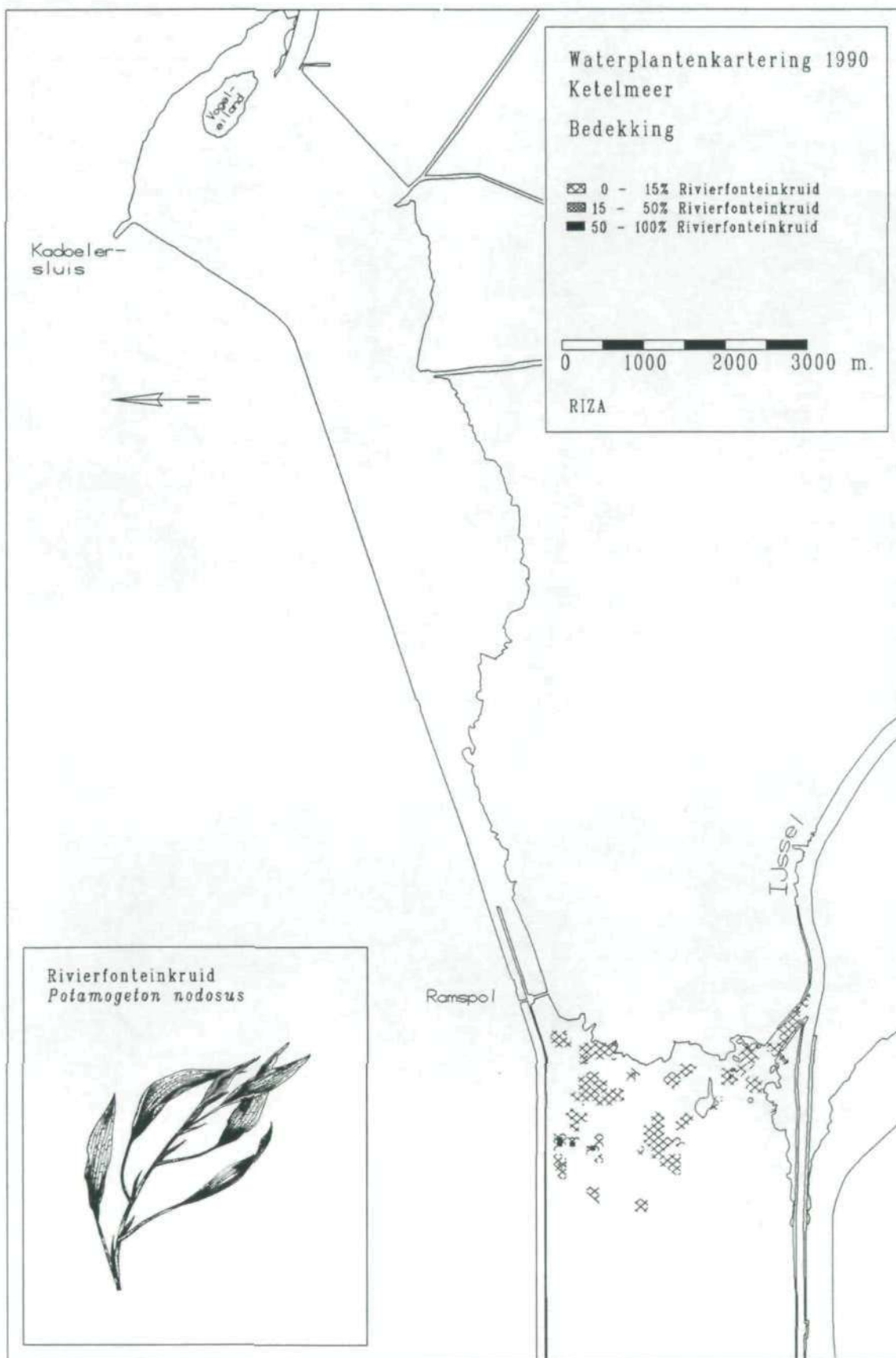
Kaart 4



