

Rijkswaterstaat Directie Overijssel
Bouwdienst Rijkswaterstaat
Dienst Verkeerskunde

TWENTHE-MITTELLAND KANAAL



Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Rijkswaterstaat Directie Overijssel
Bouwdienst Rijkswaterstaat
Rijkswaterstaat Dienst Verkeerkunde

PROJECT

TWENTHE-MITTELLAND KANAAL

**STUDIE NAAR DE HAALBAARHEID VAN
EEN KANAALVERBINDING TUSSEN DE
TWENTHEKANALEN EN HET MITTELLANDKANAAL**

EINDRAPPORT

(TMK-R-91.094)

Utrecht, mei 1991

INHOUD

blz.

SAMENVATTING

1.	INLEIDING	1
1.1	Probleemformulering	1
1.2	Voorgeschiedenis	3
1.3	Recente ontwikkelingen	4
2.	DOELSTELLING EN PROJECTAANPAK	6
2.1	Doelstelling	6
2.2	Projectaanpak	6
3.	UITGANGSPUNTEN	9
3.1	Huidige toestand en geplande verbeteringen bestaande vaarwegennet	9
3.1.1	Twenthekanalen	9
3.1.2	De Noord-Duitse kanalen	10
3.2	Klasse V of 2-baks duwvaart	11
3.3	Kanaalafmetingen	13
3.4	Samenvatting uitgangspunten	14
4.	VERVOERPOTENTIEEL	16
4.1	Inleiding	16
4.2	Vervoerstroomanalyse (aanvoer/afvoer)	17
4.2.1	Algemeen	17
4.2.2	Benelux - Noord-Duitsland	18
4.2.3	Benelux - Oost-Duitsland	20
4.2.4	Benelux - Oost-Europa	21
4.3	Havenconcurrentie	23
4.4	Modal split verschuiving	25
4.5	Regionale effecten	27
4.6	Samenvatting vervoerpotentieel	28
5.	TRACE VARIANTEN	30
5.1	Inleiding	30
5.2	Begrenzing studiegebied	30
5.3	Inventarisatie tracékeuze	32
5.4	Hoofdvarianten TMK tracés	34
5.5	Subvarianten TMK tracés	39
5.6	Keuze uit te werken varianten	44

6.	TECHNISCHE INFRASTRUCTUUR	47
6.1	Kanaalaanleg	47
6.1.1	Lengteprofielen	47
6.1.2	Dwarsprofielen	50
6.1.3	Grondverzet en kanaalbekleding	51
6.2	Kunstwerken voor het overwinnen van een niveaunderschil door de scheepvaart	52
6.2.1	Inleiding	52
6.2.2	Scheepvaartcapaciteit	53
6.2.3	Kolkafmetingen	55
6.2.4	Soorten kunstwerken	56
6.3	Kunstwerken voor het in stand houden van de waterstand in de kanaalpannen	61
6.3.1	Inleiding	61
6.3.2	Uitgangspunten	62
6.3.3	Waterbalans	62
6.3.4	Voedingsbronnen	64
6.4	Kunstwerken voor het in stand houden van kruisende infrastructuur	66
6.4.1	"Droge" kruisingen	66
6.4.2	"Natte" kruisingen	67
6.5	Knelpunten aansluitende vaarweg- infrastructuur	69
6.5.1	Inleiding	69
6.5.2	Twenthekanalen	69
6.5.3	IJssel	69
6.5.4	Waal, Pannerdens kanaal, Nederrijn/Lek	70
6.5.5	Duitse kanalen	70
7.	KOSTEN	71
7.1	Nauwkeurigheid kostenramingen	71
7.2	Investeringskosten	72
7.2.1	Kanaal	72
7.2.2	Sluizen	74
7.2.3	Gemalen	78
7.2.4	Kruisende infrastructuur	79
7.3	Jaarlijkse kosten	80
7.4	Samenvatting kosten	81
8.	BATEN	83
8.1	Uitgangspunten	83
8.2	Berekening baten	86
8.3	2-baks duwvaart	87

9.	KOSTEN-BATEN ANALYSE	89
9.1	Uitgangspunten	89
9.2	Baten/kosten verhouding	91
9.3	Gevoeligheidsberekeningen	92
9.4	Overige financiële aspecten	93
10.	NEVENEFFECTEN	95
10.1	Inleiding	95
10.2	Regionale economie & werkgelegenheid	95
10.3	Energieverbruik & milieu	97
10.4	Natuur, landschap & stedebouw	98
10.5	Overige aspecten	101
11.	CONCLUSIES	103
12.	LITERATUUR	106

Samenstelling projectgroep

LIJST MET TABELLEN

- 3.1 Sluizen Twenthekanalen
- 3.2 Sluizen Dortmund-Ems kanaal

- 4.1 Aanvoer uit Noord-Duitsland per vervoerwijze (1986)
- 4.2 Afvoer naar Noord-Duitsland per vervoerwijze (1986)
- 4.3 Overzicht prognoses Benelux - Noord-Duitsland
- 4.4 Aanvoer uit Oost-Duitsland per vervoerwijze (1986)
- 4.5 Afvoer naar Oost-Duitsland per vervoerwijze (1986)
- 4.6 Overzicht prognoses Benelux - Oost-Duitsland
- 4.7 Aanvoer uit Oost-Europa per vervoerwijze (1986)
- 4.8 Afvoer naar Oost-Europa per vervoerwijze (1986)
- 4.9 Overzicht prognoses Benelux - Oost-Europa
- 4.10 Import en export totaal (1986)
- 4.11 Overzicht potentiële stromen (1986)
- 4.12 Potentieel havenconcurrentie
- 4.13 Import en export van containers (1986)
- 4.14 Potentieel modal split verschuiving
- 4.15 Potentieel regionale effecten
- 4.16 Totaal potentieel voor het TMK Afvoer
- 4.17 Totaal potentieel voor het TMK Aanvoer

- 6.1 Relatie vervoeromvang en passeertijd per sluis
- 6.2 Afmetingen bestaande sluizen aansluitende vaarwegen
- 6.3 Inname- en spuidebiet TMK
- 6.4 Kruisingen "droge" infrastructuur
- 6.5 Kruisingen "natte" infrastructuur

- 7.1 Investeringskosten kanaalaanleg
- 7.2 Toeslagpercentages kanaalaanleg
- 7.3 Toeslagpercentages sluizen
- 7.4 Investeringskosten nieuwe sluizen
- 7.5 Investeringskosten bestaande sluizen
- 7.6 Toerekeningspercentages aan TMK-project van
uitbreidingskosten bestaande sluizen in aansluitende
vaarwegen
- 7.7 Investeringskosten gemalen
- 7.8 Investeringskosten kruisende infrastructuur
- 7.9 Jaarlijkse kosten TMK
- 7.10 Opbouw investeringskosten TMK-project
- 7.11 Samenvatting investeringskosten en jaarlijkse kosten
TMK-project

- 8.1 Gemiddelde kostencomponenten
- 8.2 Afstand en aantal sluizen (Rotterdam-Uffeln)
- 8.3 Besparingen per ton
- 8.4 Baten TMK in HOOG en LAAG scenario

- 9.1 Gedisconteerde baten en kosten 2005-2060
- 9.2 Baten/kosten verhouding TMK

- 10.1 Kengetallen uitstoot binnenvaart/weg per gestandaardiseerde voer-/vaartuigkilometer
- 10.2 Waardering TMK-tracés op natuuraspecten en landschappelijke en stedenbouwkundige inpassing

- 11.1 Totaal vervoerpotentieel TMK Afvoer
- 11.2 Totaal vervoerpotentieel TMK Aanvoer
- 11.3 Investeringskosten en jaarlijkse kosten en baten
- 11.4 Baten/kosten verhoudingen TMK
- 11.5 Waardering tracés op neveneffecten

LIJST MET FIGUREN

- 1.1 Waterwegen in noord-west Europa
- 3.1 Dwarsprofielen Duitse kanalen
- 4.1 Situering TMK in noord-west Europa
- 5.1 Studiegebied TMK (natuurkundig)
- 5.2 Studiegebied TMK (infrastructuur)
- 5.3 TMK tracés; hoofdvarianten
- 5.4 TMK tracés; subvarianten tracé 1
- 5.5 TMK tracés; subvarianten tracé 2
- 5.6 TMK tracés; subvarianten tracé 3
- 6.1 Lengteprofielen tracé 1
- 6.2 Lengteprofielen tracé 1C
- 6.3 Lengteprofielen tracé 2
- 6.4 Lengteprofielen tracé 3C
- 6.5 Dwarsprofielen TMK
- 6.6 Principe "normale" schutsluis
- 6.7 Principe schutsluis met spaarbekkens
- 6.8 Principe scheepslift
- 6.9 Waterbalans TMK-route (principe voorbeeld)
- 6.10 Overzicht waterlopen studiegebied
- 6.11 Voorbeeld oeververbinding TMK
- 10.1 Overzicht natuureservaten in studiegebied

LIJST MET FOTO'S

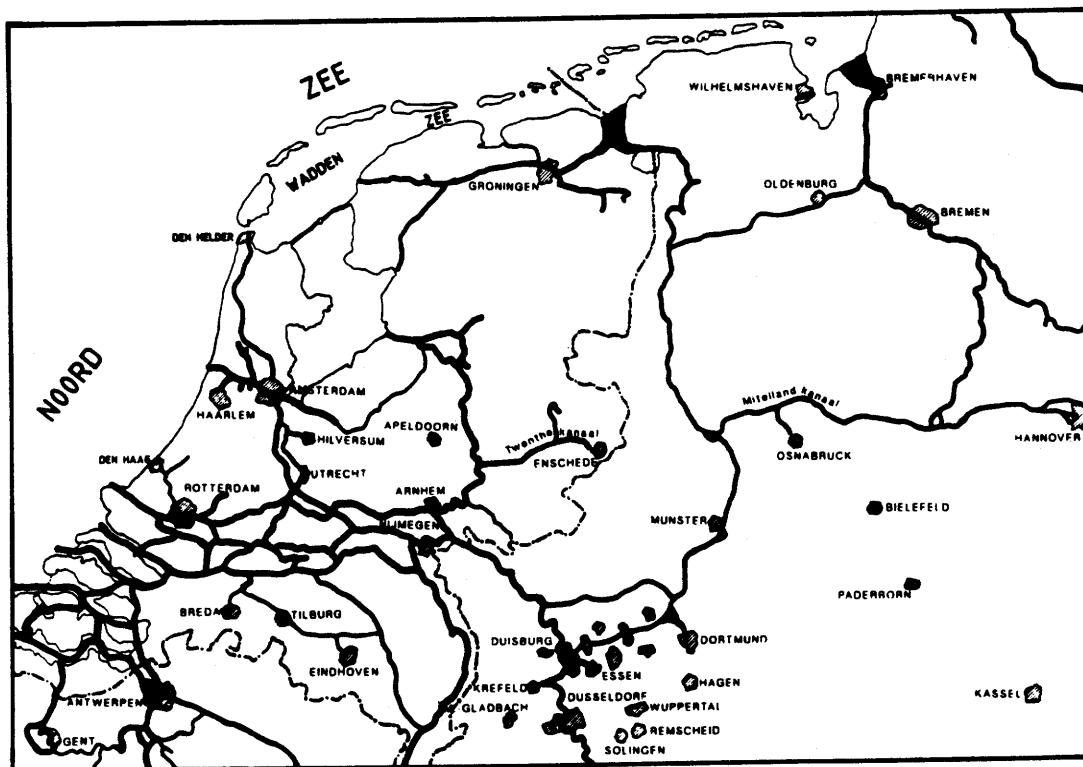
- 3.1 Eindpunt Twenthekanalen in Enschede
- 5.1 Aansluiting Mittellandkanaal met Dortmund-Ems kanaal
- 5.2 Kanaal Almelo-Nordhorn
- 5.3 Nieuwe autoweg E30
- 6.1 Sluis Altenrheine
- 6.2 Brug over de rivier de Ems

SAMENVATTING

1. Inleiding

Het aantal Europese oost-west verbindingen over water is door de natuurlijke loop van de rivieren beperkt. De Rijn is weliswaar op Nederlands grondgebied een oost-west verbinding, maar in Duitsland is het veeleer een noord-zuid verbinding. Ten noorden van de Rijn is er geen enkele verbinding van meer dan regionale betekenis tussen Nederland en het Europese achterland.

Een aansluiting van de Twenthekanalen op het Mittellandkanaal in Duitsland is, gezien op de Europese vaarwegenkaart, het toevoegen van een op het eerste gezicht logische schakel. Met het realiseren van een ca. 50 km lang kanaalvak krijgen de nieuwe deelstaten van de Bondsrepubliek Duitsland een directe verbinding met meerdere grote Europese markten en havens. Dit voordeel geldt ook, zij het in mindere mate, voor Polen en Tsjechoslowakije. Daarmee ontstaat een alternatieve vaarverbinding naast de bestaande via de Rijn.



Het is dan ook niet verwonderlijk dat in het verleden reeds een aantal studies zijn uitgevoerd naar de mogelijkheden van zo'n verbinding. Om diverse, veelal economische, redenen zijn de plannen niet uitgevoerd.

De politieke en economische hervormingen in Oost-Europa en de aandacht die de binnenvaart als milieuvriendelijke vervoerwijze krijgt hebben de belangstelling voor verbindingen over water met Oost-Europa sterk doen toenemen. Met name vanuit dit strategische aspect is besloten de studie naar de haalbaarheid van de kanaalverbinding op te nemen in het Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer, het integrale masterplan van de Nederlandse regering voor de periode 1991 - 2010.

Ter uitvoering hiervan is in oktober 1990 een Rijkswaterstaat projectgroep in het leven geroepen met vertegenwoordiging vanuit Overijssel, Dienst Verkeerskunde en de Bouwdienst. Besloten is om in dit stadium Duitsland nog niet bij het onderzoek te betrekken. Dit is bewust gedaan om eerst vanuit de Nederlandse optiek de eventuele haalbaarheid af te tasten. De projectgroep had de taak op relatief korte termijn een indicatie te geven van de economische/technische haalbaarheid van het project. Op basis van de conclusies uit deze studie kan besloten worden of een meer uitgebreide studie uitgevoerd moet worden, met een groter aantal deelnemers (Bondsrepubliek Duitsland, regionale overheden, belangengroeperingen, bedrijfsleven).

2. Vervoerpotentieel

Voor de toetsing van de haalbaarheid van een Twenthe-Mittelland kanaal is het, naast de kosten voor aanleg en exploitatie van de infrastructuur, noodzakelijk de maatschappelijke baten (en kosten) te inventariseren en kwantificeren die te verwachten zijn als gevolg van het bestaan en gebruik van de nieuwe kanaalverbinding.

Hiertoe is opdracht gegeven aan het onderzoeksinstituut NEA om een onderbouwde schatting te geven van de maatschappelijke baten die een verbinding van de Twenthekanalen met het Mittelland kanaal kan opleveren.

Het onderzoek van NEA was gericht op het geven van inzicht in de effecten van aanleg van het kanaal. Hierbij spelen de ontwikkelingen in Oost-Europa, de concurrentiepositie tussen de West-Europese havens, de mogelijke verschuiving in modal split en de regionaal economische effecten een belangrijke rol.

De basis van het onderzoek wordt gevormd door een analyse van handel en vervoer tussen Nederland/België enerzijds en noord/oost Duitsland anderzijds. Deze regio's zijn voor het Twenthe-Mittelland kanaal veruit de belangrijkste. Ook de doorvoer via Nederland/België naar de genoemde regio's valt hieronder. Daarnaast wordt ingegaan op de relaties met de overige delen van Oost-Europa. Op basis van de analyse van handel en vervoer is een raming gemaakt van het vervoer op lange termijn tussen de genoemde landen/regio's. Het zal duidelijk zijn dat een dergelijke zeer lange termijn prognose met veel onzekerheden omgeven is. Daarom is gewerkt met twee scenario's, een HOOG en een LAAG scenario, met de bedoeling een bandbreedte te geven waarbinnen de werkelijkheid vermoedelijk zal liggen. Als prognosejaar is uitgegaan van het jaar 2015 met een doorkijk naar 2030.

Bij de analyse van het vervoerpotentieel voor het Twenthe-Mittelland kanaal gaat het om de volgende soorten stromen:

- stromen tussen genoemde regio's die nu per binnenschip via andere routes verlopen, met name via de Rijn en het Dortmund-Ems kanaal (aanvoer/afvoer),
- (doorvoer)stromen die nu via andere havens verlopen, (havenconcurrentie),
- stromen die nu via andere vervoerwijzen (per trein of over de weg) verlopen (modal split verschuiving) en
- nieuwe stromen van en naar de regio (regionale effecten).

In de volgende tabellen wordt de door NEA opgestelde prognose gegeven voor het vervoerpotentieel voor het Twenthe-Mittelland kanaal.

Bestemming	LAAG			HOOG		
	1990*)	2015	2030	1990	2015	2030
Noord-Duitsland	4184	5869	7408	4184	6865	8989
Oost-Duitsland	95	281	549	95	452	841
havenconcurrentie	500	460	435	2000	2460	2800
modal split	-	-	-	-	250	500
regio	850	850	850	850	2500	3000
Totaal	5629	7460	9242	7129	12527	16130
Oost-Europa	48	61	86	48	285	604

Tabel 1 Totaal vervoerpotentieel Twenthe-Mittelland kanaal
Afvoer (in 1000 ton) Bron: NEA

Herkomst	LAAG			HOOG		
	1990*)	2015	2030	1990	2015	2030
Noord-Duitsland	1287	1596	1916	1287	1964	2613
Oost-Duitsland	202	197	208	202	511	910
havenconcurrentie	-	-	-	-	-	-
modal split	-	-	-	-	-	-
regio	600	600	600	600	1000	1200
Totaal	2089	2393	2724	2089	3475	4723
Oost-Europa	477	782	1058	477	2468	4736

Tabel 2 Totaal vervoerpotentieel Twenthe-Mittelland kanaal
Aanvoer (in 1000 ton) Bron: NEA

Uit de tabellen blijkt dat de totale hoeveelheid vervoer die voor het Twenthe-Mittelland kanaal wordt geraamd volgens het hoge scenario aanzienlijk is. De optimistische verwachtingen in dit scenario over de Europese eenwording, de ontwikkeling van Oost-Europa en de concurrentiepositie van Rotterdam zijn hiervoor de belangrijkste oorzaken.

Ter vergelijking wordt nog vermeld dat op dit moment over het Amsterdam-Rijnkanaal (een hoofdtransportas!) jaarlijks zo'n 20 miljoen ton lading wordt getransporteerd.

Op basis van de prognoses voor het vervoerpotentieel voor het Twenthe-Mittelland kanaal kunnen de directe en indirecte effecten van bestaan en gebruik van het kanaal worden geïnventariseerd. Het gaat hierbij zowel om monetaire als niet-monetaire effecten.

*) Geeft schatting van het vervoer indien het Twenthe-Mittelland kanaal er nu reeds zou zijn.

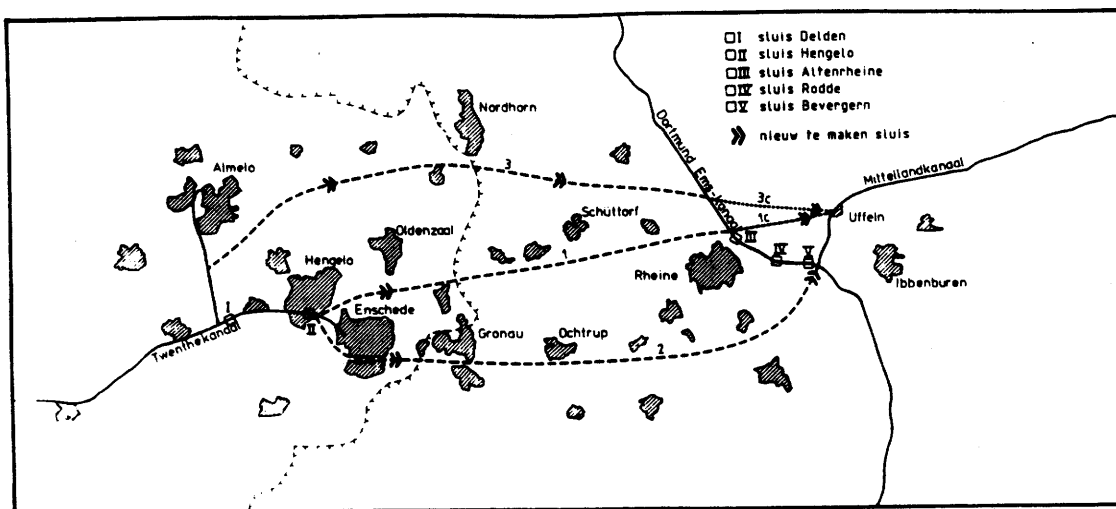
3. Tracé-varianten

Bij de beschouwingen van de mogelijkheden voor doortrekking van de Twenthekanalen naar het Mittellandkanaal wordt voor de infrastructurele voorzieningen (kanaal, kunstwerken) uitgegaan van een kanaal dat bevaarbaar is door schepen met een laadvermogen van 2300 ton (klasse V). Qua scheepsafmetingen sluit dit aan op de bestaande Nederlandse infrastructuur (IJssel en Twenthekanalen). De lange termijn plannen van de Duitse overheid ten aanzien van de belangrijkste noord Duitse kanalen gaan uit van kanaalafmetingen waarop nog juist, onder bepaalde voorwaarden, tweebaks-duwvaart (4000 ton) mogelijk is; deze plannen zijn op dit moment in uitvoering. Doortrekking van de mogelijkheid van tweebaks-duwvaart naar het Nederlandse grondgebied maken aanzienlijke verbeteringswerken noodzakelijk op de IJssel en de Twenthekanalen. Uit onderzoek van NEA is bovendien gebleken dat het geschikt maken van het kanaal voor tweebaks-duwvaart geen kostenvoordelen oplevert, zodat besloten is de duwvaart optie te laten vallen en uit te gaan van een kanaal geschikt voor klasse V scheepvaart.

Voor het Twenthe-Mittelland kanaal zijn in principe diverse tracés mogelijk. Het gaat hierbij om de aanleg van een kanaal met, afhankelijk van het tracé, een lengte van 45 à 50 km en een te overwinnen hoogteverschil van ca. 25 m. Bij het onderzoek naar mogelijkheden voor het kanaaltracé is gebruik gemaakt van tracés van bestaande of geplande infrastructuur; nieuwe doorsnijdingen van het gebied zijn zoveel mogelijk voorkomen. Daarnaast zijn gebieden met hoge natuurwaarden, bebouwing en grote hoogteverschillen zoveel mogelijk ontweken; de hoogteligging van het terrein ter plaatse is zoveel mogelijk gevolgd. Aldus is een aantal tracés ontwikkeld, die te groeperen zijn naar een drietal hoofdvarianten :

1. Een tracé dat begint ten oosten van sluis Hengelo met een kanaalpeil van NAP + 25,0 m en eindigt in het Dortmund-Ems-kanaal met een peil van NAP + 34,8 m. Het hoogteverschil van 9,8 m kan met één sluis overwonnen worden. Een variant is een rechtstreekse doortrekking van het kanaal naar het Mittellandkanaal (tracé 1C), waardoor op de route naar Duitsland een drietal sluizen in het Dortmund-Ems kanaal vermeden kan worden; wel dient dan een extra sluis in het nieuwe kanaalgedeelte te worden opgenomen.
2. Dit tracé begint ook ten oosten van sluis Hengelo en volgt bij Enschede het tracé van de A35. Op Duits grondgebied volgt het kanaal globaal het tracé van de autowegen B54 en B70. Ten zuiden van Rheine wordt aangesloten op het Mittellandkanaal met een peil van NAP + 50,3 m. Het kanaalpand tussen de twee nieuw te bouwen sluizen bij Enschede en Rheine heeft een peil van ca. NAP + 45,0 m.
3. Dit tracé maakt gedeeltelijk gebruik van de zijtak naar Almelo (NAP + 10,0 m). Via twee nieuw te bouwen sluizen wordt aangesloten op het Dortmund-Ems kanaal. Net als bij tracé 1 is ook hier rechtstreekse doortrekking, met één nieuwe sluis extra, naar het Mittellandkanaal mogelijk (tracé 3C).

Voor bovenstaande tracés zijn diverse varianten bekeken. Op basis van de specifieke kenmerken van de tracés en het te doorsnijden gebied is een viertal daarvan geselecteerd voor verdere uitwerking. Het gaat hierbij om de tracés 1, 1C, 2 en 3C, zie figuur.



Aan de hand van de tracés zijn de lengteprofielen en kanaalpeilen geoptimaliseerd door vergelijking van de kosten voor aanleg van het kanaal (grondverzet, bekleding) met de kosten voor aanleg en exploitatie van de sluisen in het kanaal. Toepassing van een groter aantal sluisen leidt aan de ene kant tot een toename van de kosten voor aanleg en exploitatie van deze sluisen en aan de andere kant tot een beter kunnen volgen van de hoogteligging van het terrein en dus tot een afname van de kosten voor grondverzet. Ook de wachtkosten voor de scheepvaart bij het passeren van een sluis zijn hierin betrokken. Daarnaast is gekeken naar de landschappelijke inpassing van de tracés; om reden van waterbeheersing, landschap en overbruggingen heeft ingraving van het kanaal de voorkeur boven ophogingen. In het kader van deze optimalisatie is onderzocht welk type kunstwerk het meest in aanmerking komt voor het overwinnen van een hoogteverschil door de scheepvaart. Uit dit onderzoek is gebleken dat "gangbare" sluisen, al of niet voorzien van spaarbekkens, de voorkeur verdienen boven "alternatieve" kunstwerken als bijvoorbeeld scheepsliften.

Een hiermee samenhangend probleem is de waterbalans van het nieuwe kanaal. Ter beperking van de beïnvloeding van de grondwaterhuishouding in het gebied en het lekverlies uit en de toestroom naar het kanaal wordt de voorkeur gegeven aan een waterdichte bodem- en taludbekleding. Als voedingsbron voor het kanaal wordt gedacht aan de Weser; de afvoer van deze rivier lijkt in principe ruim voldoende om, naast het Mittellandkanaal, ook de doortrekking naar Twente te voeden. Wel zal de capaciteit van de pompinstallatie te Minden vergroot moeten worden.

Omdat de tracés op diverse plaatsen bestaande infrastructuur als autowegen, spoorwegen en riviertjes doorkruisen is een inventarisatie gemaakt van de kunstwerken, benodigd voor het instand houden van deze infrastructuur.

Het Twente-Mittelland kanaal zal de schakel vormen tussen de Twenthekanaalen aan de ene kant en de Duitse kanalen aan de andere kant. Het is daarom noodzakelijk na te gaan wat de kwaliteit en capaciteit is van deze aansluitende vaarwegen en van de zich daarin bevindende kunstwerken.

In de eerste plaats zijn niet alle sluisen in het Dortmund-Ems kanaal op dit moment qua afmetingen geschikt voor klasse V scheepvaart; over de uitvoering van verbeteringswerken aldaar bestaat onzekerheid. Een tweede knelpunt is het gevolg van de door NEA opgestelde vervoersprognoses. Om een zo hoog mogelijk service-niveau te verkrijgen voor het kanaal is het van belang dat de totale passeertijd voor de schepen van de sluisen klein moet blijven om een vlotte afwikkeling van het verkeersaanbod mogelijk te maken.

Capaciteitsberekeningen tonen aan dat het noodzakelijk is reeds bij aanleg van het kanaal rekening te houden met dubbele kolken. Verlenging van de kolken naar tweebaks duwvaart-afmetingen biedt wat dat betreft geen afdoende oplossing. Het moge duidelijk zijn dat dit ook zal leiden tot belangrijke extra investeringen aan bestaande sluizen in de aansluitende vaarwegen. Hierbij wordt echter opgemerkt dat ook zonder aanleg van het kanaal in de nabije toekomst capaciteitsproblemen ter plaatse van de bestaande sluizen te verwachten zijn; dit geldt met name voor de sluis bij Eefde. Aanpassing hiervan is voorzien in het investeringsprogramma van het Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer.

Uit een inventarisatie van de capaciteit van de aansluitende vaarwegen zelf blijkt dat deze zonder al te grote problemen de verwachte toename in het vervoeraanbod kunnen opnemen.

4. Baten en kosten

Een belangrijk criterium voor de toetsing van de haalbaarheid van het Twenthe-Mittelland kanaal is de baten/kosten verhouding van de verbinding. Gezien het internationale karakter van deze studie is het noodzakelijk deze analyse op het niveau van de Europese samenleving uit te voeren.

Kostenramingen zijn gemaakt voor het graven van het kanaal zelf, voor de daarin aan te brengen kunstwerken en voor eventuele aanpassingen aan bestaande infrastructuur in de Twenthekanalen (sluizen te Delden en Hengelo) en, voor zover aan dit project toe te rekenen, het Dortmund-Ems kanaal. Hierbij is zowel gekeken naar de investeringskosten als naar de jaarlijkse onderhouds- en exploitatiekosten.

Voor de in tabel 3 gepresenteerde kosten dient een marge van + of - 40 % te worden aangehouden.

Totaal gaat het om een investeringsbedrag tussen 1,0 en 1,5 miljard gulden.

Tracé	kosten		Baten				baten/kosten verhouding
	inv.	jrl.	HOOG		LAAG		
			2015	2030	2015	2030	
1	901	11,5	22,76	30,83	15,50	19,30	0,23 - 0,43
1C	1131	13,5	26,85	37,57	17,76	22,36	0,22 - 0,42
2	1216	14,1	24,96	35,16	16,45	20,73	0,20 - 0,36
3C	1188	13,8	25,75	36,80	16,30	20,68	0,20 - 0,38

Tabel 3 Investeringskosten, jaarlijkse kosten en baten en baten/kosten verhouding (in Mfl, excl. BTW, prijspeil 1991)
Bron: RWS/NEA

Naast de kosten is door NEA een inventarisatie gemaakt van de financiële baten die voort kunnen vloeien uit de aanwezigheid van de nieuwe vaarverbinding. Deze baten zijn bepaald aan de hand van de geraamde vervoerstromen en de besparingen op de vervoerskosten, voortvloeiend uit een vermindering van de te varen afstand en het aantal sluispassages.

Hierbij wordt opgemerkt dat hierin niet zijn meegenomen de prognoses voor aan- en afvoer naar Oost-Europa; redenen hiervoor zijn de grote onzekerheden ten aanzien van de ontwikkelingen in die landen en de beperkte mogelijkheden deze landen te bereiken per binnenschip.

Op basis van de aldus berekende baten en kosten is een kosten-baten analyse uitgevoerd voor een aantal tracés voor het Twenthe-Mittelland kanaal. Ook de baten/kosten verhouding wordt gepresenteerd in tabel 3 in de vorm van een bandbreedte. De spreiding in de diverse getallen is hierin verdisconteerd zodat met een zekerheid van ca. 70 % kan worden gesteld dat de baten/kosten verhouding tussen de gepresenteerde waarden ligt.

Uit de tabel kan worden geconcludeerd dat de tracés 1 en 1C (de middentracés) de gunstigste baten/kosten verhouding hebben. De investeringskosten van deze tracés liggen dan ook beduidend lager dan die van de andere.

Naast de directe besparingen op vervoerskosten kunnen als monetaire effecten worden genoemd de veranderingen in kosten van op- en overslag door wijzigingen in modal split. Uit de studie van NEA is gebleken dat slechts in beperkte mate sprake zal zijn van een verschuiving in de modal split, zodat deze effecten gering zullen zijn.

Een ander belangrijk aspect is de verandering in het gebruik van de infrastructuur. De verschuiving van goederenstromen naar het Twenthe-Mittelland kanaal leidt tot een afname van de groei van het scheepvaartverkeer, en dus besparingen, op de huidige vaarwegen richting Duitsland (Rijn, Wesel-Datteln kanaal en Dortmund-Ems kanaal). De besparingen op de exploitatiekosten voor deze vaarwegen zijn (indirect) in de kosten-baten analyse meegenomen.

Ook in de situatie dat het Twenthe-Mittelland kanaal niet wordt aangelegd wordt een aanzienlijke toename van het vervoer op de Duitse kanalen verwacht. Het is daarom mogelijk dat, voor het op peil houden van het voorzieningenniveau op deze vaarwegen, aanzienlijke extra investeringen nodig zijn, met name op het Wesel-Datteln kanaal (zes sluizen). Door aanleg van het Twenthe-Mittelland kanaal kunnen deze investeringen wellicht achterwege blijven. In het kader van deze studie is de mogelijke omvang van deze investeringen niet bepaald. De baten/kosten cijfers zullen hierdoor echter aanzienlijk kunnen stijgen (orde grootte 25 %). In een eventuele vervolgstudie is nader onderzoek, samen met de Duitsers, naar dit aspect dan ook zeker op zijn plaats.

5. Neveneffecten

Conclusies ten aanzien van de haalbaarheid van een Twenthe-Mittelland kanaal mogen niet alleen gebaseerd zijn op een baten/kosten verhouding. Ook de effecten van het kanaal op regionale economie en werkgelegenheid, recreatie, natuur & milieu en landschappelijke en stedenbouwkundige inpassing zijn van invloed op de haalbaarheid van het kanaal op zich maar vooral op het uitspreken van een voorkeur voor het ene tracé boven het andere.

Wat betreft de regionale economie en werkgelegenheid kan worden gesteld dat de aanleg van het kanaal een positieve vestigingsfactor betekent. Onder invloed van het stringentere milieubeleid is recentelijk de vraag naar bedrijfsterreinen aan diep vaarwater aan het toenemen. De vestiging van nieuwe bedrijven brengt ook werkgelegenheid met zich mee.

Ook wat betreft het energieverbruik en de uitstoot van schadelijke stoffen scoort het Twenthe-Mittelland kanaal positief. Energieverbruik en milieubelasting van binnenvaart is aanzienlijk lager dan van wegvervoer. Ook de kortere verbinding (70 km) voor de binnenvaart draagt bij aan de besparing op energieverbruik en uitstoot van schadelijke stoffen.

De geselecteerde tracés zijn ook bekeken op hun effecten ten aanzien van natuur en landschappelijke en stedenbouwkundige inpassing. De effecten van aanleg van het kanaal op de waterhuishouding zijn, door de waterdichte bekleding, voor zover nu te overzien, gering.

Gezien het globale karakter van deze studie kon op deze "neveneffecten" niet diep worden ingegaan. Voor een goede inventarisatie van deze effecten is het ook noodzakelijk de regionale belanghebbenden te betrekken. In een eventuele vervolgstudie dienen deze aspecten in een meer omvattende beleidsanalyse dan ook zeker meer aandacht te krijgen.

6. Conclusies

Samenvattend kan worden gesteld dat door aansluiting van de Twenthekanalen op het Mittelland kanaal de "Twente-Mittelland route", op basis van de prognoses voor het vervoeraanbod, kan uitgroeien tot een belangrijke verkeersader voor de binnenvaart. Aanleg van dit kanaal met de daarbij benodigde infrastructuur vraagt echter om grote investeringen. Enkel vanuit economisch perspectief bezien ligt de baten/kosten verhouding duidelijk lager dan 1. Daarnaast kan, zoals eerder opgemerkt, aanleg van het Twenthe-Mittelland kanaal aanleiding geven tot forse besparingen op investeringen op de huidige route. De baten/kosten cijfers zullen hierdoor aanzienlijk kunnen stijgen.

Met de doortrekking wordt een vaarverbinding gecreëerd waardoor een groot gedeelte van midden en Oost-Europa directer met de West-Europese markten en havens wordt verbonden. Dit geeft een eurostrategische dimensie aan deze relatief korte verbinding. De binnenvaart, als milieuvriendelijke vervoerwijze, kan hierdoor een nieuwe impuls krijgen. Door de kortere verbinding voor de binnenvaart wordt bovendien bijgedragen aan de besparing op energieverbruik en de uitstoot van schadelijke stoffen. De maatschappelijke baten die samenhangen met deze zaken zijn in deze studie niet monetair gewaardeerd maar niettemin groot.

Aan de andere kant kan het zijn dat, hoewel dit natuurlijk zoveel mogelijk wordt voorkomen, door de doortrekking gebieden met hoge landschappelijke waarde worden doorsneden. De problemen op het gebied van natuur & milieu en aantasting van landschappelijk schoon dienen niet onderschat te worden.

