

SV-046

Breed Afwegingskader Gebruik Ondergrond

De ondergrondse ruimte afgewogen

Eindrapport 3^e fase

ir. C.M. Breukink
R. Fisser
ir. M.H. Kriekaard
drs. O.M. Wassenaar
dr. G.M.A. van der Heijden
L. Maring
L.J.J. van der Wal

mei 2003

Gouda, SKB

Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem

Auteursrechten

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze opgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van SKB.

Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduiding van de maker, indien deze in de bron voorkomt, "©"Breed Afwegingskader Gebruik Ondergrond - De ondergrondse ruimte afgewogen", mei 2003, SKB, Gouda."

Aansprakelijkheid

SKB en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en SKB sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens SKB en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

Copyrights

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording and/or otherwise, without the prior written permission of SKB.

It is allowed, in accordance with article 15a Netherlands Copyright Act 1912, to quote data from this publication in order to be used in articles, essays and books, unless the source of the quotation, and, insofar as this has been published, the name of the author, are clearly mentioned, "©"Broad Decision-making Framework For the use of the subgrade", May 2003, SKB, Gouda, The Netherlands."

Liability

SKB and all contributors to this publication have taken every possible care by the preparation of this publication. However, it can not be guaranteed that this publication is complete and/or free of faults. The use of this publication and data from this publication is entirely for the user's own risk and SKB hereby excludes any and all liability for any and all damage which may result from the use of this publication or data from this publication, except insofar as this damage is a result of intentional fault or gross negligence of SKB and/or the contributors.

Titel rapport

Breed Afwegingskader Gebruik Ondergrond
De ondergrondse ruimte afgewogen

Eindrapport 3e fase

SKB rapportnummer

SV-046

Project rapportnummer

SV-046

Auteur(s)

ir. C.M. Breukink
R. Fisser

Aantal bladzijden

Rapport: 33
Bijlagen: 29

Mede-auteurs

ir. M.H. Kriekaard
drs. O.M. Wassenaar
dr. G.M.A. van der Heijden
L. Maring
L.J.J. van der Wal

Uitvoerende organisatie(s) (Consortium)

Royal Haskoning (ir. C.M. Breukink, ir. M.H. Kriekaard en drs. O.M. Wassenaar)
Provincie Zuid-Holland (R. Fisser)
TNO (L. Maring)
Gemeentewerken Rotterdam Ingenieursbureau (L.J.J. van der Wal)
Universiteit van Amsterdam (dr. G.R.M. van der Heijden)
Groene Hartteam

Uitgever

SKB, Gouda

Samenvatting

Met het initiatief van een Breed Afwegingskader Gebruik Ondergrond (BAGEO) wil het consortium een gestructureerde en inzichtelijke afstemming van ondergrondse activiteiten bevorderen. Het hoofddoel is de kansen die de ondergrond biedt beter benutten en de waarden van de ondergrond beter beschermen.

Het stappenplan, ontwikkeld in de 1^e projectfase, staat centraal. Het stappenplan faciliteert een meer gestructureerde afweging van ondergronds ruimtegebruik. Het plan is getoetst in praktijkgevallen (2^e fase) en is verder aangevuld met concrete producten (3^e fase), zoals een generieke procedure om geschiktheid van bodem voor gebruiksfuncties te bepalen; schaduwplannen, met ondergrondse toepassingen die anders onbekend zouden blijven en/of een alternatief plan naast het bestaande planproces; koppeling met het bestaande juridische instrumentarium (wet- en regelgeving); ontwerprichtlijnen voor ruimtelijke plannen; toetsingscriteria Ondergronds Bouwen en Ondergrondse Koude/Warmteopslag; ontwerp van een 'Leidraad voor Ondergronds Ruimtegebruik'.

De website 'www.ondergrondsruimtegebruik.nl' maakt de projectresultaten toegankelijk en biedt informatie over duurzame benuttingsmogelijkheden.

Trefwoorden**Gecontroleerde termen:**

beleidsinstrumenten, bestemmingsplannen, duurzame ontwikkeling, kaarten, MER

Vrije trefwoorden:

integrale afweging, Leidraad Ondergrond, meervoudig ruimtegebruik, ondergronds bouwen, Ruimtelijke Ordening

Titel project

Breed Afwegingskader Gebruik Ondergrond

Projectleiding

Provincie Zuid-Holland
(R. Fisser, 070 441 60 46)

Dit rapport is verkrijgbaar bij:

SKB, Postbus 420, 2800 AK Gouda

Report title
Broad Decision-making Framework For the use of the subgrade

SKB report number
SV-046

Final report 3e phase

Project report number
SV-046

Author(s)
ir. C.M. Breukink
R. Fisser

Number of pages
Report: 33
Appendices: 29

Co-authors
ir. M.H. Kriekaard
drs. O.M. Wassenaar
dr. G.M.A. van der Heijden
L. Maring
L.J.J. van der Wal

Executive organisation(s) (Consortium)
Royal Haskoning (ir. C.M. Breukink, ir. M.H. Kriekaard and drs. O.M. Wassenaar)
Provincie Zuid-Holland (R. Fisser)
TNO (L. Maring)
Gemeentewerken Rotterdam Ingenieursbureau (L.J.J. van der Wal)
Universiteit van Amsterdam (dr. G.R.M. van der Heijden)
Groene Hartteam

Publisher
SKB, Gouda

Abstract

The consortium wishes to promote a structured and transparent harmonisation of subterranean activities with the aid of the Breed Afwegingskader Gebruik Ondergrond (BAGEO) (broad framework for consideration of the use of the subgrade). The main aim is to make better use of the opportunities provided by the subgrade and to provide better protection for the values of the subgrade.

The phased plan, developed in the first project phase, is the core element. This phased plan facilitates a more structured decision-making process relating to the use of subterranean space. The plan was tested in practical cases (2nd phase) and was further complemented with actual products (3rd phase), such as a generic procedure to ascertain the suitability of soil for practical functions, shadow plans including subterranean applications that would otherwise remain unknown and/or an alternative plan in addition to the existing planning process, linkage with the existing legal tolls (laws and legislation), design guidelines for spatial plans, the Subterranean Construction and Subterranean Cold/Heat Storage and the creation of a 'Guideline for the Use of Subterranean Space'.

The 'www.ondergrondsruiimtegebruik.nl' web site lists the project results and provides information on long-term utilisation options.

Keywords

Controlled terms:
long-term development, maps, MER, policy tools, zoning plans

Uncontrolled terms
Guideline for Subterranean Construction, integrated consideration, multiple use of space, spatial planning

Project title
Broad Decision-making Framework For the use of the subgrade

Projectmanagement
Provincie Zuid-Holland
(R. Fisser, 070 441 60 46)

This report can be obtained by: SKB, PO Box 420, 2800 AK Gouda, The Netherlands
Netherlands Centre for Soil Quality Management and Knowledge Transfer (SKB)

VOORWOORD

Er wordt steeds meer naar de ondergrondse ruimte gekeken. Een belangrijke reden daarvan is dat in de beleving van velen het ruimtegebrek steeds groter wordt in Nederland. Er zijn verschillende voorbeelden te geven. Het ondergronds brengen van infrastructuur geeft doorgaans een aanzienlijke verbetering van de luchtkwaliteit en het geluidsniveau. Voor bedrijfsterreinen is ondergronds bouwen relatief duurder, maar bij grotere bedrijfshallen gaat de prijs per m² snel omlaag en de relatieve meerkosten van ruimte-intensieve maatregelen nemen bij grotere bedrijfshallen af. Een ander voorbeeld is een duurzame energievoorziening, het relatief eenvoudig realiseren van het ondergronds opslaan van warmte en koude, waarmee energieprestaties worden ingevuld.

Ondanks het toenemend gebruik van de ondergrond is de besluitvorming daarover vaak ad hoc en ontbreekt een toegankelijk toetsingskader voor grootschalige ondergrondse projecten. Een integrale afweging van boven- en ondergrond met inbegrip van de effecten op lange termijn is nodig. Vandaar dat een consortium gezamenlijk onderzocht heeft hoe een Breed Afwegingskader Gebruik Ondergrond (BAGEO) kan worden ontwikkeld om een duurzame benutting mogelijk te maken.

Eigenlijk zouden initiatiefnemers, planbeoordelaars of ontwerpers een instrument in handen moeten hebben, waarmee het gebruik van de ondergrond structureel kan worden afgewogen en beoordeeld. Tegelijkertijd zou dat instrument ook bruikbaar moeten zijn in de processen rond een ruimtelijk plan, dat vaak het toetsingskader vormt van bouwinitiatieven of ingrepen in de ondergrond.

Het eindresultaat van BAGEO is een ontwerp van zo'n "Leidraad voor Duurzaam Ondergronds Ruimtegebruik". Het stimuleert vroegtijdig onderzoek van mogelijkheden voor ondergronds ruimtegebruik en draagt er toe bij dat de ondergrond meer gelijkwaardig in plan- en besluitvorming wordt meegenomen.

Met de "Leidraad" is een vervolgstap gezet voor een duurzaam gebruik van de ondergrond.

mei 2003

INHOUD

		SAMENVATTING.....	VI
		SUMMARY.....	VIII
Hoofdstuk	1	INLEIDING	1
	1.1	Achtergrond en doelstelling.....	1
	1.2	Probleemstelling	1
	1.3	Uitvoering Fase 3 BAGEO	2
	1.4	Opbouw van het rapport.....	2
Hoofdstuk	2	LEIDRAAD DUURZAAM ONDERGRONDS RUIMTEGEBRUIK.....	5
	2.1	Doelstelling	5
	2.2	Opzet Leidraad Duurzaam Ondergronds Ruimtegebruik	5
	2.3	BIGEO	7
	2.4	De ondergrond en Ruimtelijke Ordeningsplannen.....	7
	2.5	Ondergrond en Milieueffectrapportage (MER)	9
	2.6	Conclusies Leidraad Ondergrond	11
	2.7	Aanbevelingen	12
Hoofdstuk	3	DOORKIJK VERVOLG BAGEO	13
	3.1	Ontwikkelingsrichtingen	13
	3.2	BIGEO	13
	3.3	Projectinitiatieven.....	13
Hoofdstuk	4	POSITIE ONDERGROND EN DE ROL VAN OVERHEDEN.....	15
	4.1	Doelstelling en uitgevoerde werkzaamheden.....	15
	4.2	Resultaten en conclusies	15
	4.3	Aanbevelingen	16
	4.4	Bouwstenen voor Leidraad Ondergrond	17
Hoofdstuk	5	KANSEN VOOR DE ONDERGROND	18
	5.1	Doelstelling en uitgevoerde werkzaamheden.....	18
	5.2	Resultaten.....	19
	5.3	Conclusies	20
	5.4	Aanbevelingen	21
	5.5	Bouwstenen voor Leidraad Ondergrond	21
Hoofdstuk	6	SCHADUWPLANNEN	22
	6.1	Schaduwplan Rotterdam Centraal	22
	6.2	Schaduwplan Alphen-Bodegraven.....	25
	6.3	Gebruik van Matrices in Schaduwwplannen.....	29
	6.4	Bouwstenen voor Leidraad Ondergrond	29
Hoofdstuk	7	JURIDISCH KADER.....	30
	7.1	Doel	30
	7.2	Resultaten.....	30
	7.3	Conclusies	31
	7.4	Aanbevelingen en vervolgonderzoek	32
	7.5	Bouwstenen voor Leidraad Ondergrond	32
		LITERATUUR	33

Bijlage	A	OVERZICHT DEELRAPPORTEN DERDE FASE
Bijlage	B	MATRICES
Bijlage	C	BODEMWENSENKAARTEN EN BODEMGESCHIKTHEIDSKAART
Bijlage	D	ONTWERPPRINCIPES DUURZAAM GEBRUIK ONDERGRONDSE RUIMTE
Bijlage	E	HANDVATTEN VOOR TOETSINGSCRITERIA

SAMENVATTING

Breed Afwegingskader Gebruik Ondergrond

In deze 3^e fase van het BAGEO-project zijn verschillende activiteiten uitgevoerd om het eerder ontwikkelde stappenplan aan te vullen.

Positie ondergrond en rol van overheden

Een inzichtelijke afweging van het ondergronds ruimtegebruik vraagt een extra inspanning van overheden. Uit de gehouden interviews met verschillende overheden is gebleken dat er wel behoefte bestaat aan een duidelijkere plek in afwegingprocessen bij planvorming voor de mogelijkheden die de ondergrond biedt en een heldere taakverdeling tussen overheden. Er bestaat geen behoefte aan een aparte ondergrondstoets. De gemaakte aanbevelingen om bijvoorbeeld de beoordeling van duurzaam ondergronds ruimtegebruik te integreren in bestaande plankaders zijn verwerkt in de opzet van de Leidraad Ondergrond.

Bodemmatrices

Een betere ontsluiting van bodeminformatie, toegespitst op de eisen die bovengrondse gebruiksfuncties stellen, vraagt een andere informatieaanpak. Het resultaat is een generieke procedure waarmee de geschiktheid van gebruiksfuncties van de Nederlandse ondergrond kan worden bepaald. Met een drietal bodemmatrices wordt duidelijk gemaakt welke eisen ondergrondse functies stellen aan de opbouw en andere eigenschappen van de ondergrond en welke ondergrondse functies goed combineren met bovengrondse functies. Ook wordt aangegeven wat de gevolgen kunnen zijn van het gebruik van de ondergrondse ruimte voor de ondergrond en voor de effecten op de directe omgeving. Tenslotte helpen de ontwikkelde matrices de beleids- en plannenmakers om vast te stellen welke data en welke kaarten gebruikt kunnen worden voor het onderzoeken van geplande functies.

Schaduwplannen

De meerwaarde van een vroegtijdige afweging van ondergronds ruimtegebruik in plannen wordt pas echt concreet door alternatieven te presenteren. De schaduwplannen voor Rotterdam Centraal Station en de transformatiezone tussen Alphen en Bodegraven hebben geresulteerd in concrete ondergrondse toepassingen, onderbouwd met bodemgeschiktheidskaarten en bodemwensenkaarten. De resultaten bieden een alternatief plan naast het bestaande planproces, waarbij explicieter naar de ondergrond wordt gekeken. In Rotterdam Centraal is expliciet gemaakt hoe en welke milieufactoren, zoals mobiele verontreinigingen en dikte van kleilagen, een duurzame locatie- en inrichtingskeuze voor ondergronds bouwen beïnvloeden. Duurzame alternatieven van ondergronds ruimtegebruik zijn bijvoorbeeld de ondergrondse parkeergarages, het multifunctioneel gebruik van de metro Randstad Rail, uitbreiding van de stadsverwarming en uitbreiding van warmte/koude opslag in de bodem. De ontwikkelde alternatieven voor het Masterplan Rotterdam Centraal kunnen desgewenst worden meegenomen in het planvormingsproces en de nog uit te voeren milieueffectrapportage voor Rotterdam Centraal.

Het plan Alphen-Bodegraven heeft geresulteerd in locaties die geschikt zijn voor ondergronds bouwen en de opslag van gietwater of energie. Daarnaast is een perspectief geschetst voor een duurzame stedelijke, ecologische en recreatieve ontwikkeling van deze transformatiezone. Het illustreert als het ware de 'natuurlijke' waarde van het gebied en het benadrukt de Oude Rijnzone als eenheid, die in de komende streekplanherziening en uitwerking van het transformatieproces zwaar moeten meewegen.

De resultaten van de schaduwplannen zijn een eerste, belangrijke stap naar een brede, integrale uitwerking en beoordeling van ondergrondse alternatieven, waarbij ook ruimtelijke kwaliteit, leefbaarheid, uitvoerbaarheid, kosten en baten van alternatieven worden betrokken.

Website BIGEO

Het voor een breder publiek ontsluiten van inhoudelijke informatie en vooral van voorbeelden van toepassingen zijn belangrijk voor het vergroten van het draagvlak voor een duurzaam ondergronds ruimtegebruik. Vandaar dat, uitgaande van het eerdere, in het BAGEO-project ontwikkelde stappenplan, een website is ontwikkeld. De website biedt toegang tot informatie over de ondergrond en de mogelijke ondergrondse benutting. De gebruiker (planoloog, ondernemer of beleidsmaker) wordt in staat gesteld om bijvoorbeeld de mogelijkheden van en eventuele hiaten in een bouwproject te identificeren. De gebruiker kan binnen elke stap doorklikken naar onderliggende niveaus en links voor meer informatie over voorbeeldprojecten of specifieke aspecten, zoals juridische vragen, archeologie of voorbeelden van ondergrondse functies.

De website www.ondergrondsruimtegebruik.nl is medio maart online beschikbaar.

Juridische aspecten

Bij ondergrondse toepassingen vormen juridische aspecten vaak een obstakel, of zijn op z'n minst onoverzichtelijk. Om die reden is deze projectactiviteit uitgevoerd. Het resultaat is: een overzicht van welk recht van toepassing is op de activiteiten van ondergronds ruimtegebruik en welke rol juridische vraagstukken hebben in planvorming en projectrealisatie, een beschrijving van hoe het juridisch risico-, proces- en proceduremanagement bij ondergronds bouwen kan worden ingevuld, een bedrijfsplan voor het oprichten van een onderneming die juridische kennis beschikbaar kan houden via de website. De juridische kennis is toegespitst op de voorbereiding en realisatie van ondergrondse projecten.

Leidraad Ondergrond

De Leidraad is het eindresultaat van fase 3 van BAGEO en integreert de resultaten van de deelprojecten. Doel van de leidraad is de ondergrond een concrete plaats te geven in procedures van ruimtelijke plannen, zoals streekplannen, structuurplannen en bestemmingsplannen. De leidraad heeft zowel toetsende als stimulerende aspecten. Heel concreet zijn de opgestelde toetsingscriteria voor de toepassingen Ondergronds Bouwen en Ondergrondse Koude/ Warmteopslag en de algemeen geldende ontwerprichtlijnen. Daarnaast is uitgewerkt hoe en wanneer de informatie over de ondergrond kan worden ingebracht in bijvoorbeeld de MER.

De Leidraad stimuleert vroegtijdig onderzoek naar mogelijkheden voor ondergronds ruimtegebruik en geeft de ondergrond een meer gelijkwaardige positie in de plan- en besluitvorming. Daarmee kunnen de verschillende afwegings- en toetsingsaspecten van de ondergrond inzichtelijk en controleerbaar worden gemaakt. Zo biedt de leidraad voor de MER het voordeel dat er meer waarborg ontstaat voor een daadwerkelijke toetsing van de ondergrond, al dan niet als onderdeel van de milieuvriendelijkste variant.

Aanbevelingen

Tenslotte worden aanbevelingen en suggesties voor vervolgstappen gedaan. De herziening van de Wet op de Ruimtelijke Ordening kan een ondergrond-paragraaf in ruimtelijke plannen beter regelen. Daarnaast kan het Europees Beleid worden benut voor het expliciteren van de gemeentelijke en provinciale verantwoordelijkheid voor duurzaam ondergronds ruimtegebruik. Een andere mogelijke vervolgstap is de integratie van het onderdeel Ondergrond in de MER.

Initiatiefnemers en planontwerpers moeten door de bodembeheerder verleid worden tot een duurzaam gebruik van mogelijkheden voor ondergronds ruimtegebruik. Dit werkt beter dan alleen de toetsingsaspecten te benadrukken.

SUMMARY

Broad Decision-making Framework For the use of the subgrade

In phase 3 of the BAGEO project, various activities were carried out in addition to the previously developed phased plan.

Status of the subgrade and the role of governmental authorities

An informed decision on the use of subterranean space requires extra effort from governmental authorities. The interviews conducted with various governmental authorities have revealed that there is a need for better defined place in decision-making processes in the formation of plans for the opportunities offered by the subgrade and clearer division of tasks amongst authorities. There is no need for a separate subgrade test. The recommendations to, e.g. integrate the evaluation of long-term use of subterranean space in existing plan frameworks, are included in the Leidraad Ondergrond (subgrade guideline).