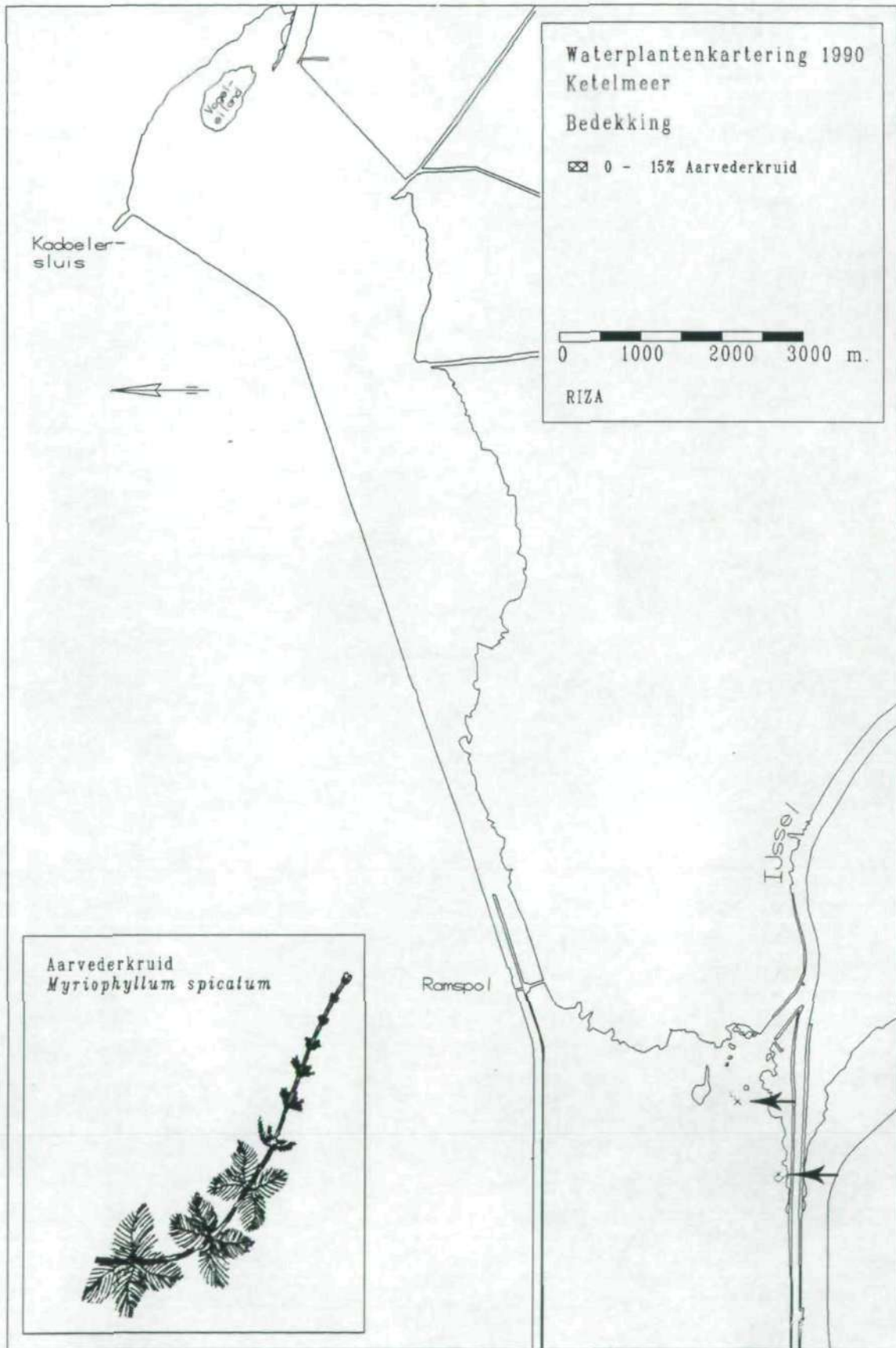
Kaart 5