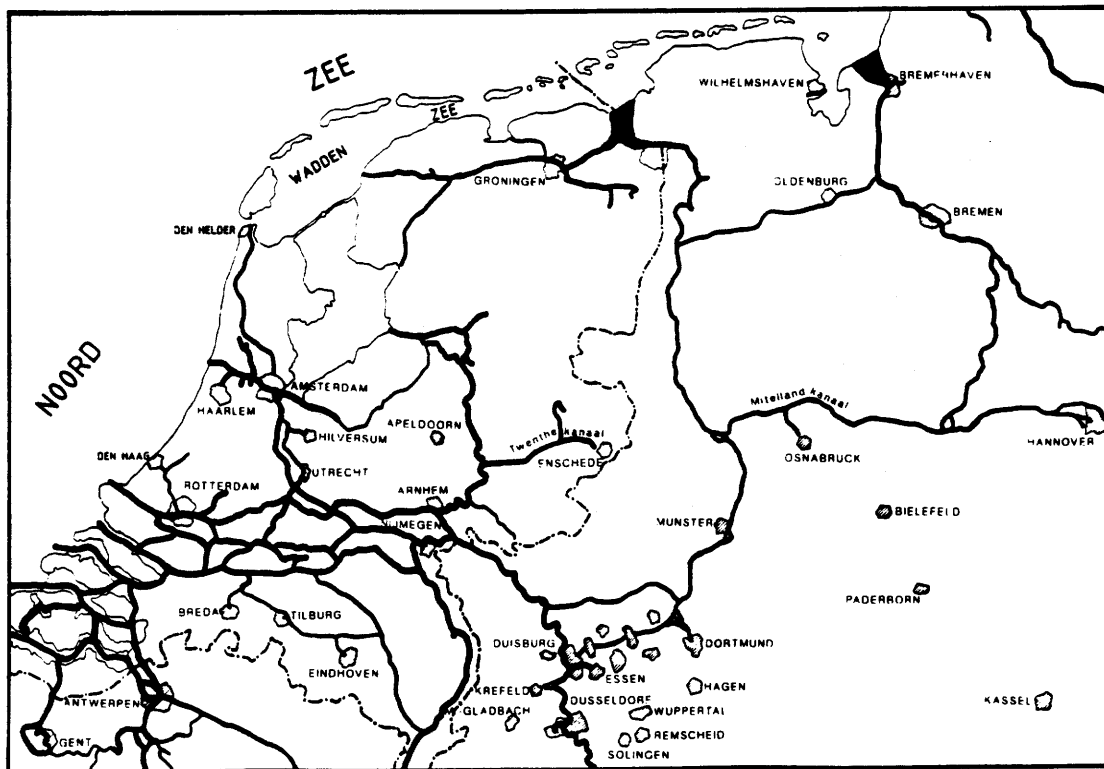
Tot slot dient, omdat een groot gedeelte van de verbinding op Duits grondgebied zal komen te liggen, niet in de laatste plaats over al deze zaken overeenstemming bereikt te worden met onze oosterburen.

1. INLEIDING

1.1 Probleemformulering

Het aantal Europese oost-west verbindingen over water is door de natuurlijke loop van de rivieren beperkt. De Rijn is weliswaar op Nederlands grondgebied een oost-west verbinding, maar in Duitsland is het veeleer een noord-zuid verbinding. Ten noorden van de Rijn is er geen enkele verbinding van meer dan regionale betekenis tussen Nederland en het Europese achterland.

Een aansluiting van de Twenthekanalen op het Mittellandkanaal in Duitsland is, gezien op de Europese vaarwegenkaart, het toevoegen van een op het eerste gezicht logische schakel. Met het realiseren van een ca. 50 km lang kanaalvak wordt het Nederlands/Belgische zeehavengebied verbonden met midden en oost Duitsland, Polen en Tsjechoslowakije, het natuurlijk achterland van de Weser, Elbe en Oder. Daarmee ontstaat een alternatieve vaarverbinding naar Oost-Europa.



Figuur 1.1 Waterwegen in noord-west Europa

Het is dan ook niet verwonderlijk dat in het verleden reeds een aantal studies zijn uitgevoerd naar de mogelijkheden van zo'n verbinding. Om diverse, veelal economische, redenen zijn de plannen niet uitgevoerd.

De politieke en economische hervormingen in oost Europa en de aandacht die de binnenvaart als milieuvriendelijke vervoerwijze krijgt hebben de belangstelling voor verbindingen over water met oost Europa echter sterk doen toenemen. Met name vanuit dit strategische aspect heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat besloten de studie naar de haalbaarheid van de kanaalverbinding als project op te nemen in deel d van het Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer. Op pagina 75 van deze nota staat vermeld:

"In het kader van de ontsluiting van Oost-Europa zal de bereikbaarheid over water moeten worden onderzocht. Het rapport "Bereikbaarheid Nederland-Oost-Europa" vormt de eerste aanzet hiervoor. Met de Duitse collega's zal de haalbaarheid worden onderzocht van een nieuwe kanaalverbinding Twenthe-Mittellandkanaal. In verband hiermee is het van belang dat de planologische reservering rond Enschede gehandhaafd blijft."

Ter uitvoering hiervan is in oktober 1990 een Rijkswaterstaat projectgroep in het leven geroepen met vertegenwoordiging vanuit Overijssel, Dienst Verkeerskunde en de Bouwdienst. Besloten is om in dit stadium Duitsland nog niet bij het onderzoek te betrekken. Dit is bewust gedaan om eerst vanuit de Nederlandse optiek de eventuele haalbaarheid af te tasten. De projectgroep had de taak op relatief korte termijn een indicatie te geven van de economische/technische haalbaarheid van het project. De werkzaamheden ten behoeve van het geven van een schatting van de maatschappelijke baten die de doortrekking van de Twenthekanalen naar het Mittellandkanaal zou kunnen opleveren zijn daarbij uitbesteed aan het onderzoeksinstituut NEA.

In voorliggend rapport wordt verslag gedaan van deze voorstudie.

Op basis van de conclusies uit deze studie kan besloten worden of een meer uitgebreide studie uitgevoerd moet worden, met een groter aantal deelnemers (Duitsland, regionale overheden, belangengroeperingen, bedrijfsleven).

1.2 Voorgeschiedenis

Zoals reeds in de vorige paragraaf is opgemerkt is in het verleden reeds een aantal malen aandacht besteed aan de verbinding van de Twenthekanalen met het Dortmund-Ems kanaal c.q. Mittellandkanaal. In deze paragraaf zal in vogelvlucht op deze oude studies worden ingegaan.

De eerste studie is Nederlands en stamt uit 1941. Deze studie is vooral gericht geweest op de tracékeuze. Er is onder meer gekeken naar een tracé zuidelijk langs Enschede met een totale kanaallengte van 38 km en naar een langer, meer noordelijk gelegen, tracé dat gebruik maakt van het kanaal Almelo-Nordhorn. Een aantal belangrijke aspecten, zoals kosten en waterhuishouding, zijn in deze studie niet meegenomen.

De tweede studie is Duits en stamt uit 1959. Ook hier wordt uitgegaan van een tracé zuidelijk langs Enschede, echter op Duits grondgebied loopt het tracé iets anders waardoor de totale kanaallengte langer wordt, 43 km. Op Nederlands grondgebied wordt de kanaalspiegel van NAP + 25.00 m naar NAP + 42.20 m gebracht door middel van een hefwerk (waterverlies gering), waarna de aansluiting op het Dortmund-Ems kanaal geschiedt zonder sluis. In het Nederlandse gedeelte ligt het kanaal in een ingraving (maaiveld op NAP + 52.20 m). Naar de afdichting van het kanaal in dit gedeelte is niet gekeken. De Duitse studie bevatte ook een kosten-baten analyse, op basis waarvan sterk is afgeraden de verbinding te graven.

In 1974 is door Rijkswaterstaat Overijssel een samenvatting van de eerdere studies gemaakt en is de kosten-baten analyse bijgesteld voor dat jaar. Ook is gekeken naar de invloed van de ingraving van het kanaal op de grondwaterpiegel. Een combinatie van het kanaal met RW 35 wordt voorgesteld (besparing op investering). Dit plan is echter niet uitgewerkt.

Medio 80-er jaren werd besloten de mogelijkheid van doortrekking van de Twenthekanalen niet meer op te nemen in de betrokken streek- en bestemmingsplannen. Op basis hiervan werd toen niet uitgesloten dat om planologische redenen de doortrekking van de kanalen nog zuidelijker zal moeten plaatsvinden dan in eerdere studies is verondersteld.

Onder invloed van de enorme politieke veranderingen in de Oost-Europese landen wordt verwacht dat het handelsverkeer tussen Oost- en West-Europa zich zal gaan intensiveren. Dit biedt mogelijkheden voor de uitbreiding van transport over water naar de Oost-Europese landen.

Op initiatief van de Koninklijke Schippersvereniging 'Schuttevaer' is een onderzoek verricht naar de locaties van de zwaartepunten van het vervoer tussen Nederland en Oost-Europa, de rol die de binnenvaart in het vervoer ervan kan spelen en in welke staat de aanwezige infrastructuur zich bevindt. Het doel van de studie was o.a. het aangeven van de mogelijkheden van vervoer per binnenschip tussen Nederland en Oost-Europa. De studie is uitgevoerd in samenwerking met het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam, NEA en de Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat. De resultaten zijn weergegeven in het rapport "Bereikbaarheid Nederland-Oost-Europa" [1].

Uit het onderzoek is gebleken dat een groot deel van het huidige vervoer van en naar Oost-Europa uit bulkgoederen, zoals veevoeders, meststoffen en steenkool bestaat. Met name dit soort goederen zijn aantrekkelijk om per binnenschip te vervoeren. De verwachting is dat ook in de toekomst een groot deel van het transport van en naar Oost-Europa uit bulkgoederen zal bestaan. Nederland (en België) lijken goede mogelijkheden te hebben als doorvoergebied voor de handel met de Oost-Europese landen. Hierbij heeft met name Rotterdam als mainport het voordeel ten opzichte van de Duitse zeehavens dat grote bulk-carriers deze haven als distributiecentrum voor Europa kiezen. Nu al vindt het transport van bulkgoederen plaats via Rotterdam, waar ertsen e.d. worden overgeslagen in kleinere zeeschepen die vervolgens naar Hamburg en Bremen varen. Mogelijk zal het transport van bulkgoederen van en naar Oost-Europa in de toekomst ook via Rotterdam kunnen verlopen, waarbij de binnenvaart (een deel van) het natransport zou kunnen verzorgen. De geografische positie van Rotterdam en Antwerpen stelt de binnenvaart in staat optimaal van de in Oost-Europa aanwezige vaarwegen gebruik te maken. Hierbij zijn dan nog wel vaarwegverbeteringen nodig.

Uit een inventarisatie van de infrastructuur blijkt Oost-Europa over een aanzienlijk vaarwegennet te beschikken dat op een aantal plaatsen goed aansluit (of na 1992 via het Rijn-Main-Donau kanaal zal aansluiten) op West-Europa. Op andere plaatsen echter wijken de vaarwegafmetingen sterk af of is er sprake van knelpunten en/of slechte bevaarbaarheid gedurende laagwater- of ijsperioden. Ook het slechte onderhoud zorgt voor problemen. Mede gezien het feit dat het Oostduitse vaarwegennet binnen afzienbare tijd verbeterd zal worden, lijkt dit vaarwegennet goede mogelijkheden te bieden.

Het spoorwegennet in Oost-Europa is ook aanzienlijk. In de Oost-Europese landen zelf neemt het spoor ongeveer driekwart van het goederenvervoer voor haar rekening. Het vervoer per spoor naar Oost-Europa kent echter ook knelpunten. In de meeste Oost-Europese landen heeft het spoor zelfs haar maximum capaciteit (zeker op het punt van materieel) bereikt.

Door de "werkgroep-Schuttevaer" werd als belangrijk knelpunt in het Nederlandse vaarwegennet met betrekking tot de handel in oostelijke richting aangegeven het ontbreken van een rechtstreekse verbinding tussen Nederland en Noord- en Oost-Duitsland. De huidige verbinding wordt gevormd door de Rijn, het Wesel-Datteln kanaal (of eventueel het Rhein-Herne kanaal), het Dortmund-Ems kanaal en het Mittellandkanaal. Deze route is duidelijk een omweg; een meer rechtstreekse verbinding zou gevormd kunnen worden door een directe aansluiting van de Twenthekanalen aan het Mittellandkanaal.

De aanbeveling van de "werkgroep-Schuttevaer" was dan ook de mogelijkheden voor deze verbinding nogmaals te onderzoeken, doch nu in het licht van vernieuwde vervoersprognoses.

Begin 1990 is de problematiek dan ook opnieuw onderzocht door de Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat [2]. Hierbij is gebruik gemaakt van eerder onderzoek en is een schatting gemaakt van de baten/kosten verhouding op dit moment. Een grove kosten-baten berekening gaf hierbij aan dat de doortrekking economisch niet verantwoord is, wanneer wordt uitgegaan van oplossingen die destijds bedacht zijn. Aanbevolen werd dan ook toch een en ander opnieuw te onderzoeken waarbij zowel gekeken zal moeten worden naar diverse tracé-mogelijkheden als naar inventieve technische mogelijkheden voor overwinning van het hoogteverschil.

2. DOELSTELLING EN PROJECTAANPAK

2.1 Doelstelling

De doelstelling van onderhavige studie is het aandragen van bouwstenen ten behoeve van het geven van een globale indicatie van de economische/technische haalbaarheid van een doortrekking van de Twenthekanalen naar het Mittellandkanaal, op basis waarvan politieke besluitvorming kan plaatsvinden.

Heel nadrukkelijk wordt gesteld dat niet het doel van deze studie is het uitspreken van voorkeuren voor het ene tracé boven het andere. Het uitwerkingsniveau van de diverse varianten voor de doortrekking en het niveau van inventarisatie van de maatschappelijke effecten van het kanaal zijn in deze studie zodanig beperkt, dat een integrale afweging van alle varianten op een breed scala van criteria in het kader van deze studie niet mogelijk is.

Wel wordt getracht van een aantal specifieke varianten een zo goed mogelijke inschatting te geven van de effecten, zowel op het technische als op het economische en maatschappelijke vlak.

2.2 Projectaanpak

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de aanpak van onderhavige studie en de opzet van voorliggend rapport.

In eerste instantie is een studie uitgevoerd naar eerder uitgevoerd onderzoek naar de aanleg van een Twenthe-Mittelland kanaal (in het vervolg afgekort met TMK). Het doel van deze inventarisatie was na te gaan of de in deze onderzoeken geopperde mogelijkheden ten aanzien van planologische inpassing, techniek en kosten nu nog opportuun zijn. Het bleek dat deze studies op zich een goede indruk geven van de problematiek op dat moment doch dat de bruikbaarheid voor de huidige studie gering is.

Vervolgens is een inventarisatie uitgevoerd van de huidige toestand en de geplande verbeteringen aan het bestaande vaarwegennet in Twente enerzijds en in noord-west Duitsland anderzijds. De resultaten hiervan zijn weergegeven in

hoofdstuk 3. In ditzelfde hoofdstuk wordt tevens een overzicht gegeven van de belangrijkste algemene uitgangspunten die zijn aangehouden voor deze studie.

Voor de toetsing van de haalbaarheid van een TMK is het in eerste instantie noodzakelijk de maatschappelijke baten en kosten te inventariseren en kwantificeren die te verwachten zijn als gevolg van het bestaan en het gebruik van het nieuwe kanaalpand. Aan NEA is opdracht gegeven één en ander nader te onderzoeken. Het onderzoek van NEA was gericht op het geven van inzicht in de effecten van aanleg van het kanaal. Hierbij spelen de ontwikkelingen in Oost-Europa, de concurrentiepositie van Rotterdam (en Antwerpen) ten opzichte van Hamburg en Bremen, de mogelijke verschuiving in modal split (verandering van vervoerwijze) en de regionaal economische effecten een belangrijke rol. In hoofdstuk 4 wordt een overzicht gegeven van de door NEA gemaakte prognoses voor het vervoer over het TMK. De vertaling hiervan naar besparingen op de vervoerkosten, voortvloeiend uit een vermindering van de te varen afstand en het aantal sluispassages, door de nieuwe route, is gegeven in hoofdstuk 8. Voor een meer uitgebreide beschrijving van het onderzoek van NEA wordt verwezen naar [3].

Een inventarisatie van mogelijke tracés is gegeven in hoofdstuk 5. Deze inventarisatie is vanzelfsprekend niet uitputtend uitgevoerd. Het doel was een aantal specifieke tracés te genereren die wat betreft hun effecten onderscheidend zijn. Aan het eind van het hoofdstuk zijn een aantal tracés geselecteerd voor verdere uitwerking. Ook hier heeft het onderscheidend zijn van de tracés, met als uiteindelijk doel het verkrijgen van een zo breed mogelijk beeld van de haalbaarheid van het TMK, een belangrijke rol gespeeld.

In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de technische infrastructuur, benodigd voor het kanaal. Naast het graven en het afdichten van het kanaal zelf wordt ingegaan op de kunstwerken, benodigd voor het overwinnen van het hoogteverschil tussen Nederland en Duitsland van 10 tot 40 m (afhankelijk van het te volgen tracé) door de scheepvaart. Ook wordt ingegaan op de kunstwerken die nodig zijn voor het in stand houden van de waterstand op het nieuwe kanaal en de daarvoor benodigde voedingsbronnen. Niet onbelangrijk zijn de kunstwerken benodigd voor het in stand houden van de kruisende infrastructuur, zoals autowegen, spoorwegen en andere waterwegen. Omdat het TMK de schakel zal vormen tussen de Twenthekanalen aan de ene kant en de Duitse kanalen aan de andere kant, is het tot slot noodzakelijk na

te gaan wat de kwaliteit en capaciteit is van deze aansluitende vaarwegen en van de zich daarin bevindende kunstwerken.

In hoofdstuk 7 wordt ingegaan op de kostenramingen voor aanleg van het kanaal en de aan te brengen dan wel te verbeteren kunstwerken. Ook wordt een raming gegeven van de te verwachten jaarlijkse kosten.

Tezamen met de, in hoofdstuk 8 weergegeven, door NEA berekende maatschappelijke baten, voortvloeiend uit het kanaal, wordt in hoofdstuk 9 een globale kosten-baten analyse gemaakt voor een geselecteerd aantal tracés. Hierbij wordt tevens ingegaan op mate van nauwkeurigheid van de uitgevoerde berekeningen en de mate van gevoeligheid van de resultaten voor gewijzigde aannamen.

Het is duidelijk dat conclusies ten aanzien van de haalbaarheid van de doortrekking niet alleen gebaseerd mogen worden op een baten/kosten verhouding. Ook de effecten van het kanaal op recreatie, natuur & milieu en landschappelijke en stedenbouwkundige aspecten zullen invloed hebben op de haalbaarheid van het kanaal op zich maar vooral op het uitspreken van een voorkeur van het ene tracé boven het andere. Gezien het globale karakter van deze studie zijn deze effecten beperkt geïnventariseerd. Een overzicht hiervan wordt gegeven in hoofdstuk 10.

Het rapport wordt tot slot in hoofdstuk 11 afgesloten met een overzicht van de belangrijkste conclusies en aanbevelingen voor een eventuele vervolgstudie.

Een literatuuroverzicht is opgenomen in hoofdstuk 12.

3. UITGANGSPUNTEN

3.1 Huidige toestand en geplande verbeteringen bestaande vaarwegennet

3.1.1 Twenthekanalen

De Twenthekanalen vormen een vaarverbinding tussen Zutphen enerzijds en Almelo en Enschede anderzijds. Afgezien van het kleinere kanaal Almelo-De Haandrik lopen de kanalen in Twente dood.

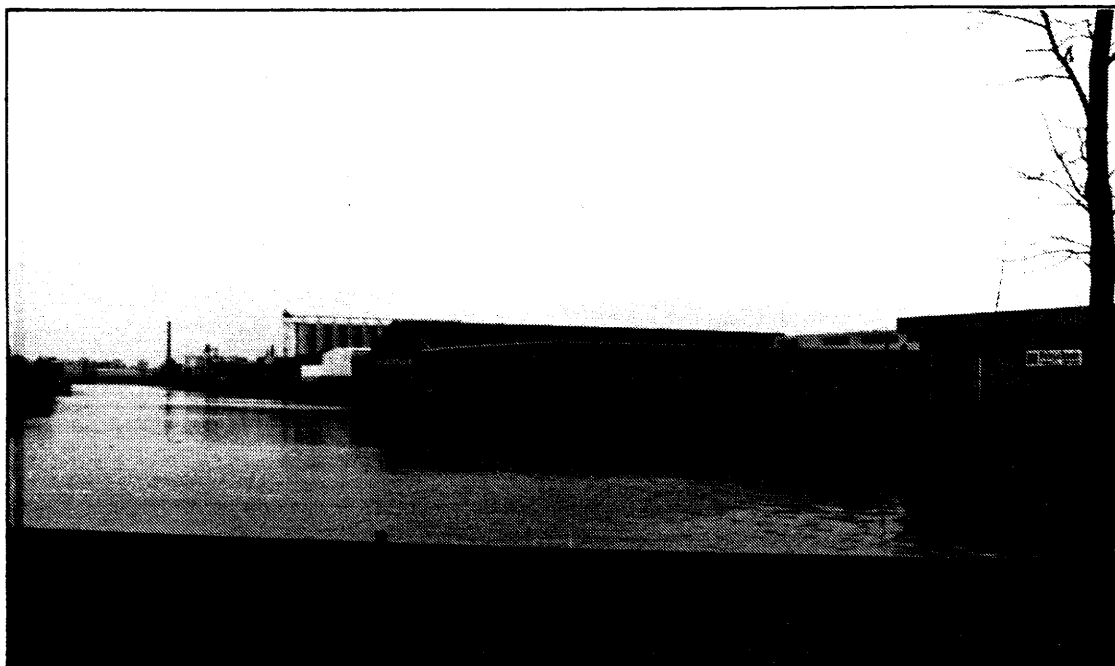


Foto 3.1 Eindpunt Twenthekanalen in Enschede

De Twenthekanalen zijn op dit moment geschikt voor binnenscheepen met een maximale lengte van 85 m, een breedte van 9.75 m en een diepgang van 2.50 m, waarmee de kanalen als klasse IV vaarwegen geclassificeerd worden (max. laadvermogen 1350 ton). In de praktijk worden grotere schepen (90 x 10 / 110 x 9.75 m) toegelaten (ca. 1500 ton). De kanalen worden thans verbeterd. Door verbreding van het dwarsprofiel (tot maximaal 50 m) en verdieping worden de Twenthekanalen geschikt gemaakt voor schepen met een laad-

vermogen tot 2300 ton (klasse V). Door deze verbeteringen krijgen de kanalen een profiel dat tenminste vergelijkbaar is met het Duitse profiel. Naar verwachting zullen de aanpassingen in 2003 gereed zijn.

In de Twenthekanalen is een drietal sluizen opgenomen met de volgende kolkafmetingen en opvoerhoogtes:

locatie	lengte [m]	breedte [m]	verval [m]
Eefde	140.00	12.00	ca. 7.00
Delden	140.00	12.00	6.00
Hengelo	140.00	12.00	9.00

Tabel 3.1 Sluizen Twenthekanalen

De Twenthekanalen hebben nu een belangrijke ontsluitende functie bij de grondstofvoorziening van de regio. Jaarlijks passeren bij Eefde ruim 13.000 schepen met ruim 4 miljoen ton lading. Verder hebben de kanalen een belangrijke waterhuishoudkundige functie.

3.1.2 De Noord-Duitse kanalen

Het Duitse vaarwegenbeleid is erop gericht de belangrijke Noord-Duitse kanalen geschikt te maken voor toelating van klasse V schepen en 2-baks duwvaart.

Het Mittellandkanaal wordt thans verruimd tot klasse IV-normaal (= klasse V-krap). De werkzaamheden inclusief die aan de passage door Hannover tot aan het Elbe-Seiten kanaal zullen rond de eeuwwisseling gereed zijn. Recent is bekend geworden dat een bedrag van 8 miljard DM beschikbaar komt voor de verbetering van de kanalen naar Berlijn. Rekenend met een realisatietijd van 20 tot 25 jaar komt dit gedeelte niet beschikbaar vóór 2010. Voor kleinere schepen zal de route al vóór 2000 redelijk te bevaren zijn. De Elbe biedt op korte termijn mogelijkheden voor vervoer met schepen met geringe diepgang. Men overweegt dergelijk materieel te bouwen voor de trajecten Hamburg-Dresden en Ruhrgebied-Dresden.

De verbetering van het Wesel-Datteln kanaal is gereed en geschikt voor 2-baks duwvaart (en klasse V).

De plannen van de Duitse overheid ten aanzien van het aanpassen van de vaarwegen tot klasse V en 2-baks duwvaart gelden in principe ook voor het Dortmund-Ems kanaal. Het probleem bij de verbetering van dit kanaal is echter dat relatief grote investeringen nodig zijn. Dit geldt zowel voor het zuidelijk gedeelte (Ruhrgebied-Mittellandkanaal) als voor het noordelijke gedeelte (Mittellandkanaal-Ems). Het zuidelijk gedeelte wordt erkend als bottleneck tussen Rijn/Ruhrgebied en het Mittellandkanaal en zal bij de verbeteringen prioriteit krijgen. De planning ten aanzien van de uitvoering van het noordelijke gedeelte is onzeker. De verbeteringen spelen zeker niet op korte termijn. Juist in het krapste gedeelte van het noordelijk kanaalgedeelte, het traject Bergeshövede-Gleesen, liggen enkele aantakingspunten voor mogelijke tracés voor het TMK. Bij de bespreking van de tracés en de knelpunten daarbij voor de aansluitende infrastructuur (hoofdstuk 6) wordt hierop teruggekomen.

In dit kanaalgedeelte ligt een drietal sluiscomplexen, van belang voor de aansluitmogelijkheden voor het TMK. Deze sluisen hebben de volgende kolkafmetingen en opvoerhoogtes:

locatie	lengte [m]	breedte [m]	verval [m]
Altenrheine	185.00	11.96	3.60
Rodde	161.00	10.00	3.80
Bevergern	162.50	10.00	8.10

Tabel 3.2 Sluisen Dortmund-Ems kanaal

Verder naar het noorden bevinden zich tot aan het Küstenkanaal nog 4 sluisen die voor het toelaten van klasse V schepen moeten worden verbreed. Voor het toelaten van 2-baks duwvaart zullen bovendien 10 sluisen moeten worden verlengd. Deze sluisen zijn echter voor onderhavig project niet van rechtstreeks belang.

3.2 Klasse V of 2-baks duwvaart

In de vorige paragraaf is vermeld dat de lange termijn plannen van de Duitse overheid ten aanzien van de belangrijkste Noord-Duitse kanalen uitgaan van kanaalafmetingen

waarop klasse V scheepvaart (2300 ton) en nog juist, onder bepaalde voorwaarden, 2-baks duwvaart (4000 ton) mogelijk is. Het is dan ook logisch de route van Rotterdam/Antwerpen naar Oost-Duitsland via het TMK, als alternatieve route voor de huidige via de Rijn en het Dortmund-Ems kanaal, in ieder geval geschikt te maken voor klasse V scheepvaart. Een volgende stap zou kunnen zijn het TMK en de Twenthekanalen ook geschikt te maken voor 2-baks duwvaart. Deze stap zal echter in Nederland op aanzienlijke problemen stuiten, daar in dat geval aanzienlijke verbeteringswerken op de IJssel en de Twenthekanalen noodzakelijk zouden worden.

De huidige sluizen in de Twenthekanalen zijn te klein voor 2-baks duwvaart. Daarnaast zal de Nederlandse norm voor een volwaardige klasse V vaarweg die geschikt is voor 2-baks duwvaart waarschijnlijk groter worden vastgesteld dan de ruimte die er nu is voorzien in de verbeteringsvoorstellen van de Twenthekanalen tot een klasse V vaarweg.

Verder is de IJssel ongeschikt voor 2-baks duwvaart. Ingrijpende aanpassingen aan de bochten in de bovenloop zijn nodig om eventueel 2-baks duwvaart toelaatbaar te maken. De vaart op de IJssel met zogenaamde "knikverbanden", waarbij de voorste bak kan worden weg"geknikt" in de richting van de te volgen bocht, zoals dit ook succesvol wordt gebruikt op de Duitse zijrivieren van de Rijn, zou kunnen worden onderzocht.

Een derde punt op het Nederlands gedeelte van de route is het passeren van de Pannerdense Kop en de IJsselkop. Bij de route via de Waal worden beide punten gepasseerd, bij de route via Lek en Nederrijn alleen de IJsselkop. Onderzocht zou moeten worden of het rondgaan van 2-baks duwstellen bij deze locaties bezwaarlijk is voor de veiligheid ter plaatse indien dit vaker dan incidenteel gebeurt.

Uit cijfers uit de studie van NEA (hoofdstuk 8) is gebleken dat het geschikt maken van de verbinding voor 2-baks duwvaart geen extra kostenvoordelen oplevert.

Op grond van bovenstaande overwegingen is daarom besloten om in de studie naar de mogelijkheden voor een doortrekking van de Twenthekanalen naar het Mittellandkanaal de duwvaart optie te laten vallen en uit te gaan van een vaarweg die geschikt is voor de vaart met klasse V schepen.

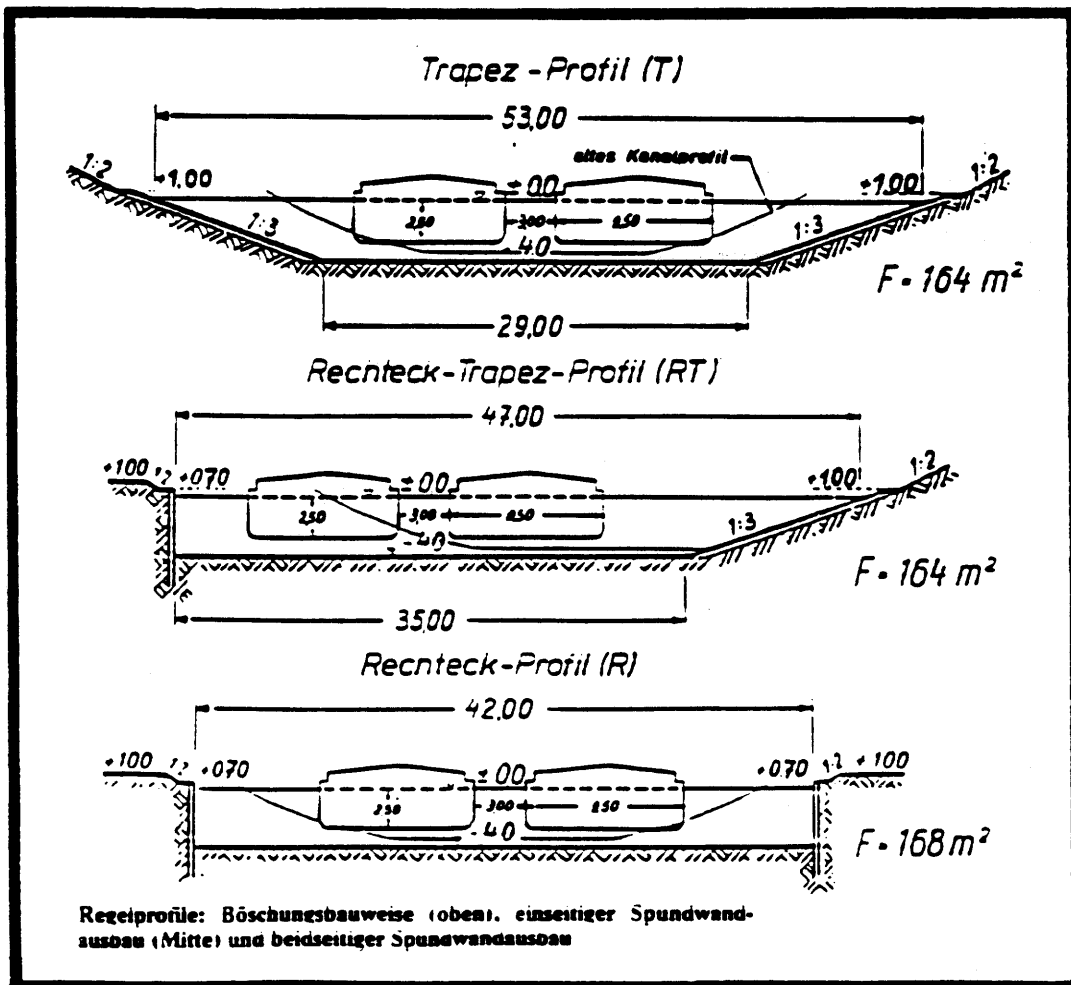
3.3

Kanaalafmetingen

Omdat het TMK zal gaan dienen als doorgaande route naar de Duitse kanalen ligt het voor de hand voor wat betreft de te hanteren dwarsprofielen voor het TMK uit te gaan van de profielen waarop in Duitsland klasse V scheepvaart wordt toegelaten. De Duitse kanalen worden aan de hand van deze profielen aangepast.

De Duitse dwarsprofielen gaan uit van klasse IV-normaal (klasse V-krap). In Nederland zijn voor klasse V vaarwegen nog geen normen vastgesteld, doch zullen waarschijnlijk ruimer uitvallen dan de Duitse. Juist omdat het TMK gebruikt zal gaan worden als doorgaande route naar Duitsland worden ruimere afmetingen in het Nederlandse gedeelte van het kanaal niet zinvol geacht.

Uitgaande van het geschikt zijn van het TMK voor klasse V schepen (lengte 110 m, breedte 11.4 m, diepgang 2.8 m) wordt voor het kanaal uitgegaan van de volgende dwarsprofielen:



Figuur 3.1 Dwarsprofielen Duitse kanalen

Gezien de toekomstige functie van het TMK als hoofdvaarweg wordt verder uitgegaan van minimum bochtstralen van 1100 m (10 maal de scheepslengte). Bij deze straal is geen bochtverbreiding nodig.

Verder wordt, aansluitend aan de Duitse vaarwegen, uitgegaan van een kruiphoogte voor de schepen van 5.25 m. Hierbij wordt opgemerkt dat de Duitse inzichten ten aanzien hiervan aan het veranderen zijn. De voorkeur gaat op dit moment uit naar een kruiphoogte van 6.40 m (i.v.m. 3 lagen containervaart). Deze inzichtverandering is in onderhavige studie niet meegenomen. De consequenties ten aanzien van de kostenramingen voor oeververbindingen (hoofdstuk 7) zullen echter minimaal zijn.

Voor wat betreft de in het TMK op te nemen sluizen (en de eventueel te verbeteren sluizen in de aansluitende kanalen) wordt uitgegaan van kolkafmetingen van 120 x 12 m².

Uit de berekeningen van NEA ten aanzien van het te verwachten aanbod aan scheepvaart (hoofdstuk 4) blijkt dat dit aanbod wel eens zodanig hoog zou kunnen worden dat, behalve voor het lage scenario, tenminste per sluis een dubbele kolk (waarvan tenminste 1 kolk geschikt voor klasse V scheepvaart) nodig zal zijn om het verkeersaanbod op een acceptabele wijze af te wikkelen. Mocht het omwille van Europese normalisering op hoofd-verkeersaders noodzakelijk zijn ook deze nieuwe verbinding te dimensioneren op 2-baks duwvaart, dan kan één der kolken worden uitgelegd als (potentiële) 2-baks duwvaart kolk. De meerkosten die hiermee zijn gemoeid zijn niet opgenomen in de studie.

Het moge duidelijk zijn dat deze prognoses voor het vervoeraanbod ook zullen leiden tot belangrijke extra investeringen aan de bestaande infrastructuur in de aansluitende vaarwegen. Of deze extra investeringen volledig moeten worden toegerekend aan het TMK-project is echter de vraag. In hoofdstuk 7 wordt op deze vraag teruggekomen.

3.4 Samenvatting uitgangspunten

- De Twenthekanalen zijn voor 2010 verbeterd en toegankelijk voor klasse V scheepvaart. Door deze verbeteringen krijgen de kanalen een profiel dat tenminste vergelijkbaar is met het Duitse profiel.