Soil matrices

Improved availability of soil information relevant to the requirements of aboveground user functions requires a different approach to information. The result is a generic procedure with which the suitability of user functions for the Dutch subgrade can be determined. Three soil matrices clarify which requirements are imposed by subterranean functions on the structure and other properties of the subgrade and which subterranean functions can be easily combined with aboveground functions. It is also indicated what the consequences of the use of the subterranean space could be for the subgrade and the immediate surroundings. Finally, the matrices that have been developed help policymakers and planners determine what data and which maps can be used to investigate the planned functions.

Shadow plans

The added value of considering the use of subterranean space at an early stage in the planning process is only made tangible when alternatives are presented. The shadow plans for Rotterdam Central Station and the transformation zone between Alphen and Bodegraven have resulted in tangible subterranean applications supported by soil suitability maps and soil requirement maps. The results provide an alternative plan in addition to the existing planning process, which involves more explicit examination of the subgrade. In Rotterdam Central it was made explicit how and which environmental factors, such as mobile contamination and the thickness of clay layers, influence the selection of a long-term site for subterranean building and how it is laid out. Long-term alternatives for the use of subterranean space are underground parking garages, the multi-functional use of the metro Randstad Rail, extension of district heating and the extension of heat/cold storage in the soil. The alternatives developed for the Rotterdam Central Masterplan can be included in the planning process and forthcoming environmental effects reporting for Rotterdam Central if desired.

The Alphen-Bodegraven plan has resulted in sites that are suitable for subterranean building and the storage of precipitated water or energy. In addition, a perspective was sketched for the long-term urban, ecological and recreational development of this transformation zone. It illustrates, as it were, the 'natural' value of the area and emphasises the Oude Rijnzone as a unit that must weigh heavily in the upcoming regional plan review and detailing of the transformation process.

The results of the shadow plans are a first step towards a broad, integrated detailing and evaluation of subterranean alternatives that must also involve spatial quality, quality of life, feasibility and profits and losses of the alternatives.

Web site BIGEO

Making substantive information and especially examples of applications available to a wider public is important for the enlargement of the base of support for long-term use of space in the subgrade. This is why part of the previously developed phased plan for the BAGEO project was to develop a web site. The web site provides access to information on the subgrade and its potential uses. The user (planners, contractors or policy makers) is given the ability to e.g. identify possibilities and potential gaps in a construction project. Users can click through every step to underlying levels and links to more information on example projects or specific aspects, such as legal issues, archaeology or examples of subterranean functions.

The www.ondergrondsruimtegebruik.nl web site will go on-line in mid March.

Legal aspects

Legal aspects frequently obstruct the use of subterranean applications or at least confuse them. This project activity was conducted for that reason. The result is an overview of what legislation applies to the activities associated with the use of subterranean space and what role legal issues have in planning and project implementation, a description of how the legal risk, process and procedure management can be detailed for subterranean construction, a business plan for the establishment of a business that can maintain the availability of knowledge on legal matters through the web site. The legal knowledge is geared to the preparation and implementation of subterranean projects.

Leidraad Ondergrond (subgrade guideline)

The Leidraad is the final result of step 3 of BAGEO and integrates the results of the sub-projects and is geared to establishing a substantial position for subgrade in spatial plans such as regional plans, structural plans and zoning plans. It has both testing and stimulating aspects. The testing criteria drawn up for the Subterranean Construction and Underground Cold/Heat storage and the generally applicable design guidelines are very concrete aspects. It was also worked out how and when the information on the subgrade can be input in e.g. the MER. The Leidraad stimulates early research into the options for the use of subterranean space and gives the subgrade a more equal position in planning and decision-making. This makes the different aspects of decision-making and testing in relation to the subgrade transparent and easy to monitor. The guideline for the MER offers the advantage of being able to provide greater assurance that the subgrade will actually be tested, whether or not this is part of the most environmentally friendly variant.

Recommendations

The last step is make recommendations and suggestions for follow-up steps. A more appropriate paragraph on the subgrade may be produced by the review of the Town and Country Planning Act. In addition, European Policy can be used to specify the municipal and provincial responsibilities relating to the long-term use of the subgrade. Another possible follow-up step is the integration of the Subgrade section into the MER.

Initiators and planners must be stimulated to make long-term use of the possibilities for the use of underground space. This is more effective than simply emphasising the testing aspects.

HOOFDSTUK 1

INLEIDING

1.1 Achtergrond en doelstelling

Dit is het eindrapport van SKB project 'BAGEO fase 3'. BAGEO staat voor Breed Afwegingskader Gebruik Ondergrond. In 1999 werd door een consortium gestart met fase 1 van dit project, met als doel een afwegingskader te ontwikkelen voor het duurzaam gebruik van de ondergrond. Belangrijk resultaat van fase 1 is het stappenplan BAGEO (zie figuur 1). Met het doorlopen van het stappenplan kunnen op een gestructureerde manier afwegingen van het gebruik van de ondergrond doorlopen worden.

In fase 2 "Verkenningen" [SKB, 2001] zijn afwegingsmethoden en technieken geïnventariseerd en is het stappenplan BAGEO getoetst in praktijkvoorbeelden (2000). In 2001/2002 zijn vervolgens concrete producten ontwikkeld, waarmee het stappenplan verder kan worden ingevuld: dit is de huidige fase 3.

1.2 Probleemstelling

Omdat de ruimte boven de grond steeds schaarser wordt, is (de belangstelling voor) het ondergronds ruimtegebruik toegenomen. Ondanks het toenemend gebruik van de ondergrond is de besluitvorming ad hoc en ontbreekt een toegankelijk toetsingskader voor grootschalige ondergrondse projecten. Een integrale afweging van boven- en ondergrond, waarbij ook de effecten op lange termijn worden meegewogen, is nodig.

Voor wonen, werken en recreëren worden verschillende eisen gesteld aan de bodem. De toenemende druk op de ruimte boven de grond leidt ertoe dat we kijken welke toepassingsmogelijkheden interessant zijn voor de ondergrond. Hieraan worden weer andere eisen gesteld. Daarbij moet gebruik van boven- en ondergrond zorgvuldig op elkaar afgestemd worden. Welke functies voor de ondergrond zijn wenselijk, wat is haalbaar en op welke locatie? Een optimale benutting van de ondergrond en een zorgvuldige afweging voor het wel of niet gebruiken van de ondergrond staan centraal in BAGEO.

Daarnaast is de bodemkennis en -informatie nog te weinig gericht op het beantwoorden van Ruimtelijke Ontwikkelingsvragen. Vergelijkbaar met wat tot voor kort voor 'het watersysteem' gold, gaan planologen en ruimtelijke ontwerpers er vanuit dat bodem/grondwatersystemen voldoende flexibel zijn: functieveranderingen en combinaties zijn altijd inpasbaar. Voor problemen zijn altijd technische oplossingen voor handen. Planologen kunnen zich er maar weinig bij voorstellen dat de ondergrond potenties en waarden bezit die de ruimtelijke ontwikkelingen kunnen sturen. De juiste informatie ontbreekt of is niet toegankelijk. Bodemdeskundigen zijn ervan overtuigd dat de ondergrondse ruimte nog mogelijkheden biedt voor nieuwe toepassingen, maar dat ook rekening gehouden moet worden met reeds aanwezige gebruiksfuncties (drinkwater, ecologische) en te beschermen waarden (aardkundige, archeologische, geologische).

Het gaat er om de kansen voor de ondergrond te benutten en conflicten tussen ondergrondse functies te voorkomen. Een vroegtijdige en gelijkwaardige inbreng van de ondergrond in planvorming is essentieel.

De volgende knelpunten zijn geïdentificeerd:

- ontbreken van een integrale visie op het gebruik van de ondergrond;
- weinig aandacht voor de ondergrond in ruimtelijke ordeningsvraagstukken;
- geen koppeling tussen de politiek-bestuurlijke besluitvorming en de financieel-economische beslissingsmodellen;
- ontbreken van een helder en integraal toetsingskader voor de planning en uitvoering van grootschalige ondergrondse projecten.

1.3 Uitvoering Fase 3 BAGEO

Het BAGEO-consortium streeft een duurzaam gebruik van de ondergrondse ruimte na. Het brede afwegingskader draagt daartoe bij door een inzichtelijke afweging van de ondergrondse benutting mogelijk te maken.

Voor het realiseren van het hoofddoel zijn voor fase 3 van BAGEO de volgende doelen vastgesteld:

- het opstellen van Bodemkansen- en wensenkaarten en een generieke procedure om de geschiktheid van de bodem voor een bepaalde gebruiksfunctie vast te stellen. De koppeling van geo-informatie met een internetsite;
- het opstellen van Schaduwplannen, als alternatief plan naast bestaande planprocessen, voor zowel het stedelijk als landelijk gebied, waarin specifiek ondergrondse toepassingen zijn uitgewerkt die anders onbekend zouden blijven;
- de gewenste rolverdeling van overheden op de verschillende schaalniveaus in beeld brengen en expliciteren;
- het beschikbare Juridische instrumentarium (wet- en regelgeving) koppelen aan het stappenplan BAGEO en de website. Het doen van voorstellen voor aanvulling en verbeterde aansluiting. Onderzoek van mogelijkheid van website-inkomsten door vraag-aanbod principe te toetsen bij juridische dienstverleners;
- het ontsluiten van kennis en het breed toegankelijk maken van informatie over de ondergrond en de mogelijke ondergrondse benutting, via een website;
- het opstellen van een integrerende Eindrapportage, met richtlijnen voor plantoetsing en een ontwerp van een 'Leidraad voor de Ondergrond'.

Fase 3 is uitgevoerd door een consortium, bestaande uit: Gemeentewerken Rotterdam, Provincie Zuid-Holland, Groene Hartteam, Royal Haskoning en TNO. De werkzaamheden zijn gebaseerd op het basisprojectplan van 12 september 2001 met de titel 'Breed afwegingskader gebruik ondergrond, basisprojectplan SV-046, voor het uitvoeren van fase 3: afronden ontwikkeling'. Provincie Zuid-Holland is penvoerder voor dit project.

1.4 Opbouw van het rapport

Dit eindrapport presenteert de resultaten en aanbevelingen van fase 3 en geeft de eindconclusies. Daarnaast wordt een doorkijk gegeven naar een eventueel vervolg van BAGEO.

Het rapport bestaat uit 3 delen. Deel 1 presenteert het belangrijkste eindresultaat: De Leidraad Duurzaam Ondergronds Ruimtegebruik.

Deel 2 vat de resultaten van voorgaande (deel-)projecten samen. Daarin komen aan bod:

- De Ondergrond en Rolverdeling overheden;
- Kansen en wensenkaarten;
- Schaduwplannen;
- Juridisch instrumentarium.

De leidraad uit deel 1 is de samenvoeging van de uitkomsten van de deelprojecten uit deel 2. In deel 3 vindt u de bijlagen.

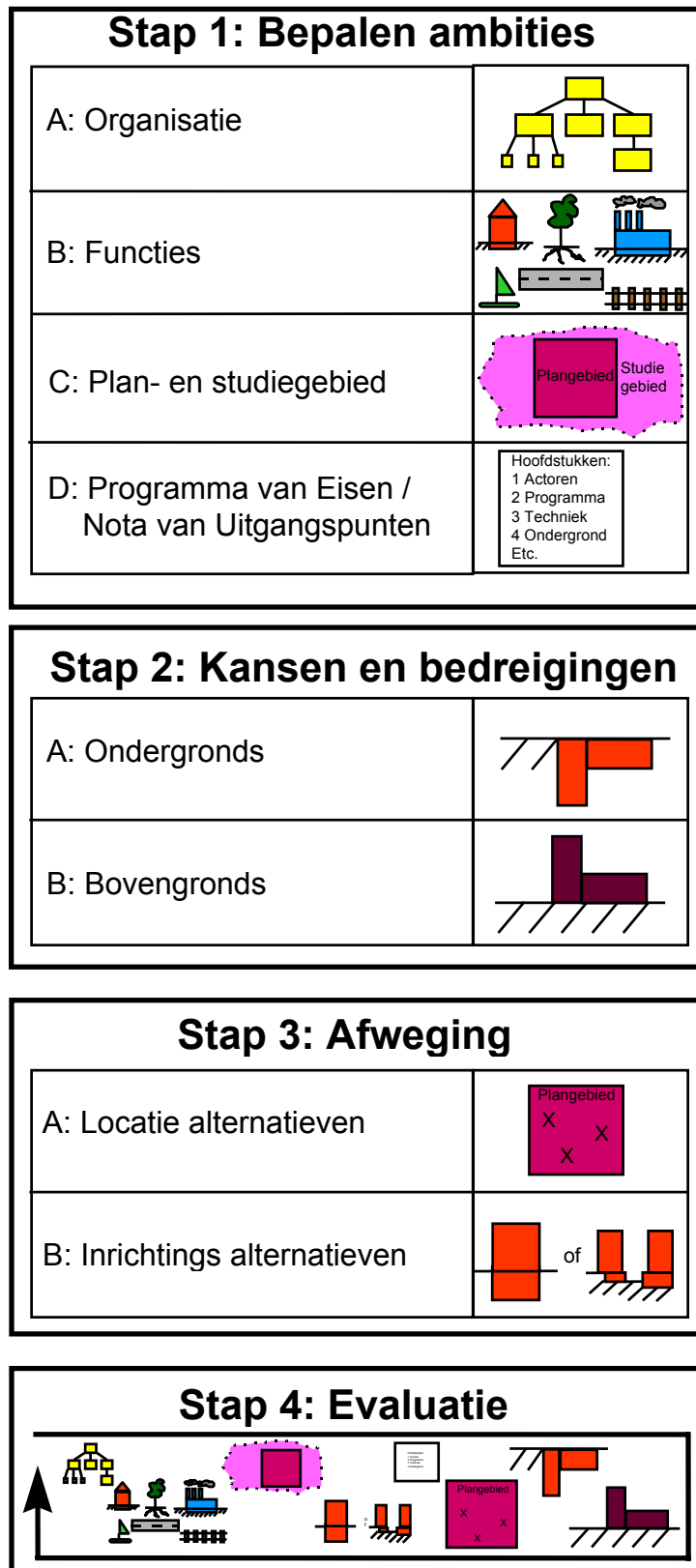


Fig. 1. Bageo stappenplan.

Deel 1

Leidraad Duurzaam Ondergronds Ruimtegebruik

LEIDRAAD DUURZAAM ONDERGRONDS RUIMTEGEBRUIK

2.1 Doelstelling

Het doel van de "Leidraad voor Duurzaam Ondergronds Ruimtegebruik" is de initiatiefnemer, planbeoordelaar en/of beslisser een richtlijn te bieden, waarmee wordt bereikt dat het gebruik van de ondergrond structureel wordt toegepast en wordt afgewogen en/of wordt beoordeeld. Door vroegtijdig het ondergronds ruimtegebruik beter te onderzoeken en gelijkwaardig mee te nemen in plan- en besluitvorming wordt ad hoc besluitvorming en versnippering van de ondergrondse ruimte voorkomen. Daarmee verwacht de projectgroep BAGEO dat bijgedragen wordt aan een duurzaam gebruik van de ondergrond.

2.2 Opzet Leidraad Duurzaam Ondergronds Ruimtegebruik

Met de uitwerking van de Leidraad Duurzaam Ondergronds Ruimtegebruik (in het vervolg Leidraad Ondergrond) is beoogd:

- Het bieden van een duidelijke richtlijn die aan bovenstaande doelstelling tegemoet komt; een richtlijn dus waarmee de kansen van de ondergrond voor ruimtegebruik en de bedreigingen van ruimtegebruik voor de ondergrond inzichtelijk worden gemaakt en in de (bovengrondse) afwegingen kunnen worden meegenomen;
- De richtlijn te laten aansluiten bij bestaande bovengrondse kaders en processen. De belangrijkste in dit verband zijn: de WRO (en 'afgeleide planprocessen', zoals PKB, Gebiedsvisies, Bestemmingsplannen), MER-procedures, 5^e nota Ruimtelijke Ordening (met name de 'lagen benadering'). Hierbij is de aansluiting gezocht tussen 'het stappenplan', zoals ontwikkeld in fase 2 van het project en deze kaders en processen;
- Het bieden van concrete instrumenten en ontwerpprincipes, passend in voorgaande 2 punten (zoals de later toegelichte ontwerpprincipes, handvatten voor toetsing, kaarten en matrices).

De 'bouwstenen' van fase 3 die aan de Leidraad Ondergrond ten grondslag liggen zijn in het bijgevoegde figuur 2 samengevat; dit is de essentie van de uitkomst van de deelprojecten. Bij het ontwikkelen van de Leidraad Ondergrond hebben deze bevindingen centraal gestaan.

Bouwstenen BAGEO voor Leidraad Ondergrond

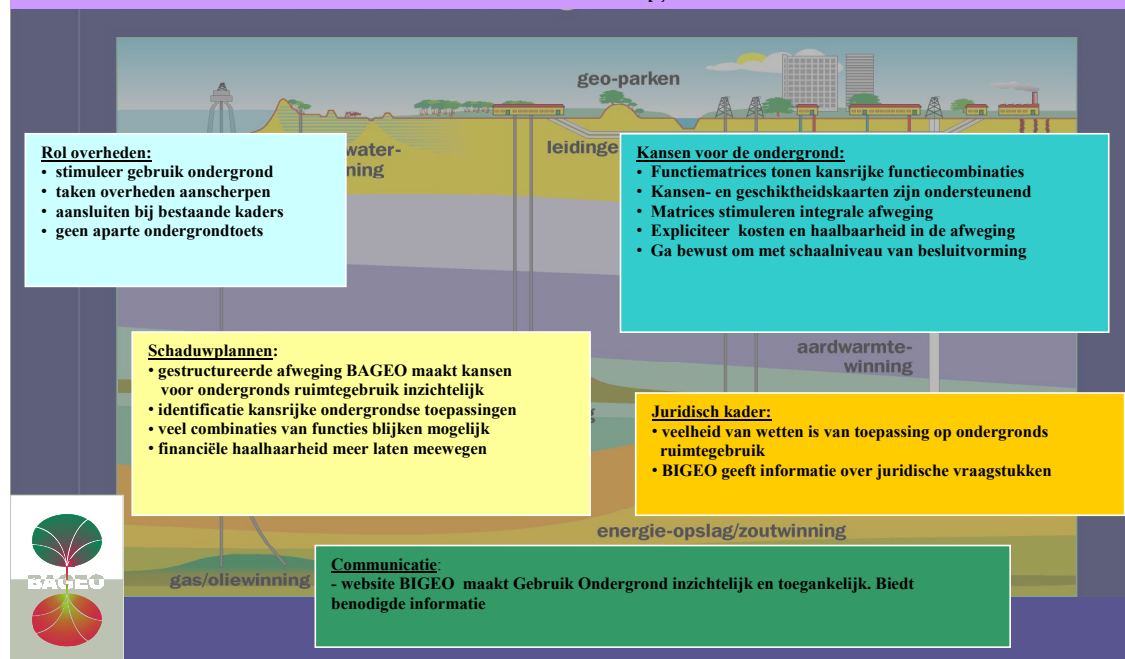


Fig. 2. Bouwstenen Leidraad Ondergrond.