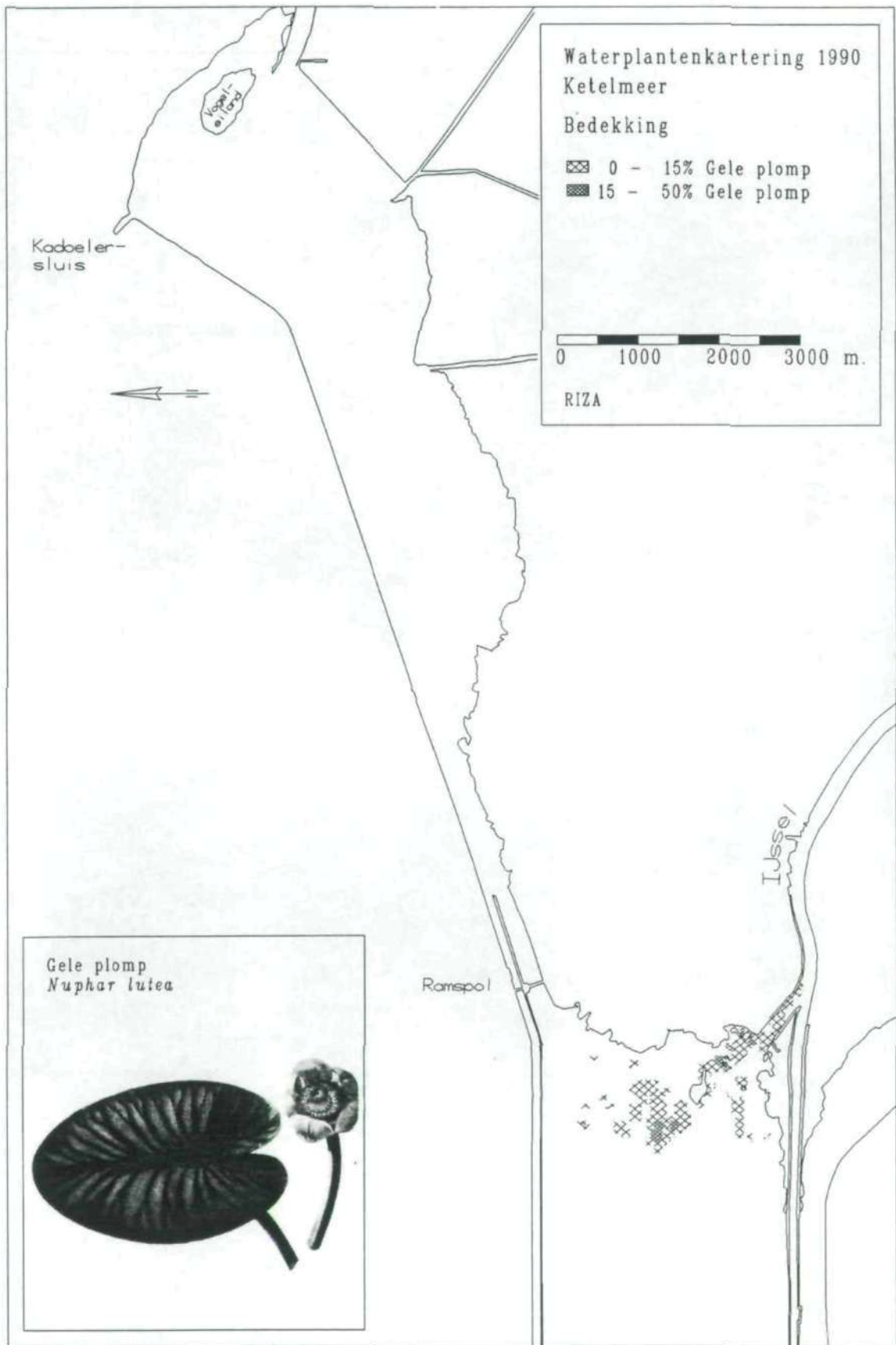
Kaart 6