- Het Duitse vaarwegenbeleid is erop gericht de belangrijke Noord-Duitse kanalen geschikt te maken voor toelating van klasse V schepen en 2-baks duwvaart. De werkzaamheden aan het Mittellandkanaal zullen rond de eeuwwisseling gereed zijn. Over de termijn van uitvoering van de verbeteringswerken aan het Dortmund-Ems kanaal bestaat echter onzekerheid.

- Doortrekking van de mogelijkheid van 2-baks duwvaart naar het Nederlands grondgebied maken aanzienlijke verbeteringswerken noodzakelijk op de IJssel en de Twenthekanalen. Bovendien is uit het vervoersonderzoek gebleken dat het geschikt maken van de doortrekking voor 2-baks duwvaart geen extra kostenvoordelen oplevert. Op grond van het bovenstaande is daarom besloten om in deze studie de duwvaart optie te laten vallen en uit te gaan van een vaarweg die geschikt is voor de vaart met klasse V schepen (max. laadvermogen 2300 ton), met de volgende maximale scheepsafmetingen: .
 - lengte : 110 m
 - breedte : 11.4 m
 - diepgang : 2.8 m
 - kruiphoogte: 5.25 m (2 lagen containervaart)

- Het kanaal zal gedimensioneerd worden op afmetingen zoals aangegeven in figuur 3.1.

- Voor wat betreft de in het TMK op te nemen sluizen (en de eventueel te verbeteren sluizen in de aansluitende kanalen) wordt uitgegaan van kolkafmetingen van 120 x 12 m².
 Naar aanleiding van de prognoses voor het vervoeraanbod over het TMK is besloten nu reeds rekening te houden met de uitvoering van dubbele kolken (waarvan tenminste 1 kolk geschikt voor klasse V scheepvaart). Dit is noodzakelijk om het verwachte verkeersaanbod op een acceptabele wijze af te kunnen wikkelen. Eén der kolken zou uitgelegd kunnen worden als (potentiële) duwvaart kolk. De meerkosten die hiermee zijn gemoeid zijn niet meegenomen in de studie.

4. VERVOERPOTENTIEEL

4.1 Inleiding

In het kader van het geven van een inschatting van de economische haalbaarheid van een TMK is opdracht gegeven aan NEA om een onderbouwde schatting te geven van de maatschappelijke baten die een doortrekking van de Twenthekanalen naar het Mittellandkanaal kan opleveren. De resultaten vermeld in dit hoofdstuk zijn ontleend aan de studie van NEA. Voor een meer uitgebreid overzicht van de studieresultaten wordt verwezen naar [3].

Het onderzoek van NEA is gericht op het geven van inzicht in de effecten van aanleg van het kanaal. Hierbij spelen de ontwikkelingen in Oost-Europa, de concurrentiepositie van Rotterdam (en Antwerpen) ten opzichte van Hamburg en Bremen, de mogelijke verschuiving in modal split en de regionaal economische effecten een belangrijke rol.

De basis van het onderzoek wordt gevormd door een analyse van handel en vervoer tussen Nederland/België enerzijds en noord/oost Duitsland anderzijds. Deze regio's zijn voor het TMK veruit de belangrijkste. Ook de doorvoer via Nederland/België naar de genoemde regio's valt hieronder. Daarnaast wordt ingegaan op de relaties met de overige delen van Oost-Europa.

Op basis van de analyse van handel en vervoer is een raming gemaakt van het vervoer op lange termijn tussen de genoemde landen/regio's. Het zal duidelijk zijn dat een dergelijke zeer lange termijn prognose met veel onzekerheden omgeven is. Daarom is gewerkt met twee scenario's, een HOOG en een LAAG scenario, met de bedoeling een bandbreedte te geven waarbinnen de werkelijkheid vermoedelijk zal liggen. Als prognosejaar is uitgegaan van het jaar 2015 met een doorkijk naar 2030.

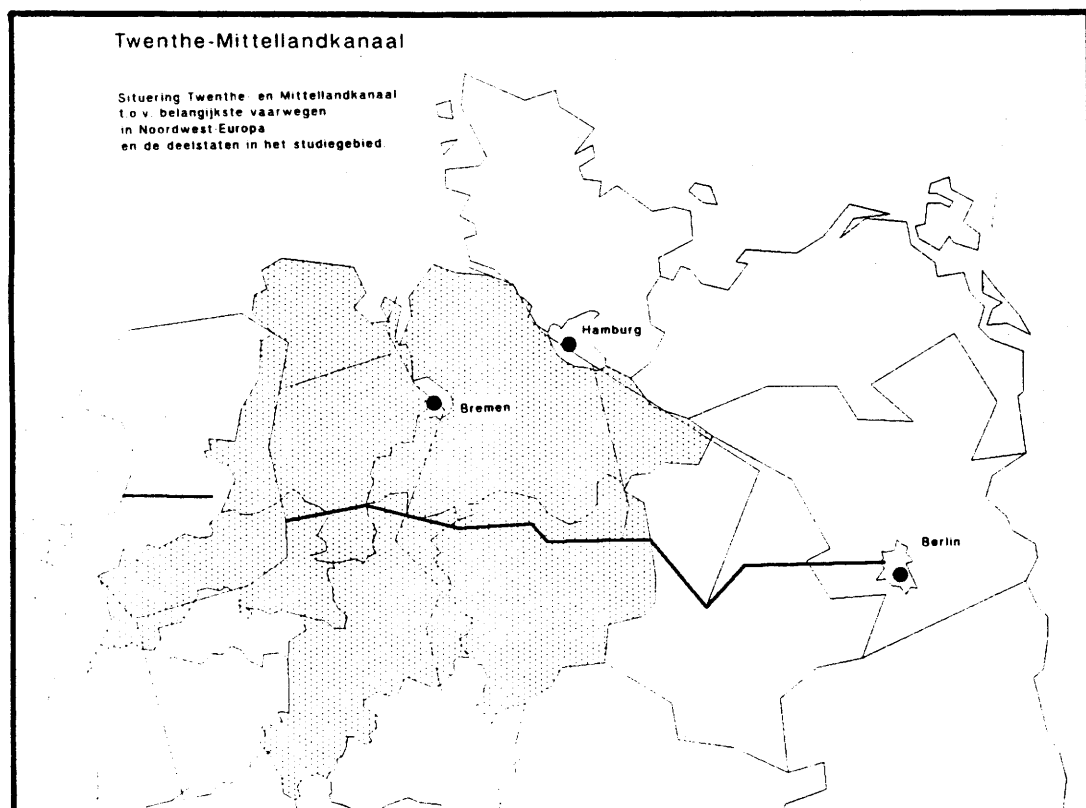
Bij de berekening van de baten voortvloeiend uit het TMK wordt, mede gezien de lange levensduur van infrastructuur, uitgegaan van baten tot aan het jaar 2060. Hierbij wordt voor de periode 2030-2060 verondersteld dat er geen wijziging in de omvang van het vervoer ten opzichte van 2030 zal optreden.

De vervoerstromen die in de toekomst mogelijk via het TMK verlopen, kunnen worden onderscheiden naar:

- stromen tussen genoemde regio's die nu per binnenschip via andere routes verlopen, met name via de Rijn en het Dortmund-Ems kanaal (aanvoer/afvoer),
- (doorvoer)stromen die nu via andere havens verlopen, met name via Hamburg en Bremen (havenconcurrentie),
- stromen die nu via andere vervoerwijzen (per trein of over de weg) verlopen (modal split verschuiving) en
- nieuwe stromen van en naar de regio (regionale effecten).

4.2 Vervoerstroomanalyse (aanvoer/afvoer)

4.2.1 Algemeen



Figuur 4.1 Situering TMK in noord-west Europa
(met deelstaten studiegebied NEA)

De vervoerstromen die in de toekomst over het TMK zullen kunnen verlopen bestaan uit de bestaande stromen per binnenschip tussen Nederland/België enerzijds en Noord-/Oost-Duitsland anderzijds. Wellicht komen ook stromen in aanmerking die verder weg naar Oost-Europa (Polen, Tsjechoslowakije en het westelijk deel van de USSR) worden vervoerd. Gezien de grote onzekerheden ten aanzien van de ontwikkeling in die landen en de beperkte mogelijkheden deze landen per binnenschip te bereiken, is besloten deze stromen niet in de berekening van de baten te betrekken. Er zijn wel prognoses opgesteld voor deze stromen, zodat inzicht wordt verkregen in de omvang van deze stromen.

In het volgende wordt per onderdeel ingegaan op de vervoerstromen. Eerst komt de relatie Benelux - Noord-Duitsland aan de orde. Vervolgens Benelux - Oost-Duitsland. Tot slot wordt kort ingegaan op de relatie met Oost-Europa. Opgemerkt wordt dat in de hierna volgende tabellen met vervoerstromen de aan- en afvoer bezien moet worden vanuit de Benelux.

4.2.2 Benelux - Noord-Duitsland

De aan- en afvoer in relatie met Noord-Duitsland is veruit het belangrijkste potentieel voor het TMK. Het totale vervoer (alle vervoerwijzen samen) omvat ruim 22,5 miljoen ton, ongeveer gelijk verdeeld over aan- en afvoer. Wanneer de binnenvaart wordt beschouwd, dan blijkt er een belangrijke onevenwichtigheid in aan- en afvoer te bestaan. De aanvoer is 1,6 miljoen ton, terwijl de afvoer maar liefst 4,2 miljoen ton bedraagt. In de tabellen 4.1 en 4.2 is dit per vervoerwijze aangegeven.

	Nederland	België	Totaal
Binnenvaart	1 062	599	1 661
Spoorvervoer	436	645	1 081
Wegvervoer	6 815	1 104	7 919
Totaal	8 313	2 348	10 661

Tabel 4.1 Aanvoer uit Noord-Duitsland per vervoerwijze
(1986 in 1000 ton)
Bron: NIS/CBS; bewerking NEA

	Nederland	België	Totaal
Binnenvaart	3 387	868	4 255
Spoorvervoer	239	525	764
Wegvervoer	5 166	1 681	6 847
Totaal	8 792	3 074	11 866

Tabel 4.2 Afvoer naar Noord-Duitsland per vervoerwijze
(1986 in 1000 ton)
Bron: NIS/CBS; bewerking NEA

Ten behoeve van de prognoses voor het vervoer zijn twee scenario's ontwikkeld; een HOOG en een LAAG scenario. Het belangrijkste verschil tussen deze scenario's bestaat uit het verschil in economische ontwikkeling die aan de prognoses ten grondslag ligt. De groei van het vervoer tussen de Benelux en Noord-Duitsland is bepaald aan de hand van recente prognoses met het Transport Economisch Model (TEM). In tabel 4.3 is een overzicht gegeven van de twee scenario's. De studieregio is bij de prognoses beperkt tot de verkeersgebieden in Noord-Duitsland die direct aan het Mittellandkanaal liggen. Dit verklaart o.m. het verschil in vervoeromvang tussen 1986 (tabel 4.1/4.2) en 1990 (tabel 4.3).

	Aanvoer		Afvoer	
	LAAG	HOOG	LAAG	HOOG
1990	1 287		4 184	
2015	1 596	1 964	5 869	6 865
2030	1 916	2 613	7 408	8 989

Tabel 4.3 Overzicht prognoses Benelux - Noord-Duitsland
binnenvaart (in 1000 ton)
Bron: NEA

De afvoer die nu ruim 4 miljoen ton is kan volgens de prognoses in het HOOG scenario tot bijna 9 miljoen ton in het jaar 2030 groeien. Een groei van bijna 2% per jaar. De aanvoer is van minder grote betekenis, maar bedraagt nog altijd bijna 1,3 miljoen ton. De groei in het HOOG scenario is 1,8 % per jaar. Het effect van de havenconcurrentie is hierbij nog niet opgenomen.

De aanvoer bestaat voor het belangrijkste deel uit voedingsmiddelen en ruwe mineralen/bouwmaterialen. De

afvoer bestaat voor het grootste deel uit agrarische produkten, voedingsmiddelen en in de prognosejaren steenkool. Eerstgenoemde produkten worden vooral als grondstof in de agrarische industrie gebruikt. Steenkool wordt in de toekomst vooral door Duitsland geïmporteerd als vervanging van eigen produktie.

4.2.3 Benelux - Oost-Duitsland

De aan- en afvoer naar Oost-Duitsland is, zoals verwacht mocht worden, tot nu toe zeer beperkt van omvang. In de tabellen 4.4 en 4.5 zijn de vervoerstromen vermeld.

	Nederland	België	Totaal
Binnenvaart	97	104	201
Spoorvervoer	24	21	45
Wegvervoer	213	37	250
Totaal	334	162	496

Tabel 4.4 Aanvoer uit Oost-Duitsland per vervoerwijze (1986 in 1000 ton)
Bron: NIS/CBS; bewerking NEA

	Nederland	België	Totaal
Binnenvaart	43	51	94
Spoorvervoer	32	19	51
Wegvervoer	150	12	162
Totaal	225	82	307

Tabel 4.5 Afvoer naar Oost-Duitsland per vervoerwijze (1986 in 1000 ton)
Bron: NIS/CBS; bewerking NEA

Wanneer de hoeveelheden in tabellen 4.4 en 4.5 worden vergeleken met die in de tabellen 4.1 en 4.2 wordt al direct duidelijk dat er sprake is van geheel andere dimensies. Voor de binnenvaart is dit zo mogelijk nog duidelijker dan voor het totale vervoer.

Het vergelijken van gegevens uit de periode dat de economie, handel en daarmee ook het transport van Oost-Duitsland volledig op Oost-Europa gericht was, is geen

goede basis voor het potentieel van een verbinding. Bij de prognoses moet er dan ook rekening mee worden gehouden dat er na 1989 sprake is van een volledig andere uitgangspositie. In tabel 4.6 zijn de prognoses voor aan- en afvoer vermeld.

	Aanvoer		Afvoer	
	LAAG	HOOG	LAAG	HOOG
1990	202		95	
2015	197	511	281	452
2030	208	910	549	841

Tabel 4.6 *Overzicht prognoses Benelux - Oost-Duitsland binnenvaart (in 1000 ton)*
Bron: NEA

Hoewel het in 2030 nog om relatief kleine hoeveelheden gaat, aan- en afvoer samen gaat het om minder dan 1,8 miljoen ton, is er toch sprake van een aanzienlijke groei van het vervoer per binnenschip. Bij de aanvoer gaat het hierbij met name om chemische produkten, die een zeer sterke groei laten zien. Daarnaast zijn voedingsmiddelen van belang. De aanvoer van meststoffen zal naar verwachting sterk in betekenis afnemen. De afvoer zal vooral bestaan uit ertsen, metaalhalffabrikaten, steenkool en chemische produkten.

De basis voor de prognoses wordt gevormd door een optimistisch economisch scenario, waarbij na een periode van teruggang er een aanzienlijke groei van produktie en daarmee handel en vervoer is. De groei van de handel voor de periode 1990-2015 wordt in het HOOG scenario op ruim 6% per jaar geraamd.

4.2.4 Benelux - Oost-Europa

Het vervoer op de relatie Benelux - Oost-Europa (hier Polen, Tsjechoslowakije en de USSR) wordt voor een belangrijk deel per zeeschip afgewikkeld. Dit heeft te maken met de goederenstructuur; met name voor wat betreft de USSR gaat het voor een belangrijk deel om primaire energiedragers (aardolie en gas). In tabel 4.7 is de structuur per land en vervoerwijze vermeld (Nederland en België zijn samengevoegd).

	Polen	Tsjechoslowakije	USSR
Binnenvaart	105	64	236
Spoorvervoer	23	49	7
Wegvervoer	124	275	64
Zeevaart	2052	8	20 146
Totaal	2304	396	20 453

Tabel 4.7 Aanvoer Benelux uit Oost-Europa per vervoerwijze (1986 in 1000 ton)
Bron: NIS/CBS; bewerking NEA

Zowel voor Nederland als België is de zeevaart in de aanvoer uit Polen en de USSR overheersend. Uit Tsjechoslowakije, dat niet aan zee ligt, wordt vooral over de weg aangevoerd.

In tabel 4.8 is voor de afvoer de structuur per land en vervoerwijze vermeld.

	Polen	Tsjechoslowakije	USSR
Binnenvaart	7	0	21
Spoorvervoer	32	46	19
Wegvervoer	79	109	67
Zeevaart	484	20	3 268
Totaal	602	175	3 375

Tabel 4.8 Afvoer Benelux naar Oost-Europa per vervoerwijze (1986 in 1000 ton)
Bron: NIS/CBS; bewerking NEA

De afvoer is aanzienlijk geringer dan de aanvoer. In de periode 1986 - 1989 is de afvoer vanuit Nederland flink toegenomen. Van 1,5 miljoen naar 2,6 miljoen ton. Deze groei geldt voor alle vervoerwijzen, met uitzondering van het spoorvervoer, dat een daling laat zien. De binnenvaart is in de afvoer van zowel Nederland als België te verwaarlozen.

In tabel 4.9 zijn de prognoses voor de aan- en afvoer naar Oost-Europa vermeld, waarbij nogmaals wordt opgemerkt dat, gezien de grote onzekerheden ten aanzien van de ontwikkeling in die landen en de beperkte mogelijkheden deze landen per binnenschip te bereiken, deze stromen niet in de berekening van de baten worden betrokken.

	Aanvoer		Afvoer	
	LAAG	HOOG	LAAG	HOOG
1990	477		48	
2015	782	2 468	61	285
2030	1 058	4 736	86	604

Tabel 4.9 Overzicht prognoses Benelux - Oost-Europa
binnenvaart (in 1000 ton)
Bron: NEA

4.3 Havenconcurrentie

Voor wat betreft de havenconcurrentie is de aandacht gericht op de regio's in Noord Duitsland die over water bereikbaar zijn en waarvan de bereikbaarheid door de aanleg van het TMK aanzienlijk verbeterd zal worden. De analyse heeft zich toegespitst op die goederenstromen die in relatief grote hoeveelheden worden vervoerd (orde van grootte 40 à 50 000 ton op jaarbasis) en waarvan op andere relaties, bij voorbeeld op de Rijn, de binnenvaart een marktaandeel heeft. In eerste instantie komen hierbij de bulkgoederen naar voren. In tabel 4.10 zijn de resultaten van de analyse samengevat. De import en export dienen hier te worden beschouwd vanuit de achterlandregio. Import is het vervoer via een haven naar een achterlandregio.

	R'dam	Antwerpen	Hamburg	Bremen	Totaal
Import	4 303	492	9 852	3 340	17 992
Export	764	508	2 737	2 488	6 500
Totaal	5 067	1 000	12 589	5 828	24 492

Tabel 4.10 Import en export totaal (in 1000 ton)
Bron: NEA

Van het vervoer van/naar Hamburg en Bremen is per relatie, per goederensoort, per vervoerwijze onderzocht welke stromen aan het criterium van minimaal 40 à 50 000 ton per jaar en geschikte goederen vanuit het oogpunt van binnenvaart voldeden. Hieruit zijn de potentiële stromen geselecteerd. De belangrijkste goederen waar het om bleek te gaan zijn ijzererts (5 miljoen ton), olieprodukten (3,8 mln ton) en granen/veevoeders (1,1 mln ton). In totaal betreft het

12,3 miljoen ton. De verdeling naar haven, import/export en vervoerwijze is in tabel 4.11 samengevat.

	Binnenvaart	Rail	Weg	Totaal
import				
Hamburg	1 150	5 420	1 600	8 170
Bremen	550	550	900	2 000
export				
Hamburg	450	535	200	1 185
Bremen	100	750	100	950
Totaal	2 250	7 255	2 800	12 305

Tabel 4.11 *Overzicht van potentiële stromen
(1986 in 1000 ton)
Bron: NEA*

Van dit totale potentieel zal in het HOOG scenario van de zgn. major bulkgoederen (ijzererts, olie en kolen) ca. 20 % via Rotterdam kunnen verlopen. Dit sluit aan bij de verwachtingen van het Rotterdams havenbedrijf. Voor het LAAG scenario wordt een beperkte verschuiving verwacht.

Voor prognosejaren is de verandering in de afvoer van major bulkgoederen als basis genomen. De resultaten voor havenconcurrentie zijn in tabel 4.12 vermeld.

	Aanvoer		Afvoer	
	LAAG	HOOG	LAAG	HOOG
1990	-	-	500	2 000
2015	-	-	460	2 460
2030	-	-	435	2 800

Tabel 4.12 *Potentieel havenconcurrentie (in 1000 ton)
Bron: NEA*

Een tweede aspect van havenconcurrentie wordt gevormd door het vervoer van containers. Op de Rijn heeft de binnenvaart bewezen dat het containervervoer een belangrijke nieuwe deelmarkt voor de binnenvaart is. Of dit ook zal gelden voor het TMK moet na analyse ernstig worden betwijfeld. Voor op deze argumenten wordt ingegaan zal getracht worden een potentieel af te leiden.

In tabel 4.13 is het containeraandeel van de vier grootste Europese havens in de aan- en afvoer van/naar Noord-Duitsland vermeld.

	R'dam	Antwerpen	Hamburg	Bremen	Totaal
Import	157	100	620	379	1 257
Export	237	125	897	720	1 980
Totaal	394	225	1 517	1 099	3 237

Tabel 4.13 Import en export van containers 1986
(gezien vanuit Duitse regio's) (1000 ton)
Bron: NEA

Uit deze tabel wordt duidelijk dat het vervoer van containers vooral geconcentreerd is op Hamburg en Bremen. Liefst 80 % gaat via deze twee havens.

Anders dan bij de bulkgoederen zoals ijzererts, olie en steenkool heeft Rotterdam geen concurrentievoordeel bij de doorvoer van containers ten opzichte van Hamburg en Bremen. Vrijwel alle lijndiensten lopen minimaal één van de genoemde Noordduitse havens aan. Bovendien is het vervoer per binnenschip naar Noord-Duitsland door de beperkte hoogte van bruggen in Twenthe- en vooral Mittellandkanaal op dit moment niet optimaal mogelijk.

Vooralsnog wordt er vanuit gegaan dat het vervoer van containers per binnenschip naar Noord-Duitsland niet realistisch is. Op langere termijn is het niet uitgesloten dat er containervervoer per binnenschip gaat plaatsvinden. Daarom lijkt het zinvol bij de eventuele aanleg (TMK) containervervoer per binnenschip niet onmogelijk te maken, dan wel bij verbetering van andere kanalen rekening te houden met containervervoer per binnenschip.

4.4 Modal split verschuiving

Bij de havenconcurrentie ging het primair om stromen van/naar Noordduitse havens, onafhankelijk van de vervoerwijze, als potentieel voor het TMK. Bij de analyse van de modal split gaat het om het vervoer van/naar de Benelux per spoor en per vrachtauto dat mogelijk per binnenschip vervoerd zou kunnen worden.

Verschuivingen in de modal split zijn echter niet eenvoudig te realiseren. Net als bij de havenconcurrentie moet hiervoor aan een aantal voorwaarden voldaan zijn. Als belangrijkste kunnen worden genoemd:

- Aansluiting op infrastructuur van zowel verzender als ontvanger. Indien dit niet het geval is worden de kosten van overslag en natransport al snel te hoog;
- Relatief grote stromen over langere afstanden (min. 50.000 ton op jaarbasis over min. 200 km);
- Goederen die zich lenen voor vervoer over water, zoals veevoeders, steenkool en ijzererts.

Het is natuurlijk niet zo dat andere goederen niet per binnenschip kunnen worden vervoerd, maar het gaat in die gevallen vaak om incidentele, toevallige omstandigheden. Voor prognoses dient van realistische verwachtingen uitgegaan te worden.

Daar staat tegenover dat het vervoer over de weg aanzienlijk duurder zal worden. In het HOOG scenario wordt uitgegaan van een belangrijke stijging van de energieprijzen (o.m. door invoering CO2-tax). Ook de nationale overheden en de EG zullen een beleid gaan voeren dat pro rail en water is. Dit kan ertoe leiden dat het binnenvaart- en railvervoer in een betere concurrentiepositie komen te verkeren. Dit alleen is vermoedelijk niet voldoende om een aanzienlijke verschuiving te bewerkstelligen. Ook organisatie, klantgerichtheid e.d. zullen verbeterd moeten zijn.

Al met al kan worden geconcludeerd dat er in het HOOG scenario wel degelijk mogelijkheden zijn voor verschuiving in de modal split op bepaalde corridors. De goederen die de beste kansen bieden zijn chemische en metaalprodukten. In tabel 4.14 is de potentie voor de modal split vermeld.

	Aanvoer		Afvoer	
	LAAG	HOOG	LAAG	HOOG
1990	-	-	-	-
2015	-	-	-	250
2030	-	-	-	500

Tabel 4.14 Potentieel modal split verschuiving
(in 1000 ton)
Bron: NEA

4.5 Regionale effecten

De effecten van aanleg van het kanaal op de regionale economie zijn moeilijk in te schatten. Temeer daar de economische structuur nauwelijks aanknopingspunten biedt. Op dit moment gaat het om incidentele stromen waarop geen prognose voor de gehele regio gebaseerd kan worden. Wel kunnen enkele meer algemene tendensen worden gesignaleerd:

- De belangstelling voor bedrijfsterreinen aan water neemt toe. In de regio Twente is de vraag naar bedrijfsterreinen nader onderzocht. Hieruit is gebleken dat minimaal drie grotere bedrijven bedrijfsterrein zochten aan diep vaarwater. De achtergrond is het eerder beschreven streven van nationale en supranationale overheden tot het stimuleren van rail- en watervervoer. Bedrijven willen zich indekken tegen het eventueel duurder worden van wegvervoer en een alternatief achter de hand houden.
- Het vervoer tussen de regio Münster en Rotterdam is de afgelopen jaren spectaculair gestegen. Dit is vooral een gevolg van de stijging van de groep overige bouwmaterialen, waarvan in 1989 ruim 160 000 ton werd afgevoerd naar Rotterdam.
- De congestie en milieu problemen, die de basis vormen voor het beleid zoals verwoord in het SVV, leiden ook bij verladers tot het besef dat vervoer over de weg niet de enige mogelijkheid is. De mogelijkheden die vervoer over water biedt zijn onvoldoende bekend. Hieraan wordt momenteel het nodige gedaan.
- De Euregio (regionaal samenwerkingsverband van gemeenten en bedrijfsleven) wordt na voltooiing van de bestaande infrastructuurplannen, zowel op het gebied van weg (met name de Emslandlinie), rail (terminals) als water (verbetering Twenthekanalen, Twenthe-Mittel-landkanaal) in het grotere Europa een aantrekkelijke vestigingsplaats. Hiervan kan ook voor watervervoer een belangrijke spin off uitgaan.

Geconcludeerd wordt dat de ontwikkelingen in de komende jaren voor de Euregio niet ongunstig lijken. Hiervan kan het vervoer over water profiteren, al mag het effect niet worden overschat.

In tabel 4.15 is een raming gegeven voor het regionale potentieel.

	Aanvoer		Afvoer	
	LAAG	HOOG	LAAG	HOOG
1990	600		850	
2015	600	1 000	850	2 500
2030	600	1 200	850	3 000

Tabel 4.15 Potentieel regionale effecten
(in 1000 ton)
Bron: NEA

Bij de regiostromen wordt onder afvoer het vervoer van Twente naar het buitenland en onder aanvoer de stromen naar Twente verstaan. De stromen naar Münster zijn bij de afvoer opgenomen en omgekeerd.

4.6 Samenvatting vervoerpotentieel

De totale hoeveelheid vervoer die voor het TMK wordt geraamd is in het HOOG scenario aanzienlijk. De optimistische verwachtingen in dit scenario over de Europese eenwording, de ontwikkeling van Oost-Europa en de concurrentiepositie van Rotterdam zijn hiervoor de belangrijkste oorzaken. In het LAAG scenario is de omvang van het vervoer aanzienlijk geringer.

Ter vergelijking wordt nog vermeld dat de maximaal verwachte vervoersomvang voor het TMK qua orde grootte vergelijkbaar is met wat nu over waterwegen als het Maas-Waalkanaal, het Amsterdam-Rijn kanaal en het kanaal door Zuid-Beveland wordt getransporteerd, zo'n 20 miljoen ton lading per jaar.

Bij de raming is een driedeling gemaakt die min of meer de mate van hardheid representeren. In de eerste plaats het vervoer van/naar Noord- en Oost-Duitsland. In de tweede plaats het vervoer dat wordt gegenereerd door havenconcurrentie, modal split verschuiving en regionale effecten. In de derde plaats het vervoer van en naar Oost-Europa.

In de tabellen 4.16 en 4.17 is een overzicht van de ramingen gegeven.

Bestemming	LAAG			HOOG		
	1990	2015	2030	1990	2015	2030
Noord-Duitsland	4184	5869	7408	4184	6865	8989
Oost-Duitsland	95	281	549	95	452	841
Havenconcurrentie	500	460	435	2000	2460	2800
Modal split	-	-	-	-	250	500
Regio	850	850	850	850	2500	3000
Totaal	5629	7460	9242	7129	12527	16130
Oost-Europa	48	61	86	48	285	604

Tabel 4.16 Totaal vervoerpotentieel TMK Afvoer
(in 1000 ton)
Bron: NEA

Herkomst	LAAG			HOOG		
	1990	2015	2030	1990	2015	2030
Noord-Duitsland	1287	1596	1916	1287	1964	2613
Oost-Duitsland	202	197	208	202	511	910
Havenconcurrentie	-	-	-	-	-	-
Modal split	-	-	-	-	-	-
Regio	600	600	600	600	1000	1200
Totaal	2089	2393	2724	2089	3475	4723
Oost-Europa	477	782	1058	477	2468	4736

Tabel 4.17 Totaal vervoerpotentieel TMK Aanvoer
(in 1000 ton)
Bron: NEA

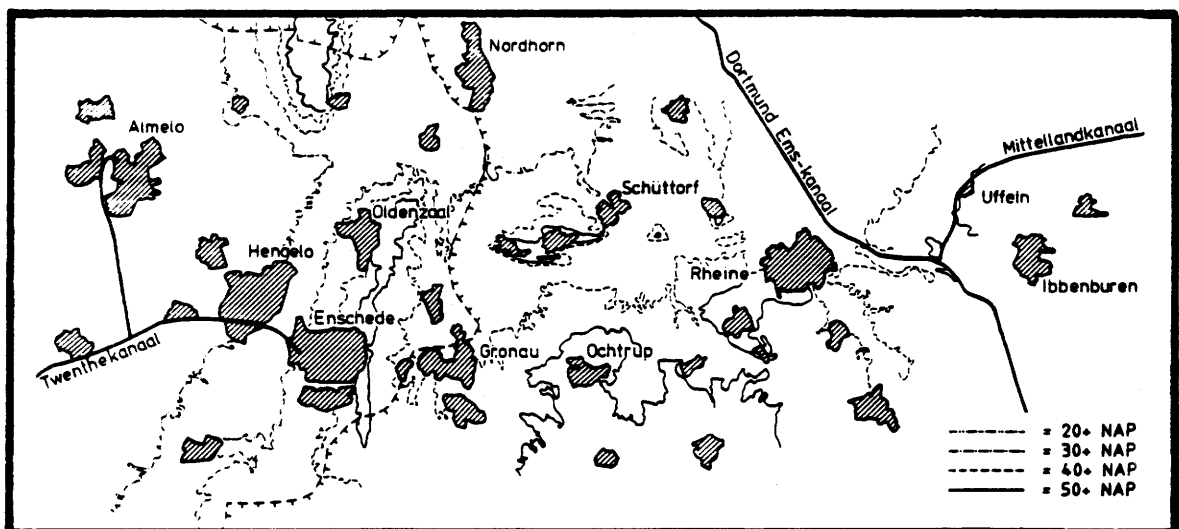
5. TRACE VARIANTEN

5.1 Inleiding

In het kader van de globale haalbaarheidsstudie voor het TMK zijn verschillende tracévarianten in beschouwing genomen. Hierbij moet opgemerkt worden, dat de beschreven varianten niet uitputtend in detail beoordeeld zijn. De tracés zijn op hoofdkenmerken onderscheidend beschreven. Bij het genereren van de varianten is steeds het hoofddoel van de studie voor ogen gehouden: het inventariseren en globaal beoordelen van die aspecten die van belang zijn voor de toekomstige realisatie van een nieuw kanaal. Dit alles om een indicatie te krijgen van de aspecten die in detail beschouwd moeten worden tijdens een eventueel hierna uit te voeren tracéstudie.

5.2 Begrenzing studiegebied

Het studiegebied wordt globaal begrensd door de zijtak van de Twenthekanalen naar Almelo aan de westzijde; het oude kanaal Almelo-Nordhorn aan de noordzijde; het Dortmund-Ems kanaal met de aansluiting op het Mittellandkanaal in het oosten en het tracé van de toekomstige nieuwe autowegen B54 en B70 langs de zuidzijde.



Figuur 5.1 Studiegebied TMK (natuurkundig)

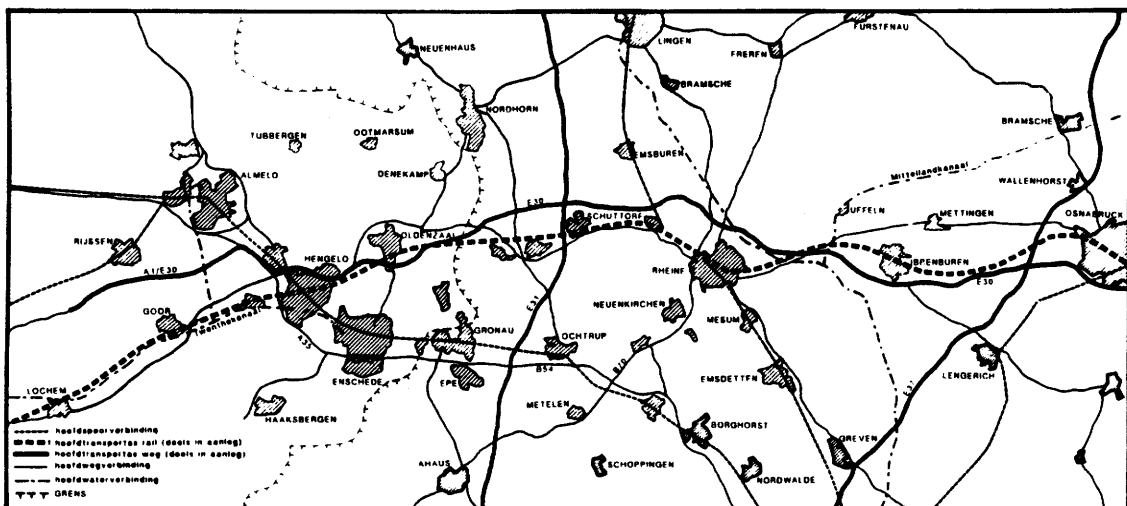
Het gebied wordt gekenmerkt door:

Nederlands deel

- Het bekengebied ten zuid-oosten van Almelo met grote en kleine beken, waarvan veel met grote natuurwaarden.
- De oostelijke stuwwal, die ten zuiden van Enschede begint en langs Lonneker naar Oldenzaal loopt.
- Het bekengebied ten zuiden van de Twenthekanalen.
- Het Dinkeldal langs de Duitse grens met grote en rijke loofbossen op de beekafzettingen.
- Een relatief vlak open gebied langs de noordzijde.
- Een dicht bebouwd gebied langs de zuidzijde met als belangrijkste steden Hengelo en Enschede.

Duits deel

- Een relatief open, licht glooiend, landbouwgebied in het noorden.
- Een vlak open gebied in het centrum van het studiegebied, dat in zuid-noord richting doorsneden wordt door het riviertje de Vecht.
- De stad Rheine met de zuid-noord lopende rivier de Ems in het oostelijk deel.
- Een dicht bevolkte streek in een sterk glooiend gebied met de plaatsen Gronau, Ochtrup, Wettringen, Sankt Arnold, Mesum en Neuenkirchen langs de zuidrand van het studiegebied.