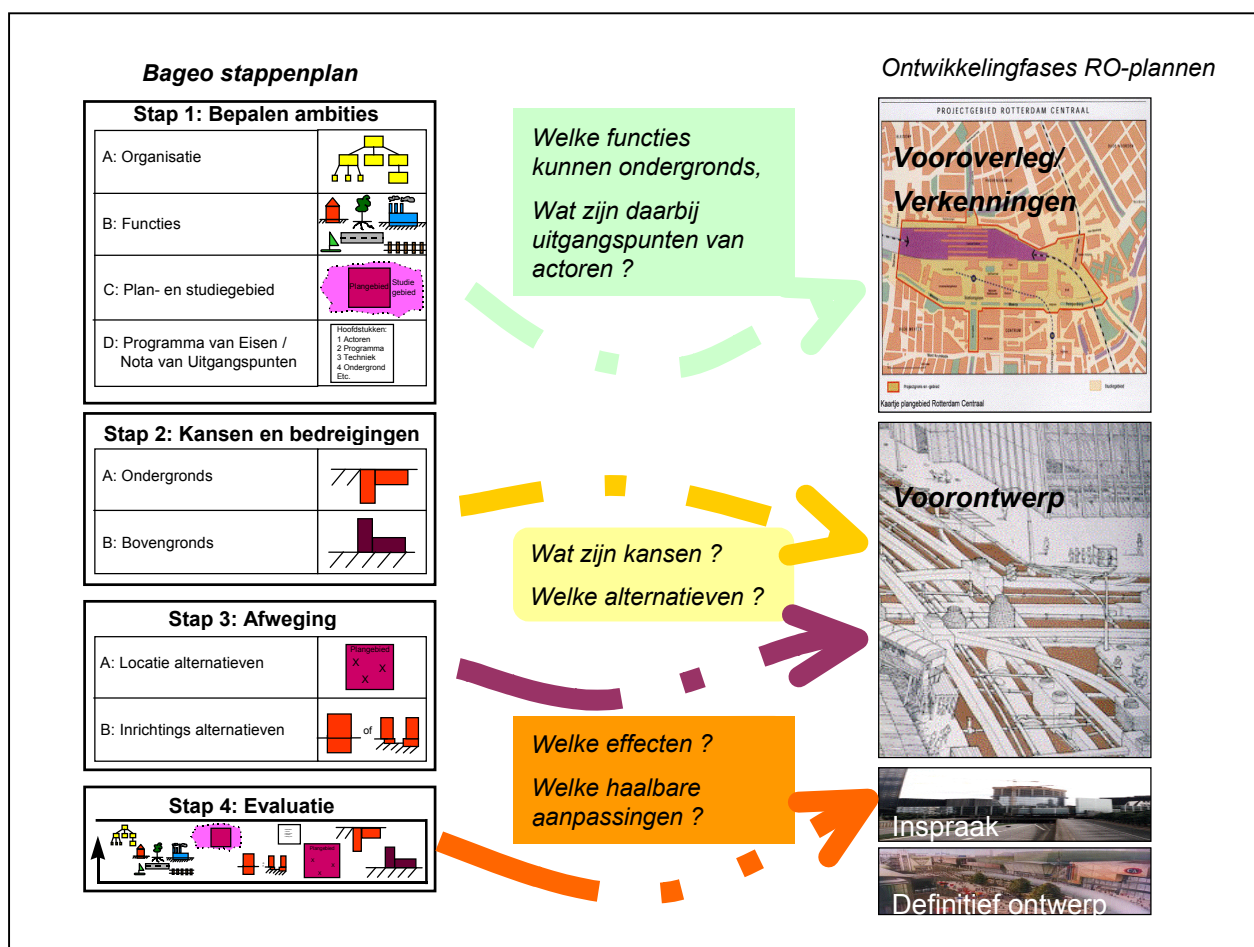


Fig. 3. Koppeling stappenplan BAGEO en RO-Planvorming.

Met het bovenstaande in gedachten is ervoor gekozen de "Leidraad" direct te koppelen aan de ruimtelijke planvorming. Daarmee wordt het ondergronds ruimtegebruik een integraal onderdeel hiervan. Zowel de gebruiksmogelijkheden van de ondergrond, alsook de effecten op de ondergrond, van bovengrondse functies, komen dan evenwichtig aan bod. De gehanteerde koppeling tussen RO-planvorming en het stappenplan uit fase 2 is schematisch weergegeven in figuur 3.

Verwacht wordt dat deze Leidraad Ondergrond of beter gezegd *de inbreng van ondergrond in het proces* zal leiden tot een duurzaam gebruik van de ondergrondse ruimte, waarbij vooral de effecten op lange termijn voldoende worden meegewogen.

De Leidraad is geen toets. Bij de start heeft de projectgroep gedacht aan het ontwerpen van een toetsinstrument vergelijkbaar met de 'watertoets'. Duidelijk is geworden dat niet ingezet moet worden op een nieuw toetsinstrument, maar eerder op een integratie van de toetsingsaspecten ondergrond in de bestaande processen en instrumenten (zoals bijvoorbeeld MER). Daarnaast is duidelijk geworden dat de Leidraad Ondergrond concreet ingezet moet kunnen worden in met name de voorbereidingsfase van planvorming en de ontwerpfase. In de verkennings- en ontwerpfase kan namelijk de meeste winst worden geboekt voor het ondergronds ruimtegebruik. Dit heeft geleid tot het opstellen van *ontwerpprincipes*, *handvatten voor toetsing* en een adequate informatievoorziening via een website met *voorbeeld(projecten)* en *kaartinformatie*.

De Leidraad Ondergrond is gekoppeld aan de overige BAGEO-instrumenten die alle via de website BIGEO beschikbaar worden gesteld.

2.3 BIGEO

BIGEO (Breed Informatiesysteem Gebruik van de Ondergrond) is het instrument waarmee het gebruik van de ondergrond inzichtelijk en toegankelijk wordt gemaakt. Gekozen is voor de ontwikkeling van een website als eindproduct van de 3^e fase met als doel:

- het vergroten van bekendheid en draagvlak voor duurzaam ondergronds ruimtegebruik bij toekomstige gebruikers;
- het ontsluiten en aanbieden van informatie voor oplossingen van de uiteenlopende vragen die rijzen bij de voorbereiding en realisatie van ondergrondse projecten;
- het informeren over het BAGEO-project.

De structuur van de site sluit aan bij de boomstructuur van het stappenplan BAGEO. De vragen van de gebruiker (planoloog, ondernemer of beleidsmaker) staan centraal.

De site is door Royal Haskoning op het internet gepubliceerd op een eigen server, in de ontwikkelingsfase te bekijken op <http://80.247.213.20/bigeo>. Na het invullen van de username BIGEO en het password marleen is de site toegankelijk.

Naar verwachting wordt de site in februari 2003 opgeleverd. Voor de uiteindelijke versie is de domeinnaam www.undergrondsruiimtegebruik.nl geregistreerd.

Als eerste stap naar de vraag-aanbod van de site is concreet onderzoek gedaan in het project-onderdeel BAGEO-juridisch. In het bedrijfsplan is onderzocht of de website interessant is voor juridische dienstverleners, zodanig dat met advertorials inkomsten gegenereerd kunnen worden voor het beheer van de site.

2.4 De ondergrond en Ruimtelijke Ordeningsplannen

De ondergrond moet vooral een concretere ruimtelijke vertaling krijgen. Dat is een belangrijk resultaat uit de praktijktoets van het eerder ontwikkelde stappenplan BAGEO. Het stappenplan BAGEO biedt een kapstok om de ondergrond meer expliciet te betrekken in planvorming. De ruimtelijke vertaling wordt echter verder verbeterd door het stappenplan uit te breiden en de te

nemen stappen direct te koppelen aan de procedures van de RO-plannen, zoals streekplannen, structuurplannen, bestemmingsplannen en de tracéwet.

De inbreng vanuit BAGEO en de koppeling met de ruimtelijke planvorming zijn schematisch weergegeven in figuur 4.

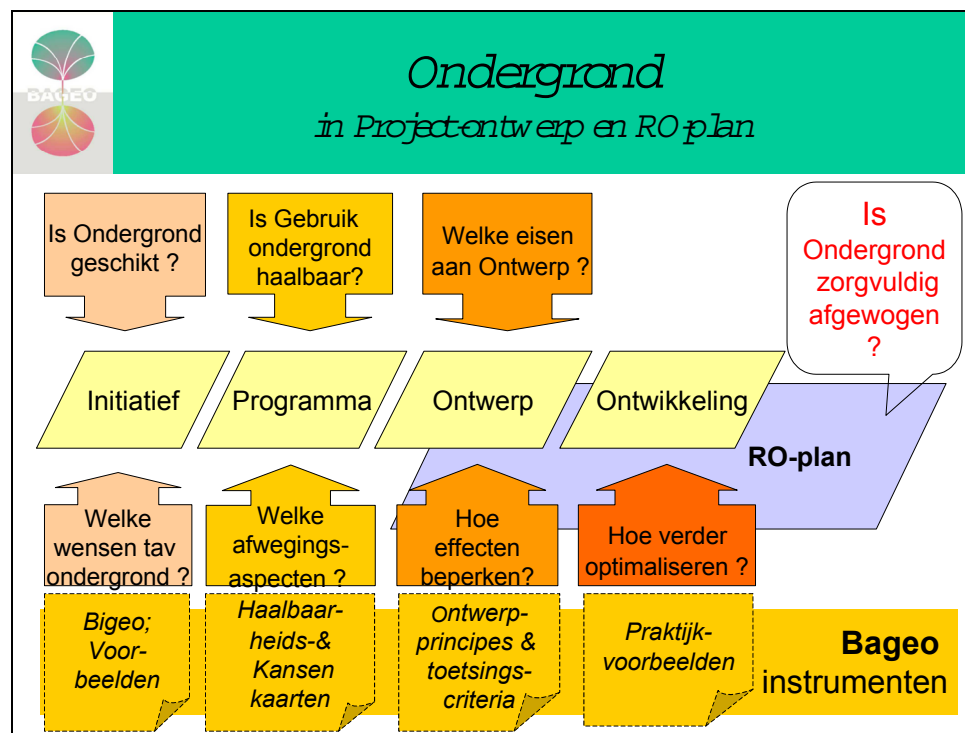


Fig. 4. Schema Ondergrond in ontwerp en relatie tot RO-plannen.

De WRO-procedures doorlopen min of meer vaste stappen. Deze zijn globaal en eenvoudig:

1. Vooroverleg/verkenningfase;
2. (Voor-) ontwerpfase;
3. Inspraak.

De koppeling tussen BAGEO en de WRO-procedure is kort weergegeven als volgt:

Vooroverleg/Verkenningfase

Deze fase valt samen met stap 1 van BAGEO: het bepalen van ambities ten aanzien van de ondergrond. Het gaat dan om de vragen: Welke partijen willen welke functies waar ondergronds en welke eisen/uitgangspunten worden daarbij geformuleerd? De schaduwplannen, voorbeeldprojecten en de website BIGEO kunnen daarbij behulpzaam zijn. Trekkersrol ligt bij de initiatiefnemers. Deze treden in overleg met het bevoegd gezag en andere betrokken partijen. De resultaten worden vastgelegd in een startnotitie, een Programma van Eisen/Uitgangspunten of anderszins. Denkbaar is het opnemen van een aparte paragraaf voor de Ondergrond.

(Voor-) Ontwerpfase

Voor de ontwerpfase kunnen de stappen 2 en 3 van BAGEO worden geïntegreerd: het bepalen van de kansen en bedreigingen van de ondergrond en het ontwikkelen van locatie- en inrichtingsalternatieven.

Daarbij kunnen met name bodemgeschiktheidskaarten, bodemwensenkaarten en de ontwikkelde ontwerpprincipes voor ondergronds ruimtegebruik van nut zijn. De trekkersrol ligt bij de initiatief-

nemers. Centraal staat de informatie-uitwisseling met het bevoegd gezag en andere betrokken partijen. De resultaten worden vastgelegd in het (voor-) ontwerp plan, c.q. de betreffende RO-plankaart plus de toelichtende milieu- en/of ondergrondparagraaf.

Inspiraafase

Feitelijk valt deze fase samen met stap 4 van BAGEO: het evalueren van de effecten van ondergronds ruimtegebruik c.q. de effecten op de ondergrond. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de ontwikkelde toetsingscriteria van BAGEO. De ondergrond maakt dan onderdeel uit van een brede afweging: milieukwaliteit, ruimtelijke kwaliteit, leefbaarheid, uitvoerbaarheid en kosten/baten.

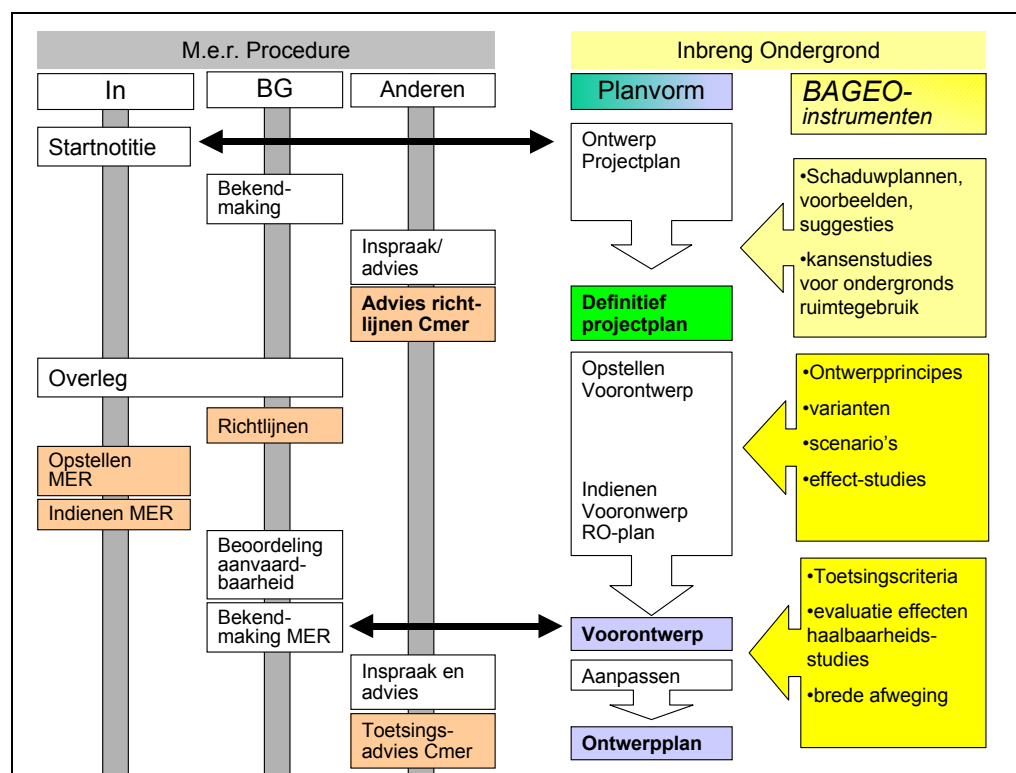
Ook in deze fase hebben de initiatiefnemers de trekkersrol. Overleg en eventuele aanpassing van het plan vinden plaats op basis van de inspraakreacties en het haalbaarheidsonderzoek.

De eindresultaten worden vastgelegd in het definitief plan c.q. de RO-plankaart plus de toelichtende milieu- en/of ondergrond-paragraaf.

2.5 Ondergrond en Milieueffectrapportage (MER)

Uit het onderzoek naar de rolverdeling van de overheden en de praktijkcases is gebleken dat de aansluiting van de "Ondergrondtoets" wellicht eenvoudig(er) kan worden geïmplementeerd door de ondergrond integratie of aanvulling op de MER. Daarmee krijgt de ondergrond expliciet een rol in de toetsing van ruimtelijke plannen c.q. ingrepen.

De concrete toetsing vanuit de ondergrond wordt verbeterd door de te nemen stappen in het BAGEO-stappenplan (figuur 1) direct te koppelen aan de MER- procedures (zie figuur 5).



IN= initiatiefnemer, BG= Bevoegd Gezag, Cmer= Commissie voor de MER

Fig. 5. Schema Leidraad, relatie ondergrond en MER-procedure.

De MER-procedures doorlopen de volgende stappen:

1. beoordelingsnotitie c.q. startnotitie;
2. inspraak;
3. richtlijnen voor de MER;
4. MER;
5. inspraak;
6. evaluatie.

De MER is gekoppeld aan het (WRO-)plan dat als eerste voorziet in het MER- (beoordelingsplichtige) besluit, meestal een bestemmingsplan of tracébesluit.

De koppeling van BAGEO met de MER-procedure concentreert zich op de volgende stappen als volgt:

Beoordelingsnotitie c.q. startnotitie (1)

Deze stap valt samen met stap 1 van BAGEO: het bepalen van ambities ten aanzien van de ondergrond. Initiatiefnemers hebben de trekkersrol en treden in overleg met het bevoegd gezag en andere betrokken partijen. De resultaten worden vastgelegd in de Startnotitie MER.

Richtlijnen voor de MER (3)

Deze stap valt samen met stap 4 van BAGEO: het evalueren van effecten van ondergronds ruimtegebruik. Daarin kan vooraf gebruik worden gemaakt van zowel de ontwerpprincipes als van de ontwikkelde toetsingscriteria van BAGEO en desgewenst de beoogde brede afweging (milieu-kwaliteit, ruimtelijke kwaliteit, leefbaarheid, uitvoerbaarheid en kosten/baten).

De commissie voor de MER middels het Advies richtlijnen en het bevoegd gezag middels de definitieve Richtlijnen, hebben de trekkersrol. De resultaten worden vastgelegd in de Richtlijnen voor de MER.

Inspraak (5)

Feitelijk valt dit samen met de stappen 2 en 3 van BAGEO: het bepalen van de kansen en bedreigingen van de ondergrond en het ontwikkelen van locatie- en inrichtingsalternatieven. Ter beschikking staan de BAGEO bodemgeschiktheidskaarten, bodemwensenkaarten, ontwerpprincipes en toetsingscriteria voor ondergronds ruimtegebruik.

De trekkersrol ligt bij de initiatiefnemers, die informatie uitwisselen met het bevoegd gezag en de andere betrokken partijen. De resultaten worden vastgelegd in de MER en in het (voorontwerp) plan (de plankaart plus de toelichtende milieu- en/of ondergrondparagraaf).

Aansluiting Lagenbenadering

Uitgangspunt is de lagenbenadering in de Ruimtelijke Ordening¹. Deze benadering heeft op zich al geleid tot een grotere bewustwording en interesse voor de ondergrondse ruimte. Volgens die benadering kan een ruimtelijk plan worden ontwikkeld vanuit verschillende lagen:

- de ondergrond: bodemtypen, hoogteverschillen, watersystemen, landschappelijke structuren;
- de netwerken: infrastructuur, verkeer & vervoer;
- de occupatielaag: woon-, werk- en recreatiegebieden.

¹ 5^e Nota RO, Ruimtelijke Verkenningen 2000. Volgens de Ruimtelijke Verkenningen komen de vele ruimteclaims als gevolg van functieveranderingen en gewenste ingrepen steeds meer met elkaar en met de ondergrond in aanraking en in conflict. Denk aan negatieve invloeden van ondergronds bouwen of grondwaterwinning op bodemdaling, veiligheid, behoud van cultuurhistorische waarden en de kwaliteit van bodem, grondwater en ecosystemen. Maar ook aan kansen die de ondergrond biedt voor bijvoorbeeld ondergrondse opslag van warmte of koude.

De ondergrond is de meest stabiele laag, de occupatielaag kent de meeste dynamiek. De ruimtelijke ordening heeft als taak in dit soort gevallen voor afstemming te zorgen, een afstemming die moet resulteren in een verantwoorde situering van functies en een betere ruimtelijke kwaliteit. Dat wil zeggen uitgaan van het functioneren en de kwaliteiten van de ondergrond en nagaan hoe die optimaal en duurzaam kunnen aansluiten bij onze gebruikswensen: meerdimensionale ruimtelijke ordening, het meebewegen met de ondergrond.