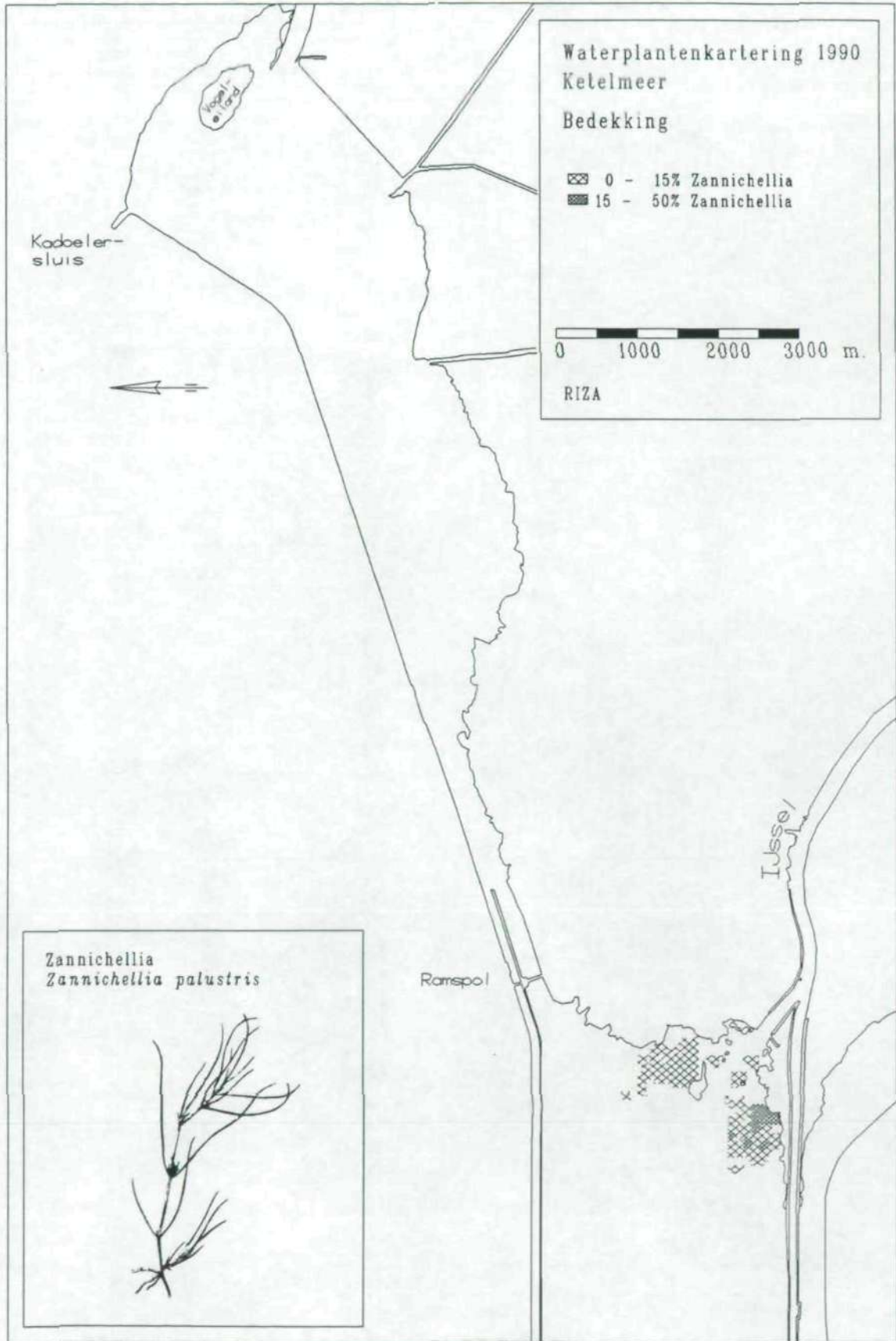
Kaart 7