Figuur 5.2 Studiegebied TMK (infrastructuur)

5.3 Inventarisatie tracékeuze

Voordat overgegaan is tot het genereren van tracévarianten is geïnteriseerd op welke wijze tot tracékeuze gekomen kan worden. De keuze van de verschillende tracés is globaal op basis van onderstaande criteria tot stand gekomen:

1. Ontwijken van bestaande bebouwing, steden en dorpen
2. Ontwijken van gebieden met hoge natuurwaarden
3. Ontwijken van plaatsen met historische waarden
4. Ontwijken van gebieden met grote hoogteverschillen
5. Ontwijken van gebieden die aanmerkelijk hoger liggen dan de 2 kanalen, waarop aangesloten moet worden
6. Indien mogelijk gebruik maken van het tracé van bestaande of geplande infrastructuur.
7. Korte tracés, met zo min mogelijk bochten en een zo klein mogelijk aantal sluizen, hebben in principe de voorkeur.

ad 1

Gezien de afmetingen van het kanaal dient doorsnijding van gebieden met veel bestaande bebouwing voorkomen te worden. Enerzijds omdat het maatschappelijk leven in deze gebieden sterk beïnvloed zal worden door een nieuw kanaal. De bewoonde gebieden worden door een nieuw kanaal als het ware in tweeën gesplitst. Anderzijds zullen de kosten voor het nieuwe kanaal erg hoog worden, door de noodzakelijke aankoop van eigendommen en de benodigde extra infrastructurele voorzieningen, zoals het omleggen van wegen en de bouw van bruggen.

ad 2

Gebieden met hoge natuurwaarden zijn erg schaars in onze geïndustrialiseerde wereld. Het is daarom belangrijk dit relatief klein oppervlak aan (hoogwaardig) natuurgebied te behouden. Hoewel een kanaal gerekend mag worden tot de relatief milieuvriendelijke infrastructuurle voorzieningen en door zijn aanwezigheid weinig schade zal doen aan de natuur, moet versnippering van deze gebieden zo veel mogelijk voorkomen worden.

ad 3

Bij vaststelling van een tracé moet voorkomen worden, dat gebieden met (cultuur)historische waarden geschaad worden door de aanleg van een nieuw kanaal. Over het algemeen zullen dit slechts kleine oppervlakken of

individuele gebouwen betreffen, die door een geringe verschuiving van een tracé ontweken kunnen worden.

ad 4

Grote hoogteverschillen over relatief korte lengte zijn voor een kanaaltracé ongewenst, omdat in dat geval grote ingravingen nodig zijn bij een kanaalpeil lager dan het omliggende maaiveld of grote ophogingen nodig zijn als het kanaalpeil hoger is dan het omliggende maaiveld. Dit leidt tot landschappelijk ongewenste situaties. Indien zowel diepe ingravingen als grote ophogingen ontoelaatbaar zijn, moeten extra sluizen gebouwd worden om tot een betere inpassing van het kanaal in het landschap te komen. Dit heeft direct kostenconsequenties, zowel qua investering als vaartijd.

ad 5

Gebieden die aanmerkelijk hoger liggen dan de 2 kanalen waarop moet worden aangesloten, worden eveneens zoveel mogelijk ontweken. De redenen zijn gelijk aan die voor het voorgaande punt. Daar waar het niet mogelijk is deze gebieden te vermijden (zoals bij Enschede) wordt voor een kanaal in ingraving gekozen. Deze ingraving wordt hierbij tot een minimum beperkt. Een kanaalpeil dat beter aansluit bij het landschap zou extra sluizen vergen om deze grote ingravingen te voorkomen.

ad 6

Onnodige nieuwe doorsnijdingen van het gebied moeten voorkomen worden. Zoveel mogelijk dient gekozen te worden voor een kanaaltracé evenwijdig aan en zo dicht mogelijk bij bestaande infrastructuur. Doorsnijding van bestaande percelen zal over het algemeen ongewenst zijn en op veel weerstand bij de huidige eigenaren en gebruikers stuiten. Het afstaan van een strook grond voor een kanaal langs een spoorlijn of (auto)weg zal meer acceptabel zijn.

ad 7

De kans op problemen, zowel technisch, financieel als maatschappelijk, zal min of meer evenredig zijn met de lengte van het kanaal.

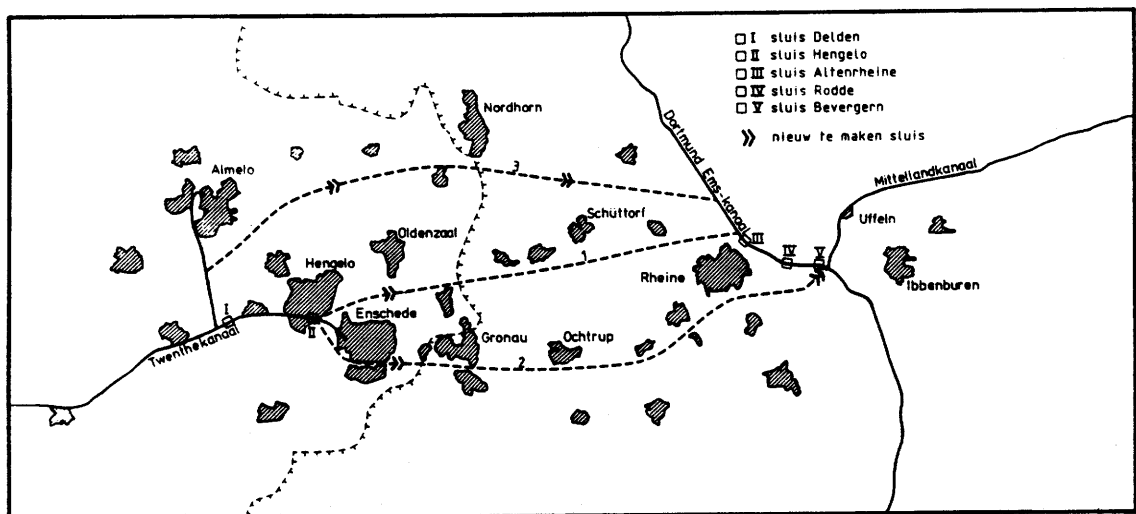
Naast de directe kosten (investering infrastructuur) dient hierbij ook gedacht worden aan de indirecte kosten, zoals de vaar- en wachtkosten (sluizen!) voor de scheepvaart.

Bochten zijn vooral om nautische redenen ongewenst. Uiteraard moet bij de keuze van een tracé wel voldaan worden aan de criteria, zoals deze hiervoor zijn beschreven onder de punten 1 t/m 6.

Het is goed mogelijk dat voor een aantal tracés niet aan alle voornoemde criteria kan worden voldaan. Er kan een zeker mate van tegenstrijdigheid bij de verschillende aspecten voorkomen. In dat geval moet een goed onderbouwde afweging plaatsvinden, voordat een keuze gemaakt wordt voor een bepaald tracéverloop, om zo optimaal mogelijk te voldoen aan alle criteria.

5.4 Hoofdvarianten TMK tracés

Het studiegebied kan worden onderverdeeld in een drietal deelgebieden die qua hoogteligging en qua gebiedskenmerken (bebouwing, landelijke gebieden) specifiek van elkaar verschillen. Op basis daarvan zijn een aantal hoofdtracés gegeneerd. Op deze tracés zijn in principe meerdere varianten mogelijk. Een aantal van deze subvarianten zullen in de volgende paragraaf worden besproken.



Figuur 5.3 TMK tracés; hoofdvarianten

Tracé 1

Hierbij is gestreefd naar een zo kort mogelijke verbinding tussen de Twentekanalen en het Mittellandkanaal. Het kanaalpeil is zo gekozen dat het zo goed mogelijk overeen komt met het omliggende maaiveld en goed aansluit op de kanaalpeilen van de bestaande vaarwegen.

Tracé 1 begint ten oosten van sluis Hengelo met een kanaalpeil van NAP + 25.00 m en eindigt in het Dortmund-Ems kanaal met een peil van NAP + 34.80 m. Het tracé heeft een totale lengte van ca. 45 km.

Ten oosten van sluis Hengelo loopt het tracé naar het noord-oosten en buigt om de TU-wijk van Enschede af naar het oosten. Het tracé loopt ten zuiden van vliegveld Twente en ten noorden van Lonneker en Losser. Na 6 km wordt ten westen van de stuwwal bij Lonneker een sluis geprojecteerd met een opvoerhoogte van 9.80 m. Over de resterende 39 km wordt een kanaalpeil van NAP + 34.80 m aangehouden. Ter plaatse van de kruising met de heuvelrug tussen Enschede en Oldenzaal (niveau NAP + 51.00 m) is over ca. 7.5 km een ingraving van maximaal ca. 15 m noodzakelijk. Het kanaal loopt langs het natuurreservaat Smuddebosch en kruist de Dinkel ten noord-oosten van Losser. Het tracé loopt vervolgens in vrijwel rechte lijn ten zuiden van Bad Bentheim, de Bentheimer Berg en Salzbergen en sluit ten noorden van Altenrheine aan op het Dortmund-Ems kanaal. Het Duitse deel van het tracé heeft een vrij vlak en open karakter, met een maaiveldniveau op ca. NAP + 35 m. Tussen Bad Bentheim en Salzbergen wordt de Vecht en ten oosten van Salzbergen wordt de Ems gekruist.

De belangrijkste kruisingen met de bestaande infrastructuur zijn: Spoorlijn en hoofdweg Hengelo - Enschede, hoofdwegen Enschede - Oldenzaal en Losser - Oldenzaal, riviertje de Dinkel, hoofdwegen Gronau - Gildehaus en Ochtrup - Bad Bentheim, riviertje de Vecht, (nieuw aan te leggen) auto-weg B31, hoofdwegen Schüttoorf - Wettringen en Salzbergen - Neuenkirchen, spoorlijn en hoofdweg Salzbergen - Rheine, rivier de Ems, hoofdweg en spoorlijn Rheine - Spelle en tenslotte de aansluiting van het nieuwe kanaal op het Dortmund-Ems kanaal.

Het kanaaltracé loopt langs het waterwingebied ten zuid-oosten van Hengelo en het waterwingebied ten noord-westen van Lonneker. De sluislocatie moet zo mogelijk direct ten noord-oosten van het waterwingebied bij Lonneker gekozen worden. Het tracé kruist twee waterwingebieden ten westen van Losser en ten noorden van Rheine.

Op de route naar het Mittellandkanaal krijgt de scheepvaart vanaf het zijkanaal naar Almelo te maken met 6 sluispassages: 2 bestaande sluizen in de Twenthekanalen, 1 nieuwe sluis en 3 bestaande in het Dortmund-Ems kanaal.

Tracé 2

Hiervoor is uitgegaan van een tracé met een directe aansluiting op het Mittellandkanaal. Een kenmerk van dit tracé is dat het kanaal relatief dicht langs de regionale industrie-centra loopt, hetgeen positief kan zijn voor de economie en werkgelegenheid in de regio.

Tracé 2 begint ten oosten van sluis Hengelo met een kanaalpeil van NAP + 25.00 m en eindigt bij de aansluiting van het Dortmund-Ems kanaal en het Mittellandkanaal met een peil van NAP + 50.30 m. Het tracé heeft een totale lengte van ca. 60 km.

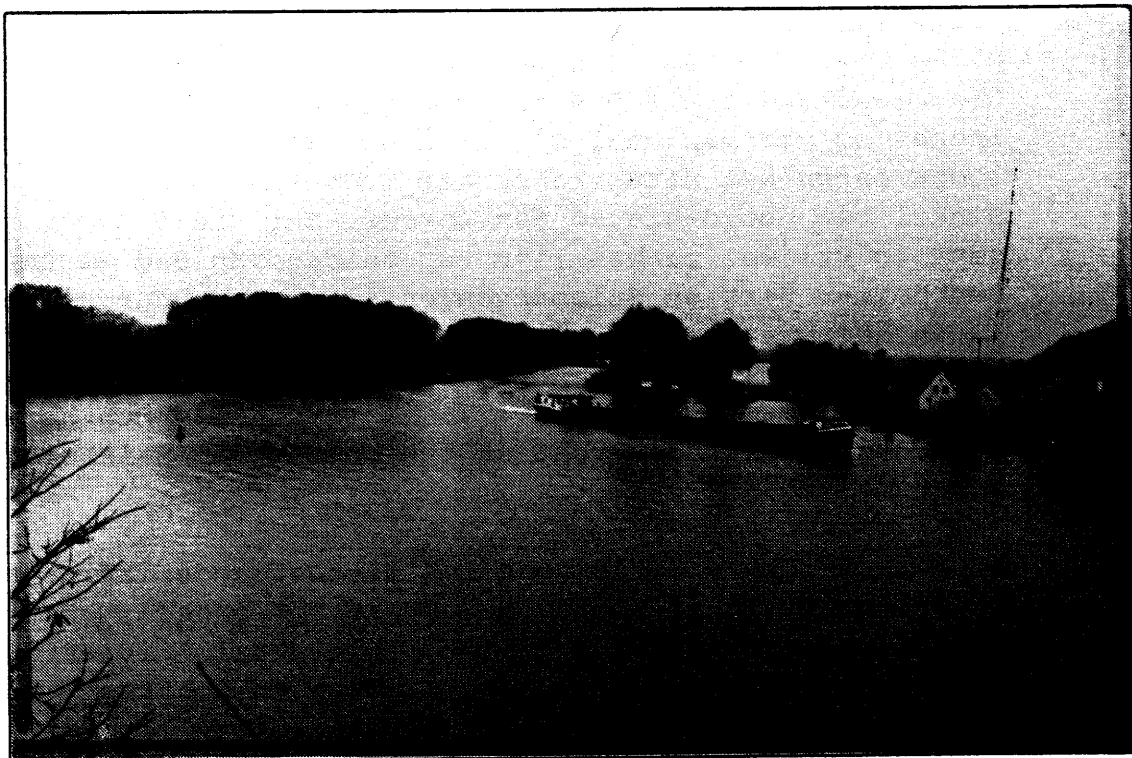


Foto 5.1 Aansluiting Mittellandkanaal (rechts) met Dortmund-Ems kanaal

Het tracé begint weer ten oosten van sluis Hengelo en loopt ten westen van de Twenthekanalen bij Enschede langs en door het industriegebied naar het tracé van de A35. Het kanaal loopt dicht langs de noordzijde van de A35 bij Enschede tussen de wijken Veldkamp aan de noordkant en Wesselerbrink/Broekheurne aan de zuidkant. Tussen deze wijken

bevinden zich een groot aantal infrastructurele voorzieningen, welke aangepast of verlegd moeten worden voor het nieuwe kanaal. Tussen Hengelo en de stuwwal loopt het terrein op van NAP + 22.00 m tot NAP + 53.00 m. Na ca. 8 km is direct ten oosten van Enschede is een sluizencomplex gepland. Verder in oostelijke richting wordt het kanaalpeil NAP + 45.00 m. Op dit niveau doorsnijdt het kanaal de stuwwal. Het kanaal loopt in oostelijke richting ten zuiden van Gronau en Ochtrup op relatief korte afstand van het toekomstige tracé van de B54. Ten oosten van Gronau en Ochtrup worden de Dinkel en de Vecht gekruist. Vanaf Ochtrup buigt het tracé af naar het noord-oosten en volgt het toekomstige tracé van de B70, langs Wettringen en Sankt Arnold. Bij Rheine kruist het tracé de Ems en buigt het af in oostelijke richting. Ten zuiden van Gronau en ten zuiden van Rheine is het maaiveldniveau ongeveer gelijk aan NAP + 40.00 m, zodat het kanaal op die plaatsen in ophoging komt te liggen. Dit zijn ook de delen van het kanaal waar een bestaande waterwingebied gekruist wordt (het kanaal doorsnijdt deze gebieden eigenlijk niet, maar gaat er overheen). Net voor de aansluiting aan het Mittellandkanaal ten zuiden van Bevergern wordt een sluizencomplex geprojecteerd, alwaar het peilverschil naar het niveau van NAP + 50.30 m wordt overwonnen.

De belangrijkste kruisingen met de bestaande infrastructuur zijn: Op- en afritten van de A35 naar Enschede, de hoofdwegen Enschede-Haaksbergen en Enschede-Ahaus, riviertje de Dinkel, de hoofdwegen Epe-Gronau, Ochtrup-Metelen, spoorlijn Ochtrup-Burgsteinfurt, riviertje de Vecht, autoweg B31, hoofdwegen Ochtrup-Burgsteinfurt, Wettringen-Metelen, Wettringen-Burgsteinfurt, (nieuwe weg) Ahaus-Rheine en Rheine-Mesum, spoorlijnen Rheine-Sankt Arnold en Rheine-Mesum, rivier de Ems.

Op de route naar het Mittellandkanaal krijgt de scheepvaart vanaf het zijkanaal naar Almelo te maken met 4 sluispassages: 2 bestaande sluizen in de Twenthekanalen en 2 nieuwe sluizen.

Tracé 3

Kenmerk van dit tracé is dat het over zo groot mogelijke lengte bestaande infrastructuur volgt. Vanaf het zijkanaal naar Almelo eerst langs de autosnelweg A1, op het midden-gedeelte langs het kanaal Almelo-Nordhorn en op het oostelijk deel (op enige afstand) langs de E30. Bij dit tracé wordt ook doorsnijding van de grootste terreinhoogtes vermeden.

Tracé 3 begint vanaf het zijkanaal naar Almelo met een kanaalpeil op NAP + 10.00 m en eindigt in het Dortmund-Ems kanaal op een peil van NAP + 34.80 m. Het tracé heeft een totale lengte van ca. 58 km.



Foto 5.2 Kanaal Almelo-Nordhorn

Dit tracé volgt eerst het bestaande zijkanaal naar Almelo. Na de kruising met de A1 loopt het kanaal evenwijdig aan deze autoweg langs Bornebroek en Zenderen naar het kanaal Almelo-Nordhorn ter hoogte van Albergen/Fleringen. Op korte afstand evenwijdig aan het bestaande kanaal gaat het nieuwe kanaal in oostelijk richting tot juist voorbij Denekamp. Ten oosten van Denekamp wijkt het nieuwe tracé af van het kanaal Almelo-Nordhorn. Verder in oostelijke richting gaat het kanaal door een vrij open gebied op ruime afstand ten noorden van de nieuwe autoweg E30. Ter hoogte van Spelle sluit het nieuwe kanaal aan op het Dortmund-Ems kanaal. Het maaiveld langs dit tracé heeft over de gehele lengte een lichte stijging van west naar oost. De keuze van de kanaalpeilen wordt hierbij in sterke mate bepaald door de "toelaatbare" ingravingsdiepte. Eventueel kan volstaan worden met 2 sluizen. Voor een gelijkmatige verdeling van de kanaalpanden in ophoging en ingraving is het maximale hoogteverschil tussen kanaalpeil en omliggend maaiveld ca. 6.00 m.

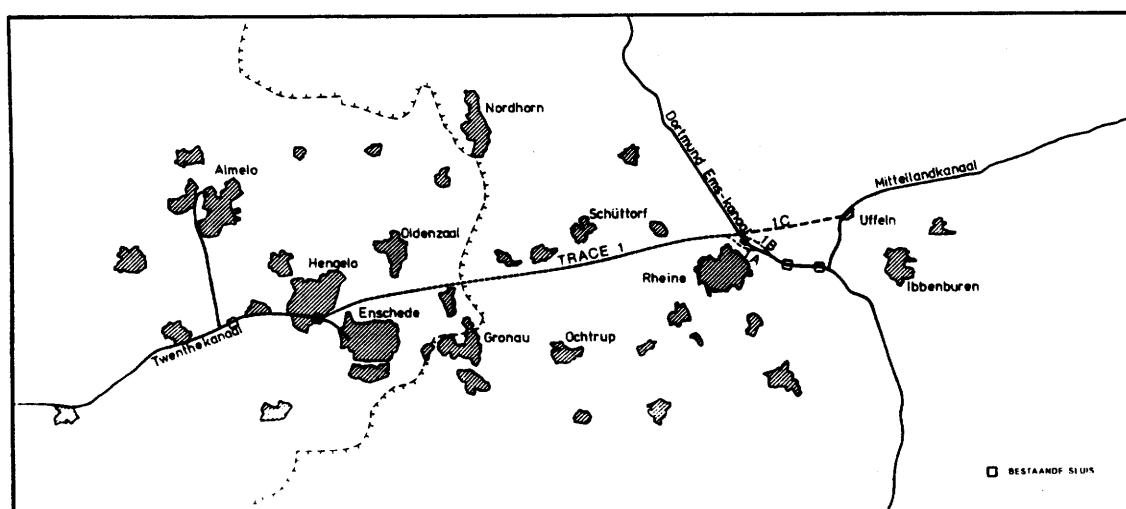
Na ca. 18 km is tussen Almelo en Nordhorn een sluis geprojecteerd met een opvoerhoogte van 15.00 m. Na ca. 25 km is een tweede sluis geprojecteerd met een opvoerhoogte van 9.80 m, waarna een kanaalpeil wordt bereikt van NAP + 34.80 m.

De belangrijkste kruisingen met de bestaande infrastructuur zijn: Autoweg Hengelo-Almelo, spoorweg en hoofdweg Almelo-Born, hoofdweg Fleringen-Weerselo, riviertje de Dinkel, hoofdwegen Ootmarsum-Denekamp en Denekamp-Nordhorn, omleidingskanaal van de Dinkel, hoofdweg en spoorlijn Bad Bentheim-Nordhorn, riviertje de Vecht, (nieuw aan te leggen) autoweg B31, spoorlijn Salzbergen-Emsbüren, rivier de Ems, hoofdweg Rheine-Spelle.

Op de route naar het Mittellandkanaal krijgt de scheepvaart vanaf de aftakking naar het zijkanaal naar Almelo te maken met 5 sluispassages: 2 nieuwe sluizen en 3 bestaande sluizen in het Dortmund-Ems kanaal.

5.5 Subvarianten TMK tracés

Ten opzichte van de hiervoor beschreven hoofdvarianten zijn per tracé een aantal subvarianten afgeleid. Deze worden hierna kort beschreven. Opgemerkt moet worden, dat bij het genereren van deze varianten nog een aantal gegevens ontbrak. In een later stadium van de studie, toen alle relevante informatie beschikbaar was, bleek een aantal subvarianten te kunnen vervallen.



Figuur 5.4 TMK tracés; subvarianten tracé 1

Tracé 1A

De tracébeschrijving is gelijk aan tracé 1 met uitzondering van de aansluiting op het Dortmund-Ems kanaal. Na de nieuwe sluis bij Lonneker wordt een kanaalpeil van NAP + 38.40 m aangehouden, zodat net ten zuiden van Altenrheine op het Dortmund-Ems kanaal kan worden aangesloten. Het aantal sluisen wordt hiermee met 1 verminderd. Het kanaal komt in dit geval grotendeels in ophoging met een kanaalpeil op 3 à 4 m boven het omliggende maaiveld.

Naast de bestaande infrastructuur, zoals genoemd bij tracé 1 moet nabij Altenrheine ook hoofdweg Rheine - Dreierwalde gekruist worden.

Tracé 1B

Ook in dit geval wordt het nieuwe kanaal aangesloten op een peil van NAP + 38.40 m. Ten noorden van Altenrheine wordt met een peil van NAP + 34.80 m het Dortmund-Ems kanaal op gelijk niveau gekruist. Een sluis in het nieuwe oostelijke kanaalvak overwint vervolgens het hoogteverschil van 3.60 m naar het kanaalvak Rodde-Altenrheine. Het aantal sluispassages is hiermee gelijk aan tracé 1. Ten opzichte van tracé 1A wordt op deze wijze de bebouwing en het industriegebied ten noord-oosten van Rheine gemeden. Deze variant biedt de mogelijkheid om de sluis in Altenrheine te mijden als deze onvoldoende capaciteit heeft en uitbreiding van het bestaande complex op problemen zou stuiten.

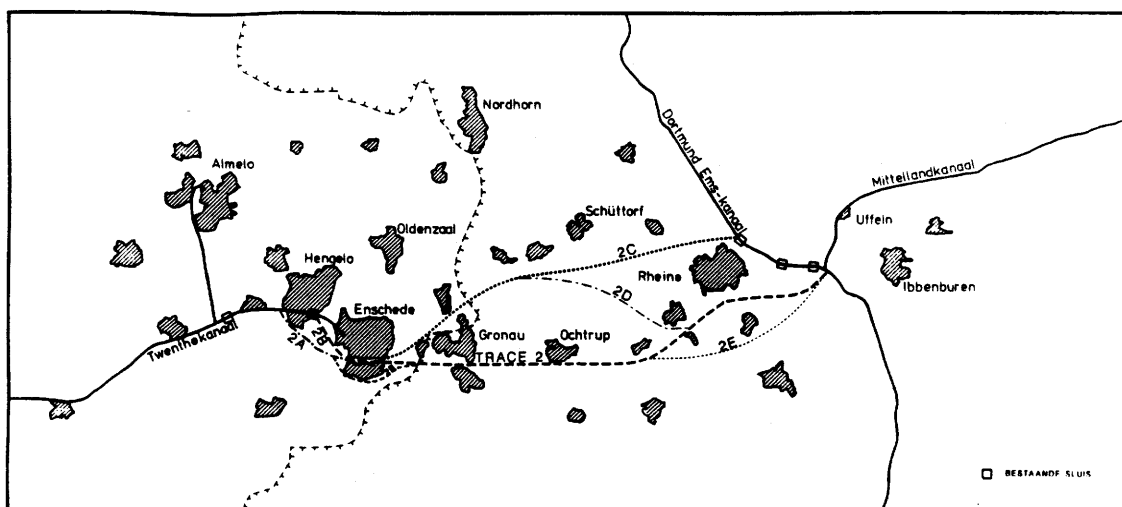
Het aantal kruisingen met bestaande infrastructuur is gelijk aan tracé 1A.

Tracé 1C

Dit tracé is in feite een verlengde versie van tracé 1. De sluisen in het Dortmund-Ems kanaal worden in dit geval gemeden. Het Dortmund-Ems kanaal wordt met een peil van NAP + 34.80 m op gelijk niveau gekruist, waarna het tracé ter plaatse van Uffeln aansluit op het Mittellandkanaal. Het hoogteverschil naar NAP + 50.30 m wordt met een tweede nieuwe sluis overwonnen. Het nieuwe kanaal wordt nu weliswaar ca. 12 km langer, de totale vaarweg naar Duitsland wordt korter. Ook neemt ten opzichte van tracé 1 het aantal sluispassages met 2 af.

Het aantal belangrijke kruisingen met bestaande infrastructuur neemt in dit geval toe met: de Autobahn E30 ten oosten van het D.E.K. en de hoofdwegen Altenrheine - Dreierwalde, Hörstel - Dreierwalde, Hörstel - Hopsten en Hörstel -

Obersteinbeck en de (goederen)spoorlijn Rheine - Obersteinbeck.



Figuur 5.5 TMK tracés; subvarianten tracé 2

Tracé 2A

In plaats van een nieuwe doorsnijding van het (industrie)-gebied ten westen van de Twenthekanalen bij Enschede is bij deze variant gekozen voor een tracé evenwijdig aan de A35 vanaf de Twenthekanalen tussen Delden en Hengelo. In dit tracé wordt een extra sluis opgenomen ten zuidwesten van Enschede om het niveauverschil tussen NAP + 16.00 m en ca. + 30.00 m te overwinnen. Ten zuid-oosten van Enschede wordt het niveauverschil tussen ca. + 30.00 m en ca. 45.00 m overwonnen. Dit tracé sluit goed aan bij de bestaande infrastructuur, terwijl ook het kanaalpeil langs de stad Enschede hoger gekozen kan worden en minder diepe ontgravingen nodig zijn. Ten oosten van Enschede is het verloop gelijk aan tracé 2.

Het aantal belangrijke kruisingen met de bestaande infrastructuur is ongeveer gelijk aan tracé 2. Ten westen van Enschede moet ook de hoofdweg Hengelo-Haaksbergen gekruist worden.

Tracé 2B

Voor tracé 2B verloopt het tracé niet naast de A35 door Enschede, maar wordt het kanaal volledig ten zuiden van de stad geprojecteerd. Deze variant is van toepassing als zich bij de inpassing van het kanaal langs de A35 onoverkomelijke problemen voordoen met bestaande bebouwing en/of infrastructurele voorzieningen.

Tracé 2C

Tracé 2C biedt voor Enschede de voordelen van tracé 2, 2A en 2B, maar mijdt op het Duitse grondgebied de grote hoogte verschillen. Tussen Enschede en Gronau loopt het kanaal in noord-oostelijke richting om ten zuiden van Bad Bentheim verder tracé 1 te volgen. Vanaf Enschede wordt het kanaalpeil NAP + 34.80 m.

Vanaf Enschede kruist het kanaal de volgende belangrijkste infrastructuur: De hoofdweg en spoorlijn Enschede-Glanerbrug-Gronau, de hoofdweg Overdinkel-Losser, riviertje de Dinkel, hoofdwegen Gronau - Gildehaus en Ochtrup - Bad Bentheim, riviertje de Vecht, hoofdwegen Schüttoorf - Wettringen en Salzbergen - Neuenkirchen, spoorlijn en hoofdweg Salzbergen - Rheine, rivier de Ems, hoofdweg en spoorlijn Rheine - Spelle.

Tracé 2D

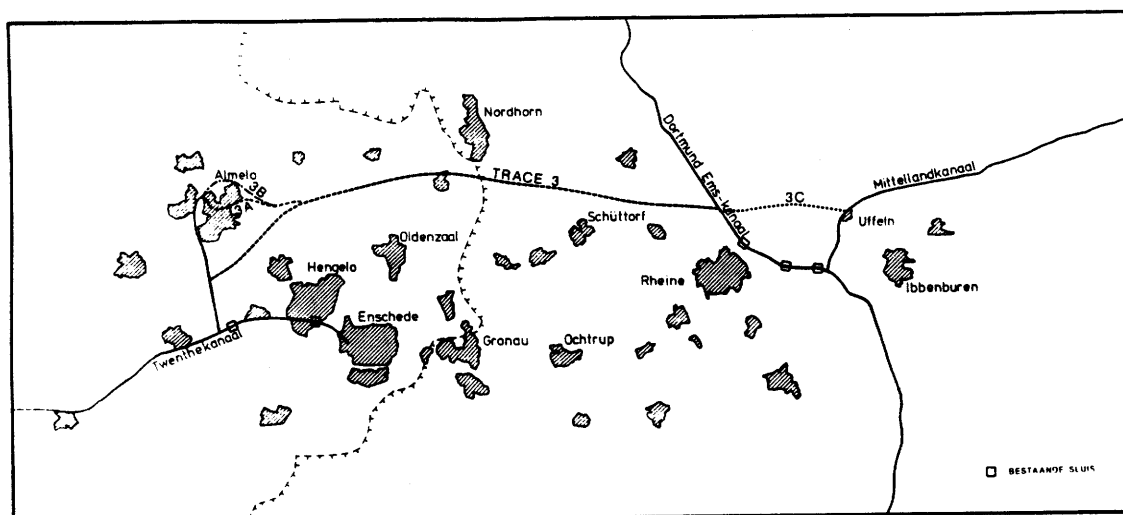
Dit tracé heeft ten westen van Bad Bentheim hetzelfde verloop als tracé 2C, maar buigt in oostelijke richting naar het zuiden af om ten zuiden van Rheine aan te sluiten op de kruising van Dortmund-Ems kanaal en Mittellandkanaal. Ten oosten van Enschede lijkt een kanaalpeil op NAP + 35.00 m à + 40.00 m voor de hand te liggen. Door dit tracéverloop wordt doorsnijding van het relatief hooggelegen gebied rond Ochtrup voorkomen. Het kanaal gaat a.h.w. om de hoogste gebieden heen en doorsnijdt de laagst gelegen delen.

De belangrijkste infrastructuur, die door het kanaal gekruist wordt, is: Op- en afritten van de A35 naar Enschede, de hoofdwegen Enschede- Haaksbergen en Enschede-Ahaus, hoofdweg en spoorlijn Enschede-Glanerbrug-Gronau, de hoofdweg Overdinkel-Losser, riviertje de Dinkel, hoofdwegen Gronau - Gildehaus en Ochtrup - Bad Bentheim, riviertje de Vecht, hoofdwegen Schüttoorf - Wettringen, spoorlijn en hoofdweg Wettringen-Neuenkirchen, de hoofdwegen Burgsteinfurt-Neuenkirchen, Ahaus-Rheine en Rheine-Mesum, spoorlijnen Rheine-Sankt Arnold en Rheine-Mesum, rivier de Ems.

Tracé 2E

Dit tracé is grotendeels gelijk aan tracé 2, met uitzondering van het verloop ten zuiden van Rheine. Door het grote aantal bestaande kruisingen en aansluitingen van infrastructuurle voorzieningen, is een kanaaltracé dicht ten zuiden van Rheine problematisch. Het tracéverloop voor deze variant is daarom op grotere afstand ten zuiden van Rheine

gekozen. De noodzakelijke kruisingen met de bestaande infrastructuur zijn hierdoor eenvoudiger uitvoerbaar en goedkoper; met name het rangeerterrein van Rheine wordt door deze tracévariant gemedend. Bij het verdere verloop van de studie is deze variant daarom als hoofdvariant aangehouden.



Figuur 5.6 TMK tracés; subvarianten tracé 3

Tracé 3A

Het verloop is grotendeels gelijk aan tracé 3, met uitzondering van de aansluiting op het zijkanaal naar Almelo. Bij deze variant wordt het zijkanaal gevolgd tot aan Almelo, van waar het kanaal Almelo-Nordhorn door de stad gevolgd wordt.

Het kanaal Almelo-Nordhorn is in de bebouwde kom van Almelo heel bochtig en smal (max. 20 m breed). Aangezien de bebouwing dicht op het kanaal staat, betekent de noodzakelijke verbreding en rechtekking van het kanaal de sloop van een groot aantal panden. De haalbaarheid van dit tracé is dan ook zeer twijfelachtig.

Tracé 3B

In plaats van door de bebouwde kom loopt dit tracé tussen Almelo en Aadorp door, gaat ten noorden van Almelo om de bebouwde kom heen en sluit oostelijk van Almelo aan op het kanaal naar Nordhorn.

Het tracé loopt vrij dicht langs de bebouwde kom van Almelo. Met name bij Aadorp is de inpassing lastig, mede daar hier een uitbreiding van het industrieterrein gepland is.

Ook zou een recent gebouwde sluis in het kanaal Almelo - De Haandrik verplaatst moeten worden. Wel heeft het kanaal een positieve ontsluitende werking op het industrieterrein. De voordelen van dit tracé ten opzichte van tracé 3 zijn echter twijfelachtig.

Tracé 3C

Evenals bij tracé 1 kan het aantal sluispassages verkleind en de vaarroute bekort worden, als het nieuwe kanaal het Dortmund-Ems kanaal op gelijk niveau kruist en direct aansluit op het Mittellandkanaal bij Uffeln. Voor deze variant kan met 3 sluispassages volstaan worden voor de vaarroute vanaf het zijkanaal naar Almelo tot aan het Mittellandkanaal. Een nieuwe sluis overwint het niveau van NAP + 10.00 m tot ca. NAP + 25.00 m, een tweede sluis van ca. + 25.00 m naar + 34.80 m en een derde sluis van + 34.80 m naar + 50.30 m.

5.6 Keuze uit te werken varianten

Na het genereren van de tracés, zoals deze beschreven zijn in de voorgaande paragrafen is nagegaan welke varianten in aanmerking kwamen voor verdere uitwerking.

Deze keuze is niet gebaseerd op een expliciete voorkeur voor het ene tracé boven het andere. Het onderscheidend zijn van de tracés, met als uiteindelijk doel het verkrijgen van een zo breed mogelijk beeld van de haalbaarheid van het TMK, heeft bij de keuze de belangrijkste rol gespeeld. Het uitwerken van alle varianten zou dit beeld onnodig vertroebelen.

Verder is er rekening mee gehouden, dat de variaties van de verschillende subvarianten onderling uitwisselbaar zijn; b.v. het kanaalpeil van het ene tracé kan gecombineerd worden met het verloop van het andere tracé.

Van de drie onderscheiden hoofdgroepen is in ieder geval tenminste 1 tracé verder uitgewerkt.

Na een globale beschouwing van de beschikbare gegevens is besloten de volgende varianten uit te werken:

Tracé 1

Dit tracé is gekozen voor verdere uitwerking, omdat:

- het kanaal over grote lengte met een peil op NAP + 34.80 m goed inpasbaar is in het bestaande landschap. Het omliggende maaiveld ligt maximaal slechts enkele meters hoger of lager dan dit kanaal-peil.
- de lengte van het nieuwe kanaal relatief kort is. Dit tracé is de kortste verbinding tussen de bestaande kanalen.
- door het tracéverloop door het ruime open landschap weinig hinder ondervonden wordt van de bestaande inrichting van het gebied (bebouwing, bebossing e.d.).