De strategie vanuit de lagenbenadering is om eerst de (potentiële) functies en kwaliteiten van de ondergrond, netwerken en occupatielaag in beeld te brengen, om daarna te komen tot een duurzame ruimtelijke structuur en een verantwoorde ruimtelijke inpassing en (her-/in)richting van woon-, werk- en recreatiegebieden. De ondergrond, netwerken en occupatielaag kunnen op elk schaalniveau worden uitgewerkt (nationaal, regionaal en lokaal). Of en welke lagen sturend zijn voor een ruimtelijk plan is afhankelijk van het planningsconcept en de strategie die men hanteert en van de gebiedsspecifieke situatie.

Ontwerpprincipes

Vanuit de lagenbenadering, waarbij de ondergrond een van de lagen vormt, is gestart met het opstellen van algemene ontwerpprincipes voor het functioneren van de ondergrond en de aanwezige kwaliteiten. Hoe kan daarbij optimaal en duurzaam worden aangesloten bij de gebruikswensen? Dit resultaat biedt een hulpmiddel voor de initiatiefnemers van een ruimtelijk plan.

De Leidraad Ondergrond moet neutraal en op hoofdlijnen aangeven welke aspecten voor een duurzame bestemming en gebruik van de ondergrond van belang zijn. Met behulp van ontwerpprincipes kunnen die aspecten vroegtijdig in het planproces worden meegenomen. Het is vooral een hulpmiddel voor de initiatiefnemers van een ruimtelijk plan.

De basisprincipes die voortvloeien uit de lagenbenadering, zijn uitgewerkt tot ontwerpprincipes. Deze zijn in bijlage F per laag vermeld. Ook zijn ontwerpprincipes gegeven voor de bekende ondergrondse toepassingen, zoals Ondergronds Bouwen en Koude/Warmte opslag.

Handvatten voor toetsingscriteria

Als vervolgstap zijn de algemene ontwerpprincipes verder geconcretiseerd tot toetsingscriteria. Daartoe zijn handvatten opgesteld voor twee meer bekende ondergrondse toepassingen. Geselecteerd zijn: het Ondergronds Bouwen en de Ondergrondse Koude/ Warmte opslag.

Later in het planproces kunnen toetsingscriteria een middel zijn om na te gaan in hoeverre er daadwerkelijk rekening is gehouden met de ondergrond. Daarbij kan worden gedacht aan toetsing door het bevoegd gezag en adviescommissies, zoals de Provinciale Planologische Commissie (PPC) of de Commissie voor de MER.

De handvatten voor toetsingscriteria zijn vermeld in aparte notities (zie bijlagen).

2.6 Conclusies Leidraad Ondergrond

De "Leidraad Ondergronds ruimtegebruik" bevat zowel toetsende als stimulerende aspecten. De "Leidraad" kan concreet worden ingevuld met de ontwikkelde BAGEO-instrumenten en het eerder ontwikkelde stappenplan BAGEO. Dit is getoetst in de schaduwplannen en de interviews met kennishouders en betrokken overheden. Door aan te sluiten bij de WRO-procedures voor ruimtelijke plannen, en daarnaast de MER-procedure, kunnen de afwegings- en toetsingsaspecten van de ondergrond inzichtelijk en controleerbaar worden gemaakt. Deze aansluiting biedt ook meer waarborg voor de daadwerkelijke toetsing van de ondergrond al dan niet als onderdeel van de milieuvriendelijkste variant.

2.7 Aanbevelingen

Initiatiefnemers en planontwerpers moeten vooral *verleid* worden tot een duurzaam gebruik van mogelijkheden voor ondergronds ruimtegebruik. Zoals aangetoond in de schaduwplannen kan dit door het organiseren van bijvoorbeeld ontwerpateliers, waarin de ontwerpprincipes van de Leidraad worden gepresenteerd en actief worden toegepast. Het thema Ontwerpen met de Ondergrond kan gekoppeld worden aan een stedenbouwkundige of landschapsprijs, zoals de EO-Wijersprijs 2004.

De informatie over de ondergrond moet voor ontwerpers en planologen meer *concreet en toegankelijk* worden gemaakt. De ontwikkeling van bodemkansen- en geschiktheidskaarten moet worden voortgezet. Een toereikende ruimtelijke vertaling van de ondergrondkennis zou door de (geo-)kennisinstituten als uitdaging moeten worden opgepakt. Het gebruik van de ontwikkelde kaarten zou actief bij *advies- en ontwerpbureaus* kunnen worden getoetst en vervolgens kunnen worden verbeterd.

De aanzet voor het toetsende aspect van de Leidraad Ondergrond heeft nog wel een *formalisatie*. Voorbeelden van vervolgstappen zijn:

- benutten van de herziening van de WRO om de opname van een ondergrondparagraaf in RO-plannen te regelen;
- benutten van het in ontwikkeling zijnde Europees Beleid op het terrein van duurzaam ruimte- en bodemgebruik voor het expliciteren van de gemeentelijke en provinciale verantwoordelijkheid voor duurzaam ondergronds ruimtegebruik;
- de integratie van het onderdeel Ondergrond in de MER door bijvoorbeeld de Ondergrondse variant verplicht te stellen, danwel als verplicht onderdeel van een milieuvriendelijke variant middels de uitbreiding van de MER-richtlijn c.q. brochure Ondergrond in de MER-reeks.

Door overheden moet getoetst worden of kennis en vooral ideeën voor duurzaam ondergronds ruimtegebruik wel voldoende zijn benut en afgewogen. De matrices, zoals ontwikkeld in deze 3^e fase en de beschikbare bodemgeschiktheidskaarten kunnen daarbij worden gebruikt om de *concrete kansen en bedreigingen te identificeren*.

DOORKIJK VERVOLG BAGEO

Hoe verder met BAGEO?

De deelprojecten van de 3^e fase hebben geleid tot verschillende aanbevelingen die onderdeel zouden kunnen zijn van een 4^e fase BAGEO. Echter, door de richtingsverandering van het SKB-onderzoeksprogramma moeten de activiteiten onder andere programma's worden voortgezet, zoals bijvoorbeeld ECON.

3.1 Ontwikkelingsrichtingen

Als mogelijk vervolg ziet het consortium drie richtingen:

- Verder ontwikkelen van website BIGEO (2003);
- Onderbrengen van afzonderlijke projecten in andere programma's, zoals bijvoorbeeld het ECON (2003/2004);
- Andere partijen interesseren voor het ontwikkelen van specifieke activiteiten zoals *brochure* Ondergronds ruimtegebruik in MERreeks, ministerie van VROM aanspreken voor het opnemen van *ondergrondparagraaf* in herziening WRO, of aanhaken op Europees Beleid op het terrein van duurzaam ruimte- en bodemgebruik; de ruimtelijke vertaling van bodemgeschiedskaarten en ontwikkeling van nieuwe kaarten door (geo-)kennisinstituten (2003).

3.2 BIGEO

Het SKB heeft aangeboden om BIGEO tijdelijk onder te brengen onder SKB. Mogelijk zal de website in enige vorm bij ECON kunnen worden ondergebracht, wat de voorkeur heeft van het BAGEO-consortium. Het jaar 2003 wil het consortium benutten om te beproeven of de website met inkomsten van advertorials van juridische dienstverleners zichzelf kan bedruipen, aangevuld met een geringe SKB-bijdrage en de bijdrage van consortiumpartijen.

Naast de website zijn gedurende de 3^e fase verschillende communicatiemiddelen ingezet, zoals een nieuwsbrief, presentaties/workshops en publicaties.

3.3 Projectinitiatieven

Als concrete projectvoorstellen, in te brengen in bijvoorbeeld ECON, ziet het consortium:

- Operationalisatie van de financiële haalbaarheid van alternatieven van duurzaam ondergronds ruimtegebruik en het aantonen daarvan in een aantal aansprekende cases. Uitwerking van opbrengsten, bijvoorbeeld de besparingen (energiekosten), of in de vorm van uitbreidingsmogelijkheden ondergronds, die bovengronds niet mogelijk zijn (regelgeving);
- Nadere uitwerking voor bedrijven en bedrijfsterreinen van de term 'duurzaamheid voor de ondergrond' voor bedrijfscategorieën. Welke criteria kunnen worden vertaald in meetbare parameters, vergelijkbaar met bijvoorbeeld geluidscontouren;
- Onderzoek of toepassingen van Ondergronds ruimtegebruik ook binnen een doelmatig projectplan kunnen worden uitgewerkt, oftewel toon aan dat ondergronds ruimtegebruik niet altijd duurdere of ambitieuzere plannen oplevert. Vervolginitiatief van Rotterdam Centraal of andere stationslocatie;
- Toetsen van de matrices in meerdere plannen, gekoppeld aan bijvoorbeeld vervolgonderzoek projecten Centrum Ondergronds Bouwen (COB), zoals "Impact van Ondergronds bouwen op bodemsysteem" (D460);
- Selecteer en ontwikkel nieuwe aansprekende bodemgeschiktheidskaarten die meerwaarde bieden voor duurzame (ruimtelijke) ontwikkeling.

Deel 2

Samenvattingen uitgevoerde deelprojecten

POSITIE ONDERGROND EN DE ROL VAN OVERHEDEN

4.1 Doelstelling en uitgevoerde werkzaamheden

Aan het einde van fase 2 van het BAGEO-project is duidelijk geworden dat het stimuleren van een inzichtelijke afweging voor het gebruik van de ondergrond op meerdere fronten een extra inspanning vraagt. Zo is gebleken dat de rolverdeling van overheden, met betrekking tot planning van de ondergrond, nog veel duidelijker in kaart gebracht moet worden [Royal Haskoning, 2002].

De projectgroep heeft daarop voor de 3^e fase van BAGEO een onderzoeksopzet geformuleerd. Als achtergrondinformatie is gebruik gemaakt van pilotstudies naar de ruimtelijke vertaling van bodeminformatie en de discussies over ondergronds ruimtegebruik in het kader van streekplanherziening en ondergrondse toepassingen bij duurzame glas-tuinbouw in Zuid-Holland. Begin 2002 zijn personen van verschillende achtergronden geïnterviewd.



4.2 Resultaten en conclusies

De interviews gingen in op de volgende hoofdvragen:

1. Wat is de betekenis van de ondergrond, wordt de maatschappelijke noodzaak voor gebruik van de ondergrond onderschreven?
2. Wat moet veranderen in de 'rolverdeling tussen overheden'?
3. Wat kan een 'ondergrondtoets' bijdragen aan zorgvuldig ondergronds ruimte-gebruik?
4. Wat zijn ontwikkelingsrichtingen voor een 'ondergrondtoets'?

Ad. 1: Betekenis ondergrond

De maatschappelijke noodzaak van een duurzaam gebruik van de ondergrondse ruimte wordt door de meeste geïnterviewden wel onderschreven. Maar, zoals eerder is gesteld, blijkt in de praktijk dat de genoemde argumenten nog weinig sturend zijn voor beleidsvorming. In het algemeen blijkt dat het begrip ondergrond nog niet concreet genoeg is in de perceptie van burgers en beleidsmakers. Veel genoemd wordt de beperkte betekenis en geringe impact van de ondergrond.

De slotconclusie is: de maatschappelijke noodzaak is er eigenlijk nog niet, maar er is wel degelijk herkenning. De genoemde aanknopingspunten moeten worden opgepakt en uitgewerkt; geadviseerd wordt zichtbare projecten te initiëren en de PR te vergroten.

Ad. 2: Rolverdeling overheden

Op voorhand was gesteld dat de rolverdeling tussen overheden over het gebruik van de ondergrond onduidelijk zou zijn. In de interviews blijkt dat de meningen hierover verdeeld zijn, omdat steeds vanuit verschillende perspectieven wordt geredeneerd. Allereerst is bepalend vanuit welk schaalniveau (lokaal versus regionaal) de rolverdeling wordt beschouwd. Vervolgens met welke bril naar de overheid wordt gekeken: Wat wordt verwacht van de overheid (loketfunctie, integrale beleidsvoering, herkenbaar bodembeleid)?

Samengevat luidt de conclusie: er is geen verandering nodig in bestaande taak- en rolverdeling van overheden. Zeker is dat een nieuw orgaan, zoals bijvoorbeeld een 'bodemschap', niet effectief is voor het verhelderen van de verantwoordelijkheden. De aanknopingspunten voor een betere rolverdeling liggen op het vlak van het aanscherpen van taken van gemeenten (uitwerkingen bestemmingsplan) en provincie (zie gebiedsgerichte uitwerking bij toetsing bestemmingsplan en agenderen van afwegingsvraagstukken).

Ad. 3: Ondergrondtoets

Geredeneerd vanuit de bestaande taak- en verantwoordelijkheidsverdeling is gesproken over de verbetering van de huidige situatie van besluit- en beleidsvorming, bijvoorbeeld door nieuwe instrumenten te ontwikkelen of bestaande instrumenten nader aan te vullen. Als nieuw fenomeen werd geïntroduceerd de 'ondergrondtoets'.

In de gesprekken bleek het zinvol om een parallel te trekken met de watertoets. Het spiegelen aan de ontwikkeling van de watertoets is zeer informatief. Geïnterviewden konden daardoor een betere voorstelling maken van de ontwikkelingsrichting van een ondergrondtoets.

Kort samengevat luidt de conclusie: liever niet nóg een aparte toets. Ook dat werkt volgens de meesten contraproductief, omdat er al zoveel toetsen zijn. Beter is het om de toetsing op ondergrondse aspecten te integreren in een beperkt aantal bestaande instrumenten en procedures. Aanknopingspunten bieden de MER en de toetsing bij bestemmingsplannen.

Ad. 4: Ontwikkelingsrichtingen

Voor het uitwerken van de toetsing op ondergrondse aspecten zijn belangrijke suggesties en aanknopingspunten en vooral waarschuwingen genoemd. Het bevestigt de centrale plek van de kennis- en informatiefunctie (zoals BIGEO) en daarnaast versnelt het de ontwikkeling van nieuwe instrumenten (zoals bodemgeschiktheids-kaarten) met een meer expliciete boodschap over de ondergrond: concretere toetsingscriteria die in de ontwerprichtlijnen en toetsingscriteria als contouren van ondergrondtoets(ing) kunnen worden uitgewerkt.

Tenslotte is door de projectgroep met de discussies over de ondergrondtoets nog een concept voor 'effectgerichte benadering voor duurzaam gebruik ondergrond' geformuleerd. In deze effectgerichte benadering staat centraal dat gebruik van de ondergrondse ruimte duurzaam (of 'zorgvuldig') moet gebeuren. Duurzaamheid wordt in dit geval ingevuld door naar de effecten van de ingrepen in de ondergrond te kijken. Effecten in de breedste zin, bijvoorbeeld economisch, sociaal cultureel en ecologisch.

4.3 Aanbevelingen

Uit de interviews blijkt dat bij voorkeur niet ingezet moet worden op een in wet- en regelgeving vast te stellen aparte ondergrondtoets. Daarnaast moet het instrument verder gaan dan alleen toetsen: er is meer behoefte aan een ondersteunend en faciliterend instrument. Om die reden stelt de projectgroep voor:

1. *Neem de procesmatige kant mee naast de inhoudelijke kant in de verdere uitwerking van 'de ondergrondtoets'.*

Dit is bijvoorbeeld uitgewerkt in de "Leidraad ondergrond" en de relatie Ondergrond en Ruimtelijke Ordeningsplannen.

2. *Vul de procesmatige kant in door aan te sluiten bij de processtappen in ruimtelijke planvorming.*

In figuur 4 (zie hoofdrapport: ondergrond en RO-plannen) is aangegeven hoe dit bijvoorbeeld bij het opstellen van een gebiedsvisie of het bestemmingsplanproces binnen een gemeente kan worden gedaan.

3. *Concretiseer per processtap waar de inhoudelijke toets uit bestaat, c.q. waar een beoordeling wordt gemaakt.*

Het gaat hierbij over de geschiktheid van de ondergrond, haalbaarheid van voorgenomen gebruik, voorspelling en beperking van effecten, etc. In het schaduwplan Rotterdam dat naast het plan van de initiatiefnemer is ontwikkeld, is bijvoorbeeld uitgewerkt hoe de binnen BAGEO ontwikkelde instrumenten gebruikt kunnen worden voor de inhoudelijke toetsing. Daarmee krijgt de ondergrond een duidelijke plek in het planproces.

4. *Integreer deze beoordeling in een bestaand toets- of beleidskader.*

Dit is bijvoorbeeld de MER, de bestemmingsplantoetsing of watertoets. Hiervoor moeten nog keuzes gemaakt worden, uitgaande van het betreffende planningsproces. Op basis van de gevoerde interviews wordt voorgesteld om juist op het gemeenteniveau aan te sluiten en op het voorbereidingsproces van een bestemmingsplan.

5. *Kies voor de lijn 'niet toetsen maar verleiden'.*

De bekendheid van de mogelijkheden die de ondergrond biedt moet worden vergroot door gerichte communicatie hierover en het aanbieden van kennis en instrumenten die dit faciliteren. De resultaten van het BAGEO-project bieden hiervoor handvatten, zoals is aangegeven in hoofdstuk 2: Leidraad Duurzaam Ondergronds Ruimtegebruik.

4.4 Bouwstenen voor Leidraad Ondergrond

Uit de in dit hoofdstuk gepresenteerde resultaten zijn de volgende punten overgenomen bij het opstellen van de Leidraad Ondergrond, zoals die is gepresenteerd in hoofdstuk 2 van dit rapport:

- Stimuleer gebruik van de ondergrond, zorg ervoor dat de mogelijkheden die de ondergrond biedt, worden afgewogen in het planvormingsproces;
- Taken van overheden aanscherpen: de overheid kan en moet een rol spelen in het benutten van de kansen die de ondergrond biedt;
- Sluit aan bij bestaande beleidskaders, niet nog een aparte toets introduceren.

HOOFDSTUK 5

KANSEN VOOR DE ONDERGROND

5.1 Doelstelling en uitgevoerde werkzaamheden

Dit hoofdstuk geeft de resultaten van activiteit 3 van BAGEO fase 3: 'bodemgeschiktheid- en wensenkaarten' [deelrapport Kansen voor de ondergrond, TNO-Milieu, 2002].

Omdat de methodologie verder gaat dan alleen het maken van kaarten, is de titel van dit deelproject veranderd in 'Kansen voor de ondergrond'.

De doelen van deze activiteit zijn:

- Het opstellen van een generieke procedure om de geschiktheid van de ondergrond voor een bepaalde functie of combinatie van functies vast te stellen;
- Het ontsluiten van geo-informatie in relatie tot ruimtelijke ontwikkeling.



Matrices

De eerste opzet van deze deelactiviteit 'kaarten' was gericht op het maken van (legenda's voor) 'wensen-', 'kansen-' en bodemgeschiktheidskaarten. Deze methodologie is gaandeweg aangepast, omdat voor iedere specifieke situatie andere kaarten vereist zijn. Uiteindelijk zijn er *matrices* ontwikkeld, waarin de geschiktheid van de bodem voor gewenste onder- (Fo) of bovengrondse (Fb) functies getoetst kan worden, alsmede combinaties van onder- en bovengrondse functies. De geschiktheid van de bodem is afhankelijk van de eigenschappen (parameters P) van de bodem. Deze eigenschappen zijn meestal weergegeven met behulp van basiskaarten (kaart van 1 eigenschap of 'parameter'), of afgeleide thematische kaarten (kaarten waarin meerdere eigenschappen van de ondergrond worden gecombineerd tot een thema). Door de combinatie van de basis- en thematische kaarten en de matrices kan de geschiktheid van de bodem voor de gewenste functies ruimtelijk weergegeven worden.

Op basis van een hoofdindeling van mogelijke functies van de ondergrond is een werkbare indeling gemaakt van functies van de Nederlandse ondergrond (figuur 6).

De 3 matrices zijn:

- **Fo*P:** De in Nederland mogelijke functies in combinatie met de parameters (eigenschappen van de bodem die geschiktheid bepalen);
- **Fo*Fo:** Kansen en bedreigingen voor de combinatie van ondergrondse functies;
- **Fo*Fb:** Kansen en bedreigingen voor de combinatie van onder- en bovengrondse functies.