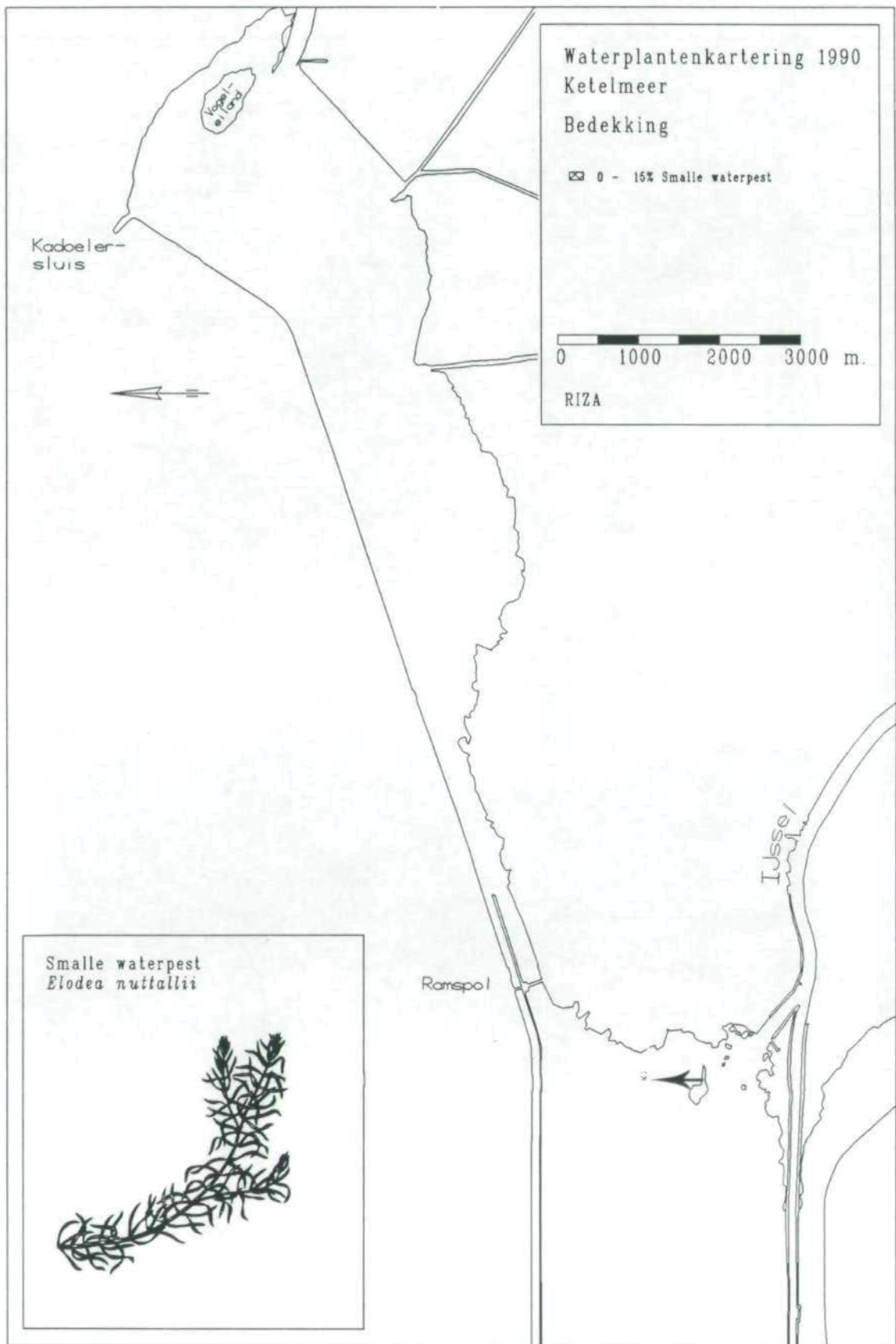
Kaart 8



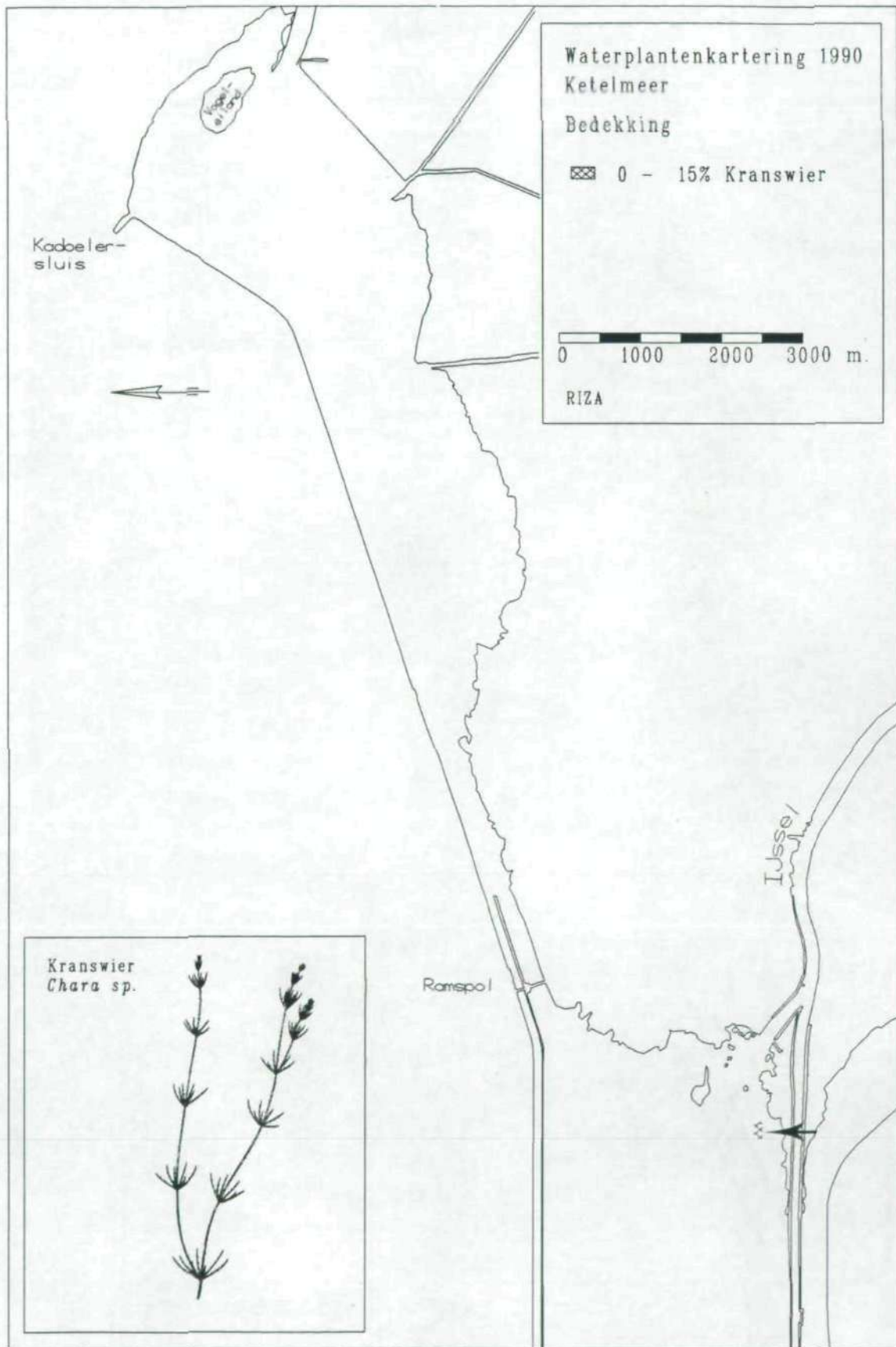