Tracé 1C

Dit tracé is gekozen voor verdere uitwerking, omdat:

- de verschillen voor een aantal beoordelingsaspecten bij vergelijking met tracé 1 zichtbaar worden. Met name het kostenverschil in relatie tot een andere vaarroute wordt duidelijk.
- hierdoor een goede indicatie gekregen kan worden van de effecten van de directe aansluiting op het Mittellandkanaal.

De resultaten van de vergelijking tussen tracé 1 en 1C kunnen ook gebruikt worden voor de vergelijking van de tracés 3 en 3C.

Tracé 2

Dit tracé is gekozen voor verdere uitwerking, omdat:

- het een "logische" aansluiting is van het bestaande Twenthekanaal op het Mittellandkanaal. Ook in het verleden is dit tracé genoemd als mogelijkheid voor een Twente-Mittellandkanaal.
- dit door de tracering langs een aantal belangrijke steden in de toekomst mogelijkheden kan bieden voor verdere ontwikkeling van de werkgelegenheid in het gebied.

Tracé 3C

Dit tracé is gekozen voor verdere uitwerking, omdat:

- dit tracé goede mogelijkheden biedt voor het combineren van bestaande infrastructuur met het nieuwe kanaal.



Foto 5.3 Nieuwe autoweg E30 biedt mogelijkheden voor het combineren van infrastructuur

- Bij de uitwerking van dit tracé is uitgegaan van een geheel nieuw kanaal. Uitbreiding van het huidige profiel van het kanaal Almelo - Nordhorn wordt niet als reële optie beoordeeld. Het nieuwe profiel is vele malen ruimer dan het huidige profiel. Het kanaal wordt aan beide zijden omzoomd door bomenrijen en groenstroken. Door aanpassing van het kanaal aan de toekomstige nautische situatie gaat de hoge cultuurhistorische waarde verloren; dit wordt ontoelaatbaar geacht.
Bij de uitwerking is daarom uitgegaan van een nieuw kanaalprofiel op relatief korte afstand evenwijdig aan het bestaande kanaal, waardoor het geheel landschappelijk nog als één strook beschouwd wordt.

6. TECHNISCHE INFRASTRUCTUUR

6.1 Kanaalaanleg

6.1.1 Lengteprofielen

Aan de hand van de geïnterpreteerde tracés zijn lengteprofielen afgeleid en zijn mogelijke kanaalpeilen en locaties voor sluizen aangegeven.

De ligging van het kanaalpeil en dus de hoeveelheden uit te voeren grondverzet worden natuurlijk sterk bepaald door de keuze van aantal en locatie van de sluizen om het verval in de tracés te overbruggen. Bij deze keuze hebben de volgende factoren een rol gespeeld:

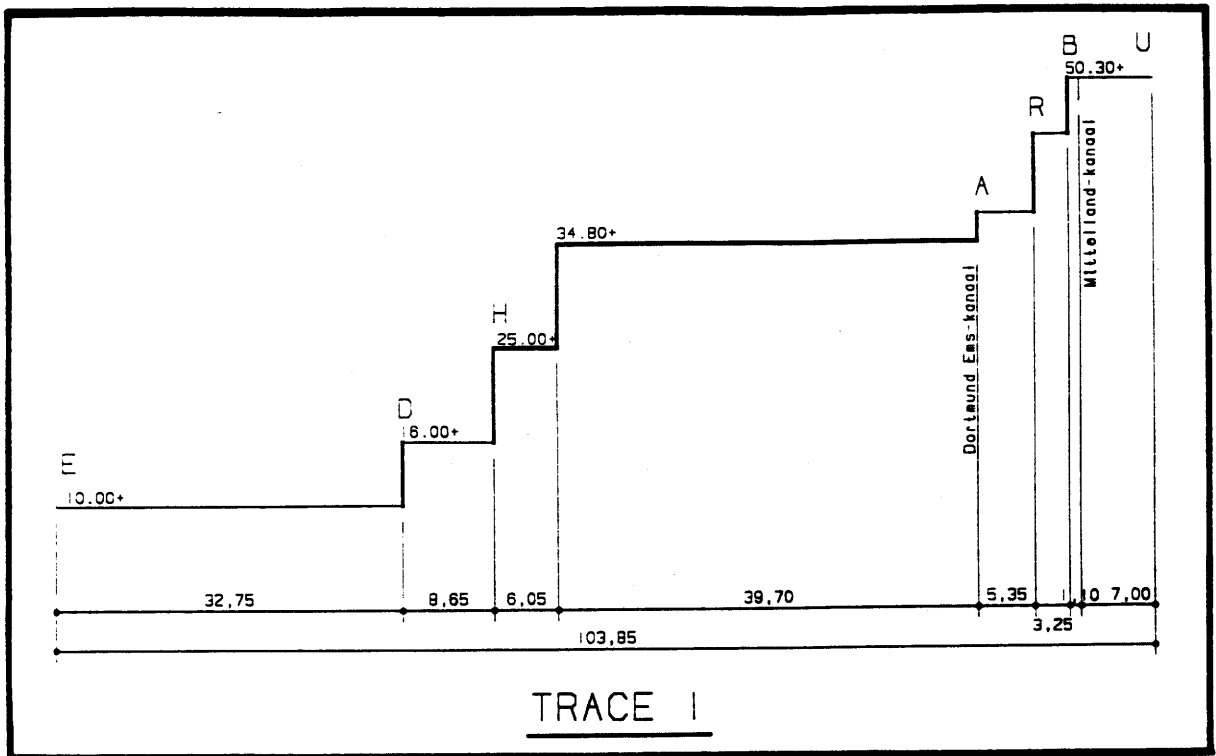
- De investerings- en exploitatiekosten van de sluizen.
- Effecten op de waterbalans van het gehele tracé.
- Effecten voor de scheepvaart (vaar- en wachttijden).
- De hoeveelheden uit te voeren grondwerk.
- De landschappelijke inpassing van de tracés; om reden van waterbeheersing, landschap en overbruggingen heeft ingraving van het kanaal de voorkeur boven ophoging.

Aan de hand van deze factoren is een optimalisatie uitgevoerd, waarna de kanaalpeilen en sluislocaties zijn vastgesteld. In paragraaf 6.2 wordt op deze optimalisatie teruggekomen.

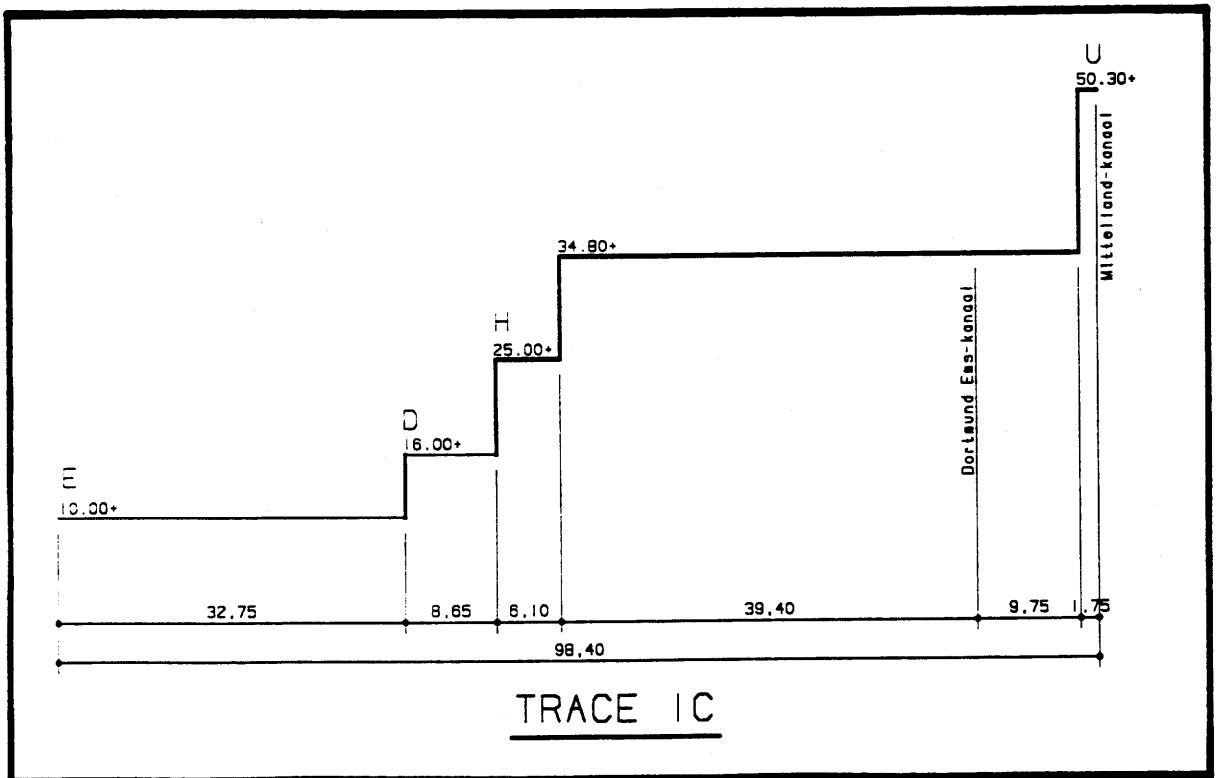
In figuur 6.1 t/m 6.4 zijn voor de vier geselecteerde tracés de lengteprofielen weergegeven.

Verklaring figuren 6.1 t/m 6.4 :

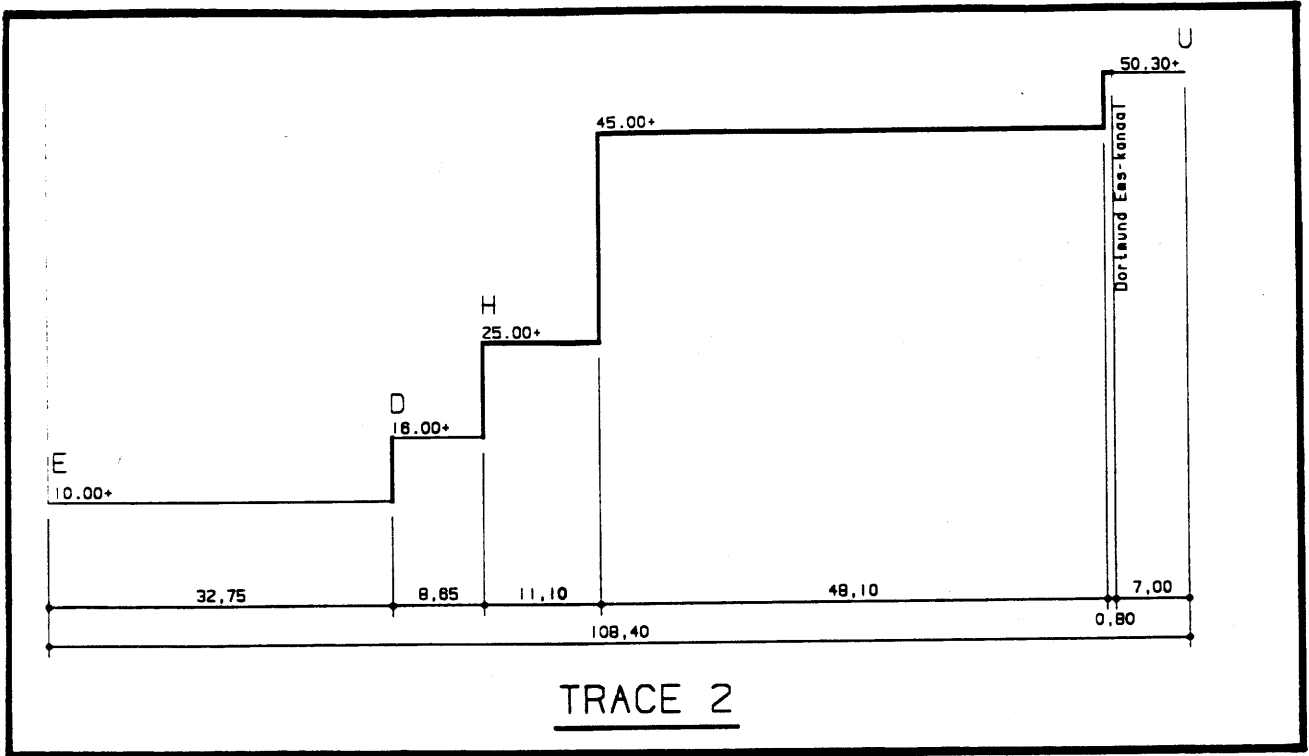
- Lengtematen in km; hoogtematen in m t.o.v. NAP.
- Met een dunne lijn zijn de bestaande kanalen en sluizen aangegeven.
- Met een dikke lijn zijn de nieuwe kanaalpanden en sluizen aangegeven.
- Beginpunt voor alle tracés is Eefde (E)
Eindpunt voor alle tracés is Uffeln (U)
Bestaande tussenliggende sluiscomplexen zijn als volgt aangegeven : Delden (D), Hengelo (H), Altenrheine (A), Rodde (R), Bevergern (B)



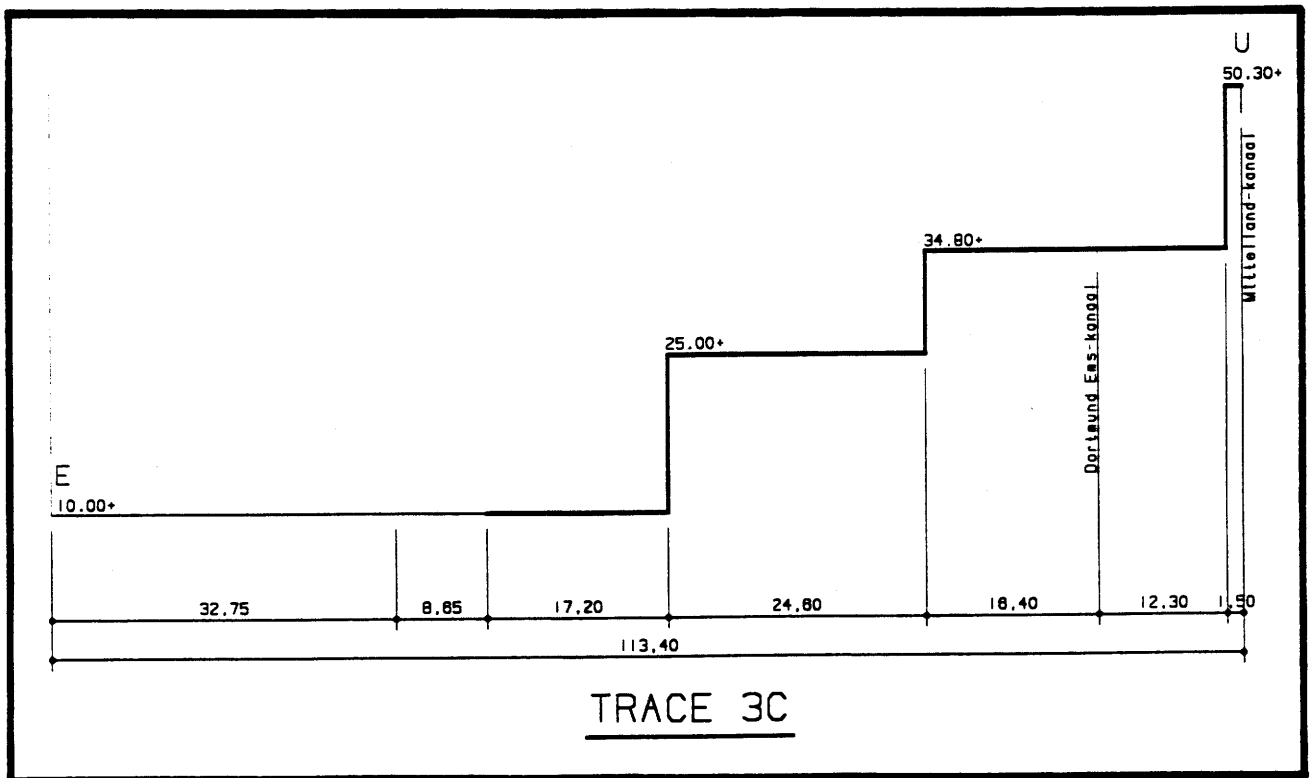
Figuur 6.1 Lengteprofiel tracé 1



Figuur 6.2 Lengteprofiel tracé 1C



Figuur 6.3 Lengteprofiel tracé 2

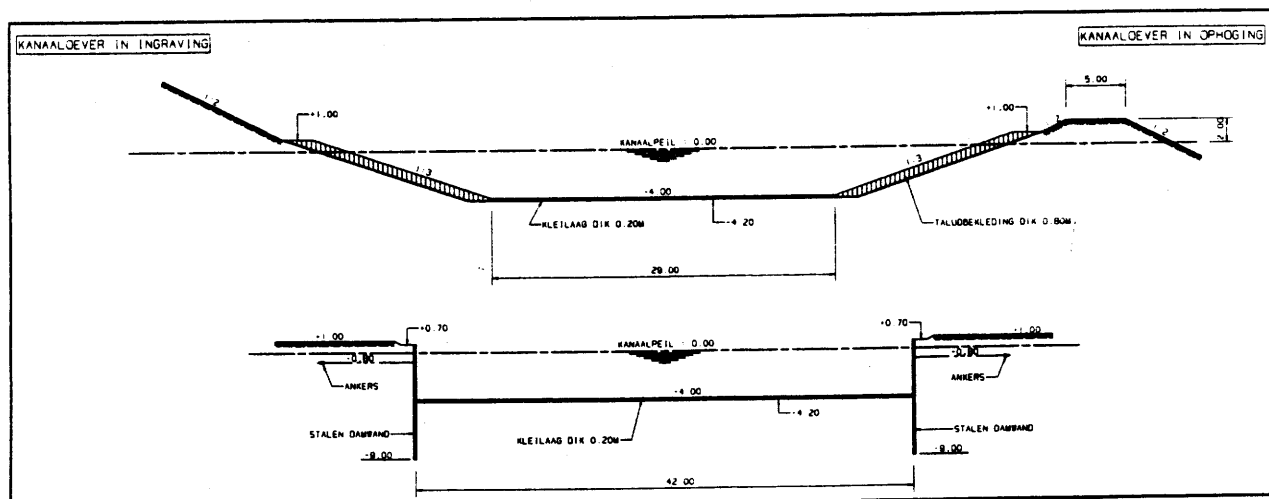


Figuur 6.4 Lengteprofiel tracé 3C

6.1.2 Dwarsprofielen

Conform het uitgangspunt uit hoofdstuk 3 zal voor de te hanteren dwarsprofielen voor het TMK worden uitgegaan van de profielen waarop in Duitsland klasse V scheepvaart (en, afhankelijk van de sluisafmetingen en bochtstralen, ook 2-baks duwvaart) wordt toegelaten. Deze dwarsprofielen zijn naar Nederlandse (concept)normen krap, maar omdat de TMK-route gebruikt zal gaan worden als doorgaande route richting Duitsland worden ruimere kanaalafmetingen in het Nederlandse gedeelte niet zinvol geacht.

In figuur 6.5 worden de te hanteren dwarsprofielen weergegeven.



Figuur 6.5 Dwarsprofielen TMK

In het kader van deze studie is zoveel mogelijk uitgegaan van het standaard trapeziumvormige profiel. Zowel landschappelijk, uitvoeringstechnisch als financieel heeft dit profiel de voorkeur. Alleen als dit profiel niet mogelijk is; b.v. door ruimtegebrek, gebouwen die gespaard moeten blijven, terwijl tracéverlegging niet mogelijk is, of andere oorzaken, wordt een profiel met één of twee verticale wanden toegepast.

Een voorbeeld van deze noodzaak is tracé 2 ter plaatse van Enschede. Het kanaal loopt hier dicht langs de noordzijde van de A35 bij Enschede tussen de wijken Veldkamp aan de noordkant en Wesselerbrink/Broekheurne aan de zuidkant. Tussen deze wijken bevinden zich een groot aantal infra-structurele voorzieningen, welke aangepast of verlegd moeten worden voor het nieuwe kanaal. Evenwijdig aan de A35 loopt o.a. een belangrijke gasleiding en een hoogspanningslijn. De A35 wordt op dit moment o.a. gekruist door een voetgangers-/fietstunnel.

Tevens is bij de aanleg van de A35 een Bentonit-cementwand aangebracht langs het laaggelegen gedeelte van de weg. Door bovengenoemde zaken is te weinig ruimte beschikbaar voor een kanaal met trapeziumvormig profiel. Een gedeelte van het kanaal zal ter plaatse met verticale wanden uitgevoerd moeten worden.

6.1.3 Grondverzet en kanaalbekleding

Grondverzet

Op basis van de lengte- en dwarsprofielen zijn globale grondverzetberekeningen uitgevoerd. Omdat de voorkeur is gegeven aan een minimalisatie van het aantal sluizen en aan een kanaal in ingraving zullen grote hoeveelheden grond vrijkomen bij de aanleg.

Uit de beschikbare grondgegevens blijkt, dat de ondergrond in het studiegebied grotendeels bestaat uit losgepakte grondsoorten, hoofdzakelijk fijn tot matig grof zand, soms grof zand en fijn grindhoudend.

Met name in de hoger gelegen delen van tracé 2 is het echter niet uitgesloten, dat hardere lagen, zoals kleisteen doorsneden moeten worden. In verhouding tot de totale lengte van het tracé betreft het slechts kleine delen van het gebied. Bij de bepaling van de kosten voor het grondwerk zijn hiervoor geen extra kosten meegenomen.

Op basis van de grondgegevens is er verder van uitgegaan dat de af te graven grond te gebruiken is in ophogingen; hiermee kan de grondbalans meer sluitend worden gemaakt. Bij het bepalen van de totaalkosten voor het grondwerk is ervan uitgegaan dat dit in de natte uitgevoerd zal worden, waarbij de overtollige grond in een aantal depots langs het kanaaltracé gespoten wordt.

Kanaalbekleding

Voor de bekleding van het kanaalprofiel wordt uitgegaan van een waterdichte constructie.

Deze bekleding moet met name op de taluds bestand zijn tegen (scheeps)golfbelasting en stroming.

Als waterdichte afsluiting is gekozen voor een kleilaag met een dikte van 20 cm. Op de taluds wordt de kleilaag beschermd tegen externe belastingen door stortsteen op een onderlaag van grind en geotextiel. De stabiliteit van de stortsteen wordt bereikt door de bovenlaag gedeeltelijk te penetreren met colloïdaal beton (spikkelen).

Meerdere tracés doorsnijden grondwaterbeschermingsgebieden, waterwingebieden of andere gebieden met hoog-landschappelijke waarden, waarbij vermenging van (vervuild) kanaalwater met het grondwater in de omgeving ongewenst is.

Door de waterdichte constructie wordt toestromen van water van en naar het kanaal voorkomen. Op plaatsen, waar de grondwaterstand aanmerkelijk hoger is dan het kanaalpeil kunnen aanvullende maatregelen nodig zijn om overdruk onder de kanaalbekleding te voorkomen (bv. tracé 1 ter plaatse van de kruising met de heuvelrug tussen Enschede en Oldenzaal, waar over ca. 7.5 km een ingraving van ca. 15 m noodzakelijk is). Bij het bepalen van de kosten voor bekledingen is hiermee geen rekening gehouden.

Verder komt het bij meerdere tracés voor, dat kanaalvakken in ophoging liggen of waarvan het kanaalpeil hoger is dan de grondwaterstand in de omgeving. Door het aanbrengen van een waterdichte bekleding wordt kwel naar de omgeving voorkomen en hoeft minder water opgepompt te worden om de waterstand in het kanaal op peil te houden.

6.2 Kunstwerken voor het overwinnen van een niveau-verschil door de scheepvaart

6.2.1 Inleiding

In de tracés voor het TMK dienen kunstwerken te worden aangelegd om de niveau-verschillen tussen de verschillende kanaalpanden te kunnen overwinnen.

Vanaf het kanaalpand Eefde/Delden tot het Mittellandkanaal is het totale niveau-verschil 40.30 m. Om dit verschil voor de scheepvaart te overbruggen dienen kunstwerken gebouwd te worden voorzover niet gebruik gemaakt kan worden van de

bestaande sluizen te Delden en Hengelo in de Twenthekanalen en de sluizen Altenrheine, Rodde en Bevergern in het Dortmund-Ems kanaal.

Een belangrijke factor voor de haalbaarheid van het TMK is het service-niveau van de in de nieuwe route gelegen sluizen. Dit service-niveau wordt sterk bepaald door de verhouding tussen de scheepvaartcapaciteit van de sluizen en het te verwachten verkeersaanbod. In de volgende paragraaf zal op deze verhouding nader worden ingegaan.

6.2.2 Scheepvaartcapaciteit

Om een zo hoog mogelijk service-niveau te verkrijgen voor het TMK is het van belang dat de totale passeertijd voor de schepen van de sluizen kort moet blijven om een vlotte afwikkeling van het verkeersaanbod mogelijk te maken. Bij het zoeken naar een geschikt optimum tussen korte passeertijden, veilige vaart en noodzakelijke investeringen zijn onder meer de volgende aspecten van belang:

- weinig sluizen verkort de totale passeertijd
- weinig sluizen vergroot het gemiddeld verval per sluis
- een groter verval verlengt de passeertijd per sluis
- een extreem verschil in verval tussen sluizen in een kanaaltracé geeft een bottleneck bij de sluis met het grootste verval. Afhankelijk van de belasting van de sluis kan dan een onevenredige toename van de passeertijd ontstaan. Deze toename gaat ten koste van het passeertijd-voordeel, dat werd behaald door te kiezen voor een sluis met een groot verval, in plaats van twee sluizen met kleiner verval. Tracés 3C en 1C scoren op dit punt goed.

Naar aanleiding van de, door NEA gemaakte, relatief hoge vervoersprognoses voor de route, is besloten de scheepvaartcapaciteit voor de nieuwe sluizen in het TMK en de bestaande sluizen in de aansluitende vaarwegen nader te bestuderen.

Met behulp van sluissimulatieberekeningen is aangetoond dat, voor sluizen met een enkele kolk, reeds bij een ladingaanbod van 8 miljoen ton per jaar (totaal beide richtingen) onacceptabele wachttijden bij de sluizen te verwachten zijn.

Capaciteitsberekeningen, die onlangs voor de sluis bij Eefde zijn uitgevoerd, bevestigen dit beeld.

Op basis van de vervoersprognoses van NEA (hoofdstuk 4) kan worden geconcludeerd dat zelfs bij het lage scenario de capaciteit van de sluisen niet toereikend is.

De berekeningen hebben bovendien aangetoond dat verlenging van de kolken voor dit probleem geen afdoende oplossing biedt.

Op basis van het bovenstaande is voor deze studie besloten om reeds bij aanleg van het kanaal rekening te houden met de aanleg van dubbele kolken. In die tracés waarin ook de bestaande sluisen in de aansluitende vaarwegen gepasseerd worden, dienen deze sluisen dan ook te worden uitgebreid. In deze studie is ervan uitgegaan dat deze uitbreiding gerealiseerd wordt met een kolk geschikt voor klasse V scheepvaart.

Het is dus duidelijk dat de prognoses van NEA leiden tot extra investeringen aan de bestaande infrastructuur. Of deze extra investeringen volledig moeten worden toegerekend aan het TMK-project is echter de vraag. In hoofdstuk 7 wordt hierop teruggekomen.

Ten behoeve van de berekening van de baten voor de scheepvaart die ontstaan door het volgen van de nieuwe route is een relatie afgeleid tussen de vervoeromvang en de passeertijd bij de sluis, zie tabel 6.1. Uitgangspunt is een gemiddeld laadvermogen van de schepen van 1500 ton.

ladingvolume (oostgaand)	passeertijd
8 milj. ton	35 min.
12 milj. ton	44 min.
16 milj. ton	63 min.

Tabel 6.1 Relatie vervoeromvang en passeertijd per sluis (dubbele kolk)

In bovenstaande tabel wordt uitgegaan van een verval over de sluis van ca. 20 m. Bij kleinere vervallen worden de passeertijden iets kleiner, wat de tijdwinst voor de scheepvaart verhoogt. Meer sluisen verkleinen echter weer deze tijdwinst.

Bij sluisen met een zeer groot verval en een hoge verkeersdichtheid (> 16 milj. ton) wordt de gevoeligheid van de passeertijd voor een toename in het verkeersaanbod groot. Onder die omstandigheden is al duidelijk sprake van een bottleneck. Alleen indien het totale verval over het totale traject met deze sluis kan worden overbrugd, is een dergelijke sluis zinvol. Er kan dan op termijn een derde kolk

worden overwogen. Indien tenminste twee sluisen nodig zijn kan, zoals eerder opgemerkt, ter optimalisering van de scheepvaartcapaciteit beter worden gestreefd naar een gelijk verval per sluis.

Ook van belang is de hinder voor de scheepvaart die kan ontstaan bij sluisen met een groot verval (> ca. 15 m) als gevolg van translatiegolven. Onderzoek door het Waterloopkundig Laboratorium heeft uitgewezen dat dit fenomeen op zich oplosbaar is. In een eventuele vervolgstudie is nader onderzoek hiernaar zeker noodzakelijk. Eén en ander kan randvoorwaarden opleggen voor de vormgeving van de sluisen met hun voorhavens. Eventueel dient van een "gewone" schutsluis overgestapt te worden op een sluis met één of meer spaarbekkens (zie paragraaf 6.2.4).

6.2.3 Kolkafmetingen

In tabel 6.2 zijn de afmetingen gegeven van de bestaande sluisen in de aansluitende vaarwegen.

locatie	lengte [m]	breedte [m]	verval [m]
Twenthekanalen			
Eefde	140.00	12.00	ca. 7.00
Delden	140.00	12.00	6.00
Hengelo	140.00	12.00	9.00
Dortmund-Ems kanaal			
Altenrheine	185.00	11.96	3.60
Rodde	161.00	10.00	3.80
Bevergern	162.50	10.00	8.10

Tabel 6.2 Afmetingen bestaande sluisen aansluitende vaarwegen

Op basis van het gestelde in de vorige paragraaf dienen bovenstaande sluisen, indien zij worden opgenomen in het TMK-tracé, te worden uitgebreid met een extra kolk. Opgemerkt wordt dat de huidige kolken in Rodde en Bevergern niet geschikt zijn voor klasse V schepen (te smal). Na uitbreiding met een nieuwe klasse V kolk is aanpassing van de bestaande kolken echter niet nodig. De sluis te Altenrheine is qua afmetingen wel geschikt voor klasse V schepen.

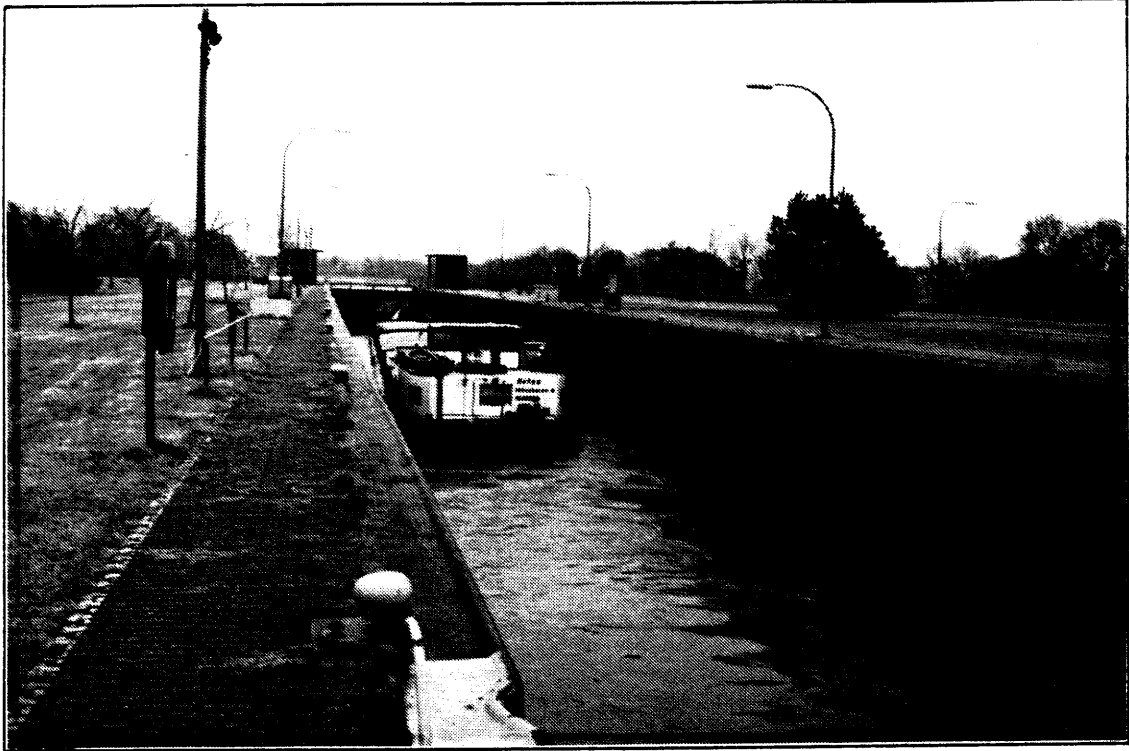


Foto 6.1 Sluis Altenrheine

Voor de nieuw aan te leggen sluisen wordt uitgegaan van dubbele kolken met afmetingen 120 bij 12 m, zijnde een minimum maat voor een klasse V schip.

6.2.4 Soorten kunstwerken

In deze studie is onderzocht welk type kunstwerk het meest in aanmerking komt voor het overwinnen van hoogteverschillen door de scheepvaart indien een nieuw sluisencomplex moet worden aangelegd.

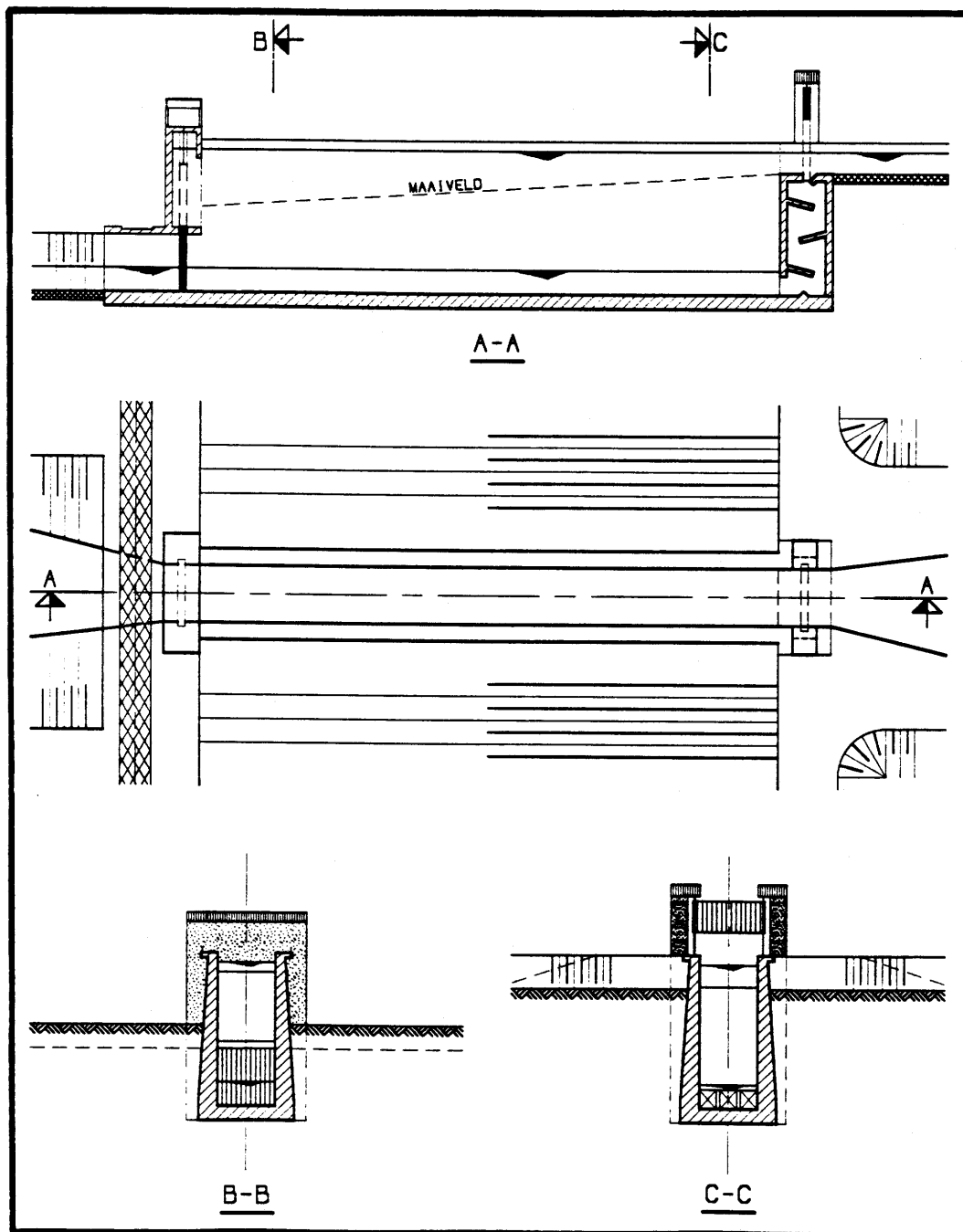
Tot een niveauverschil van ca. 12 m behoeft het vanuit de bestaande Nederlandse praktijk geen betoog dat een normale schutsluis als het meest aangewezen kunstwerk kan worden beschouwd. Voor grotere niveauverschillen is een vergelijking uitgevoerd voor alternatieve kunstwerken.