De assen van de matrices zijn aan de hand van workshops samengesteld en verder uitgewerkt door TNO-NITG en Royal Haskoning.

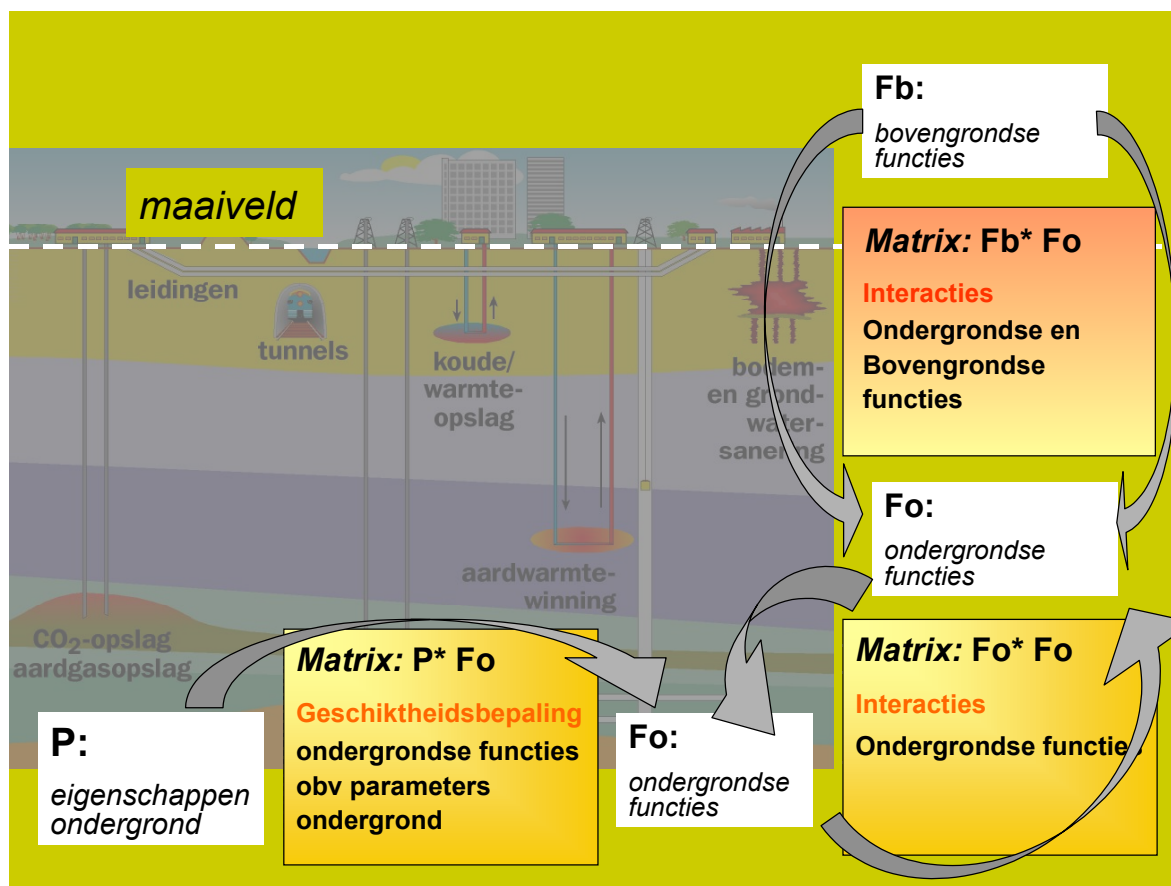


Fig. 6. Indeling van de ondergrond in matrices.

5.2 Resultaten

Het accent van deze studie ligt op de matrices en niet zozeer op het maken van bodemgeschiktheidskaarten. De basisentiteit is de *ruimtelijke functie* en niet de kaart. Onderhavige studie geeft dan ook niet zozeer een handreiking voor het maken van kaarten, maar meer voor het bepalen van de *benodigde* kaarten.

*Fo*P*

Figuur B1. in bijlage B geeft een overzicht van de verschillende mogelijke ondergrondse gebruiksfuncties. Meerdere kaarten (P) zijn relevant voor de toetsing of de ondergrondse gebruiksfunctie (Fo) optimaal aansluit bij de eigenschappen en potenties van de ondergrond ($F_o * P$). Een aantal van de thematische kaarten geeft direct weer of de ondergrond geschikt is voor de geplande gebruiksfunctie.

Voorbeeld:

Het aanwijzen van de ondergrond als opslagmedium voor warmte en koude opslag is alleen zinvol als de eigenschappen van de ondergrond en het grondwater hiervoor geschikt zijn; de doorlatendheid en dikte van de watervoerende pakketten moeten voldoende zijn en de snelheid van grondwaterstroming beperkt (kaart warmte/koude opslag).

Daarnaast moet aandacht besteed worden aan de gevolgen en effecten van de ingrepen in de ondergrond. De gevolgen en effecten van de ingreep in het ondergrondsysteem kunnen met behulp van de in figuur B1 genoemde thematische kaarten worden ingeschat. Ook deze factoren dienen bij de beoordeling of een gebruiksfunctie goed aansluit bij de eigenschappen en potenties van de ondergrond te worden meegewogen.

Voorbeeld:

Voor de winning van delfstoffen 'in den droge' moet het grondwater gedurende langere tijd verlaagd worden. Deze grondwaterstandverlaging kan leiden tot zettingen in de omgeving, het aantrekken van verontreinigd grondwater en het optrekken van het brak of zout grensvlak. De ontgravingswerkzaamheden kunnen leiden tot trillingen, die zich afhankelijk van het type ondergrond in meer of mindere mate door de ondergrond voortplanten.

Fo*Fo

De matrix in figuur B2. (bijlage B) biedt een overzicht van de onderlinge interacties van ondergrondse functies. Ondergrondse functies stellen eisen aan de opbouw en eigenschappen van de ondergrond. Het gebruik van de ondergrondse ruimte voor een functie heeft gevolgen voor de functionaliteit van de ondergrond en effecten op de omgeving. Er zijn functies die niet samengaan, omdat zij elkaar beconcurreren om ondergrondse ruimte, tegenstrijdige eisen aan de ondergrond stellen of elkaars (negatieve) effecten op het ondergrondsysteem en de omgeving versterken. Veel functies gaan redelijk goed samen, omdat zij zich op een ander diepteniveau afspelen. Ook gaan sommige functies juist erg goed samen en versterken ze elkaar. Tegenwoordig wordt ondergronds bouwen al regelmatig toegepast, maar ook combinaties van ondergrondse functies kunnen een goede uitkomst leveren. De matrix $Fo*Fo$ is ontwikkeld, waarmee initiatiefnemers, toetsers, maar ook planners en beleidsmakers een eerste indruk kunnen krijgen van de combinaties van ondergrondse mogelijkheden.

Fo*Fb

De matrix (figuur B3 in bijlage B) is opgebouwd uit 2 assen. Op de horizontale as worden verschillende bovengrondse functies weergegeven, verticaal worden de ondergrondse functies weergegeven.

Voor de ondergrondse functies is zoveel mogelijk aangesloten bij de andere twee matrices, echter de hoofdgroep ecosysteem is buiten beschouwing gelaten. Dit laatste is met name gedaan doordat de bovengrondse inrichting niet onderscheidend is voor het ecosysteem. Voor iedere inrichting zal een goede afweging van het ecosysteem moeten worden gedaan.

De bovengrondse functies zijn op een globaal niveau weergegeven om te voorkomen dat de matrix te groot en onoverzichtelijk zou worden.

De matrix $Fb*Fo$ stimuleert het denken over ondergronds ruimtegebruik door inzichtelijk te maken welke bovengrondse functies goed combineren met specifieke ondergrondse functies.

5.3 Conclusies

De ontwikkelde matrices bieden planontwerpers en planologen verrassende variaties op functiecombinaties boven en onder de grond. De matrices kunnen worden gebruikt bij locatie- en inrichtingsvraagstukken. Voor de ruimtelijke wensen, inrichtings-vraagstukken of zoekruimtes geven de matrices vervolgens aan:

- welke combinaties met de bovengrondse functies mogelijk zijn;
- welke ondergrondse functies hier goed bij passen (matrix $Fo*Fb$);
- welke andere ondergrondse functies onderling goed combineren (matrix $Fo*Fo$);
- welke toekomstige functies worden uitgesloten;
- in hoeverre de bodem geschikt is voor de beoogde functies (matrix $Fo*P$);
- welke kaarten er verder voor welke functies nodig zijn en welke parameters van toepassing zijn (matrix $Fo*P$).

De drie functiematrices ($Fo*P$, $Fo*Fo$, $Fo*Fb$) kunnen gebruikt worden door een brede groep gebruikers (planologen, ontwerpers, beleidsmakers) die handvatten willen hebben voor het betrekken van de ondergrond in de (her)inrichting van een gebied.

5.4 Aanbevelingen

- De geschiktheid van ondergronds ruimtegebruik kan verder inzichtelijk worden gemaakt door de koppeling met andersoortige informatie, zoals kosten en haalbaarheid. Deze informatie is in andere studies bekend (zoals N100 COB). Het is noodzakelijk dat met name deze aspecten daadwerkelijk worden onderzocht in het toepassen van de matrices. In het kader van bijvoorbeeld ECON zou onderzoek gericht kunnen worden op de financiële paragraaf van duurzaam ondergronds ruimtegebruik. De matrices kunnen daarbij worden benut.
- De informatiebehoefte en -beschikbaarheid zijn sterk afhankelijk van de schaal van een project. Hiermee moet rekening gehouden worden bij het gebruik van de matrices. De matrices zijn generiek, in elke nieuwe situatie zal dus opnieuw de soort en het detail van de informatie moeten worden bepaald. Het gebruik van de matrices zou daarom in meerdere plannen moeten worden getoetst en bovendien moeten worden geactualiseerd zodra nieuwe toepasingsmogelijkheden zich voordoen.
- Het daadwerkelijk gebruik van de matrices vereist een helder kader en een goede inbedding. De Leidraad voor Ondergronds Ruimtegebruik biedt een kader, maar mogelijk zijn er ook andere kaders voor het gebruik van de matrices.
- De bekendheid en beschikbaarheid van kaarten kunnen eventueel worden vergroot. Vooral een goede vertaling van de meerwaarde van ondergrondse functies voor bijvoorbeeld planners en ontwerpers is een aandachtspunt. De verwijzing in de matrices naar noodzakelijk te verzamelen kaarten, krijgt daarmee meer gewicht en betekenis.
- Voldoende aansprekende bodemgeschiktheidskaarten is een actiepoint voor kennisinstituten. In de website BIGEO worden links gelegd met de functiematrices. De achterliggende kaarten dienen regelmatig te worden geactualiseerd.

5.5 Bouwstenen voor Leidraad Ondergrond

Uit de in dit hoofdstuk gepresenteerde resultaten zijn de volgende punten overgenomen bij het opstellen van de Leidraad Ondergrond, zoals die is gepresenteerd in hoofdstuk 2 van dit rapport:

- De functiematrices maken kansrijke functiecombinaties inzichtelijk en stimuleren een integrale afweging. Bij het afwegingsproces kunnen de matrices dus een nuttige bijdrage leveren;
- Kansen- en geschiktheidskaarten zijn nuttige instrumenten die het afwegingsproces ondersteunen;
- Kosten en haalbaarheid moeten expliciet onderdeel van de afweging zijn;
- Houd rekening met het schaalniveau van de besluitvorming.

SCHADUWPLANNEN

6.1 Schaduwplan Rotterdam Centraal

Inleiding

Het 'schaduwplan Rotterdam Centraal' laat zien hoe BAGEO-instrumenten kunnen worden toegepast in een concrete casus en het presenteert als resultaat daarvan een reeks alternatieven voor een duurzaam gebruik van de ondergrond in Rotterdam Centraal [Gemeentewerken Rotterdam Ingenieursbureau, 2002]. De informatie en kaarten over de ondergrond, de daarmee samenhangende ontwerp- en toetsingscriteria, en de ontwikkelde alternatieven voor het Masterplan Rotterdam Centraal kunnen desgewenst worden meegenomen in het planvormingsproces en de nog uit te voeren milieueffectrapportage voor Rotterdam Centraal.

Uitgevoerde werkzaamheden

Bodemwensenkaarten

In het Masterplan (zie figuur C1 in bijlage C) is, naast de verknoping van verschillende vervoerswijzen, met name de ruimtelijke ontwikkeling van de toekomstige Delftselaan een cruciaal gegeven. De zoekruimte voor ondergronds ruimtegebruik heeft zich daarom in eerste instantie op de Delftselaan gericht. In drie stappen is het ondergronds ruimtegebruik langs de Delftselaan gemaximaliseerd, van een laag gebruiksniveau (Delftselaan +) tot een verhoogd (Delftselaan ++), en een hoog gebruiksniveau (Delftselaan +++): de bodemwensenkaarten volgens het Delftselaan scenario (zie figuur C2 in bijlage C bodemkan-senkaart Delftselaan +++).

In aanvulling daarop zijn ook de gebruiksmogelijkheden van een tweede, potentiële ontwikkelingsas onderzocht: het Weena-scenario. Ook dit scenario is in drie gebruiksniveaus c.q. bodemwensenkaarten verder uitgewerkt. Tenslotte is een optimaal energie- en waterscenario ontwikkeld voor het centrumgebied, in de zin van vraag en aanbod, winning van ondergrondse energie, warmte en koude opslag en opslag van water. Ook dit heeft geresulteerd in een bodemwensenkaart.

Bodemgeschiktheidskaarten

Parallel aan de voornoemde bodemwensenkaarten zijn bodemgeschiktheidskaarten opgesteld. Deze kaarten zijn gebaseerd op de geologische, geohydrologische en bodemkwaliteitskenmerken van de ondergrond en de beoordeling daarvan (zie figuur C3 in bijlage C). De bodemgeschiktheidskaart geeft aan waar en tot welke diepte de ondergrond het beste kan worden benut, en voor welke (combinatie van) functies, maar ook waar de ondergrond beter kan worden beschermd of niet moet worden verstoord.

Interpretatie en conclusies

Wanneer de bodemwensenkaarten met de bodemgeschiktheidskaart worden geconfronteerd blijkt dat de meeste alternatieven voor ondergronds ruimtegebruik positief uit de beoordeling naar voren komen, met name omdat er een duidelijke voorkeur blijkt voor mv-1, of als dat niet mogelijk is (vanwege de aard van de functie of kruising met een andere functie) mv-2 of mv-3.



Zeer positief zijn bijvoorbeeld:

- de ondergrondse parkeergarages;
- urban entertainment onder het Hofplein;
- multifunctioneel gebruik van de metroRandstad Rail (goederen, afval, bussen);
- uitbreiding van de stadsverwarming;
- warmte/koude opslag in de bodem;
- infiltratiezones/ecologische zones langs sporen en rond het stationsplein.

De duurzame locatie- en inrichtingskeuzes voor ondergronds bouwen (met name het aantal ondergrondse maaiveldniveaus) worden beïnvloed door een beperkt aantal milieufactoren: de (diepte-) ligging van donken en geulen, ernstige en mobiele verontreinigingen, de grondwaterspiegel, de risicogrens voor opbarsting van grondwater uit het eerste watervoerend pakket, de diepte (en dikte) van de eerste waterkerende (klei-) laag en de diepte van het eerste watervoerend pakket. Uit de bodemgeschiktheidskaart voor Rotterdam Centraal blijkt dat uit oogpunt van milieukwaliteit (mogelijke aantasting van bodem- en grondwater) ondergrondse functies bij voorkeur ondiep en boven de grondwaterspiegel worden aangelegd; als dat niet kan tot aan de risicogrens voor opbarsting; is ook dat niet mogelijk dan tot de eerste waterkerende laag; en is ook dat niet haalbaar dan tot het eerste watervoerend pakket.

De hoofdconclusie is dat de ondergrond van het plangebied, binnen de gestelde randvoorwaarden, nog veel meer kansen biedt voor ondergronds ruimtegebruik. Uit de bodemgeschiktheidskaart blijkt ook duidelijk dat daarbij een groot aantal combinaties van functies denkbaar (en uit oogpunt van zorgvuldig ruimtegebruik ook wenselijk) is. Daarmee is een eerste, belangrijke stap gezet naar een brede, integrale uitwerking c.q. beoordeling van ondergrondse alternatieven, waarbij ook de ruimtelijke kwaliteit, de leefbaarheid, uitvoerbaarheid en kosten en baten van alternatieven moeten worden betrokken.

Aanbevelingen

Implementatie in planproces

Op basis van de ervaringen met Rotterdam Centraal zou het vroegtijdig 'plannen met de ondergrond', en het eventueel gebruik van BAGEO daarbij, in een planproces kunnen worden geïmplementeerd. De in de Leidraad Ondergrond genoemde algemene lijn van ondergrond en planproces is in figuur 7 uitgewerkt voor het project Rotterdam Centraal.

Sinds de zomer van 2002 wordt in Rotterdam Centraal gewerkt aan een stedenbouwkundige uitwerking van de 1^e fase voor Rotterdam Centraal: de terminal en het stationsplein. Het streven van de ontwerpers is om de kernelementen van het Masterplan zoveel mogelijk te handhaven, zoals een ondergrondse passage en op langere termijn realisatie van de Delftselaan. Maar het moet wel soberder en doelmatiger.

In het kader van de 1^e fase zouden ondergrondse alternatieven als urban entertainment onder het stationsplein, ondergronds mobiel werken, een 2^e ondergrondse fietsenstalling in Noord, infiltratiezones, al dan niet in combinatie met ondergrondse regenwaterbekkens, uitbreiding van de stadsverwarming en warmte/koude opslag in stedenbouwkundige zin verder kunnen worden uitgewerkt. De bodemwensenkaarten kunnen ook dienen als inspiratiebron voor nieuwe, ondergrondse alternatieven.

Planfase	Ontwerp-opgave/toets	Rol partijen	(BAGEO-) instrumen-ten	Planvorming-producten
Initiatief-fase	Is de ondergrond geschikt voor gebruik? Zijn er wensen t.a.v. het gebruik van de ondergrond?	Ontwikkeling van doelstellingen en ambities door IN	Stappenplan BAGEO, website BIGEO, schaduwplannen BAGEO	Vastlegging doelstellingen en ambities in startnotitie
Programma-fase	Is gebruik van de ondergrond haalbaar? • milieukwaliteit • ruimtelijke kwaliteit • leefbaarheid • uitvoerbaarheid • kosten/baten • draagvlak	Haalbaarheids-onderzoek door IN Overleg en informatie-uitwisseling met BG en Waterbeheerder	Bodemgeschiktheids-kaarten Bodemwensenkaarten Andere afwegingsinstrumenten, bijv. BIOR (Integraal afwegen ondergrondse bedrijfsruimten)	Vastlegging haalbaarheid in programma van eisen / nota van uitgangspunten
Ontwerpfase	Hoe kunnen kansen optimaal worden benut en positieve effecten worden versterkt? Hoe kunnen negatieve effecten worden voorkomen c.q. beperkt? • bodemdaling • veiligheid • bodemkwaliteit • grondwater • ecosystemen • gebruik / beleving Hoe kunnen blijvende negatieve effecten worden gemitigeerd en/of gecompenseerd?	Planoptimalisatie d.m.v. vergelijking en beoordeling van ondergrondse en bovengrondse alternatieven door IN Uitwerking van mitigerende en compenserende maatregelen door IN Toetsing door BG, Waterbeheerder, PPC en/of Commissie voor de MER	Ontwerpprincipes BAGEO	Vastlegging planoptimalisatie in milieuverkenning, milieueffectrapportage en/of structuurschetsen Vastlegging besluitvorming in een ondergrond-paragraaf van het betreffende streek- en of bestemmingsplan
Ontwikkelings- of uitvoeringsfase	Hoe kunnen uitwerkingsplannen t.a.v. effecten voor de ondergrond verder worden geoptimaliseerd en getoetst?	Evaluerend ontwerpen door IN Toetsing door BG en Waterbeheerder	Toetsingscriteria BAGEO	Vastlegging uitwerking en besluitvorming in een ondergrondparagraaf van het betreffende smp, ip, vo en do

Fig. 7. Ondergronds ruimtegebruik in het planproces.