Kaart 9



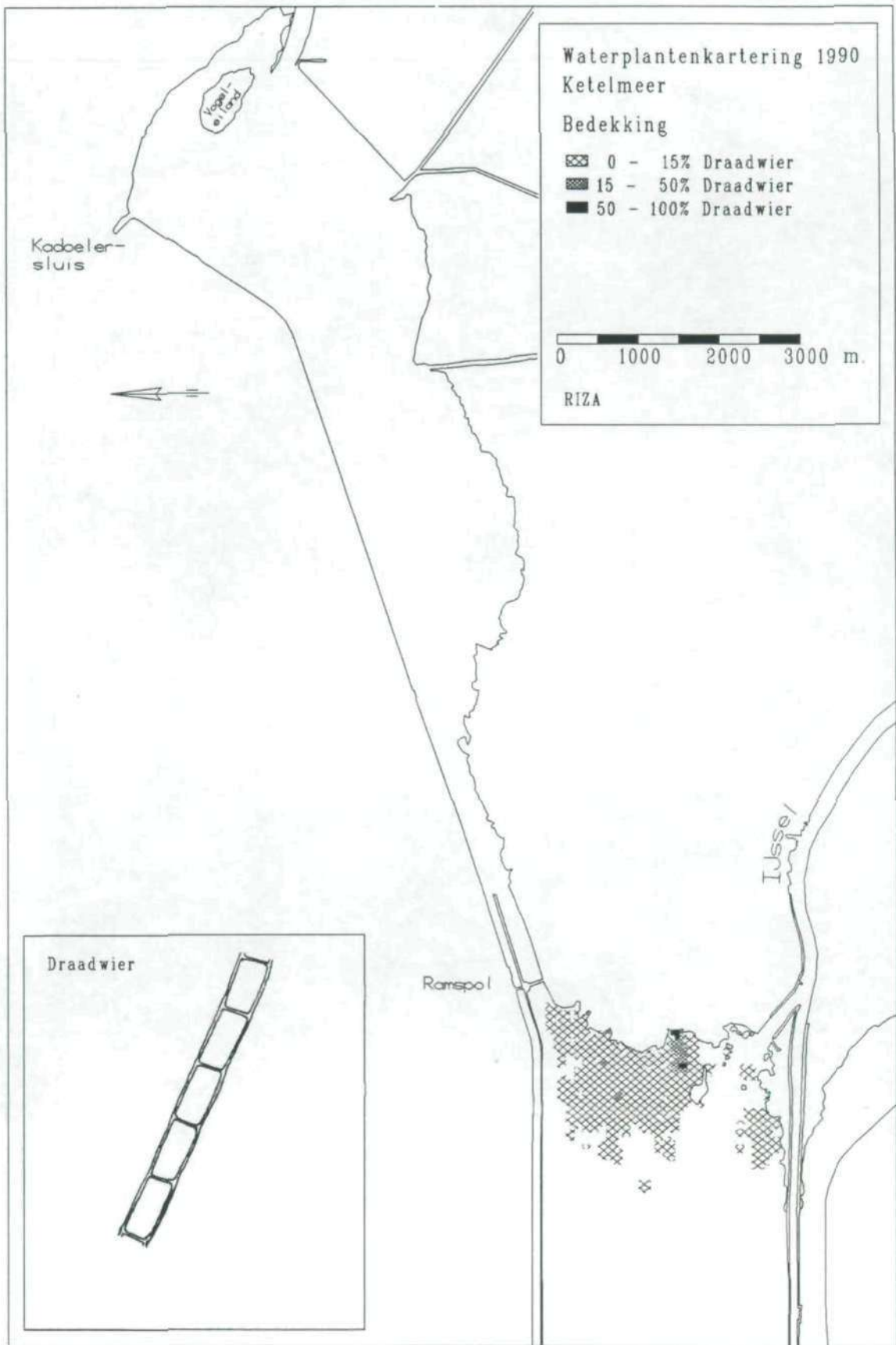