Duidelijk is, dat indien sluisen met grote niveauverschillen aan de orde zijn, dit een gevolg is van de doorsnijding van een hellend gebied. Voor het onderzoek is uitgegaan van een kanaaldoorsnijding in het sterkst hellende terrein in het studiegebied, d.i. een doorsnijding van de stuwal ter hoogte van Enschede.

Uit literatuuronderzoek is geïnventariseerd welke kunstwerken als kansrijk worden gekwalificeerd. Voor de selectie van te beschouwen alternatieven is gelet op de ervaring met deze kunstwerken in de gevraagde scheepvaartklasse en de investeringskosten hiervan.

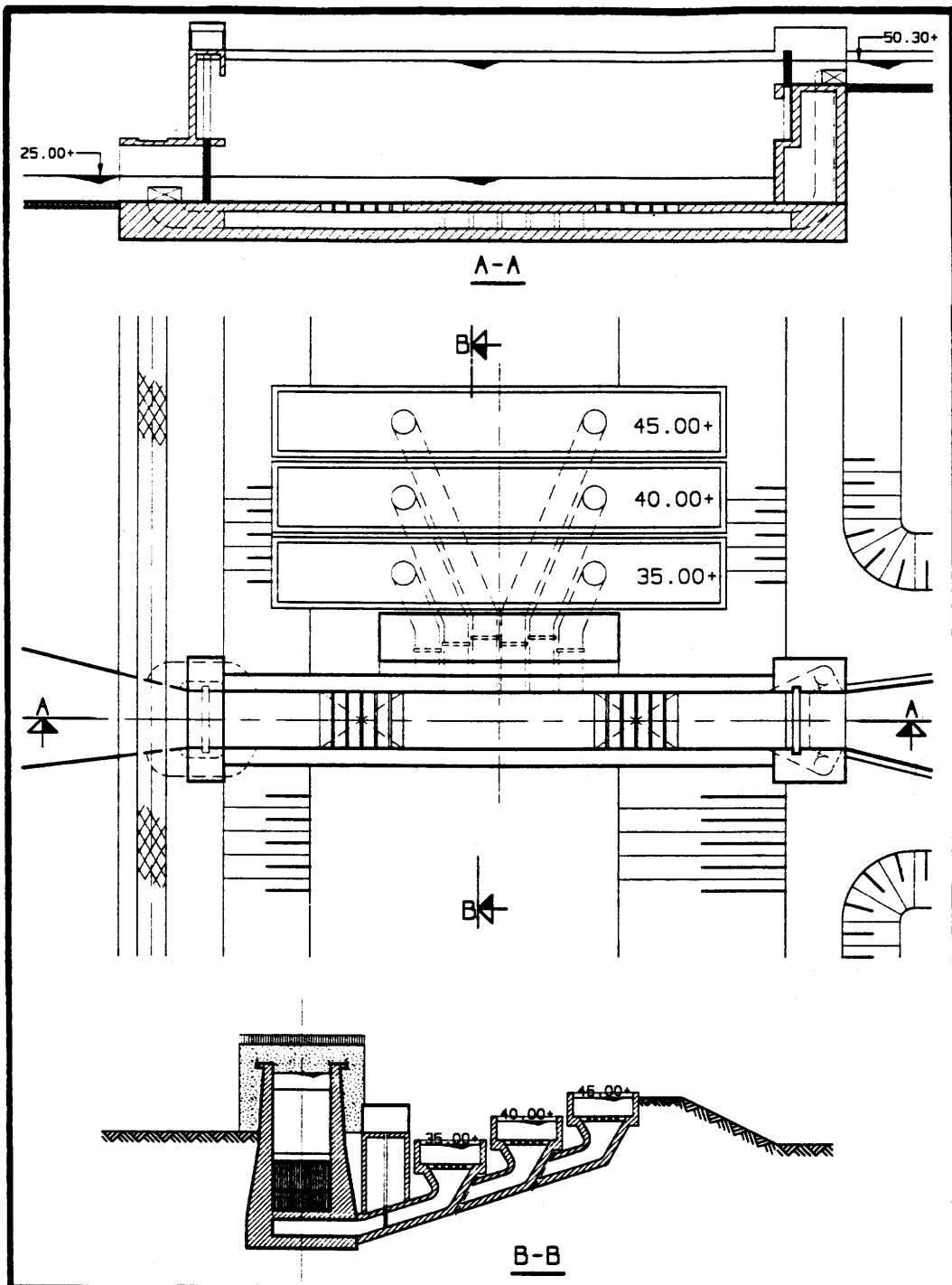
Beschouwd zijn de volgende alternatieven:

- A - Eén "normale" schutsluis met groot verval;
- B - Eén schutsluis met spaarbekkens;
- C - Eén scheepslift;
- D - Meer schutsluizen met kleiner verval.



Figuur 6.6 Principe "normale" schutsluis

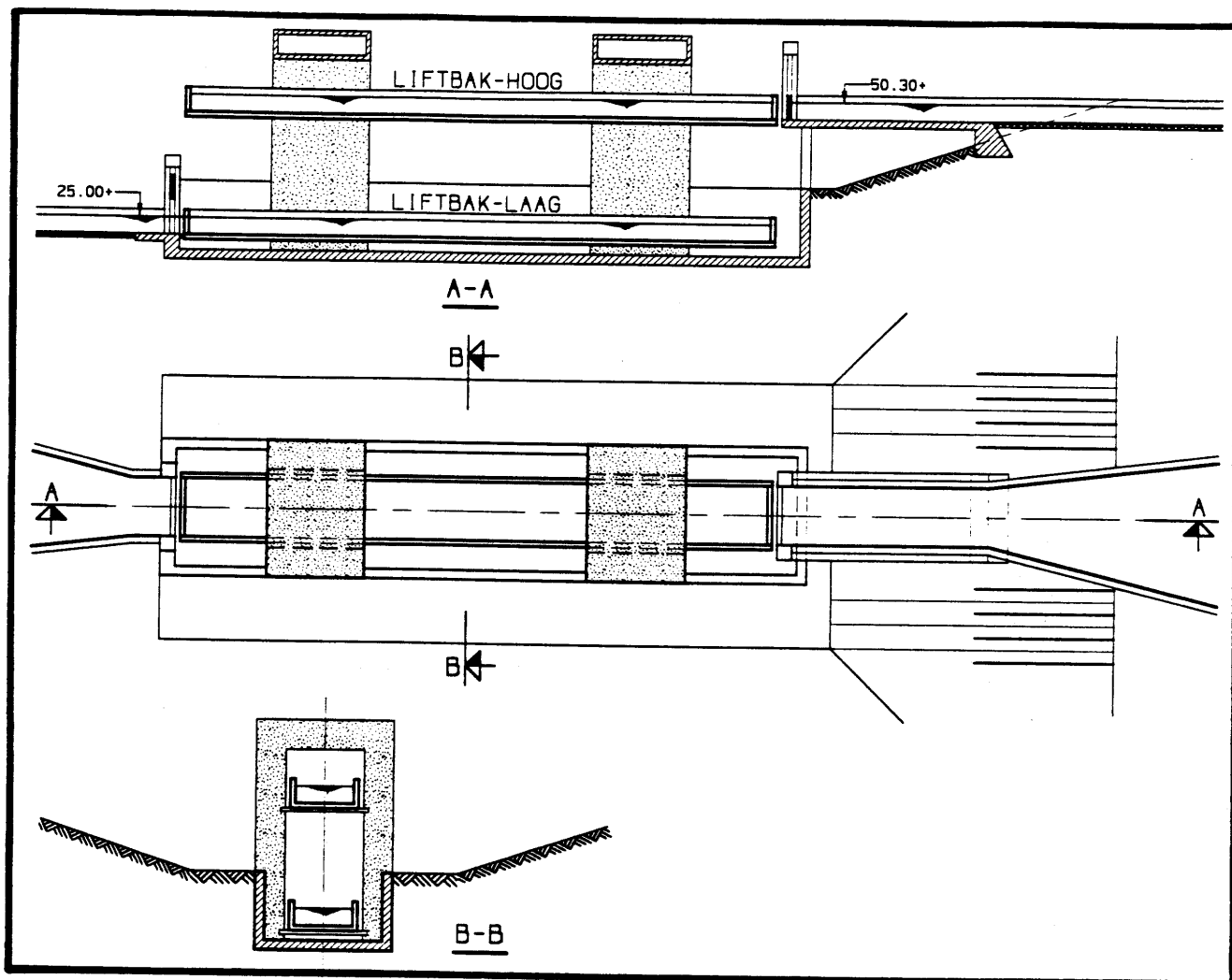
ad B Schutsluis met spaarbekkens



Figuur 6.7 Principe schutsluis met spaarbekkens

In Nederland is in feite alleen de sluis te Panheel als zodanig gebouwd. De zout-zoet sluizen in de Kreekrak en de Krammer kunnen ook als sluizen met spaarbekkens worden aangemerkt. De sluis te Uelzen in het Elbe-Seiten kanaal met een verval van 23 m is een typisch referentieproject voor een sluis in het onderhavige studiegebied.

ad C Scheepslift



Figuur 6.8 Principe scheepslift

De meeste projecten met dit type kunstwerk zijn veelal slechts geschikt voor schepen, kleiner dan klasse V. De scheepslift te Lüneburg in het Elbe-Seiten kanaal, met een verval van 38 m, is een goede referentie van recente datum.

ad D Meer schutsluizen met kleiner verval

Bij doorsnijding van een terrein met gelijdelijk verlopend hoogteverschil kan door toepassing van deze variant dit verloop zoveel mogelijk worden gevolgd. Grote insnijdingen en ophogingen ten behoeve van het kanaal kunnen worden voorkomen.

Bij de vergelijking van de varianten is gelet op de volgende effecten:

- De investerings- en exploitatiekosten van het kunstwerk zelf.
- Het effect op de waterbalans, onderverdeeld naar de waterbehoefte, investerings- en exploitatiekosten van de gemalen, de spuidebieten, de beheersbaarheid van kanaalpeilen (in korte panden).
- Het effect op de scheepvaart (passeertijden).
- De kanaalaanleg (grondwerk).
- Landschappelijke inpassing.

Na vergelijking kon het volgende worden vastgesteld:

- De baten/kosten verhouding bleek voor de scheepslift significant ongunstiger dan voor de overige kunstwerken. De oorzaak hiervoor wordt vooral bepaald door de hoge investeringskosten.
- De normale (dubbele) schutsluis met groot verval vergt ten opzichte van de andere varianten de grootste waterbehoefte.
- De variant met meer sluizen met een kleiner verval zijn in het studiegebied landschappelijk het meest aantrekkelijk in te passen. Opgemerkt wordt, dat deze variant met name door een meer evenwichtig grondverzet voor de aanleg van het kanaal voordelen biedt. In een landstreek met meer wisselende terreinhoogte c.q. met abrupte wijzigingen in deze hoogte zou dit voordeel wegvallen.
- De effecten op de scheepvaart zijn nauwelijks onderscheidend in een totale kosten-baten analyse. Met de normale sluis als referentie is de capaciteit van de scheepslift ca. 20 % hoger, als gevolg van een kortere schutcyclus, waardoor de passeertijden van de schepen in de orde van 10 minuten korter liggen. De variant met meer sluizen zal ongeveer een vertraging van één uur extra voor de scheepvaart tot gevolg hebben.

Bovengenoemde constateringen zijn vooralsnog beperkt geldig voor het studiegebied met de daarin voorkomende wisselingen in het terrein en tot een te overwinnen niveau-verschil van ca. 30 m.

Op basis van bovengenoemde resultaten kan worden gesteld dat, tot een niveau-verschil van ca. 12 m, een normale schutsluis zonder meer het meest aangewezen ontwerp is. Afhankelijk van de helling van het terrein zal aan de hand van een optimalisatie van het grondwerk voor de kanaal-aanleg moeten worden bepaald of met één sluis kan worden volstaan of dat meerdere sluizen moeten worden aangelegd. In geval tot de aanleg van één sluis met een verval groter dan 12 m wordt besloten moet nader onderzocht worden welke voorzieningen ten behoeve van het waterbeheer getroffen dienen te worden (geen voorzieningen, sluis met spaar-bekken of retouremaal).

6.3 Kunstwerken voor het in stand houden van de waterstand in de kanaalpanden

6.3.1 Inleiding

Door verdamping, kwel en lek van water uit het kanaal ontstaat een zekere behoefte aan water. Dominerend is echter de waterbehoefte die ontstaat door verliezen als gevolg van het schutten van de scheepvaart. Het schutverlies is een verlies aan water van het bovengelegen naar het ondergelegen pand. Een schip dat het gehele kanaal doorvaart veroorzaakt daarbij op elk pand een waterverplaatsing. Dit resulteert tenslotte in een overschot naar in dit geval de IJssel en een "vraag" op het Middellandkanaal.

Een bijkomstigheid is dat in de te onderscheiden tussenpanden een onbalans ontstaat die gecorrigeerd moet worden. Om inzicht over de waterbewegingen in een kanaaltracé te verkrijgen is het gewenst een "waterbalans" op te stellen. Op deze waterbalans zal nader worden ingegaan in paragraaf 6.3.3.

Voor het in stand houden van de waterstand in de kanaalpanden dienen kunstwerken te worden aangelegd. De voeding van het kanaal vanuit de rivieren moet, vanwege de lagere ligging van deze wateren, geschieden door gemalen. Eveneens dienen gemalen aangelegd te worden indien

"retourbemaling" naar de bovengelegen panden moet plaatsvinden. De neerwaartse waterstromingen tussen de panden kunnen, voor zover noodzakelijk, tot stand gebracht worden door spuivoorzieningen.

Aangezien de hogere ligging van het Mittellandkanaal t.o.v. het TMK de mogelijkheid biedt om het water hieruit te betrekken, en voorshands verondersteld wordt, dat het Mittellandkanaal zelf voldoende gevoed kan worden, is retourbemaling niet voorzien.

De spuivoorzieningen worden geïntegreerd verondersteld bij de sluizen en zijn daar ook impliciet in de kosten opgenomen.

De benodigde kunstwerken spitsen zich dus toe op de gemalen.

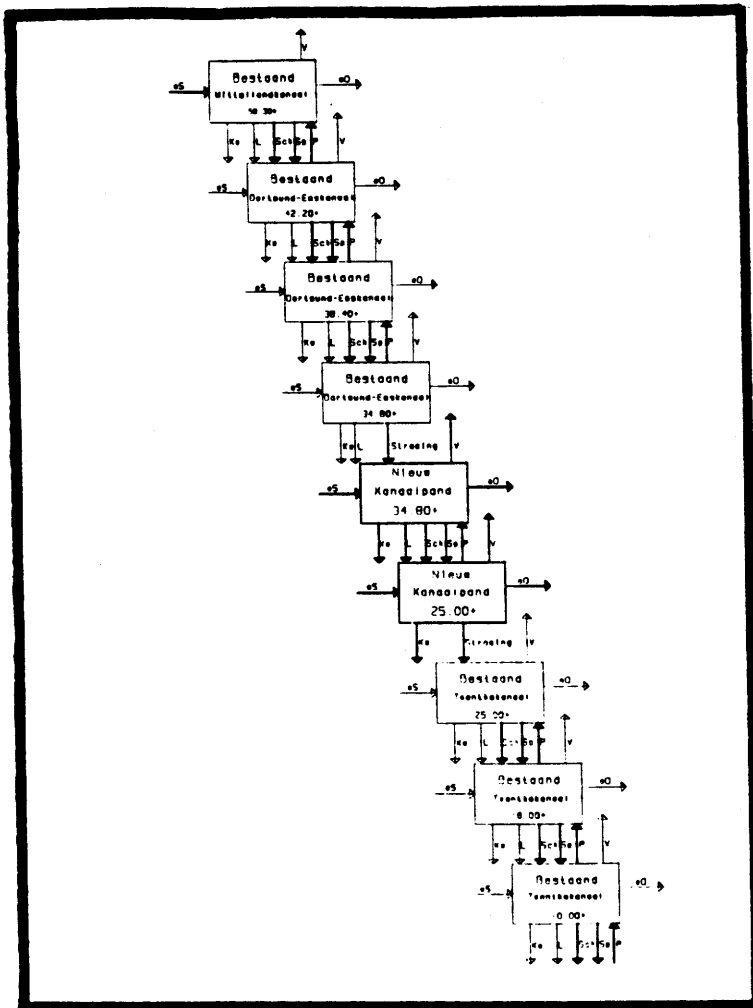
6.3.2 Uitgangspunten

Bij de uitwerking van de waterbalans zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- bestaande waterstromingen worden onveranderd verondersteld en derhalve niet in de waterbalans meegenomen. (zo zal b.v. verdamping van water uit een bestaand kanaalgedeelte niet veranderen t.g.v. de aanleg van het nieuwe kanaal)
- De maximale verdamping bedraagt ca. 7.5 mm per etmaal, hetgeen overeenkomt met ca. 450 m³ per etmaal per strekkende km kanaal.
- De kwel uit het kanaal bedraagt ca. 1 liter per m² per etmaal, hetgeen overeenkomt met ca. 60 m³ per etmaal per strekkende km kanaal.
- Op basis van de uitgevoerde capaciteitsberekeningen en het te verwachten vervoeraanbod wordt uitgegaan van 35 schutcycli per etmaal.
- Als waterstand op de IJssel is een constante waarde van NAP + 3.00 m gehanteerd.

6.3.3 Waterbalans

De waterbalans, zoals deze voor de geselecteerde tracés is opgesteld, wordt hieronder toegelicht aan de hand van een stroomschema voor tracé 1, zie figuur 6.9. In de figuur zijn de bestaande waterstromen dun ingetekend.



Verklaring gehanteerde symbolen:

- eS Suppletie naar het kanaalband vanuit de omgeving. Er is vanuitgegaan dat al het water vanuit de Weser te Minden zal worden geleverd.
- eO Onttrekking van water uit het kanaalband naar de omgeving. Deze onttrekking suggereert een secundaire functie van het kanaal. Voorlopig is hier niet van uit gegaan.
- Kw Kwelwater dat uit het kanaalband via de ondergrond naar de omgeving verdwijnt.
- L Lekkage via de afdichtingsmiddelen c.q. onder- en achterloopsheid bij een sluis.
- Sch Waterhoeveelheid, die bij een schutcyclus van het hogere pand naar het lagere pand verplaatst wordt.
- Sp De hoeveelheid water die bij een sluis naar een lager gelegen pand wordt afgevoerd, indien een wateroverschot op het beschouwde kanaalband zou ontstaan. In de berekeningen is deze hoeveelheid als sluitpost opgenomen. Bij een optimale waterbalans (met een minimum aan suppletie op het pand van NAP + 50.30 m te Minden) is in één pand deze hoeveelheid "nul".
- P Is de hoeveelheid water die van een kanaalband naar een hoger gelegen kanaalband gepompt moet worden. Er wordt vooralsnog vanuit gegaan dat geen retourbemaling plaats vindt. Het eventueel terugpompen is het meest zinvol naar het pand waar de meeste waterbehoefte is. In financieel opzicht wordt op voorhand hierin geen voordeel gezien. Indien onverhoopt mocht blijken dat de suppletie te Minden op bezwaren stuit, dan kan vooral in de tracé 's waarin sluisen met grote opvoerhoogte zijn opgenomen aan de bezwaren tegemoet gekomen worden door wél terug te pompen.
- V De hoeveelheid water die door verdamping aan het kanaalband wordt onttrokken.
- S Stroming binnen één kanaalband vanuit het nieuwe gedeelte naar het oude gedeelte of van het oude gedeelte naar het nieuwe gedeelte. Waar het nieuwe kanaalgedeelte aansluit op de bestaande kanalen is altijd in de berekening een stukje kanaal "nieuw" en "bestaand" onderscheiden ongeacht de lengte van het bedoelde pandgedeelte.

De toegevoegde indices "bo" en "be" betekenen respectievelijk een waterstroming van het boven-gelegen pand naar het beschouwde pand en van het beschouwde pand naar een lager gelegen pand. Let hierbij op, dat de uitgaande hoeveelheid water met indices "be" gelijk is aan het inkomende water met indices "bo" in het lager gelegen pand.

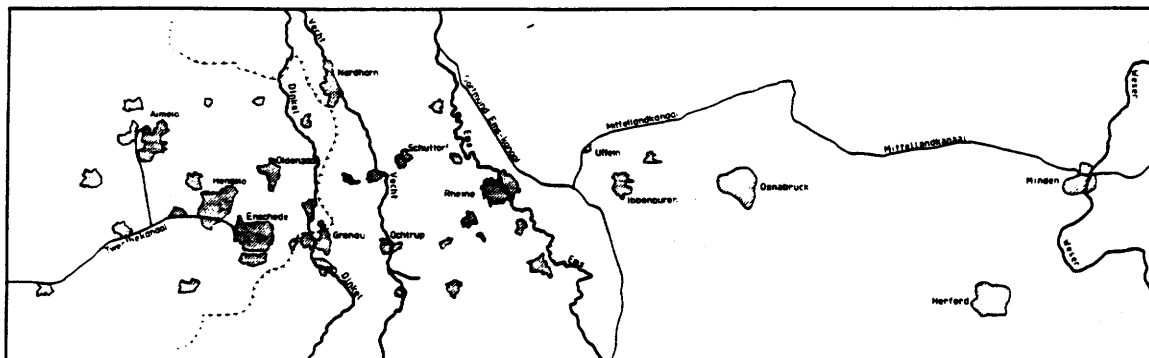
Figuur 6.9 Waterbalans TMK-route (principe voorbeeld)

Zoals is opgemerkt is in de uitgewerkte waterbalans geen rekening gehouden met bestaande waterstromingen in de bestaande kanaalgedeelten. Om het evenwicht in de diverse panden te handhaven moet bij de diverse sluizen veelvuldig water geloosd worden naar het onderliggende pand. Dit geldt ook voor de bestaande panden in de Twenthekanalen, met de sluizen te Eefde, Delden en Hengelo. Voor deze panden wordt bij de sluizen nú een groot gedeelte van het jaar water opgepompt. Deze waterstromingen zijn tegengesteld van richting aan de voornoemde lozingen. Door superponeren van beide waterbewegingen zal pompen na aanleg van het TMK, minder of geheel niet meer nodig zijn.

6.3.4 Voedingsbronnen

Als potentiële voedingsbronnen voor de waterbehoefte kunnen worden aangemerkt :

- IJssel
- Vecht
- Dinkel
- Ems
- Mittellandkanaal (oorsprong Weser)



Figuur 6.10 *Overzicht waterlopen studiegebied*

Nadere bestudering van de afvoergegevens van Ems, Vecht en Dinkel heeft uitgewezen dat de afvoer daarvan te gering en/of te onregelmatig is om te kunnen dienen als voedingsbron voor het TMK.

Resteren dus als voedingsbronnen de IJssel en het Mittellandkanaal dat op zijn beurt weer gevoed wordt door de Weser.

Zoals eerder omschreven zal het scheepvaartbedrijf een waterverplaatsing van hoger gelegen panden naar lager gelegen panden veroorzaken. Pompen van beneden naar boven kan dus rechtstreeks het schutverlies ondervangen, waardoor de uiteindelijke waterbehoefte zelfs beperkt zou kunnen blijven tot het compenseren van het verlies door kwel, lek en verdamping. Dit betekent dat bij elke sluis een gemaal geïnstalleerd moet worden en dat de exploitatie geconfronteerd wordt met een hoge energierekening.

De mogelijkheid om water uit de Weser te onttrekken verdient dan ook in hoge mate de voorkeur. De gemiddelde afvoer van de Weser bedraagt ca. 137 m³/s en de minimale afvoer die één maal in de afgelopen 50 jaar is voorgekomen bedroeg 35 m³/s. Verder is bekend dat momenteel de wateronttrekking uit de Weser (bij Minden) naar het Mittellandkanaal ca. 17 m³/s bedraagt.

Aan de hand van de waterbalans voor het TMK is voor de geselecteerde tracés de benodigde waterinname te Minden en het spuidebiet te Eefde (excl. schutwaterverlies Eefde van 4.5 m³/s) bepaald, zie tabel 6.3.

Tracé	inname te Minden (m ³ /s)	spui te Eefde (m ³ /s)
1	6.2	1.4
1C	9.5	4.7
2	12.5	7.7
3C	9.5	4.6

Tabel 6.3 Inname- en spuidebiet TMK

Op basis van de afvoergegevens voor de Weser kan dus worden gesteld dat de Weser, naast het voeden van het Mittellandkanaal, ook het TMK zou kunnen voeden (behoefte ca. 10 m³/s). Wel zal de capaciteit van de pompinstallatie te Minden vergroot moeten worden en zal nader onderzoek gedaan moeten worden naar de waterkwaliteit van de Weser.

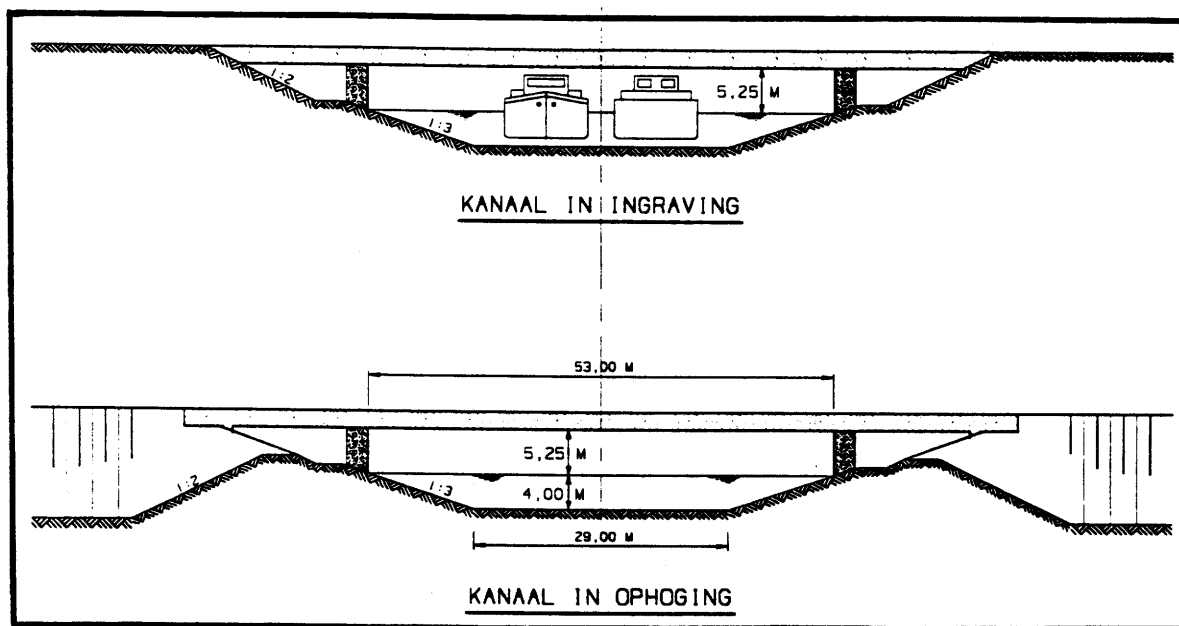
Indien onverhoopt mocht blijken, dat de veronderstelde toegestane wateronttrekking minder moet zijn, dan kan retourbemaling bij de maatgevende sluis overwogen worden. Hierdoor zal de extra waterbehoefte (voor het TMK) in Minden al gauw teruggebracht kunnen worden tot ca. 6 m³/s.

6.4 Kunstwerken voor het in stand houden van kruisende infrastructuur

6.4.1 "Droge" kruisingen

Voor de geselecteerde tracés is een inventarisatie gemaakt van de te kruisen bestaande infrastructuur. Deze infrastructuur is als volgt onderverdeeld:

- hoofdwegen dubbelbaans (autosnelwegen) (HWD)
- hoofdwegen enkelbaans (HWE)
- overige verkeerswegen (OVW)
- spoorwegen dubbelspoors (SWD)
- spoorwegen enkelspoors (SWE)



Figuur 6.11 Voorbeeld oeververbinding TMK

Een overzicht van de kruisingen met de bestaande droge infrastructuur wordt gegeven in tabel 6.4. De inventarisatie is uitgevoerd aan de hand van topografische kaarten, aangevuld met plan- en wegenkaarten ten behoeve van de toekomstige infrastructuur. Niet voor alle "overige wegen" is een kruising voorzien; een aantal malen is gekozen voor een omleiding.

Tracé	auto(snel)wegen			spoorwegen	
	HWD	HWE	OVW	SWD	SWE
1	1	9	8	2	1
1C	2	10	14	2	2
2	2	9	27	2	2
3C	2	6	20	2	1

Tabel 6.4 *Kruisende "droge" infrastructuur*

De verschillen tussen de tracés zitten vooral in de kruisingen met overige wegen. Het aantal daarvan wordt enerzijds bepaald door de lengte van het tracé en anderzijds door de aanwezigheid van (grote) woonkernen.

6.4.2 "Natte" kruisingen

De kruisingen met bestaande riviertjes, beken en andere wateren is uitgesplitst in 2 categorieën en wel kruisingen met wateren met een nat profiel groter dan 5 m² en kleiner dan 5 m². Voor de kleinere wateren is een gemiddeld standaard-kunstwerk verondersteld, terwijl voor de grotere wateren een specifiek kunstwerk benodigd is.

De kruising van het kanaal met de rivier de Ems is dominant.

De rivier moet onder het kanaal worden doorgevoerd. Van belang is daarbij de vaststelling van het benodigde doorstroomprofiel. Gezien de mogelijk zeer hoge afvoer van deze rivier moet het doorstroomprofiel zodanig groot zijn dat de risico's bij extreme rivierafvoeren aanvaardbaar zijn. Ook dient rekening te worden gehouden met de mogelijkheid van ijsafvoer. Dit zal in een later stadium een gedetailleerder studie vergen.

Uitgegaan is van een doorstroomprofiel van 500 m².

Bij een rivierafvoer van 1000 m³/s, die 1 maal per ca 50 jaar voorkomt, is de stroomsnelheid 2 m/s en bedraagt de opstuwning slechts enkele decimeters. Afvoeren bij lagere overschrijdingsfrequenties zijn niet bekend, maar (zo een vergelijk met de Rijn opgaat) ingeschat wordt dat een afvoer van 2000 m³/s een frequentie zal hebben van orde eens in de 10.000 jaar.

De stroomsnelheid zal dan 4 m/s bedragen en de bijbehorende opstuwning bedraagt dan ca. 1 m.

Veldverkenningen van belendende kunstwerken over de Ems bevestigen dat het hier veronderstelde doorstroomprofiel een realistische maat is.

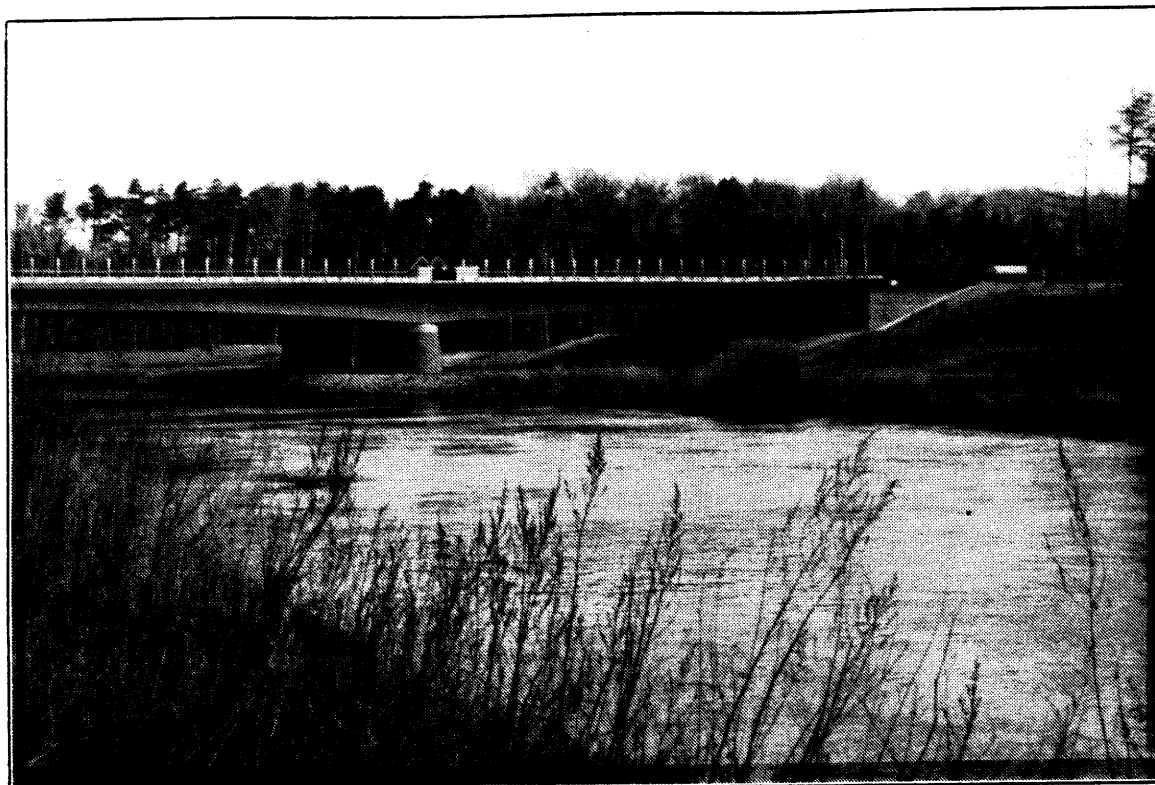


Foto 6.2 Brug over de rivier de Ems

Een overzicht van de kruisingen met de bestaande natte infrastructuur wordt weergegeven in tabel 6.5.

Tracé	kleine kruisingen < 5 m ²	grote kruisingen > 5 m ²	opm.
1	7	3	1
1C	10	3	1
2	22	3	1
3C	12	5	2

Opm. 1 : grote kruisingen: Ems, Vecht en Dinkel

Opm. 2 : grote kruisingen: Ems, Vecht, Dinkel, omleidingskanaal Dinkel en het Lateraalkanaal

Tabel 6.5 Kruisende "natte" infrastructuur

6.5 Knelpunten aansluitende vaarweginfrastructuur

6.5.1 Inleiding

In de voorgaande paragrafen is reeds betoogd dat de bestaande sluizen in de Twenthekanalen en het Dortmund-Ems kanaal (voor zover opgenomen in het TMK-tracé) op basis van de vervoersprognoses uitgebreid dienen te worden om een vlotte afwikkeling van het verkeersaanbod op de TMK-route mogelijk te maken.

Het is echter ook van belang na te gaan of de aansluitende vaarwegen zelf de verwachte toename van het vervoersaanbod aankunnen. In deze paragraaf wordt hier dieper op ingegaan. Uitgangspunt is dat de route geschikt moet zijn voor klasse V scheepvaart.