Implementatie in MER-procedure

De MER zou dan, conform de Richtlijnen voor de MER, kunnen worden benut voor nader onderzoek naar de (milieu-)effecten daarvan, maar ook voor het verkennen van (de impact van) mogelijke ondergrondse alternatieven op de lange termijn: langs de Delftselaan en rond het Hofplein. De bodemgeschiktheidskaart en de onderliggende informatie vormen een goede aanzet voor het (milieukundig) toetsingskader van het MER, dat desgewenst kan worden uitgebreid met het bredere, integrale afwegings-kader (ruimtelijke kwaliteit, leefbaarheid, uitvoerbaarheid, kosten en baten).

Uitwerking binnen doelmatiger projectplan

Nog onderzocht moet worden of toepassingen van Ondergronds ruimtegebruik ook binnen een doelmatig projectplan kunnen worden uitgewerkt, oftewel aangetoond zou moeten worden dat ondergronds ruimtegebruik niet altijd duurdere of ambitieuzere plannen oplevert. Dit zou een vervolginiatief in het kader van ECON kunnen zijn.

6.2 Schaduwplan Alphen-Bodegraven

Doel

De provincie Zuid-Holland wil met deze studie onderzoeken op welke wijze de integratie van bodem- en ondergrondkennis in de planvorming een meerwaarde biedt aan een duurzame ruimtelijke ontwikkeling. De transformatie-opgave voor de zone Alphen-Bodegraven [Grontmij Advies & Techniek, 2002] is gebruikt als praktijkcase. Gelijktijdig is de casus benut voor het toetsen van het BAGEO-model.

Werkwijze

DSO-methode

Gebruik is gemaakt van de door Grontmij (door)ontwikkelde planvormingsmethode. Daarmee wordt aangetoond hoe bodem- en ondergrondkwaliteiten gelijkwaardig aan andere kwaliteiten in de ruimtelijke planvorming kunnen worden betrokken. De methodiek komt grotendeels overeen met de lagenbenadering. De basisfilosofie van deze methode is dat de leefomgeving bestaat uit met elkaar samenhangende netwerken en systemen (zie de figuren 8, 9 en 10).

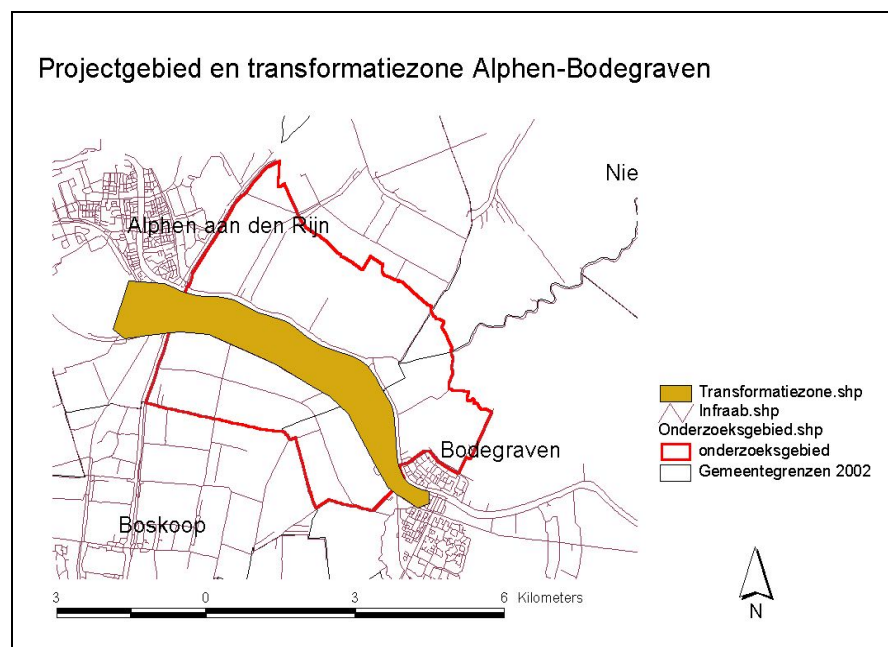


Fig. 8. Plangebied Alphen-Bodegraven.

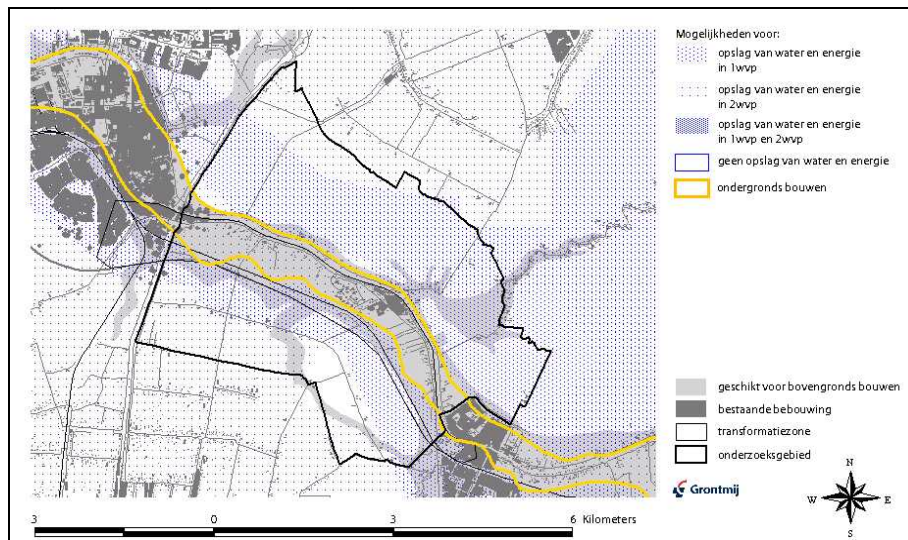


Fig. 9. Mogelijkheden Ondergrondse benutting Alphen-Bodegraven.

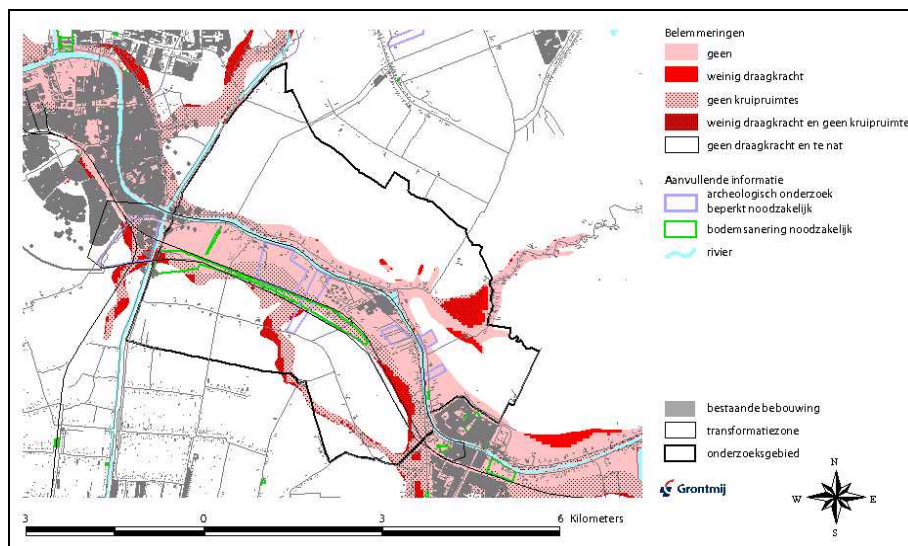


Fig. 10. Geschiktheden Bovengronds bouwen, Alphen-Bodegraven.

De netwerken/lagen

- Voor de transformatiezone Alphen-Bodegraven (zie plangebiedkaart) zijn allereerst de netwerken en systemen in kaart gebracht. Vervolgens is met de DSO-methode bepaald hoe ruimtelijke ontwikkelingen duurzaam kunnen zijn, door recht te doen aan duurzaamheidscriteria vanuit de verschillende netwerken en door de kansen voor duurzame ontwikkeling, die de netwerken en systemen bieden, te benutten en te koppelen. Deze koppeling leidt tot kansen voor meervoudig en ondergronds ruimtegebruik.
- De fysieke netwerken worden gevormd door bodem/ondergrond (bruin netwerk) en water (blauw netwerk). De functionele netwerken worden gevormd door ecologie (groen netwerk), landschappelijke patronen en structuren (geel netwerk), infrastructuur (grijs netwerk) en wonen en werken (rood netwerk).
- Nadat bepaald is hoe het fysieke systeem kan bijdragen aan een duurzaam ruimtegebruik in de transformatiezone Alphen-Bodegraven worden vervolgens de onderzoeksvragen één voor één vanuit het fysieke systeem beantwoord. Centraal staan streefbeelden voor duurzaam-

heid van de onderscheiden thema's. Van die streefbeelden zijn vervolgens criteria voor locatiekeuze en (aanvullende) inrichtingsmaatregelen afgeleid. Toepassing daarvan leidt er toe dat ongewenste effecten op bodem en grondwater zoveel mogelijk worden voorkomen.

Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen die zijn geformuleerd in relatie tot de transformatieopgave zijn:

- Welke delen in het gebied zijn het meest geschikt voor bovengronds bouwen, beredeneerd vanuit bodem, water en ondergrond?
- Wat zijn in het gebied de mogelijkheden om de ondergrond te benutten voor ondergronds bouwen en voor de opslag van water of energie?
- Hoe kan het gebied het beste ecologisch functioneren, beredeneerd vanuit bodem, water en ondergrond?
- Hoe kan het gebied het beste recreatief functioneren, beredeneerd vanuit bodem, water en ondergrond?

Resultaten

De studie heeft geleid tot de volgende resultaten:

- Heldere beschrijving van de aspecten van het fysieke systeem;
- Duurzaamheidscriteria geformuleerd vanuit de verschillende netwerken/lagen;
- Geschiktheidskaarten voor ondergronds en bovengronds bouwen, overige ondergrondse toepassingen;
- Concrete locaties die geschikt zijn voor ondergronds bouwen en de opslag van gietwater of energie, het duurzaam ecologisch en recreatief functioneren;
- Voorbeelduitwerkingen, waarin de kansen voor ruimtelijke ontwikkelingen met meerwaarde vanuit de ondergrond schematisch in beeld zijn gebracht. Deze zijn:
 - ecologische verbindingzones; de ontwikkeling van robuuste groene corridors over de Oude Rijn heen als verbinding tussen de veengebieden aan weerszijden van de Oude Rijnzone;
 - recreatief knooppunt Zwammerdam: kenmerkend is de ontwikkeling van Zwammerdam als cultuurhistorisch en archeologisch belangwekkend stadje; het ontwikkelen van hoogwaardige bedrijvigheid samen met optimale benutting van de ruimte (ondergronds ruimtegebruik);
 - bedrijfslocaties. In de rivierzone zijn de bouw mogelijkheden boven- en ondergronds goed, bij Alphen zijn tevens de mogelijkheden voor koude/warmte opslag en gietwateropslag in de ondergrond goed. Dit is een aanknopingspunt voor verdere differentiatie in bedrijfstypen (zie figuur 11).
- een uiteindelijk globaal ruimtelijk beeld voor de zone Alphen-Bodegraven, gemotiveerd vanuit een optimale benutting van eigenschappen van bodem, ondergrond en water. In dit ruimtelijk structuurbeeld werkt het fysieke systeem sturend en het functionele systeem aanvullend.

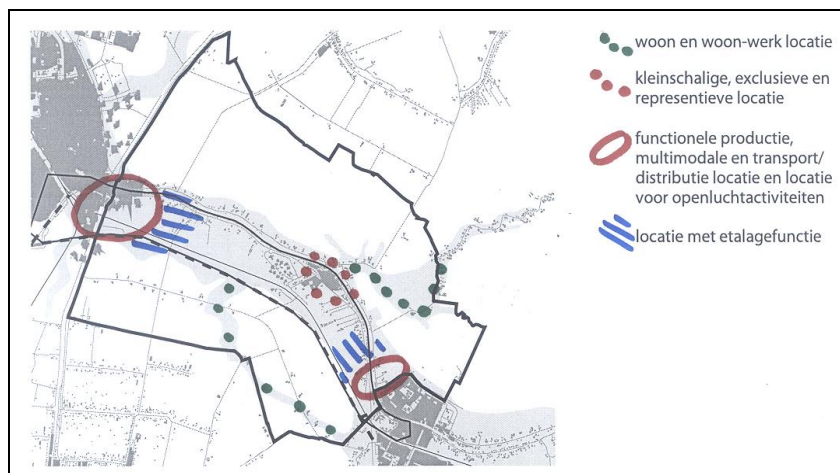


Fig. 11. Voorbeelduitwerking bedrijven en wonen Alphen-Bodegraven.

Conclusies

Uitkomsten

De studie leidt tot een verdieping van het oordeel over hoe en waar ondergrondse benutting kan bijdragen aan de ambities van de transformatieopgave. De bijdrage van het fysieke systeem aan het ruimtelijk structuurbeeld is vooral bevestigend. Bevestigd is bijvoorbeeld dat de transformatiezone voldoende potentie heeft voor ecologische verbindingzones: het fysieke systeem biedt daartoe goede kansen. Dat geldt minder voor ondergronds bouwen. De transformatiezone Alphen-Bodegraven is vergeleken met overig Zuid-Holland matig geschikt voor ondergronds bouwen, gebieden in de Alblasserwaard hebben relatief meer potenties voor ondergronds bouwen.

Methode

De belangrijkste meerwaarde van het sturend laten zijn van het fysieke systeem is het kunnen maken van kostenbesparende duurzame ruimtelijke plannen. Het streven is om aanvullende inrichtingsmaatregelen zoveel mogelijk te beperken, waardoor zowel bespaard wordt op eenmalige aanlegkosten als op elk jaar terugkerende onderhouds- en beheerskosten.

De potenties van het gebied zijn optimaal in kaart gebracht, zodat een bewuste en evenwichtige locatieafweging tussen het fysieke en functionele systeem kan plaatsvinden. Bedrijven worden niet meer op de natste en zettingsgevoelige delen gepland, zonder de afweging te hebben gemaakt of de extra investeringskosten voor de inrichting van het gebied opwegen tegen de voordelen vanuit het functionele systeem.

Tot slot is getoond dat koppelingen tussen de netwerken bepaalde ontwikkelingen beter mogelijk maakt. Bijvoorbeeld dure woningen bijbouwen op de zijgeul maakt ook het realiseren van de verbindingzone beter mogelijk.

Aanbevelingen

Verdere uitwerkingen

Onderzoek van de financiële en maatschappelijke haalbaarheid en technische mogelijkheden. Ondergronds ruimtegebruik is vaak een kostenpost, waarvan duidelijk moet zijn welke opbrengsten er tegenover staan. Bijvoorbeeld in de vorm van besparingen (energiekosten) of in de vorm van uitbreidingsmogelijkheden ondergronds, die bovengronds niet mogelijk zijn (regelgeving).

Uitwerking van de term 'duurzaamheid voor de ondergrond' voor bedrijven en bedrijfsterreinen. Criteria kunnen mogelijk worden vertaald in meetbare parameters, vergelijkbaar met bijvoorbeeld geluidscontouren.

Deze onderzoeken bieden concrete projectinitiatieven voor bijvoorbeeld het ECON.

Aanscherping van BAGEO

- Bied uit de omvangrijke data over ondergrond *dé* informatie aan -op beschikbare kaarten- die meerwaarde biedt voor duurzame (ruimtelijke) ontwikkeling. Onderscheid daarbij enerzijds informatie over intrinsieke kwaliteiten en anderzijds de essentiële informatie over gebruiks- en benuttingsmogelijkheden.
- Concretiseer vervolgens de meerwaarde vanuit bodem- en ondergrondkennis. Bijvoorbeeld wat voegt ondergrond toe aan een differentiatie in locaties voor bedrijfsontwikkeling, afhankelijk van de kansen of wensen ten aanzien van ondergronds ruimtegebruik van bepaalde bedrijfscategorieën?

6.3 Gebruik van Matrices in Schaduwplannen

Het doel van de schaduwplannen Rotterdam CS en Alphen-Bodegraven is om aan te tonen hoe in de praktijk de ondergrond vroegtijdig in ruimtelijke planvorming kan worden meegenomen en om te demonstreren wat de meerwaarde van deze werkwijze kan zijn.

In de uitgevoerde schaduwplannen is vooral aandacht besteed aan de kansen en bedreigingen van ondergrondse benutting, mogelijke alternatieven voor bestaande of in ontwikkeling zijnde plannen en de wijze waarop vroegtijdig in het planvormingsproces alternatieven op hun effecten kunnen worden beoordeeld en duurzame keuzes kunnen worden gemaakt ten aanzien van de locatie en inrichting van ondergrondse functies. De bruikbaarheid van de ontwikkelde matrices P*Fo, Fo*Fo en Fo*Fb is getoetst in de schaduwplannen.

Resultaten en aanbeveling

De bruikbaarheid is getoetst aan de hand van specifieke vragen [deelrapport Kansen voor de Ondergrond, TNO, 2002]. Daarbij werd vooral aandacht besteed aan de kansen en bedreigingen voor ondergronds ruimtegebruik, de informatievraag en de hiaten en de meerwaarde die het BAGEO afwegingskader heeft in praktijksituaties. Met betrekking tot de aansluiting op de matrices bleek dat:

- het gebruik van de matrices niet zozeer leidde tot geheel nieuwe inrichtingsplannen, alswel tot een verdieping van de kennis over de mogelijkheden en variaties op de bestaande plannen;
- de matrices een beter inzicht geven in het plannen van zowel ondergrondse als bovengrondse functies en de combinatie van functies binnen de randvoorwaarden die de bodemparameters aan de bodem stellen.

Omdat zowel kosten als haalbaarheid minder uitgewerkt zijn in de schaduwplannen, is het noodzakelijk dat met name deze aspecten daadwerkelijk worden onderzocht, gekoppeld aan het toepassen van de matrices. Voor infrastructuurprojecten is het monetariseren van milieu- en veiligheidsaspecten onderzocht in de N400-projecten van het Centrum Ondergronds Bouwen (N400, N410, N420, N430).

In het kader van bijvoorbeeld ECON zou het onderzoek gericht kunnen worden op de financiële paragraaf van duurzaam ondergronds ruimtegebruik, breder dan ondergronds bouwen. De matrices kunnen daarbij worden benut.

6.4 Bouwstenen voor Leidraad Ondergrond

Uit de in dit hoofdstuk gepresenteerde resultaten zijn de volgende punten overgenomen bij het opstellen van de Leidraad Ondergrond, zoals die is gepresenteerd in hoofdstuk 2 van dit rapport:

- Een gestructureerde afweging is zinvol: het maakt de kansen voor ondergronds ruimtegebruik heel inzichtelijk en leidt tot identificatie van nieuwe ondergrondse toepassingen en inzicht in mogelijke toepassingen;
- Financiële haalbaarheid moet worden meegewogen.

HOOFDSTUK 7

JURIDISCH KADER

7.1 Doel

Juridische aspecten zijn essentieel in afwegingsvraagstukken. Vandaar dat het doel van deze projectactiviteit is om de juridische aspecten en de rol van het recht bij ondergronds ruimtegebruik goed in kaart te brengen [J. v.d. Heijden, 2002]. Daarnaast moet dit op zodanige wijze gebeuren dat alle informatie geïntegreerd kan worden in de website BIGEO.