Kaart 10



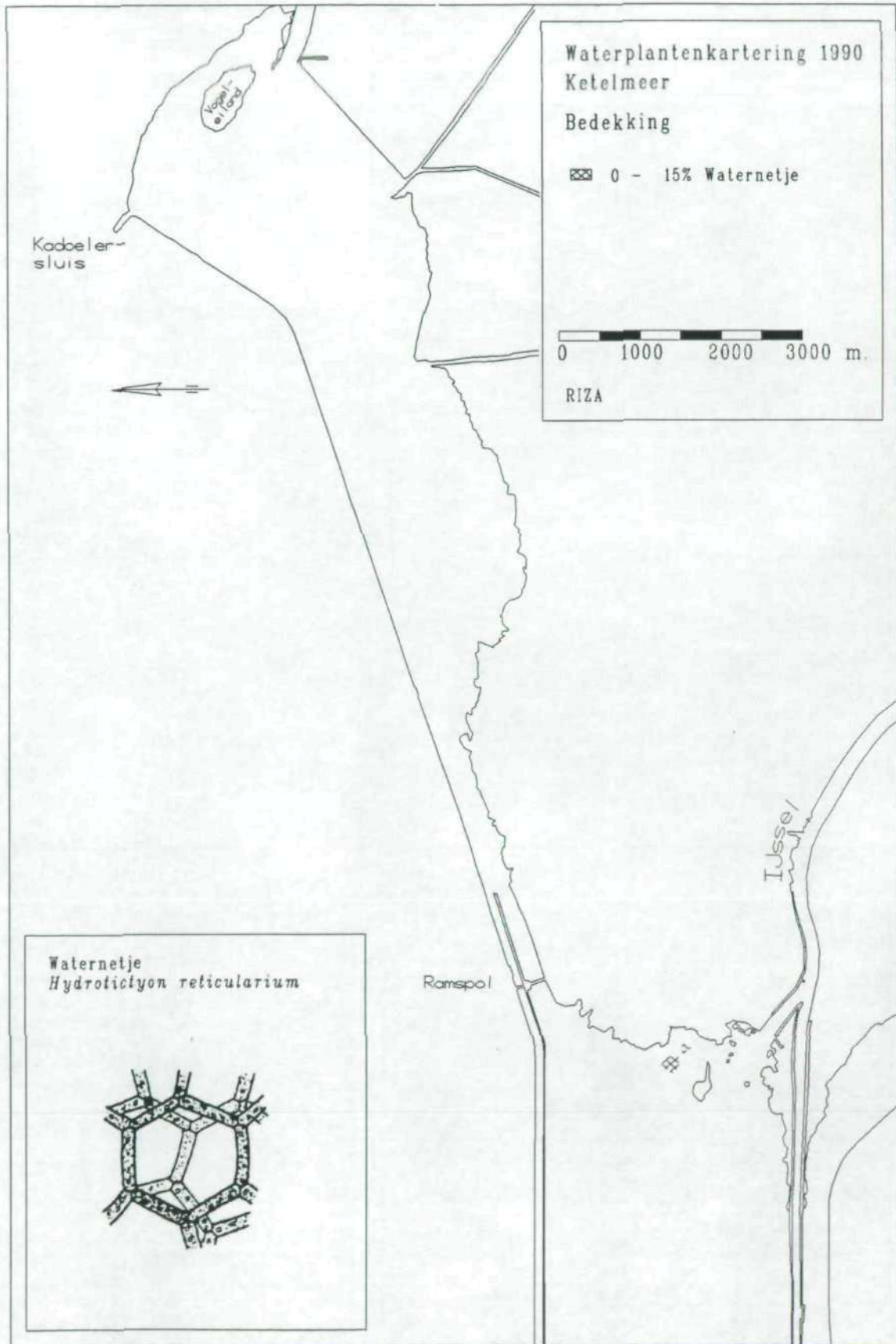
Kaart 11



Kaart 12



Kaart 13



Kaart 14