6.5.2 Twenthekanalen

Het verkeersaanbod op de Twenthekanalen zal aanzienlijk toenemen. Onderzocht is of het verbeterde profiel van de Twenthekanalen het verwachte verkeersaanbod voldoende vlot zal kunnen verwerken. Vergelijking met de huidige vervoersprestatie over (delen van) de belangrijke Noord-Duitse kanalen laat zien dat hier niet de grootste problemen zullen liggen.

De kruiphoogte op de Duitse kanalen (5.25 m) is aanzienlijk lager dan op de Twenthekanalen. De Duitse kruiphoogte is een belangrijke (en erkende) belemmering op het tot ontwikkeling kunnen komen van containervervoer. De kruiphoogte op de Twenthekanalen is weliswaar hoger dan op de Duitse kanalen maar op dit moment ook nog ongeschikt voor containervaart met 3 containerlagen. Overigens wordt verhoging van de brugdoorvaarthoogte op dit moment wel overwogen.

6.5.3 IJssel

De IJssel lijkt geschikt om zonder grote problemen de verwachte toename in de vervoersomvang te kunnen opnemen. Een en ander moet met een verkeerssimulatie onderzoek bij een vervolgstudie worden bevestigd.

Een apart knelpunt vormt de spoorbrug bij Zutphen bij (te) hoge waterstanden op de IJssel. Er ontstaat hier een knel-

punt als de doorvaarthoogte onder de vaste overspanning kleiner wordt dan 5.50 m (nl: kruiphoogte 5.25 m + 0.25 m schrikhoogte). Deze situatie komt gemiddeld ca. 60 dagen per jaar voor.

De doorvaartwijdte van het beweegbare gedeelte bedraagt slechts 13.40 m. Dit is smal voor een voorstroomsvarend klasse V schip. Daarnaast is er onder dit soort omstandigheden kans op aanzienlijke wachttijden ten gevolge van het grote aanbod aan grote schepen in beide richtingen. Ook dit aspect dient nader te worden onderzocht.

6.5.4 Waal, Pannerdens kanaal, Nederrijn/Lek

Zowel de rivieren als de sluiscomplexen in de Nederrijn zullen zonder meer in staat zijn het extra verkeer te verwerken. Een punt dat nader moet worden bekeken is of het rondgaan bij de IJsselkop met een niet onaanzienlijk aantal grote schepen nadelige (mogelijk ontoelaatbare) effecten heeft op de veiligheid van de rivier ter plekke. Economisch gezien is de route Waal/Pannerdens kanaal ongeveer gelijkwaardig aan die langs de Lek/Nederrijn. In het geval dat gekozen wordt voor de route over de Waal speelt het mogelijke probleem bij IJsselkop ook voor de Pannerdense Kop.

6.5.5 Duitse kanalen

In een vervolgstudie zal in overleg met Duitsland de invloed van het verwachte vervoer over de Noord-Duitse kanalen op sluispasseertijden en routecapaciteit moeten worden bekeken. De relatie Ruhrgebied/Oost-Duitsland, die naar verwachting sterk zal groeien, is in dit verband van bijzonder belang. Enerzijds is dit bepalend voor de passeer- en vaartijden op het Wesel-Datteln kanaal, het Dortmund-Ems kanaal en het Mittellandkanaal en is daardoor van invloed op de routekeuze. Anderzijds is het niet ondenkbaar dat het verkeersaanbod uit de nieuwe route en uit het Ruhrgebied de capaciteit van het (verbeterde) Mittellandkanaal te boven gaat. In 1990 werd over het Mittellandkanaal tot Braunschweig volgens de Duitse statistiek ca. 12 miljoen ton goederen (totaal beide richtingen) vervoerd.

7. KOSTEN

7.1 Nauwkeurigheid kostenramingen

Een belangrijk criterium voor de toetsing van de haalbaarheid van het TMK is het kostenaspect. Kostenramingen zijn gemaakt voor het graven van het kanaal zelf en voor het daarin aanbrengen van infrastructurele voorzieningen. Hierbij is zowel gekeken naar de investeringskosten als naar de latere onderhouds- en exploitatiekosten.

Het moge duidelijk zijn dat het, in het kader van deze globale haalbaarheidsstudie, onmogelijk is absoluut betrouwbare ramingen van de kosten af te geven. De ramingen moeten dan ook worden gezien als richtinggevend. Zij zijn niet geschikt voor eventuele budgetreserveringen.

Wel is getracht aan te geven wat globaal de nauwkeurigheid is van de hierna te geven ramingen. Deze nauwkeurigheid is gepresenteerd in de vorm van bandbreedtes. Hiermee wordt aangesloten op de aanbevelingen zoals die worden gedaan in het concept eindrapport van de werkgroep Ramingen-problematiek van de Rijkswaterstaat [4].

In essentie gaat het er bij deze methode om het TMK-project op te splitsen in onderdelen en per onderdeel een raming op te stellen. Vervolgens wordt per onderdeel een schatting gemaakt van de kans op afwijkingen van de opgestelde kostenraming, of met andere woorden van de betrouwbaarheid van de raming. Aan de hand van de betrouwbaarheid van de ramingen voor de onderdelen is een schatting gemaakt van de betrouwbaarheid van de kostenraming voor het totale project. Het voordeel van deze methode is dat tot uiting kan worden gebracht dat de onzekerheidsmarge in de kostenraming voor het ene onderdeel groter is dan voor het andere. Al naar gelang deze laatste soort onderdelen een groter deel uitmaken van het totale project zullen ook de totale afwijkingen groter kunnen zijn.

Deze methode van analyseren zal ook worden toegepast bij het opstellen van de kosten-baten analyse in hoofdstuk 9.

Het TMK-project is voor het maken van de kostenramingen opgesplitst in de volgende onderdelen:

- kanaal grondaankoop
 grondverzet
 bekleding en constructies
- sluizen
- gemalen
- kruisende infrastructuur

Opgemerkt wordt nog dat bij het ramen van de kosten voor het TMK-project alleen de kosten ten behoeve van de doorgaande scheepvaart zijn opgenomen. Kosten voor voorzieningen voor andere belanghebbenden dan de scheepvaart (zoals recreatie) zijn niet meegenomen; een uitzondering hierop vormen natuurlijk de kosten voor de kruisende infrastructuur, deze zijn wel in de ramingen opgenomen.

Tot slot wordt opgemerkt dat alle bedragen worden gepresenteerd exclusief BTW!

7.2 Investeringskosten

7.2.1 Kanaal

Bij de bepaling van de kosten voor grondaankoop is ervan uitgegaan, dat over de gehele lengte van het nieuwe kanaal een strook grond aangekocht moet worden, die gelijk is aan de breedte van het kanaal bij de insteek van de taluds + een strook van 10 m aan beide zijden voor onderhoudsstroken en groenvoorziening voor landschappelijke inpassing.

Aan de hand van de lengteprofielen en gekozen kanaalpeilen van de uitgewerkte tracévarianten is de te ontgraven hoeveelheid grond bepaald.

Voor de hoeveelhedenbepaling van de ontgravingen en ophogingen is uitgegaan van het trapeziumvormig profiel. Aangenomen is dat het kanaal op (vrijwel) alle plaatsen zodanig gesitueerd kan worden, dat voldoende ruimte beschikbaar is voor dit profiel (uitzondering: tracé 2 bij Enschede). Voor de (gedetailleerde) hoeveelhedenbepaling zijn de tracés onderverdeeld in een aantal subvakken, waarvan het maaiveld per vak ongeveer gelijk is.

Per subvak is de hoeveelheid vrijkomende en benodigde grond berekend. De grond, die per vak overblijft wordt verwerkt

in de kanaalvakken, die in ophoging liggen. De kosten voor transport van deze grond zijn in de ramingen opgenomen. De grond die niet in andere vakken van het tracé verwerkt kan worden, wordt opgeslagen in een aantal centraal gekozen depots. Op dit moment zijn er geen aanwijzingen dat de overblijvende grond kosteloos, of tegen geringe kosten afgevoerd kan worden. Voor dit kostenonderdeel is dus een "maximum" bedrag opgenomen. Eventueel kunnen de kosten bij realisatie van het project lager uitvallen als de overblijvende grond gebruikt kan worden door derden. Opgemerkt wordt dat geen rekening is gehouden met het voorkomen van grote hoeveelheden vervuilde grond.

Uit de beschikbare gegevens is gebleken, dat de kanalen grotendeels door gebieden met losgepakte grondsoorten geprojecteerd zijn. Voor de kostenbepaling is er daarom vanuit gegaan, dat ontgravingen met "normaal" ontgravingsmaterieel uitgevoerd kan worden. Voor de totaalkostenbepaling is uitgegaan van ontgraving met "nat materieel".

Zoals in het vorige hoofdstuk is opgemerkt wordt voor de kanaalbekleding uitgegaan van een waterdichte afsluiting door middel van een kleilaag over het gehele kanaaltracé. Op de taluds wordt deze kleilaag beschermd tegen externe belastingen door stortsteen op een onderlaag van grind en geotextiel. De stabiliteit van de stortsteen wordt verzekerd door de bovenlaag gedeeltelijk te penetreren met colloïdaal beton.

Op een aantal plaatsen waar diepe ingravingen nodig zijn en een relatief hoge grondwaterstand voorkomt, kan het zijn, dat extra maatregelen nodig zijn om opdrijven/opbarsten van de bekledingsconstructie te voorkomen. De kosten hiervoor zijn niet meegenomen. Deze kosten kunnen lokaal echter hoog oplopen. Aan de andere kant zal echter de waterdichte bekleding ook niet over het gehele kanaaltracé noodzakelijk zijn.

Naast de bekleding van het "natte" profiel is er in de kostenopstelling mee gerekend, dat aan beide zijden van het kanaal, over de gehele lengte een inspectie-/onderhoudsweg inclusief berm wordt aangelegd. Deze wegen kunnen onder normale omstandigheden dienst doen als fietspad voor recreatieverkeer.

Een overzicht van de investeringskosten voor de kanaal-aanleg wordt voor de geselecteerde tracés gegeven in tabel 7.1.

Tracé	grondaankoop	grondverzet	bekleding
1	64	95	210
1C	82	127	266
2	91	137	280
3C	105	115	336

Tabel 7.1 Investeringskosten kanaalaanleg
(in Mfl, excl. BTW, prijspeil 1991)

Bij bovenstaande bedragen is rekening gehouden met toeslagpercentages zoals vermeld in tabel 7.2.

Post	grondaank.	grondverz.	bekleding
onvoorzien	0	10	10
engineering/proj.man.	15	15	15
uitvoering	0	5	5
alg. aannemerskosten	0	6	6
winst en risico	0	7	7
BTW	0	0	0

Tabel 7.2 Toeslagpercentages kanaalaanleg

De onnauwkeurigheden in de kostenramingen voor de kanaalaanleg zitten vooral in de bepaling van de hoeveelheden. Het niet exact bekend zijn van loop en lengte van de tracés, de hoogteligging van het terrein (afgelezen van kaartmateriaal) en de bodemgesteldheid ter plaatse van de tracés, zijn factoren die hierbij een rol spelen. Al met al wordt gesteld dat voor bovengenoemde bedragen rekening gehouden moet worden met een spreiding van ca. 30 % (1 σ -waarde).

7.2.2 Sluizen

De investeringskosten van de sluizen zijn gebaseerd op gemiddelden van de meest recente nacalculatiegegevens van vergelijkbare kunstwerken. Bij de sluizen blijken deze nacalculatiegegevens een grote spreiding te hebben. Deze spreiding moet toegerekend worden aan de grote verschillen in de moeilijkheidsgraad bij de bouw als gevolg van plaatselijke omstandigheden en gestelde voorwaarden. In het kader van de onderhavige studie is geen onderzoek naar deze factoren verricht.

Op basis van de nacalculatiegegevens wordt rekening gehouden met een spreiding rond de kostenramingen van ca. 20 % (1 σ -waarde).

Voor de bouw van nieuwe sluizen is de gemiddelde waarde uit nacalculatiegegevens als basis aangenomen voor een enkele sluis. Wordt een bestaand sluiscomplex echter met een nieuwe sluis uitgebreid dan is op de basis-kosten een opslag van 20 % toegevoegd.

Deze toeslagfactor komt voort uit o.a.:

- integratie bediening tot een centrale bediening;
- aanpassing geleidewerken bestaande sluizen;
- stabiliteit bestaande sluis tijdens bouw.

Voor een nieuw sluiscomplex bestaande uit 2 sluizen is voor de tweede sluis juist een reductie van 20 % ingevoerd, aangezien dan juist enkelvoudige kostenposten, zoals voorzieningen voor de bouwplaats, bouwputomvang, constructiedelen, alsmede materieel en hulpmaterialen gecombineerd kunnen worden.

Bij de kostenramingen voor de sluizen is rekening gehouden met toeslagpercentages, zoals vermeld in tabel 7.3.

Post	sluizen
onvoorzien	10
engineering/proj.man.	15
uitvoering	5
alg. aannemerskosten	6
winst en risico	7
BTW	0

Tabel 7.3 Toeslagpercentages sluizen

In tabel 7.4 en 7.5 wordt een overzicht gegeven van de kosten voor investering in nieuwe sluizen in het TMK, dan wel uitbreiding van de reeds bestaande sluizen in de Twenthekanalen en het Dortmund-Ems kanaal. De kosten zijn afhankelijk van het te overwinnen hoogteverschil ter plaatse van de sluis.

Tracé	kosten (opvoerhoogte in [m])					
	sluis "1"		sluis "2"		sluis "3"	
1	69.0	(9.8)				
1C	69.0	(9.8)	85.0	(15.5)		
2	102.0	(20.0)	61.0	(5.3)		
3C	83.5	(15.0)	69.0	(9.8)	85.0	(15.5)

Tabel 7.4 Investeringskosten nieuwe sluizen
(in Mfl, excl. BTW, prijspeil 1991)

Tracé	sluis opvoer- hoogte [m]	Eefde Delden Hengelo		Alten- rheine	Rodde	Bever- gern	
		7.0	6.0	9.0	3.6	3.8	8.1
1		42.5	41.5	45.0	40.0	40.0	44.0
1C		42.5	41.5	45.0	nvt	nvt	nvt
2		42.5	41.5	45.0	nvt	nvt	nvt
3C		42.5	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt

Tabel 7.5 Uitbreidingskosten bestaande sluizen
(in Mfl, excl. BTW, prijspeil 1991)

Met betrekking tot de uitbreidingskosten van de bestaande sluizen in de aansluitende vaarwegen kan de vraag worden gesteld of deze extra investeringen volledig moeten worden toegerekend aan het TMK-project.

Bij de beantwoording van deze vraag is rekening gehouden met de volgende factoren:

- De geschiktheid qua afmetingen van de sluizen voor klasse V scheepvaart.
- De bestaande plannen van de Nederlandse dan wel Duitse overheid met betrekking tot uitbreiding/aanpassing van de vaarweg en de daarin gelegen kunstwerken.
- De noodzaak tot uitbreiding van de capaciteit van de sluizen bij het te verwachten vervoersaanbod zonder aanleg van het TMK.

Sluizen in Twentekanalen:

De te verwachten vervoersomvang op de Twentekanalen (zonder de nieuwe verbinding) in 2010 in oostelijke richting tot Lochem is ruim 5 miljoen ton (tegen ca. 3 miljoen ton nu); westgaand ruim 1 miljoen ton. Bij deze vervoersomvang zullen de gemiddelde passeertijden van de sluis bij

Eefde liggen tussen 50 en 60 min., indien de sluis volcontinu wordt bediend. Dit is lang, verbeteringen aan of uitbreiding van deze sluis zijn dan zeker gewenst.

De verwachte vervoersomvang oostelijk van Lochem is aanzienlijk minder dan over het westelijk gedeelte van het kanaal. De sluizen bij Delden en Hengelo kunnen het vervoersaanbod zonder problemen verwerken.

Na de totstandkoming van het nieuwe kanaalgedeelte ontstaat op de Twenthekanalen een geheel andere situatie. Het westelijk kanaalgedeelte moet dan in staat zijn tussen de ca. 12 en 21 miljoen ton lading te kunnen verwerken in de hoofdtransportrichting met een vloot van ca 600 schepen per week (laag scenario, gem. laadvermogen ca. 1000 ton) tot ruim 700 schepen per week (hoog scenario, gem. laadvermogen ca. 1500 ton). Dit betekent dat de drie bestaande sluizen in ieder geval moeten worden uitgebreid met een moderne snelle kolk.

Op basis van het bovenstaande is besloten de kosten voor aanpassing van de sluis bij Eefde niet op te nemen in de kostenramingen voor het TMK-project. Zij worden geacht te vallen onder verbeteringen aan de Twenthekanalen. De kosten van de verbeteringen aan de sluizen bij Delden en/of Hengelo zijn wel meegenomen in de voor het nieuwe kanaal geraamde kosten.

Sluizen in Dortmund-Ems kanaal:

De verbeteringen aan de sluizen bij Altenrheine, Bevergern, en Rodde maken deel uit van de Duitse plannen tot verbetering van het Dortmund-Ems kanaal tot klasse V vaarweg waarop ook 2-baks duwvaart toelaatbaar is. De termijn waarop dit zal gebeuren is echter zeer onzeker.

De sluizen te Rodde en Bevergern zijn te smal voor een klasse V schip. Aanpassing hiervan is in het kader van de aanpassing van de totale vaarroute toch al noodzakelijk. De kosten voor de verbeteringen worden dan ook niet geacht te drukken op het TMK-project.

De bestaande sluis in Altenrheine is al wel geschikt voor het schutten van klasse V scheepvaart. Of een tweede kolk op termijn noodzakelijk is, ook zonder de aanleg van een TMK, is niet zeker. Bij aanleg van het TMK is een tweede kolk in ieder geval noodzakelijk. De kosten voor uitbreiding van de sluis zijn voor 50 % toegerekend aan het TMK-project.

Opgemerkt wordt dat verbetering van de sluizen in Duitsland voor de uitgewerkte tracés alleen aan de orde is bij tracé 1.

In tabel 7.6 wordt een samenvattend overzicht gegeven van de wijze van toerekening van de uitbreidingskosten voor de bestaande sluizen in de aansluitende vaarwegen.

sluis	toerekeningspercentage
Eefde	0 %
Delden	100 %
Hengelo	100 %
Altenrheine	50 %
Rodde	0 %
Bevergern	0 %

Tabel 7.6 Toerekeningspercentages aan TMK-project van uitbreidingskosten bestaande sluizen in aansluitende vaarwegen

7.2.3 Gemalen

Voor het bepalen van de kostenramingen van de gemalen is er bij alle tracé-varianten van uitgegaan dat het benodigde water onttrokken kan worden aan de Weser bij Minden.

Verder is er vanuit gegaan, dat elkemaal wordt ingericht met drie gelijke pompen. Twee pompen moeten daarbij de gevraagde capaciteit kunnen leveren. De derde pomp is dus een reserve pomp.

Ook hier zijn de investeringskosten gebaseerd op het gemiddelde van de nacalculatiegegevens van de meest recente gemalen.

Ondanks dat gemalen van een verschillend type in de statistiek zijn betrokken bleek de spreiding kleiner dan welke gevonden is bij de sluizen.

Voor de kostenramingen voor de gemalen wordt een spreiding aangehouden van 15 % (1 σ -waarde).

De bij de ramingen gehanteerde toeslagpercentages zijn dezelfde als die bij de sluizen (tabel 7.3).

In tabel 7.7 wordt een overzicht gegeven van de investeringskosten voor de gemalen.

Tracé	kosten
1	28
1C	38
2	46
3C	38

Tabel 7.7 Investeringskosten gemalen
(in Mfl, excl. BTW, prijspeil 1991)

7.2.4 Kruisende infrastructuur

De kosten voor kunstwerken ten behoeve van kruisingen van droge infrastructuur zijn op basis van nacalculatiegegevens redelijk nauwkeurig in te schatten. Bedacht moet echter worden, dat de hoeveelheid te maken kunstwerken en de grootte hiervan berusten op interpretatie van kaartgegevens van het gebied. De juistheid hiervan kan pas worden vastgesteld nadat overleg met belanghebbenden (overheidslichamen, inspraakgroepen) heeft plaats gevonden. De op- en afritten naar de kunstwerken zijn in feite nauwelijks te ramen door het ontbreken van gegevens over de juiste hoogteligging en dus een juist inzicht in het benodigde grondverzet. Voorts zijn ook hier aannamen gedaan over de juiste wegconstructie, de benodigde wegmeubilering en bebording.

De nauwkeurigheid van de investeringskosten ten behoeve van beken en andere wateren is zeer moeilijk in te schatten. De totale kostenpost wordt echter overheerst door de kruising met de rivier de Ems.

Gezien de vele onzekerheden welke bestaan ten aanzien van de kruisende infrastructuur wordt een spreiding op de investeringskosten ingeschat van ca. 40 % (1 σ -waarde).

De bij de ramingen gehanteerde toeslagpercentages zijn dezelfde als die bij de sluizen (tabel 7.3).

Daarnaast wordt opgemerkt dat in de bedragen rekening is gehouden met een toeslag van 15 % voor kabels en leidingen.

In tabel 7.8 wordt een overzicht gegeven van de investeringskosten voor de kruisende infrastructuur.

Tracé	kosten
1	329
1C	378
2	413
3C	357

Tabel 7.8 *Investeringskosten kruisende infrastructuur (in Mfl, excl. BTW, prijspeil 1991)*

7.3 Jaarlijkse kosten

De jaarlijkse kosten zijn onderverdeeld in onderhoudskosten, bedieningskosten en energiekosten.

De onderhoudskosten voor de sluizen, de kruisende infrastructuur en het kanaal zelf (bekleding) zijn ingeschat op ongeveer 1 % van de investeringskosten per jaar. De onderhoudskosten voor de gemalen zijn ingeschat op 3 % van de investeringskosten per jaar.

De bedieningskosten van de sluizen zijn gebaseerd op een volcontinu-bedrijf. Er is uitgegaan van een eenmansbezetting voor elke nieuw te bouwen sluis (centrale bediening).

Voor de bezetting van bestaande sluizen is eveneens uitgegaan van een eenmansbezetting. Hiervan is de helft in rekening gebracht ten laste van het nieuwe kanaal.

De energiekosten komen voort uit de omzet van de gemalen en uit de energie benodigd voor het in stand houden van de sluisbedrijven.

De benodigde energie voor het sluisbedrijf wordt hoofdzakelijk bepaald door de benodigde verlichting. Voor een aantal sluizen en sluiscomplexen is dit opgevraagd. Gerekend is met een gemiddelde waarde.

In tabel 7.9 wordt een overzicht gegeven van de jaarlijkse kosten voor het in stand houden van het TMK.

	Tracé kanaal onderh.	sluizen onderh.	energie +bedien.	gemalen onderh.	energie +bedien.	kr.infr. onderh.
1	2.1	1.6	2.8	0.8	0.9	3.3
1C	2.7	2.4	2.0	1.2	1.4	3.8
2	2.8	2.5	2.0	1.4	1.3	4.1
3C	3.4	2.4	1.9	1.2	1.4	3.6

Tabel 7.9 Jaarlijkse kosten TMK
(in Mfl, excl. BTW, prijspeil 1991)

7.4 Samenvatting kosten

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de investeringskosten en jaarlijkse kosten benodigd voor aanleg en in stand houden van het TMK.

Zoals in paragraaf 7.1 is toegelicht wordt de nauwkeurigheid in de kostenraming voor het totale project bepaald aan de hand van de nauwkeurigheden in de ramingen van de onderdelen. Hiervoor wordt de volgende formule toegepast [4]:

$$AFW_{tot} = \frac{[\sum (AFW_{ond} * Kond)^2]^{1/2}}{\sum Kond}$$

met : AFW_{tot} = nauwkeurigheid raming totale project [%]
 AFW_{ond} = nauwkeurigheid raming onderdeel [%]
 Kond = kostenraming onderdeel [Mfl]

Het resultaat van deze berekening wordt gegeven in tabel 7.10.

Tracé	onderd.	kanaal	sluizen	gemalen	kr.infr.	totaal
	nauwk.	30 %	20 %	15 %	40 %	20 %
1		369	175	28	329	901
1C		475	240	38	378	1131
2		508	249	46	413	1216
3C		556	237	38	357	1188

Tabel 7.10 Opbouw investeringskosten TMK-project
(in Mfl, excl. BTW, prijspeil 1991)

Daar voor ieder tracé de kostenverdeling per onderdeel verhoudingsgewijs ten opzichte van het totaal ongeveer gelijk is, is ook de afwijking in de kostenraming voor het totale project voor ieder tracé ongeveer gelijk. Berekend is een afwijking van ca. 20 %.

Als de kansverdeling voor de investeringskosten wordt verondersteld benaderd te worden door een normale verdeling en als de afwijking van 20 % daarin gelijk wordt gesteld aan een standaardafwijking van 1σ kan het volgende worden berekend:

- Met een waarschijnlijkheid van 70 % kunnen de kosten voor het TMK-project variëren tot + of - 20 % van de geraamde kosten (1σ -waarde).
- Met een waarschijnlijkheid van 95 % kunnen de kosten voor het TMK-project variëren tot + of - 40 % van de geraamde kosten (2σ -waarde).

Een waarschijnlijkheid van 95 % kan gezien worden als de uiterste grenzen waartussen de daadwerkelijke kosten zullen liggen. De daarbij behorende bandbreedte van + of - 40 % komt overeen met wat in het algemeen in voorstudies voor grote projecten wordt aangehouden.

Hierbij wordt echter opgemerkt dat, ofschoon theoretisch de kans op overschrijding van de kosten gelijk is aan de kans op onderschrijding, de praktijk veelal uitwijst dat de kosten eerder over- dan onderschreden worden.

Totaal gezien zal het voor het TMK om een investeringsbedrag tussen 1,0 en 1,5 miljard gulden.

In tabel 7.11 wordt een samenvattend overzicht gegeven van de investeringskosten en jaarlijkse kosten voor het TMK-project.

Tracé	investeringskosten	jaarlijkse kosten
1	901	11.5
1C	1131	13.5
2	1216	14.1
3C	1188	13.8

Tabel 7.11 Samenvatting investeringskosten en jaarlijkse kosten TMK-project
(in Mfl, excl. BTW, prijspeil 1991)

8. BATEN

8.1 Uitgangspunten

De financiële baten die voort kunnen vloeien uit de aanwezigheid van de nieuwe vaarverbinding zijn bepaald aan de hand van de geraamde vervoerstromen en de besparingen in transportkosten die optreden ten gevolge van de aanleg van het TMK. De besparingen zijn in eerste instantie per ton vervoerde lading berekend. Door deze besparingen te vermenigvuldigen met de prognoses voor het ladingaanbod kunnen de totale besparingen voor de scheepvaart worden berekend. Deze besparingen vormen de financiële baten van de aanleg. De resultaten vermeld in dit hoofdstuk zijn ontleend aan de studie van NEA. Voor een meer uitgebreid overzicht van de studieresultaten wordt verwezen naar [3].

De besparingen komen voort uit een verkorting van de afstand op de belangrijkste vervoersrelaties. Voor deze besparingen zijn twee componenten van belang:

- de verandering in het aantal vaaruren;
- de verandering in het aantal wachturen;

De wachturen zijn afhankelijk van het aantal sluizen en de verhouding tussen capaciteit van de sluizen en de intensiteit van het scheepvaartverkeer. Dit betekent dat de omvang van de vervoerstroom mede bepalend is voor de wachttijden (zie ook paragraaf 6.2.2).

Voor de berekening van de besparingen zijn een aantal veronderstellingen gedaan. De belangrijkste worden hierna besproken.

Kanaalgelden

Op de Duitse vaarwegen worden kanaalgelden geheven (0.5 cent per ton per kilometer). Een uitzondering hierop wordt gevormd door de Rijn, waarop geen kanaalgeld mag worden geheven (Akte van Mannheim). Voor de scheepvaart brengt de verkorting van de vaarweg, door aanleg van het TMK, dus een besparing met zich mee.

De vraag kan gesteld worden of deze kanaalbelasting en de besparing voor de scheepvaart in de kosten-baten analyse moet worden opgenomen. Immers uitgangspunt bij kosten-

baten analyses is dat belastingen noch bij de baten noch bij de kosten mogen worden meegenomen. De achtergrond hierbij is dat belastingen overdrachten zijn waar tegenover geen offers staan. Zo worden zowel de baten als de kosten exclusief BTW berekend.

De vraag is dan ook niet of belastingen in een kosten-baten analyse thuishoren, maar of kanaalgeld een belasting is. In het geval van de kanaalgelden is er wel degelijk sprake van het leveren van een directe prestatie van de kant van de gene die de heffing oplegt. Kanaalgeld dient te worden beschouwd als de prijs voor het mogelijk maken van scheepvaart. Met behulp van het geld wordt onderhoud en exploitatie van het kanaal verzorgd. Wanneer door aanleg van een kortere verbinding het verschuldigde kanaalgeld vermindert, betekent dit dat er minder onderhoud noodzakelijk is op de nu niet meer gekozen route.

Op grond van bovenstaande overwegingen wordt geconcludeerd dat de kanaalgelden meegenomen moeten worden in de kosten-baten analyse.

Bovendien wordt opgemerkt dat, wanneer de kanaalgelden niet in de analyse worden betrokken, er een zeer eenzijdige vergelijking ontstaat. Enerzijds worden alle investeringen die het gevolg zijn van de aanleg en exploitatie van het TMK wel meegerekend (ook de verhoging in exploitatiekosten voor de Twenthekanalen is als kostenpost meegenomen), anderzijds worden de besparingen die met name op Duits grondgebied ontstaan (minder belasting van het Wesel-Datteln kanaal en Dortmund-Ems kanaal) niet meegerekend. Het meenemen van de kanaalgelden als batenpost in de kosten-baten analyse is dus in feite een benadering van de vermindering in exploitatiekosten op de Duitse kanalen. In hoofdstuk 9 wordt hierop nader teruggekomen.

Leegvaart

Voor de leegvaart wordt verondersteld dat deze wordt bepaald door het verschil tussen de grootste en de kleinste stroom. Het aantal schepen dat in de ene richting vaart, vaart ook in de andere richting. Dit betekent dat het aantal schepen voor de grootste stroom bepalend is voor de leegvaart in de andere richting. Verondersteld wordt dat in de richting van de grootste stroom geen leegvaart plaatsvindt. Dit is een conservatieve aanname.

Vaarroute

De route die op dit moment wordt bevaren vanuit Rotterdam (Waalhaven) richting Noord-Duitsland gaat via de Waal,

Rijn, Wesel-Datteln kanaal, Dortmund-Ems kanaal en tot slot het Mittellandkanaal.

Uit het transportmodel van NEA blijkt dat, na aanleg van het TMK, de route naar Duitsland gekozen zal worden via de Lek en Nederrijn boven die via de Waal. Het korter zijn van deze route weegt in dit verband zwaarder dan de aanwezigheid van een drietal sluizen in de Lek/Nederrijn route.

Vaarsnelheid

Uitgegaan wordt van een vaarsnelheid op het TMK van 9 km/u voor beladen schepen en 12 km/u voor lege schepen.

Wachttijden sluizen

Voor de wachttijden bij de sluizen als functie van het vervoersaanbod wordt verwezen naar tabel 6.1.

Verondersteld wordt dat de wachttijden op het Dortmund-Ems kanaal op dezelfde wijze zullen toenemen als op het TMK.

Laadvermogen

Bij de berekeningen van NEA is uitgegaan van een gemiddeld laadvermogen van de scheepvaart op het TMK van 1500 ton. Naar huidige maatstaven is dit laadvermogen relatief hoog. Toch lijkt dit niet onaannemelijk indien rekening wordt gehouden met de aard van de te vervoeren lading (voornamelijk bulkgoederen) en de doorzettende tendens naar een vloot met toenemend gemiddeld laadvermogen.

Kostencomponenten

Bij de berekening zijn de in tabel 8.1 gegeven kostencomponenten gehanteerd.

Naast deze componenten is rekening gehouden met extra kosten voor het aandeel tankvaart in het totale scheepsaanbod.

	eenheid	
Vaarkosten	fl/uur	120,75
Wachtkosten	fl/uur	107,10
Brandstofkosten	fl/uur	55,25

Tabel 8.1 Gemiddelde kostencomponenten
(brandstofkosten bij 60 % motorbelasting)
Bron: NEA

In tabel 8.2 wordt een overzicht gegeven van afstand en aantal te passeren sluisen tussen Rotterdam en Uffeln aan het Mittellandkanaal voor de huidige route en de geselecteerde TMK-tracés.

Route	lengte [km]			aantal sluisen	
	totaal	verschil	kan.geld besparing	totaal	verschil
via de Rijn	346	-	154	7	-
TMK tracé 1	277	- 69	44	10	+ 3
TMK tracé 1C	272	- 74	39	8	+ 1
TMK tracé 2	277	- 69	49	8	+ 1
TMK tracé 3C	281	- 65	40	7	0

Tabel 8.2 Afstand en aantal sluisen (Rotterdam-Uffeln)

8.2 Berekening baten

Met behulp van de uitgangspunten uit de voorgaande paragraaf zijn door NEA de mogelijke besparingen per tracé uitgerekend. De besparingen gelden voor het in de vorige paragraaf genoemde gemiddelde laadvermogen voor de scheepvaart.

Een overzicht van de besparingen per ton vervoerd gewicht wordt gegeven in tabel 8.3.

	lading	varen	kanaalgeld	totaal
Tracé 1	8 mln ton	1,24	0,55	1,79
	12 mln ton	1,26	0,55	1,81
	16 mln ton	1,32	0,55	1,88
Tracé 1C	8 mln ton	1,53	0,58	2,11
	12 mln ton	1,61	0,58	2,19
	16 mln ton	1,79	0,58	2,36
Tracé 2	8 mln ton	1,41	0,53	1,94
	12 mln ton	1,49	0,53	2,02
	16 mln ton	1,68	0,53	2,11
Tracé 3C	8 mln ton	1,40	0,57	1,97
	12 mln ton	1,52	0,57	2,09
	16 mln ton	1,76	0,57	2,33

Tabel 8.3 Besparingen per ton (beladen + leegvaart)
(in fl)
Bron: NEA

Met behulp van de besparingen per ton kunnen de baten per tracé worden berekend als functie van de prognose voor het vervoeraanbod. Voor deze prognoses wordt verwezen naar hoofdstuk 4.

Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de stromen die momenteel via de Rijn verlopen, zich verleggen naar het TMK. Voor deze stromen dienen de volledige besparingen op de transportkosten aan de aanleg van het TMK worden toegerekend. Dit geldt ook voor de toekomstige stromen die voortkomen uit de groei van de bestaande stromen (aan- en afvoer van en naar Noord- en Oost-Duitsland).

Voor toekomstige stromen die voortkomen uit wijzigingen in de havenconcurrentie, modal split en regionale ontwikkelingen wordt de helft van de transportkosten toegerekend. Het gaat om nieuwe stromen, deze werden voorheen niet over water vervoerd.

In tabel 8.4 wordt een overzicht gegeven van de baten per tracé voor de bij de vervoersprognoses aangehouden hoge en lage scenario's.

	HOOG			LAAG		
	2015	2030	2060	2015	2030	2060
Tracé 1	22,76	30,83	30,83	15,50	19,30	19,30
Tracé 1C	26,85	37,57	37,57	17,76	22,36	22,36
Tracé 2a	24,96	35,16	35,16	16,45	20,73	20,76
Tracé 3C	25,75	36,80	36,80	16,30	20,68	20,68

Tabel 8.4 Baten TMK in HOOG en LAAG scenario
(in Mfl per jaar)
Bron: NEA

8.3 2-Baks duwvaart

Eén van de redenen waarom bij deze studie de optie van het geschikt maken van het TMK voor 2-baks duwvaart is verlaten is dat het TMK als duwvaart route geen extra winst voor de scheepvaart oplevert.

In dit verband zijn door NEA voor een tweetal situaties berekeningen uitgevoerd:

- Vergelijking 1 :
 - duwvaart (3300 ton) over huidige route (Rijn)
 - klasse V (1500 ton) over TMK-route

- Vergelijking 2 :
 - duwvaart (3300 ton) over TMK-route
 - klasse V (1500 ton) over TMK-route

Voor een gemiddeld tracé en een gemiddeld ladingaanbod volgt voor vergelijking 1 een kostenvoordeel ten gunste van de TMK-route, geschikt voor klasse V, van ca. f 0,80 per te vervoeren ton lading en voor vergelijking 2 een kostenvoordeel ten gunste van de TMK-route, geschikt voor klasse V, van ca. f 0,15 per ton lading.