7.2 Resultaten

Onderzocht is hoe BAGEO de gebruiker behulpzaam kan zijn bij het omgaan met het geldende recht. Het onderzoek heeft geresulteerd in een drietal producten:

- Directe verwijzing in de website naar welk recht van toepassing is op de activiteiten van ondergronds ruimtegebruik en welke rol juridische vraagstukken hebben in planvorming en projectrealisatie;
- Een beschrijving van hoe het juridisch risico-, proces- en proceduremanagement bij ondergronds bouwen kan worden ingevuld;
- Een bedrijfsplan voor het oprichten van een onderneming die juridische kennis beschikbaar kan houden via de BIGEO-website. De juridische kennis betreft dan de voorbereiding en realisatie van ondergrondse projecten.



BAGEO/Juridisch: het recht op de BIGEO-website

Ondergronds ruimtegebruik is in zoverre geen juridisch verschijnsel dat er van de formele wetgever geen regels afkomstig zijn die zich daar expliciet op richten. In de inventarisatie blijkt een bijna eindeloze reeks van wetten van toepassing, bijvoorbeeld op Ondergronds Bouwen. Op basis van ervaringen met diverse grote infrastructurele projecten zijn bouwactiviteiten geïdentificeerd, waarop nationale rechtsregels van toepassing zijn. BAGEO/juridisch legt links naar de verschillende wetten. Daarmee wordt de gebruiker van BAGEO gewezen op welk recht van toepassing is op de voorgenomen bouwactiviteiten.

Daarnaast zijn er verwijzingen naar (formeel) recht met een internationale oorsprong en er is recht afkomstig van lagere wetgevers, zoals gemeenten, provincies en waterschappen. Uitgewerkt is hoe BAGEO/juridisch een rol kan spelen in het ontsluiten van regels van internationale oorsprong en lagere wetgevers met betrekking tot ondergronds bouwen. Ook is aangegeven hoe BAGEO een rol kan spelen bij het wijzen op komend recht en discussiëren over wenselijk recht.

Bedrijfsplan

Door middel van interviews met juridische dienstverleners is onderzocht hoe BAGEO/juridisch ondersteunend kan zijn aan de ontmoeting tussen juridische dienstverleners en vraagstellers. Interessant is de vraag of daarmee inkomsten (via advertorials) kunnen worden gegenereerd; of juridische dienstverleners hiertoe bereid zijn en hoe de kosten gedekt kunnen worden van het plaatsen en bijhouden van alle geleverde juridische gegevens. Uitgewerkt is hoe de levensvatbaarheid van een zogenaamde Onderneming Juridisch Advies BAGEO kan worden vergroot.

De vragen waarop de dienstverlening gericht zou moeten zijn en die in het bedrijfsplan verder zijn onderzocht hebben betrekking op alle negen functionaliteiten van BAGEO/juridisch:

- Overzicht van recht opgehangen aan ondergrondse (bouw)activiteiten;
- Overzicht van relevante regelingen van formeel recht;
- Overzicht van lagere wetgeving;
- Overzicht van internationaal recht;
- Overzicht over komend recht;
- Discussiesite over wenselijk recht;
- Juridisch risicomangement;
- Juridisch procesmanagement;
- Juridisch proceduremanagement.

In het kader van Habiforum is voorts onderzocht op welke momenten het recht actueel is in het realisatieproces van een meervoudig ruimtelijk project. Met het identificeren van die momenten in beslissingsondersteunende systemen, zoals BAGEO, wordt het voor actoren mogelijk alert te kunnen zijn op het recht. Juridische dienstverleners kunnen binnen een dergelijk informatiesysteem hun juridische diensten aanbieden. Een op te richten onderneming Juridisch Advies BAGEO kan dat realiseren door middel van de markt.

In het kader van dit bedrijfsplan is bij een aantal juridische dienstverleners en kenners van het internet gepeild wat zij de kansen achten van het idee van de advertorial. Uit de peiling rijst het stellige vermoeden dat BAGEO door middel van advertorials van juridische dienstverleners drie van de eerder genoemde functionaliteiten kan laten werken:

1. Overzicht van recht opgehangen aan ondergrondse (bouw)activiteiten;
2. Overzicht van relevante regelingen van formeel recht;
3. Overzicht over komend recht. Het laten werken van deze drie functionaliteiten zal BAGEO idealiter niets hoeven kosten, ook niet de kosten voor een webredacteur die de links moet plaatsen en bijhouden. De aangeleverde juridische inhoud in de advertorials is afkomstig van de juridische dienstverleners die deze inhoud zelf verzorgen. Vraag is of zij bereid zijn om te betalen voor de webredacteur én de kosten te dragen van het zelf opstellen en inhoudelijk bijhouden van hun eigen advertorial. Die vraag wordt in het bedrijfsplan bevestigend beantwoord.

7.3 Conclusies

Met de keuze van activiteiten/ingrepen van een ondergronds bouwen-project is de toepassing van een veelheid van wetten geïdentificeerd en gestructureerd binnen de website BIGEO.

De combinatie van juridische instrumenten met BIGEO is kansrijk en biedt meerwaarde. In de inventarisatie is gebleken dat op het terrein van de ruimtelijke inrichting weliswaar al veel internetsites bestaan, maar dat er nog weinig wordt ingegaan op juridische instrumenten. Ondergronds ruimtegebruik zit daar in het geheel niet tussen.

Uit de peiling onder juridische dienstverleners is voorts gebleken dat een op te richten Onderneming (Juridisch Advies BAGEO) door marktpartijen, overheden en intermediaire organisaties voorziet in een behoefte van zowel initiatiefnemers als juristen. Daarmee wordt de kennisinfrastructuur ruimtelijke inrichting en (ondergronds) ruimtegebruik versterkt en wordt een bijdrage geleverd aan een betere realisatie van ruimtelijke inrichtingsprojecten. Wel zal die onderneming om te beginnen overeind moeten worden gehouden door organisaties die behoefte hebben aan een goed gebruik en een goede ontwikkeling van juridische kennis rondom ondergronds bouwen.

7.4 Aanbevelingen en vervolgonderzoek

De verdere uitwerking van het totaalpakket van alle 9 functionaliteiten vraagt om een vervolgfase door:

- verder uitbouwen van de opzet van een website en het investeren in een organisatie die na verloop van jaren op eigen benen moet leren staan. In de opzet van de website BIGEO zijn al investeringen gedaan. Uit die ervaringen, en uit de diverse en complexe functionaliteiten van de website van BIGEO/juridisch, volgt dat er nog een eenmalig bedrag nodig zal zijn. Daarnaast zijn er de kosten voor het hosten, onderhouden, aanpassen en uitbreiden van de website. Die kosten zullen op termijn zelf gedragen moeten worden, maar in het begin niet;
- de implementatie en het gebruik van de website. De kosten voor gebruik zijn hierboven al aan de orde geweest. Implementatie is een eenmalige actie om BIGEO/juridisch te lanceren. Dat zal vooral uit een PR-campagne bestaan, bijvoorbeeld door een congres te organiseren en publiciteit te verzorgen.

7.5 Bouwstenen voor Leidraad Ondergrond

Uit de in dit hoofdstuk gepresenteerde resultaten zijn de volgende punten overgenomen bij het opstellen van de Leidraad Ondergrond, zoals die is gepresenteerd in hoofdstuk 2 van dit rapport:

- Er is een veelheid van wetten van toepassing op ondergronds ruimtegebruik, waarmee rekening moet worden gehouden;
- De BIGEO-website kan bijdragen aan het toegankelijk maken van juridische kennis.

LITERATUUR

Rapportage rolverdeling Overheden, onderzoek in het kader van BAGEO, derde fase 2002, Royal Haskoning, Rotterdam, november 2002.

Kansen voor de Ondergrond, TNO-Milieu, energie en procesinnovatie, Apeldoorn, november 2002 .

BAGEO/juridisch, onderzoeksrapport Jurgen van der Heijden, UvA/XPIN, september 2002.

Grond voor Transformatie, Bodemadvies voor duurzame ruimtelijke ontwikkeling in de transformatiezone Alphen-Bodegraven, Grontmij Advies& Techniek bijvoorbeeld, Waddinxveen mei 2002.

BAGEO Rotterdam Centraal, alternatieven voor een duurzaam gebruik van de ondergrond, Gemeentewerken Rotterdam Ingenieursbureau, november 2002.

Breed Afwegingskader Gebruik van de Ondergrond, Verkenningen, SKB-project SVB-046, 2^e fase, SKB, Gouda, februari 2001.

Overige literatuur:

Bouwen met of zonder meervoudig ruimtegebruik: Is er behoefte aan modellen/ systemen in het besluitvormingsproces? Eindrapport "Verkenning behoefte, eisen en wensen integrale afwegingsmodellen en beslissingsondersteunende systemen ondergronds en meervoudig ruimtegebruik (J620)" Centrum Ondergronds Bouwen (COB), Gouda, september 2001.

Rol van de ondergrond in de ruimtelijke ordening, een toekomstverkenning, STB-02-25, TNO-STB, Delft, oktober 2002.

Deel 3

Bijlagen

BIJLAGE A

OVERZICHT DEELRAPPORTEN DERDE FASE

Rapportage rolverdeling Overheden, onderzoek in het kader van BAGEO, derde fase 2002, Royal Haskoning, Rotterdam, november 2002.

Kansen voor de Ondergrond, TNO-Milieu, energie en procesinnovatie, Apeldoorn, november 2002.

BAGEO/juridisch, onderzoeksrapport Jurgen van der Heijden, UvA/XPIN, september 2002.

Grond voor Transformatie, Bodemadvies voor duurzame ruimtelijke ontwikkeling in de transformatiezone Alphen-Bodegraven, Grontmij Advies & Techniek, bijvoorbeeld Waddinxveen, mei 2002.

BAGEO Rotterdam Centraal, alternatieven voor een duurzaam gebruik van de ondergrond, Gemeentewerken Rotterdam Ingenieursbureau, november 2002.

BIJLAGE B

MATRICES

Toelichting op matrix Fo*Fo

1. (Drink)waterwinning en kleiwinning vinden plaats in verschillende formaties. Kleiwinning en (drink)waterwinning gaan in principe samen, bemalingen die eventueel worden toegepast bij de winning van klei onder het grondwatervniveau kunnen wel tijdelijke veranderingen in stijghoogten in watervoerend pakket veroorzaken, met als mogelijke gevolgen beïnvloeding van de waterwinning en extra bodemdaling. De ondiepe kleiwinning kan ook leiden tot veranderingen in de weerstand van de deklaag.
2. (Drink)waterwinning en zandwinning kunnen plaatsvinden binnen een verschillend dieptebereik. Bij diepere winning van zand (bijv. uit formaties van het eerste watervoerende pakket) kan beïnvloeding van de stijghoogten in het watervoerend pakket plaatsvinden (onder meer door verwijdering van de deklaag of door bijvoorbeeld het verwijderen van sliblagen in rivierbeddingen bij baggerwerkzaamheden).
3. (Drink)waterwinning en grindwinning kunnen plaatsvinden binnen een verschillend dieptebereik. Bij diepere winning van grind (bijv. uit formaties van het eerste watervoerende pakket) kan beïnvloeding van de stijghoogten in het watervoerend pakket plaatsvinden (onder meer door verwijdering van de deklaag of door bijvoorbeeld het verwijderen van sliblagen in rivierbeddingen bij baggerwerkzaamheden).
4. (Drink)waterwinning en aardgaswinning kennen een verschillend dieptebereik, bij aardgaswinning bestaat een risico op verontreiniging van de bovenliggende watervoerende pakketten.
5. (Drink)waterwinning en oliewinning kennen een verschillend dieptebereik, bij oliewinning bestaat een risico op verontreiniging van de bovenliggende watervoerende pakketten.
6. (Drink)waterwinning en zoutwinning vinden plaats in verschillende formaties, bij zoutwinning bestaat een risico op verontreiniging van de bovenliggende watervoerende pakketten.
7. Reguliere (drink)waterwinning en aardwarmtewinning vinden plaats in verschillende formaties (aardwarmte wordt gewonnen uit dieper gelegen formaties), diep water wordt gewonnen voor thermale baden (zoutwater) of energievoorziening. Bij aardwarmtewinning voor energie (grotere producties) dient water geherinjecteerd te worden ter voorkoming van bodemdaling.
8. (Drink)waterwinningen gaan in principe (wanneer geen water wordt geherinjecteerd) gepaard met grondwaterstandverlagingen. Het 'bodemarchief' (de archeologische inhoud) is zeer gevoelig voor veranderingen (verlagingen) in de grondwaterstand en veranderingen in de redox-toestand van de bodem. Beide functies gaan niet goed samen indien er geen maatregelen worden genomen om de grondwaterstandverlagingen te beperken.
9. De functies (drink)waterwinning en de reservoirfunctie voor aardkundige waarden gaan in principe goed samen. Uitzondering hierop vormen natuurlijk die situaties waarin het geohydrologisch systeem zelf als een aardkundige waarde wordt beschouwd, of wanneer de aardkundige waarde wordt gevormd door 'het bodemarchief' dat zeer gevoelig is voor grondwaterstandverlagingen.
10. De functies (drink)waterwinning en de opslag van verontreinigingen gaan niet samen, met name mobiele verontreinigingen vormen een bedreiging voor de (drink)watervoorraad.
11. (Drink)waterwinning en (giet)water opslag uit hetzelfde watervoerende pakket gaan niet samen – hier vindt concurrentie om ruimte plaats.
12. CO₂ opslag vindt op grotere diepte plaats (vanaf ca. 800m diepte) dan (drink)waterwinning. CO₂ kan bij ontsnapping wel (drink)watervoorraden bedreigen (door verstoring van stromingssystemen, migratie organische verbindingen uit opslagreservoirs en verstoring van de chemische en microbiologische evenwichten in het grondwater).
13. (Drink)waterwinning en koude/warmte opslag uit hetzelfde watervoerende pakket gaan niet samen – hier is sprake van concurrentie om ruimte.
14. Bij de ondergrondse opslag van (radio)actief materiaal bestaat er een risico op verontreiniging van het grondwater. Deze functies gaan vermoedelijk vanuit veiligheidsoverwegingen slecht samen.
15. De functies ondiepe ondergrondse verblijfsruimten en (drink)waterwinning hebben een verschillend dieptebereik, de (drink)waterwinning vindt in principe dieper plaats. Bij een spanningsbemaling in het eerste watervoerend pakket kan wel een tijdelijke verstoring van de winning plaatsvinden. Vermindering van infiltratie en veranderingen in waterhuishouding kunnen optreden wanneer de ondergrondse constructies grote oppervlakten in beslag nemen en bijvoorbeeld gepaard gaan met verhardingen aan het oppervlak. (Drink)waterwinning gaat gepaard met wijzigingen in stijghoogten en grondwaterstanden; deze kunnen in een aantal gevallen klink en schade aan de constructies veroorzaken.
16. De functies (drink)waterwinning en ondiepe lineaire structuren hebben een verschillend dieptebereik; de (drink)waterwinning vindt in principe dieper plaats; bij een spanningsbemaling in het eerste watervoerend pakket kan wel een tijdelijke verstoring van de winning plaatsvinden. (Drink)waterwinning gaat gepaard met wijzigingen in stijghoogten en grondwaterstanden; deze kunnen in een aantal gevallen klink en schade aan de structuren veroorzaken.
17. Grotere diepe bouwputten voor de constructie van verblijfsruimten tot in het watervoerend pakket kunnen de grondwaterstroming verstoren en de hydraulische weerstand van de deklaag veranderen: de spanningsbemaling ten tijde van de constructie van de bouwput leidt tot tijdelijke verstoring van de winning. Vermindering van infiltratie en veranderingen in waterhuishouding kunnen optreden wanneer de ondergrondse constructies grote oppervlakten in beslag nemen en bijvoorbeeld gepaard gaan met verhardingen aan het oppervlak. (Drink)waterwinning gaat gepaard met wijzigingen in stijghoogten en grondwaterstanden; deze kunnen in een aantal gevallen klink en schade aan de constructies veroorzaken.
18. Ondergrondse lineaire structuren en bouwwerken tot in het watervoerend pakket kunnen grondwaterstromingen verhinderen (barrièrewerking), de hydraulische weerstand van de deklaag veranderen bij constructies vanaf het maaiveld; spanningsbemalingen ten tijde van de constructie van de bouwput kunnen leiden tot een tijdelijke verstoring van de (drink)waterwinning. (Drink)waterwinning gaat gepaard met wijzigingen in stijghoogten en grondwaterstanden; deze kunnen in een aantal gevallen klink en schade aan de constructies veroorzaken.
19. De functie (drink)waterwinning en de ecosysteemfunctie regulering gaan goed samen mits er geen significante grondwaterstandverlaging en veranderingen in grondwaterstromingen plaatsvinden. Door veranderingen in de waterhuishouding