Op grond van het voorgaande kan dus worden geconcludeerd dat het geschikt maken van de TMK-route voor 2-baks duwvaart op basis van kostenaspecten geen haalbare kaart is (nog los van de problemen die te verwachten zijn bij aanpassingen van o.a. de IJssel). Als oorzaak kan genoemd worden de relatief ongunstige verhouding tussen lading en laadvermogen, veroorzaakt door de toegestane diepgang (2.80 m).

Verder kan geconcludeerd worden dat voor de scheepvaart het vervoeren van lading over de TMK-route (klasse V) goedkoper is dan over de huidige route (2-baks duwvaart).

9. KOSTEN-BATEN ANALYSE

9.1 Uitgangspunten

Een belangrijk criterium voor de toetsing van de haalbaarheid van het TMK is de baten/kosten verhouding van de verbinding. Gezien het internationale karakter van deze studie is het noodzakelijk deze analyse op het niveau van de Europese samenleving uit te voeren.

Als kostenpost in de analyse worden meegenomen de kosten voor aanleg en exploitatie van het TMK met de daarbij aan te brengen kunstwerken. Ook de kosten voor uitbreiding en exploitatie van de kunstwerken in de aansluitende vaarwegen als de Twenthekanalen en Dortmund-Ems kanaal (voor zover opgenomen in de TMK-route) vallen hieronder. In hoofdstuk 7 is een overzicht gegeven van deze kosten.

Als batenpost worden meegenomen de besparingen op de vervoerskosten, welke worden gerealiseerd door de vermindering van de te varen afstand, zie hoofdstuk 8. Daarnaast geeft aanleg van het TMK, Europees gezien, nog aanleiding tot andere besparingen door vermindering van scheepvaart op de huidige route (met name Wesel-Datteln kanaal). De besparingen in exploitatiekosten op de Duitse kanalen, door de verminderde scheepvaartbelasting, worden in de analyse indirect als batenpost meegenomen. Deze besparingen worden in financiële zin benaderd door het verrekenen van de vermindering in kanaalgelden, die vrijkomen door de verkorting van de te varen afstand. Daarnaast zullen, als het TMK niet wordt aangelegd, door de toename in het scheepvaartverkeer, mogelijk investeringen nodig zijn voor uitbreiding van de (zes) sluizen in het Dortmund-Ems kanaal. Indien deze uitbreiding noodzakelijk blijkt, moeten deze investeringen als batenpost in de analyse worden opgenomen.

In een vervolgstudie is nader onderzoek naar dit aspect zeker noodzakelijk. In paragraaf 9.4 wordt hierop, in kwalitatieve zin, nog nader teruggekomen.

In de voorgaande hoofdstukken is de stroom van baten en kosten in de tijd beschreven. Om de kosten en baten te kunnen vergelijken is een vergelijkbare basis nodig. Deze basis wordt bereikt door zowel de kosten als de baten terug te rekenen naar een gemeenschappelijke basis. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de techniek van het disconteren.

Uitgegaan wordt van een disconteringsvoet (rentepercentage per jaar) van 5 %.

Voor wat betreft de fasering van de werkzaamheden aan het TMK is NEA ervan uitgegaan dat de investeringen over een periode van 5 jaar plaatsvinden, van 2005 tot en met 2009. De investeringskosten worden verondersteld gelijkmatig verdeeld te zijn over deze periode. Opgemerkt wordt dat deze bouwperiode aan de krappe kant is (met name qua financiering). Berekeningen met een, meer reële, bouwperiode van 10 jaar wijzen echter uit dat de gevolgen van deze langere periode voor de baten/kosten verhouding relatief gering zijn (paragraaf 9.3). De jaarlijkse kosten en baten worden in de analyse meegenomen over de periode 2010 tot 2060. Na 2030 worden de baten als constant verondersteld.

Als basisjaar voor het disconteren is 1990 gehanteerd. Voor de baten/kosten verhouding is de keuze van het basisjaar overigens niet van belang.

Aan het eind van dit hoofdstuk zal voor een aantal van de genoemde veronderstellingen de invloed van veranderingen daarin op de baten/kosten verhouding worden besproken.

In navolging van de in hoofdstuk 7 gehanteerde methode ter bepaling van de nauwkeurigheden in de kostenramingen (op basis van [4]), zal ook de baten/kosten verhouding worden gepresenteerd als een bandbreedte waarbinnen deze verhouding met een bepaalde waarschijnlijkheid zal liggen. Op deze wijze worden zowel de statistische eigenschappen van de kosten als die van de baten onder één noemer meegenomen.

Hiermee wordt enigszins afgeweken van de presentatievorm die NEA in [3] heeft gehanteerd.

Ten behoeve van deze analyse zijn wel een aantal aannames gehanteerd :

- De kansverdeling van de kostenramingen wordt als normaal verdeeld beschouwd, met als standaardafwijking σ ca. 20 % van het geraamde bedrag.
- De kansverdeling van de jaarlijkse baten wordt ook als normaal verdeeld beschouwd; hierbij wordt van het volgende uitgegaan:
 - $\mu = 0.5 * (\text{baten-HOOG} + \text{baten-LAAG})$
 - $\sigma = 0.5 * (\text{baten-HOOG} - \text{baten-LAAG})$

- De kansverdelingen van de kosten en de baten worden als stochastisch onafhankelijk verondersteld (kans op laag uitvallende kosten en baten is even groot als kans op hoog uitvallende kosten en baten).
- De kansverdeling van de verhouding tussen de gediscoteerde baten en kosten wordt ook als normaal verdeeld beschouwd.

9.2 Baten/kosten verhouding

In tabel 9.1 wordt een overzicht gegeven van de gediscoteerde kosten en baten, die zijn bepaald aan de hand van de uitgangspunten uit de vorige paragraaf.

Tracé	Kosten	Baten	
		HOOG	LAAG
1	477.5	192.3	125.4
1C	591.4	230.8	144.5
2	634.1	215.3	134.0
3C	619.7	223.8	133.1

Tabel 9.1 *Gediscoteerde kosten en baten 2005-2060
(in Mfl, excl. BTW; basis 1990)
Bron: NEA/RWS*

Uit deze kosten en baten kunnen de baten/kosten verhoudingen worden berekend. Een overzicht per tracé wordt gegeven in tabel 9.2.

De in deze tabel vermelde baten/kosten verhoudingen zijn weergegeven door middel van een bandbreedte, waarbinnen de verhouding met een waarschijnlijkheid van ca. 70 % zal liggen.

Tracé	baten/kosten verhouding		
1	0.23	-	0.43
1C	0.22	-	0.42
2	0.20	-	0.36
3C	0.20	-	0.38

Tabel 9.2 *Baten/kosten verhoudingen TMK
Bron: NEA/RWS*

Uit bovenstaande tabel kan worden geconcludeerd dat de tracés 1 en 1C de gunstigste baten/kosten verhouding hebben. De investeringskosten van deze tracés liggen dan ook beduidend lager dan die van de andere.

Verder kan worden geconcludeerd dat de meerkosten van het rechtstreeks doortrekken van tracé 1 naar het Mittellandkanaal (dus tracé 1C ten opzichte van tracé 1) min of meer opwegen tegen de meerbaten die voor tracé 1C ontstaan als gevolg van de kortere afstand en het geringer aantal te passeren sluisen.

Als de beslissing tot aanleg van het TMK alleen gebaseerd zou worden op economische haalbaarheid (baten/kosten verhouding groter dan 1) kan worden geconcludeerd dat het TMK, in dat licht bezien, niet hoog scoort.

Naast de financiële effecten bestaan echter ook andere redenen die van doorslaggevende betekenis kunnen zijn voor het besluit tot aanleg, zoals de regionale ontwikkeling, versterking van de distributiefunctie van Rotterdam en het stimuleren van de binnenvaart als relatief milieuvriendelijke vorm van vervoer. In het volgende hoofdstuk zal aan deze aspecten nader aandacht worden besteed.

9.3 Gevoeligheidsberekeningen

Ten behoeve van de bepaling van de baten/kosten verhouding voor het TMK zijn een aantal veronderstellingen gedaan. Door NEA is voor een aantal van deze veronderstellingen de gevoeligheid op het eindresultaat afgeschat.

De resultaten worden hieronder kort aangegeven; een uitgebreide beschrijving is te vinden in [3].

- Bij de berekeningen van de baten is verondersteld dat geen leegvaart plaats zal vinden in de grootste stroom (richting Duitsland). Als alternatief is een berekening uitgevoerd met een leegvaart van 8 % in de grootste stroom. Door deze leegvaart zijn meer schepen nodig om dezelfde hoeveelheid lading te vervoeren, zodat het voordeel van kortere vaar- en wachttijden meer wordt gevoeld. De gevolgen hiervan op het eindresultaat bleken minimaal; gevonden werd, zoals verwacht, een lichte stijging van de baten/kosten verhoudingen.
- Voor de aanleg van het kanaal met alle voorzieningen is er van uitgegaan dat deze in een periode van 5 jaar

plaats zal vinden (2005-2010). Wanneer de aanleg over een langere periode plaatsvindt (2000-2010), zullen de baten/kosten verhoudingen iets dalen. Ook hier zijn de gevolgen gering (daling ca. 10 %).

- Bij de verrekening van de investeringskosten is ervan uitgegaan dat de kosten voor uitbreiding van de 3 sluizen in het noordelijk gedeelte van het Dortmund-Ems kanaal niet aan het TMK-project worden toegerekend (sluis Altenrheine voor 50 %), zie paragraaf 7.2.2. Wanneer wel rekening gehouden wordt met deze kosten zal de baten/kosten verhouding met ca. 10 % dalen (speelt alleen bij tracé 1).

9.4 Overige financiële aspecten

In het voorgaande is ingegaan op de financiële effecten in de zin van besparingen op de vervoerskosten, welke worden gerealiseerd door de vermindering van de te varen afstand. Overige financiële effecten zijn veranderingen in kosten voor op- en overslag en de effecten op het gebruik van infrastructuur. In het volgende zal op deze effecten nader worden ingegaan.

Effecten op kosten voor op- en overslag

Of de effecten op kosten voor op- en overslag positief of negatief uitvallen is onder meer afhankelijk van de wijziging van de modal split als gevolg van de aanleg van het kanaal. Wanneer een belangrijk deel van het vervoer van wegvervoer op binnenvaart overgaat heeft dit consequenties voor de op- en overslag van goederen. In de studie naar het TMK is op grond van de vervoeranalyse slechts in beperkte mate sprake van een verschuiving van de modal split. De effecten op overslagkosten zijn dan ook gering of zelfs afwezig. Ook bij een verschuiving door havenconcurrentie, vooral waar het gaat om de verschuiving van rail naar binnenvaart, zijn de effecten beperkt, al zal het in voorkomende gevallen nodig zijn laad- en loswallen aan te passen.

Effecten op het gebruik van infrastructuur

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk reeds is aangehaald zal de aanleg van het TMK gevolgen hebben voor het gebruik van de infrastructuur.

Een effect is een aanzienlijke groei van de scheepvaart op de IJssel en Twenthekanalen. De kosten hiervan, voor zover toe te rekenen aan het TMK, zijn in de investeringskosten opgenomen.

Daarnaast zal de verschuiving van goederenstromen leiden tot vermindering van scheepvaart, en dus besparingen, op de huidige vaarwegen richting Duitsland (Rijn, Wesel-Datteln kanaal en Dortmund-Ems Kanaal). Zoals gezegd zijn de besparingen op de exploitatiekosten voor deze vaarwegen indirect in de kosten-baten analyse meegenomen via de kanaalgelden. Daarnaast wordt, ook als het TMK niet wordt aangelegd, een aanzienlijke toename van het vervoer op de Duitse kanalen verwacht. Het is daarom mogelijk dat, voor het op peil houden van het voorzieningenniveau op deze vaarwegen, aanzienlijke extra investeringen nodig zijn, met name op het Wesel-Datteln kanaal. Door aanleg van het TMK kunnen deze investeringen wellicht achterwege blijven.

In het kader van deze studie is de mogelijke omvang van deze investeringen niet bepaald. De baten/kosten cijfers zullen hierdoor echter aanzienlijk kunnen stijgen (orde grootte 25 %). In een vervolgstudie is nader onderzoek naar dit aspect dan ook zeker op zijn plaats.

Tenslotte is er ook een beperkt effect op het gebruik van autowegen. Dit laatste effect is, wederom gezien de beperkte verschuiving van de modal split, vrijwel te verwaarlozen. Wel wordt opgemerkt dat, door de groei van het vrachtvervoer te laten opnemen door water- en spoorwegen, de noodzaak tot de bouw van infrastructurele voorzieningen voor het wegverkeer sterk wordt verminderd. Dit voordeel is niet in de baten meegenomen.

10. NEVENEFFECTEN

10.1 Inleiding

Zoals eerder is opgemerkt mogen conclusies ten aanzien van de haalbaarheid van een TMK niet alleen gebaseerd zijn op een baten/kosten verhouding. Ook de effecten van het kanaal op regionale economie en werkgelegenheid, recreatie, natuur & milieu en landschappelijke en stedenbouwkundige inpassing zullen invloed hebben op de haalbaarheid van het kanaal op zich maar vooral op het uitspreken van een voorkeur voor het ene tracé boven het andere.

Gezien het globale karakter van deze studie kon op deze "neveneffecten" niet diep worden ingegaan. Voor een goede inventarisatie van deze effecten is het ook noodzakelijk de regionale belanghebbenden hierin te betrekken. In een eventuele vervolgstudie dienen deze aspecten in een meer omvattende beleidsanalyse dan ook zeker meer aandacht te krijgen.

In het volgende zal op de volgende effecten worden ingegaan:

- regionale economie & werkgelegenheid
- energieverbruik & milieu
- natuur, landschap & stedenbouw
- overige effecten

10.2 Regionale economie & werkgelegenheid

Regionale economie

De aanleg van het kanaal betekent een positieve vestigingsplaatsfactor. Zonder al te diep in te gaan op het belang van infrastructuur als vestigingsplaatsfactor, kan toch worden gesteld dat het ontbreken van doorgaande verbindingen een negatief effect heeft op de regionale ontwikkeling.

Deze effecten worden echter vooralsnog gering geacht. Aan de hand van een aantal interviews is duidelijk geworden dat een beperkt aantal bedrijven in de toekomst gebruik zal maken van het vervoer over water richting Duitsland. Dit

wekt geen verbazing omdat de industriële structuur op dit moment nauwelijks aanleiding geeft tot aan- of afvoer over water.

Onder invloed van het stringentere milieubeleid neemt de vraag naar bedrijfsterreinen aan vaarwater evenwel sterk toe. Bedrijven zien in toenemende mate het nut van meerdere ontsluitingen, zowel over weg als water, in. De studie naar de vaarweg Almelo-Emmen heeft aangetoond dat juist in Twente deze vraag sterk aan het toenemen is. Dit betekent dat een kanaal als het TMK een belangrijke vestigingsplaatsfactor kan worden. Het is evenwel ondoenlijk in dit onderzoek hierover harde uitspraken te doen.

Een laatste aanknopingspunt kan worden gevonden in de economische structuur van het achterland van het TMK. Dit is sterk agrarisch georiënteerd. Juist bij het vervoer van grondstoffen voor de agrarische sector is de binnenvaart onmisbaar (veevoeders, granen, kunstmest).

Wat betreft de regionale economie kan worden gesteld dat tracé 2, dat loopt langs de economische centra Hengelo, Enschede en Rheine, ten opzichte van de andere tracés relatief gunstig scoort.

Landelijk gezien mag ook het effect voor de concurrentiepositie van Rotterdam niet onderschat worden. Zoals uit de analyse van de havenconcurrentie naar voren is gekomen, is er een potentieel voor Rotterdam als het TMK er komt. Dit kan vooral de positie van Rotterdam als mainport voor bulkgoederen als ijzererts, kolen en veevoeders ten goede komen.

Werkgelegenheid

Samenhangend met het effect op de regionale ontwikkeling dient het effect op werkgelegenheid genoemd te worden. De vestiging van nieuwe bedrijven brengt voor de regio ook extra werkgelegenheid met zich mee. Deze werkgelegenheid is echter niet of nauwelijks te ramen. Wel kan worden opgemerkt dat bedrijven die aan- en afvoeren over water meestal relatief kapitaalintensief zijn. Het belang van nieuwe bedrijvigheid ligt dan ook niet in de eerste plaats in de directe werkgelegenheid die hierdoor wordt gegenereerd, maar meer in de regionale ontwikkeling en de spin-off naar andere bedrijvigheid die hierdoor ontstaat.

De tijdelijke werkgelegenheid die ontstaat door de aanleg van het kanaal wordt door NEA aan de hand van kengetallen

voor de GWW sector geraamd op ca. 7.000 tot 10.000 arbeidsjaren (ca. 7 arbeidsjaren per miljoen investering). De permanente werkgelegenheid als gevolg van onderhoud en exploitatie van het kanaal met voorzieningen wordt geraamd op ca. 80 arbeidsplaatsen.

10.3 Energieverbruik & milieu

Ook wat betreft het energieverbruik en de uitstoot van schadelijke stoffen scoort het TMK positief. De effecten hiervan komen vooral voort uit een verminderde afstand die afgelegd hoeft te worden. De effecten van verschuiving van modal split zijn zoals eerder gesteld beperkt.

Met betrekking tot de uitstoot van gevaarlijke stoffen wordt in tabel 10.1 een vergelijking gemaakt tussen de uitstoot van een gemiddeld binnenvaartschip en het, qua lading, gestandaardiseerd vrachtauto-equivalent (qua te vervoeren lading is een binnenschip gemiddeld gelijk aan 23 vrachtauto's).

middel van transport	NOx	SO2	CO2
binnenvaartschip	451	39	28450
vrachtauto-equivalent	1760	148	107177

*Tabel 10.1 Kengetallen uitstoot binnenvaart/weg per gestandaardiseerde voer-/vaartuigkilometer (in grammen)
Bron: NEA*

Uit de tabel blijkt dat de uitstoot van een binnenschip ruwweg een kwart is van de uitstoot van het vrachtauto-equivalent.

Op het punt van milieu-belasting scoren de tracés met de kortste lengte relatief gunstig. Op basis hiervan heeft tracé 1C een lichte voorkeur. Tracé 3C scoort relatief ongunstig.

De effecten op energieverbruik in de zin van verminderde brandstofkosten door de verkorting van de te varen afstand zijn meegenomen in de berekening van de transportbaten voor de scheepvaart.

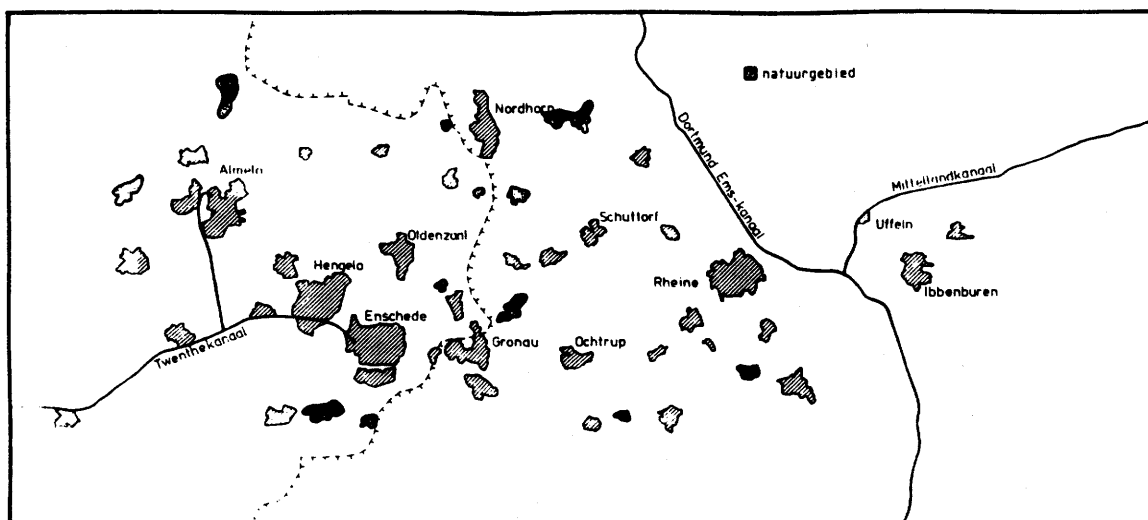
10.4 **Natuur, landschap & stedenbouw**

Het gedeelte van Twente waarin de TMK-tracés zijn gesitueerd is landschappelijk als volgt in te delen :

- **het bekengebied zuid-oost van Almelo**
In dit gebied, begrensd door het kanaal Almelo-Nordhorn in het noorden, en het zijkanaal en het hoofdkanaal van de Twentekanalen in het westen en het zuiden, stromen talloze kleine en grotere beken, waarvan vele met grote natuurwaarden. De vele kleine beken uitmondend in de hoofdbeken Oelerbeek, Bornse beek en Lolee ontspringen alle van
- **de oostelijke stuwwal**
Dit is een noord-zuid lopende, brede en zeer geaccidenteerde rug, die al zuidelijk van Enschede begint en waarop naar het noorden toe het heuvelland van Lonker, Losser, de Lutte, Berghuizen en Beuningen ligt. Na een gaping ter plaatse van Volte, Tilligte en Agelo loopt de rug weer op met de hoogten van de Kuiperberg en de Hezeberg. De rug zet zich over de grens voort naar Bentheim, waar prachtige dalen liggen.
- **het bekengebied zuidelijk van het Twentekanaal**
Ook deze beken ontspringen van de oostelijke stuwwal, maar dan het zuidelijk gedeelte. Een aantal van deze beken kent nog grote natuurwaarden.
- **het dal van de Dinkel.**
Tussen de grensheide en de oostelijke heuvels van Twente stroomt de kronkelige Dinkel. Het dal, uitgeschuurd in laagterraszanden, is op sommige plaatsen nauw met steile randen. Het is het gebied van verspreide hoeven en havezaten, van grote en rijke loofbossen op de beekafzettingen, van stuifzanden.
- **het grensland**
Een brede vlakte met gering reliëf meest bestaand uit laagterraszanden, waarop veenontginning heeft plaatsgevonden. Een aanzienlijk aantal vennen liggen in dit gebied, welke overigens niet door de kanaaltracés worden beïnvloed.

Het Duitse grondgebied is landschappelijk gezien vergelijkbaar met het Twentse. Aangezien specifieke gegevens over landschappelijke waarden op dit moment ontbreken zijn de gevolgen van de tracés voor het landschap alleen worden uitgedrukt in het verlies aan bos.

Naast de hiervoor genoemde kenmerkende gebieden hebben de landschappelijk meest waardevolle delen van het studiegebied de status van natuurreservaat. Deze natuurreservaten zijn aangegeven in figuur 10.1.



Figuur 10.1 Overzicht natuurreservaten in studiegebied

In het volgende zullen voor de geselecteerde hoofdtracés van het TMK de effecten op de landschappelijke waarden van het te doorsnijden gebied worden besproken. Ook worden kort de stedenbouwkundige aspecten bij inpassing van het tracé besproken.

Tracé 1 (midden-tracé)

De belangrijkste kenmerken van dit tracé zijn dat het de stuwwal van Oldenzaal doorsnijdt, met inbegrip van twee boscomplexen van grote natuurwetenschappelijke waarde. Voorts doorsnijdt het de waardevolle bovenlopen van een aantal beken.

Ook loopt het tracé door gebieden van kleinschalig karakter, met natuur- en bossnipperrijkdom.

Tenslotte wordt de Dinkel doorsneden op een zeer kwetsbare plaats.

In het Duitse gedeelte wordt een gebied doorsneden met voornamelijk grootschalige landbouw en produktiebos.

De mogelijke rechtstreekse verlenging van het tracé naar het Mittellandkanaal (tracé 1C) doorkruist een op zich weinig waardevol gebied, waarbij het tracé langs kavelgrenzen loopt. Het dorp Hörstel komt als het ware op een eiland te liggen.

Stedebouwkundig zijn er eventueel problemen in het gebied tussen Enschede en Hengelo. Hier lijkt echter nog voldoende ruimte aanwezig. Ook het doorkruisen van het industrie-terrein in Rheine-noord lijkt niet op problemen te hoeven stuiten.

Tracé 2 (zuidelijk tracé)

Dit tracé loopt vanaf de zuidzijde van de Twenthekanalen zuidelijk om de gemeente Enschede. De doorsnijding van bosgebieden is aanzienlijk minder dan van tracé 1. Ook hier worden waardevolle bovenlopen van beken doorsneden.

Stedebouwkundig is het grootste probleem bij dit tracé de doorsnijding in Enschede-zuid. Het tracé loopt hier tussen twee bestaande woonwijken, langs de A35. Ook ten zuiden van Rheine kunnen wellicht problemen ontstaan. Het tracé loopt hier vlak langs een rangeerterrein. Verschuiving van het tracé tot ten zuiden van Mesum (tracé 2E) biedt hier wellicht een oplossing.

Tracé 3 (noordelijk tracé)

Dit tracé loopt vanaf het zijkanaal naar Almelo door een gebied van flauwhellende gordeldekzandruggen waarin het de benedenlopen van een aantal hoofdbeken doorsnijdt. Een groot deel van het tracé wordt ingenomen door het kanaal Almelo-Nordhorn, dat unieke natuurwaarden bezit. In het bijzonder vochtminnende vegetatie en fauna komen hier voor. Het verlies aan natuurwaarden van bossen en bos-snippers is hier het grootst.

Stedebouwkundig zijn voor dit tracé nauwelijks problemen te verwachten.

Op basis van het bovenstaande is in tabel 10.2 weergegeven hoe de respectievelijke tracés worden gewaardeerd op hun natuur-effecten en hun landschappelijke en stedebouwkundige inpassing. Benadrukt wordt dat deze waardering een globaal karakter heeft, welke in een eventuele vervolgstudie nader zal moeten worden bekeken.

Aspecten	Tracés :	1	2	3
Landschap & stedenbouw		-	-	-/--
open, onbebouwd		-	-/--	-/--
besloten, onbebouwd		o	-	o
grootschalig reliëf		o	o/-	-
kleinschalig reliëf		o/-	-	--
gordeldekzandrug		o	o/-	--
historische bouwwerken		o	-	-
groenstructuur percelen (< 2,5 ha)		o/-	-/--	o/-
groenstructuur percelen (2,5 - 10 ha)		-	o/-	--
doorsnijding landelijk gebied kl. III/IV (km)		5,6	-	6,0
Natuur		-/--	-	-/--
zeer waardevolle vocht- minnende vegetatie en fauna		-	-	-/--
waardevolle beken		-/--	-/--	-
natuur- en bosnipperrijkdom		-	-/--	--
grondwaterbeschermingsgebied		--	o	o/-
Dinkeldaldoorsnijding		--	-	-
bosdoorsnijding Ned. (km)		3,5	2,4	2,5
bosdoorsnijding Dld. (km)		7,7	6,0	5,2

Verklaring gebruikte symbolen:

- o : tracé scoort op dit aspect indifferent
(geen invloed)
- : tracé scoort op dit aspect relatief minder
- : tracé scoort op dit aspect relatief slecht

Tabel 10.2 Waardering TMK-tracés op natuur-aspecten en landschappelijke en stedenbouwkundige inpassing

Concluderend kan worden gesteld dat, hoewel voor alle drie de tracés het verlies aan natuur- en landschapswaarden groot is, er, totaal bezien, een lichte voorkeur is voor tracé 2.

10.5 Overige aspecten

Als overige effecten kunnen nog genoemd worden de effecten van het kanaal op waterhuishouding en recreatie.

De effecten van aanleg van het TMK op de waterhuishouding in de regio zijn, voor zover nu te overzien, gering. Zoals gezegd is rekening gehouden met een waterdichte kanaalbekleding. Kwel en lek vanuit en naar het kanaal wordt hiermee voorkomen.

Als voedingsbron voor het kanaal is uitgegaan van de Weser. In een vervolgstudie dient de kwaliteit van dit water te worden onderzocht. Hierbij dient ook te worden gekeken naar de waterkwaliteitsdoelstelling voor IJssel en IJsselmeer. Op dit moment wordt, ten behoeve van de voeding van de Twenthekanalen, water uit de IJssel opgepompt (pompen bij Eefde, Delden en Hengelo). In de nieuwe situatie zal sprake zijn van een spuisituatie. Naast de reductie in energiekosten omdat er geen water meer hoeft te worden opgepompt, ontstaan er wellicht ook mogelijkheden voor derden om dit wateroverschot te benutten (landbouw, industrie).

De nieuwe vaarverbinding tussen Nederland en Duitsland kan zeker ook een rol spelen voor het doorgaande recreatieve verkeer. Tot nu toe wordt voornamelijk de Rijn benut om van Duitsland in Nederlandse recreatiegebieden te komen (Friesland bijvoorbeeld). Het groeiende beroepsscheepvaartverkeer op de Rijn maakt het in toenemende mate onaanvaardbaar deze route te benutten. Steeds meer Duitsers gaan er dan ook toe over het vaartuig achter de auto mee te nemen naar het bestemmingsgebied. Het TMK zou als alternatief een rol kunnen spelen, zeker als de sluisbediening op de Twenthekanalen is uitgebreid naar 24 uur per werkdag en (beperkt) in de weekeinden.

11. CONCLUSIES

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van een aantal samenvattende tabellen een overall-indruk gegeven van de effecten van aanleg en aanwezigheid van het TMK.

Herkomst	LAAG			HOOG		
	1990	2015	2030	1990	2015	2030
Noord-Duitsland	4184	5869	7408	4184	6865	8989
Oost-Duitsland	95	281	549	95	452	841
Havenconcurrentie	500	460	435	2000	2460	2800
Modal split	-	-	-	-	250	500
Regio	850	850	850	850	2500	3000
Totaal	5629	7460	9242	7129	12527	16130
Oost-Europa	48	61	86	48	285	604

*Tabel 11.1 Totaal vervoerpotentieel TMK Afvoer
(in 1000 ton) Bron: NEA*

Bestemming	LAAG			HOOG		
	1990	2015	2030	1990	2015	2030
Noord-Duitsland	1287	1596	1916	1287	1964	2613
Oost-Duitsland	202	197	208	202	511	910
Havenconcurrentie	-	-	-	-	-	-
Modal split	-	-	-	-	-	-
Regio	600	600	600	600	1000	1200
Totaal	2089	2393	2724	2089	3475	4723
Oost-Europa	477	782	1058	477	2468	4736

*Tabel 11.2 Totaal vervoerpotentieel TMK Aanvoer
(in 1000 ton) Bron: NEA*

Tracé	kosten investering jaarlijks		Baten			
			HOOG		LAAG	
			2015	2030	2015	2030
1	901	11,5	22,76	30,83	15,50	19,30
1C	1131	13,5	26,85	37,57	17,76	22,36
2	1216	14,1	24,96	35,16	16,45	20,73
3C	1188	13,8	25,75	36,80	16,30	20,68

Tabel 11.3 Investeringskosten en jaarl. kosten en baten
(in Mfl, excl. BTW, prijspeil 1991)
Bron: RWS/NEA

Tracé	baten/kosten verhouding		
1	0.23	-	0.43
1C	0.22	-	0.42
2	0.20	-	0.36
3C	0.20	-	0.38

Tabel 11.4 Baten/kosten verhoudingen TMK
Bron: NEA/RWS

Tracé	reg.economie & werkgel.heid	energie & milieu	natuur, landschap & stedebouw
1	o	o	-/--
1C	o	+	-/--
2	+	o	-
3C	--	-	--

verklaring symbolen :

- + : tracé scoort t.o.v. andere relatief goed
- o : tracé scoort t.o.v. andere gelijkwaardig
- : tracé scoort t.o.v. andere relatief minder
- : tracé scoort t.o.v. andere relatief slecht

Tabel 11.5 Waardering tracés op neveneffecten

Geconcludeerd kan worden dat de te verwachten vervoers-
omvang voor het TMK niet onaanzienlijk is. Op basis daarvan
zou de "Twente-Mittelland route" uit kunnen groeien tot een
belangrijke verkeersader voor de binnenvaart.

Enkel vanuit economisch perspectief bezien ligt de baten/-
kosten verhouding duidelijk lager dan 1.

De verschuiving van goederenstromen kan echter leiden tot
vermindering van scheepvaart, en dus besparingen, op de
huidige vaarwegen richting Duitsland (Rijn, Wesel-Datteln
kanaal en Dortmund-Ems Kanaal). De besparingen op de
exploitatiekosten voor deze vaarwegen zijn (indirect) in de
kosten-baten analyse meegenomen.

Ook in de situatie dat het TMK **niet** wordt aangelegd wordt
een aanzienlijke toename van het vervoer op de Duitse
kanalen verwacht. Het is daarom mogelijk dat, voor het op
peil houden van het voorzieningenniveau op deze vaarwegen,
aanzienlijke extra investeringen nodig zijn, met name op
het Wesel-Datteln kanaal (zes sluizen). Door aanleg van het
TMK kunnen deze investeringen wellicht achterwege blijven.
In het kader van deze studie is de mogelijke omvang van
deze investeringen niet bepaald. De baten/kosten cijfers
zullen hierdoor echter aanzienlijk kunnen stijgen (orde
grootte 25 %). In een eventuele vervolgstudie is nader
onderzoek naar dit aspect dan ook zeker op zijn plaats.

Daarnaast kunnen andere argumenten zoals de beperking van
het vervoer over de weg uit milieu-oogpunt, de voordelen op
het gebied van energieverbruik en uitstoot van schadelijke
stoffen door de verkorting van de vaarweg, de regionale
ontwikkeling en de versterking van de distributiefunctie
van Rotterdam en Antwerpen, deze conclusie stellig in
positieve zin beïnvloeden.

Aan de andere kant kan het zijn dat, hoewel dit natuurlijk
zoveel mogelijk wordt voorkomen, door de verbinding van de
kanalen gebieden met hoge landschappelijke waarden worden
doorsneden. De problemen op het gebied van natuur & milieu
en aantasting van landschappelijk schoon dienen niet onder-
schat te worden. In een eventuele vervolgstudie dienen deze
aspecten in een meer omvattende beleidsanalyse dan ook
zeker meer aandacht te krijgen.

Tot slot dient, omdat een groot gedeelte van de verbinding
op Duits grondgebied zal komen te liggen, niet in de
laatste plaats over al deze zaken overeenstemming bereikt
te worden met onze oosterburen.

12. LITERATUUR

1. Bereikbaarheid Nederland Oost-Europa, Een verkennend onderzoek naar de toestand van Oosteuropese vaar- en spoorwegen, de knelpunten en hun verbindingen met het westen, Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam, Koninklijke Schippersvereniging "Schuttevaer", Dienst Verkeerskunde Rijkswaterstaat, NEA, mei 1990
2. Verbinding van het Twentekanaal met het Mittellandkanaal, Dienst Verkeerskunde Rijkswaterstaat, augustus 1990
3. Het Twenthe-Mittellandkanaal, een analyse van de effecten van aanleg, NEA, rapportnr. 910037/12444, april 1991
4. Op weg naar betere ramingen, Rijkswaterstaat Werkgroep Ramingenproblematiek, IMEconsult Organisatie-adviesbureau, concept eindrapport, maart 1991

SAMENSTELLING PROJECTGROEP

Rijkswaterstaat directie Overijssel

ing. P.M.M. Brouwer
ing. L. Vos

Bouwdienst Rijkswaterstaat

J. v.d. Berg
ing. A.G. Fase
ing. W. v.d. Kooij
ir. H.A. Ruijter (projectleider)
ing. J.L. Zeeman (secretaris)

Dienst Verkeerskunde Rijkswaterstaat

ir. J.C.K. v. Toorenburg

SAMENSTELLING TOETSINGSCOMMISSIE

Bouwdienst Rijkswaterstaat

ir. J.C.F. Hendriks
(hoofd hoofdafdeling Natte Infrastructuur)
ir. W. Korf
(hoofd hoofdafdeling Waterbouw)
prof. drs. ir. J.K. Vrijling
(hoofd stafafdeling Bouwspeurwerk)

Dienst Verkeerskunde Rijkswaterstaat

ir. R. Filarski
(hoofd hoofdafdeling Scheepvaart)

Omslagontwerp : C. Chamuleau