- en zuurstofhuishouding kunnen fysische, chemische en microbiologische evenwichten veranderen. Dit leidt tot veranderingen in het bodemecosysteem en de samenhangende regulerende functies.
20. De functie (drink)waterwinning en de ecosysteemfunctie uitwisseling gaan goed samen mits er geen significante grondwaterstandverlagingen en veranderingen in grondwaterstromingen plaatsvinden. Wijzigingen in de waterhuishouding kunnen leiden tot verstoring van de uitwisselingsfunctie van de bodem.
 21. De functie (drink)waterwinning en de ecosysteemfunctie zuivering gaan in principe goed samen mits er geen significante grondwaterstandverlagingen en veranderingen in grondwaterstromingen plaatsvinden. Wijzigingen in de waterhuishouding en zuurstofhuishouding leiden tot veranderingen in het bodemecosysteem en de samenhangende zuiveringsfunctie.
 22. De functies klei- en zandwinning gaan niet goed samen binnen hetzelfde dieptebereik. Wel is de ondiepe winning van klei met diepere winning van zand en vice versa mogelijk (als voorbeeld wordt hier genoemd de gelijktijdige winning van zil-verzand en Tegelen-klei en de winning van zand en klei voor de keramische industrie uit rivierbeddingen).
 23. De functies klei- en grindwinning gaan niet goed samen binnen hetzelfde dieptebereik. Wel is de ondiepe winning van klei met de diepere winning van grind en vice versa mogelijk (klei voor de keramische industrie en grind uit rivierbeddingen).
 24. Aardgaswinning en kleiwinning vinden plaats op verschillende dieptes; de functies storen elkaar niet.
 25. Oliewinning en kleiwinning vinden plaats op verschillende dieptes; de functies storen elkaar niet.
 26. Zoutwinning en kleiwinning vinden plaats op verschillende dieptes (zoutwinning ca. 300-3000m) ; de functies storen elkaar niet.
 27. Aardwarmtewinning en kleiwinning vinden plaats op verschillende dieptes; de functies storen elkaar niet.
 28. De winning van klei leidt tot vernietiging en verstoring van het ondiepe bodemarchief; de functies kleiwinning en de reservoirfunctie bodemarchief gaan niet goed samen.
 29. De functie kleiwinning en de reservoirfunctie voor aardkundige waarden gaan niet goed samen, bij winning wordt de grond definitief verwijderd.
 30. De functies kleiwinning en de opslag van verontreinigingen gaan in principe samen. In de ruimte na winning van de klei kan verontreinigde grond worden opgeslagen. Indien gewonnen klei verontreinigd is kent deze wel beperkte hergebruiksmogelijkheden (gebruiksmogelijkheden vergroot door immobilisatie).
 31. Kleiwinning en (giet)water opslag vindt plaats in verschillende formaties op verschillende dieptes. Ondiepe kleiwinning en diepere (giet)water opslag gaan in principe samen. Tijdelijke bemalingen toegepast bij de winning van diepere kleilagen kunnen wel de (giet)water opslag negatief beïnvloeden.
 32. Kleiwinning en gasopslag kennen een verschillend dieptebereik. De functies storen elkaar niet.
 33. Kleiwinning en warmte-koude opslag vindt plaats in verschillende formaties op verschillende dieptes. Ondiepe kleiwinning en diepere koude/warmte opslag gaan samen. Tijdelijke bemalingen toegepast bij de winning van diepere kleilagen kunnen wel de koude/warmte opslag negatief beïnvloeden.
 34. De functies kleiwinning en de diepere opslag van (radio)actief verontreinigd materiaal gaan in principe samen. Er is echter niets bekend over bijvoorbeeld mogelijke veiligheidszones rond opslaglocaties van (radio)actief verontreinigd materiaal.
 35. De aanwezigheid van (slappe) kleilagen is in principe ongunstig voor de ondersteuning van damwandconstructies voor ondiepe bouwputten. Kleien die vrijkomen bij de ontgravingswerkzaamheden voor grotere bouwputten zijn mogelijk winbaar; dit is sterk afhankelijk van het type klei. Het is verder in principe gunstig als de bouwput aan de onderzijde wordt afgesloten door een kleilaag (vermindering wateroverlast) - deze laag kan echter niet gewonnen worden.
 36. Idem als 35.
 37. Idem als 35.
 38. Klei die vrijkomt bij boorwerkzaamheden (bij scheiding van boorspoeling) kan in principe (afhankelijk van het type klei) hergebruikt worden. Graafwerkzaamheden boven en in de directe omgeving van tunnels zijn vaak niet toegestaan – winningsmogelijkheden boven tunnels zijn dus beperkt. Klei die vrijkomt bij werkzaamheden in een open bouwput is mogelijk, afhankelijk van het type klei, geschikt voor winning.
 39. De functie kleiwinning en de ecosysteemfunctie regulering gaan niet goed samen, bij winning wordt de grond definitief verwijderd.
 40. De functie kleiwinning en de ecosysteemfunctie uitwisseling gaan niet goed samen, bij winning wordt de grond definitief verwijderd.
 41. De functie kleiwinning en de ecosysteemfunctie zuivering gaan niet goed samen, bij winning wordt de grond definitief verwijderd.
 42. De functies zand- en grindwinning gaan in principe samen wanneer in hetzelfde dieptebereik zowel zandige als grindhoudende lagen voorkomen; de secundaire winning van grind als bijproduct van zand (en vice versa) is mogelijk.
 43. Aardgaswinning en zandwinning vinden plaats op verschillende dieptes; de functies storen elkaar niet.
 44. Oliewinning en zandwinning vinden plaats op verschillende dieptes; de functies storen elkaar niet.
 45. Zoutwinning en zandwinning vinden plaats op verschillende dieptes (zoutwinning ca. 300-3000m); de functies storen elkaar niet.
 46. Aardwarmtewinning en zandwinning vinden plaats op verschillende dieptes; de functies storen elkaar niet.
 47. Winning van zand leidt tot vernietiging en verstoring van het ondiepe bodemarchief.
 48. De functie zandwinning en de reservoirfunctie voor aardkundige waarden gaan niet goed samen, bij winning wordt de grond definitief verwijderd.
 49. In bepaalde specifieke gevallen kan in de ruimte ontstaan in de ondergrond na de winning van het zand opslag van verontreinigd materiaal plaatsvinden; de afsluitende werking van kleilagen ontbreekt echter (een voorbeeld: de berging van verontreinigde klei langs de Maas in zand- en grindafravingen – het zgn. 'omputten'). Door immobilisatie van verontreinigingen worden de gebruiksmogelijkheden van verontreinigde materialen als bouwstof vergroot.
 50. (Giet)water opslag en zandwinning kunnen plaatsvinden op een verschillend dieptebereik. Bij diepere winning van zand (bijv. uit formaties die onderdeel uitmaken van het eerste watervoerende pakket) kan beïnvloeding van de stijghoogten in het watervoerend pakket plaatsvinden (onder meer door verwijdering van de deklaag of bijvoorbeeld het verwijderen van een sliblaag bij baggerwerkzaamheden in een rivierbedding).

51. Gasopslag en zandwinning vinden plaats op verschillende dieptes.
52. Koude-warmte opslag en zandwinning kunnen plaatsvinden op een verschillende diepte. Bij diepere winning van zand (bijv. uit formaties die deel uitmaken van het eerste watervoerende pakket) kan beïnvloeding van de stijghoogten in het watervoerend pakket plaatsvinden (onder meer door verwijdering van de deklaag of bijvoorbeeld het verwijderen van een sliblaag bij baggerwerkzaamheden in een rivierbedding).
53. De functies zandwinning en de diepere opslag van (radio)actief verontreinigd materiaal gaan in principe samen. Er is echter weinig bekend over bijvoorbeeld mogelijke veiligheidszones rond opslaglocaties van (radio)actief verontreinigd materiaal.
54. De aanwezigheid van ondiepe zandlagen in de ondergrond is in principe gunstig voor de ondersteuning van damwandconstructies voor ondiepe bouwputten. Zand dat vrijkomt bij de ontgravingswerkzaamheden voor grotere bouwputten is mogelijk winbaar; afhankelijk van met name de korrelgrootteverdeling van het zand. Het is verder in principe gunstig als de bouwput aan de onderzijde wordt afgesloten door een kleilaag (vermindering wateroverlast).
55. De aanwezigheid van ondiepe zandlagen in de ondergrond is in principe gunstig voor de ondersteuning van damwandconstructies voor ondiepe bouwputten. Zand dat vrijkomt bij de ontgravingswerkzaamheden voor grotere bouwputten is mogelijk winbaar; afhankelijk van met name de korrelgrootteverdeling van het zand. Het is verder in principe gunstig als de bouwput aan de onderzijde wordt afgesloten door een kleilaag (vermindering wateroverlast).
56. Idem als 55.
57. Zand dat vrijkomt bij boorwerkzaamheden is bij scheiding van boorspoeling in principe geschikt voor hergebruik (afhankelijk van de korrelgrootteverdeling). Graafwerkzaamheden boven tunnels zijn meestal niet toegestaan; winningsmogelijkheden boven tunnels zijn dus beperkt. Zand dat vrijkomt bij werkzaamheden in een open bouwput is mogelijk geschikt voor winning.
58. De functie zandwinning en de ecosysteemfunctie regulering gaan niet goed samen, bij winning wordt de grond definitief verwijderd.
59. De functie zandwinning en de ecosysteemfunctie uitwisseling gaan niet goed samen, bij winning wordt de grond definitief verwijderd.
60. De functie zandwinning en de ecosysteemfunctie zuivering gaan niet goed samen, bij winning wordt de grond definitief verwijderd.
61. Aardgaswinning en grindwinning vinden plaats op verschillende dieptes; de functies storen elkaar niet.
62. Oliewinning en grindwinning vinden plaats op verschillende dieptes; de functies storen elkaar niet.
63. Zoutwinning en grindwinning vinden plaats op verschillende dieptes (zoutwinning ca. 300-3000m); de functies storen elkaar niet.
64. Aardwarmtewinning en grindwinning vinden plaats op verschillende dieptes; de functies storen elkaar niet.
65. De winning van grind leidt tot vernietiging en verstoring van het ondiepe bodemarchief; de functies gaan niet samen.
66. De functie grindwinning en de reservoیرfunctie voor aardkundige waarden gaan niet samen; de aardkundige waarden worden door de ontgravingswerkzaamheden vernietigd.
67. In bepaalde specifieke gevallen kan in de ruimte ontstaan in de ondergrond na de winning van het grind opslag van verontreinigd materiaal plaatsvinden; de afsluitende werking van kleilagen ontbreekt echter (een voorbeeld: de berging van verontreinigde klei langs de Maas in zand/grind afgravingen, het zgn. 'omputten'). De gebruiksmogelijkheden van verontreinigde grond als bouwstoffen kunnen vergroot worden door de immobilisatie van verontreinigingen.
68. (Giet)water opslag en grindwinning kunnen plaatsvinden op een verschillend dieptebereik. Bij diepere winning van grind (bijv. uit formaties die deel uitmaken van het eerste watervoerende pakket) kan beïnvloeding van de stijghoogten in het watervoerend pakket plaatsvinden (onder meer door verwijdering van de deklaag of bijvoorbeeld het verwijderen van een sliblaag bij baggerwerkzaamheden in een rivierbedding).
69. De functies grindwinning en gasopslag kennen een verschillend dieptebereik; de functies storen elkaar niet.
70. Koude-warmte opslag en grindwinning kunnen plaatsvinden op een verschillend dieptebereik. Bij diepere winning van grind (bijv. uit formaties die deel uitmaken van het eerste watervoerende pakket) kan beïnvloeding van de stijghoogten in het watervoerend pakket plaatsvinden (onder meer door verwijdering van de deklaag).
71. De functies grindwinning en de diepere opslag van (radio)actief verontreinigd materiaal gaan in principe samen. Er is echter niets bekend over bijvoorbeeld mogelijke veiligheidszones rond opslaglocaties van (radio)actief verontreinigd materiaal.
72. De aanwezigheid van stijvere lagen in de ondergrond is in principe gunstig voor de ondersteuning van damwandconstructies voor ondiepe bouwputten. Grind dat vrijkomt bij de ontgravingswerkzaamheden voor grotere bouwputten is winbaar; afhankelijk van de samenstelling van het grind. Het is verder in principe gunstig als de bouwput aan de onderzijde wordt afgesloten door een kleilaag (vermindering wateroverlast).
73. Idem als 72.
74. Idem als 72.
75. Grind dat vrijkomt bij boorwerkzaamheden is (bij scheiding van boorspoeling) in principe geschikt voor hergebruik. Graafwerkzaamheden boven tunnels zijn meestal niet toegestaan; winningsmogelijkheden boven tunnels zijn dus beperkt. Grind dat vrijkomt bij werkzaamheden in een open bouwput is mogelijk geschikt voor winning.
76. De functie grindwinning en de ecosysteemfunctie regulering gaan niet goed samen, bij winning wordt de grond definitief verwijderd.
77. De functie grindwinning en de ecosysteemfunctie uitwisseling gaan niet goed samen, bij winning wordt de grond definitief verwijderd.
78. De functie grindwinning en de ecosysteemfunctie zuivering gaan niet goed samen, bij winning wordt de grond definitief verwijderd.
79. Gelijktijdige productie van olie en gas uit hetzelfde reservoir komt slechts in een heel enkel geval voor (gelijktijdige productie van gas met olie leidt tot reductie en verlies van 'reservoir drive').
80. Winning vindt plaats in verschillende formaties, op verschillende dieptes; gelijktijdige winning uit verschillende formaties boven elkaar leidt tot extra veel bodemdaling en aardbevingsrisico's.

81. Winning gebeurt vaak uit verschillende formaties met een verschillend dieptebereik. De gelijktijdige winning van aardgas en aardwarmte((Drink)water) uit hetzelfde reservoir komt niet voor. Oude putten kunnen wel evt. gebruikt worden voor de winning van aardwarmte. Winning (gelijktijdig of na elkaar) uit verschillende formaties boven elkaar leidt tot extra veel bodemdaling en aardbevingsrisico's.
82. De winning van aardgas en de reservoirfunctie van de ondergrond als bodemarchief kennen een verschillend dieptebereik. De functies storen elkaar in principe niet.
83. Aardgaswinning en de reservoirfunctie van de ondergrond voor aardkundige waarden kennen een verschillend dieptebereik. Olie- en zoutwinning vinden plaats in verschillende formaties en op verschillende dieptes. De gelijktijdige winning uit verschillende formaties boven elkaar leidt tot extra veel bodemdaling en aardbevingsrisico's.
84. De winning van aardgas en de reservoirfunctie van de ondergrond voor verontreinigingen kennen een verschillend dieptebereik. De functies storen elkaar in principe niet; bodemdaling kan wel leiden tot een verhoging van de grondwaterstand, met als gevolg dat verontreinigingen die oorspronkelijk boven grondwater liggen in contact komen met het grondwater.
85. Aardgaswinning en (giet)water opslag vinden plaats op verschillende dieptes in verschillende formaties.
86. CO₂ (en gas)opslag in lege aardgasvelden is mogelijk, beide functies volgen elkaar goed op in de tijd. Gasinjectie in nog producerende gasvelden kan in principe de productie verhogen (EGR 'enhanced gas recovery'). Er bestaat echter wel een reëel en moeilijk te beheersen risico op doorbraak van CO₂ in de producerende putten.CO₂-injectie kan de delfstofwinning elders ongunstig beïnvloeden (door drukinvloeden en ongewenste vermenging). Injectie van CO₂ kan een deel van de bodemdaling veroorzaakt door onttrekking van aardgas compenseren. Anderzijds kan ook verdere compactie van het reservoir optreden doordat kalkhoudende elementen in oplossing gaan in een CO₂ en waterrijke omgeving. Dit kan juist leiden tot extra bodemdaling.
87. Aardgaswinning en warmte-koude opslag vinden plaats op verschillende dieptes in verschillende formaties.
88. De functies aardgaswinning en de diepere opslag van (radio)actief verontreinigd materiaal gaan vermoedelijk niet goed samen (vanuit veiligheidsoverwegingen). Aardgasboringen kunnen mogelijk opslagplaatsen aanboren en aardgaswinning kan leiden tot ongewenste geïnduceerde aardbevingen.
89. De functie aardgaswinning en de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse verblijfsruimten hebben een verschillend dieptebereik. Aardgaswinning leidt wel tot bodemdaling en aardbevingsrisico's met mogelijke schade aan latere constructies. Ondergrondse constructies zijn echter vaak minder gevoelig voor aardbevingsschade dan bovengrondse constructies. Ondergrondse constructies zijn wel gevoelig voor differentiële zettingen (veroorzaakt door bijvoorbeeld ondiepere breukbewegingen).
90. Idem als 89.
91. Idem als 89.
92. Idem als 89.
93. Aardgaswinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe reguleringsfunctie van de ondergrond. Aardgaswinning heeft echter wel invloed op het bodemecosysteem en de samenhangende reguleringsfunctie bij een veranderende waterhuishouding ten gevolge van bodemdaling. Ook indien verontreiniging van de grond optreedt ten gevolge van de winning heeft dit gevolgen voor het bodemecosysteem en de samenhangende reguleringsfunctie.
94. Aardgaswinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe uitwisselingsfunctie van de ondergrond. Aardgaswinning heeft echter wel invloed op het uitwisselingscomplex bij een veranderende waterhuishouding ten gevolge van bodemdaling.
95. Aardgaswinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe zuiveringsfunctie van de ondergrond. Aardgaswinning heeft echter wel invloed op het bodemecosysteem en zuivering bij een veranderende waterhuishouding ten gevolge van bodemdaling. Ook indien verontreiniging van de grond optreedt ten gevolge van de winning heeft dit gevolgen voor het bodemecosysteem en de zuivering.
96. Olie en zoutwinning gaan niet samen. Winning vindt plaats in verschillende formaties, op verschillende dieptes; gelijktijdige winning uit verschillende formaties boven elkaar leidt tot extra veel bodemdaling en aardbevingsrisico's.
97. De winning van olie en aardwarmte vindt vaak plaats in verschillende formaties. Het vrijkomend water uit oliereservoirs is verontreinigd; oude putten kunnen wel evt. gebruikt worden voor de latere winning van aardwarmte. Winning (gelijktijdig of na elkaar) van grondwater voor aardwarmte en olie leidt (zonder herinjectie) tot extra bodemdaling en aardbevingsrisico's.
98. De winning van olie en de reservoirfunctie van de ondergrond als bodemarchief kennen een verschillend dieptebereik. De functies storen elkaar in principe niet.
99. Oliewinning en de reservoirfunctie van de ondergrond voor aardkundige waarden kennen een verschillend dieptebereik.
100. De winning van olie en de reservoirfunctie van de ondergrond voor verontreinigingen kennen een verschillend dieptebereik. De functies storen elkaar in principe niet; bodemdaling kan wel leiden tot een verhoging van de grondwaterstand, met als gevolg dat verontreinigingen die oorspronkelijk boven grondwater liggen in contact komen met het grondwater.
101. Oliewinning en (giet)water opslag vinden plaats op verschillende dieptes in verschillende formaties.
102. CO₂ opslag in lege olievelden is in principe (middels 'enhanced oil recovery') mogelijk, wel is de opslagcapaciteit van lege olievelden (in Nederland) vermoedelijk beperkt. CO₂-injectie kan een deel van de bodemdaling, veroorzaakt door het onttrekken van aardolie, compenseren. Anderzijds kan ook verdere bodemdaling optreden doordat kalkhoudende elementen in het reservoir in de CO₂ en waterhoudende omgeving in oplossing gaan (compactie reservoir).
103. Oliewinning en warmte-koude opslag vinden plaats op verschillende dieptes in verschillende formaties.
104. De functies oliewinning en de diepere opslag van (radio)actief verontreinigd materiaal gaan vermoedelijk niet goed samen (vanuit veiligheidsoverwegingen). Olieboringen kunnen mogelijk opslagplaatsen aanboren en winning kan leiden tot ongewenste geïnduceerde aardbevingen.
105. De functies oliewinning en de ruimtefunctie hebben een verschillend dieptebereik. Oliewinning leidt wel tot bodemdaling en aardbevingsrisico's met mogelijke schade aan latere constructies. Ondergrondse constructies zijn echter vaak minder gevoelig voor aardbevingsschade dan bovengrondse constructies. Ondergrondse constructies zijn wel gevoelig voor differentiële zettingen (veroorzaakt door bijvoorbeeld ondiepere breukbewegingen).
106. Idem als 105.
107. Idem als 105.

108. Idem als 105.
109. Oliewinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe reguleringsfunctie van de ondergrond. Oliewinning heeft echter wel invloed op het bodemecosysteem en de daarmee samenhangende reguleringsfunctie bij een veranderende waterhuishouding ten gevolge van bodemdaling. Ook indien verontreiniging van de grond optreedt ten gevolge van de winning heeft dit gevolgen voor het bodemecosysteem en de daarmee samenhangende reguleringsfunctie.
110. Oliewinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe uitwisselingsfunctie van de ondergrond. Oliewinning heeft echter wel invloed op het uitwisselingscomplex bij een veranderende waterhuishouding ten gevolge van bodemdaling.
111. Oliewinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe zuiveringsfunctie van de ondergrond. Oliewinning heeft echter wel invloed op het bodemecosysteem en zuivering bij een veranderende waterhuishouding ten gevolge van bodemdaling. Ook indien verontreiniging van de grond optreedt ten gevolge van de winning heeft dit gevolgen voor het bodemecosysteem en de zuivering.
112. Zout- en aardwarmtewinning vinden plaats in verschillende formaties en op verschillende dieptes; de gelijktijdige winning (zonder herinjectie) leidt wel tot extra bodemdaling en aardbevingsrisico's.
113. De winning van zout en de reservoirfunctie van de ondergrond als bodemarchief kennen een verschillend dieptebereik. De functies storen elkaar in principe niet.
114. Zoutwinning en de reservoirfunctie van de ondergrond voor aardkundige waarden kennen een verschillend dieptebereik.
115. De winning van zout en de reservoirfunctie van de ondergrond voor verontreinigingen kennen een verschillend dieptebereik. De functies storen elkaar in principe niet; bodemdaling kan wel leiden tot een verhoging van de grondwaterstand, met als gevolg dat verontreinigingen die oorspronkelijk boven grondwater liggen in contact komen met het grondwater.
116. Zoutwinning en (giet)water opslag vinden plaats op verschillende dieptes in verschillende formaties.
117. Uit onderzoek is gebleken dat de opslagcapaciteit van zoutcavernen voor CO₂ te beperkt en de opslag mogelijk niet geheel veilig is (lange-termijn instabiliteit van de zout-cavernen); de tijdelijke opslag van aardgas en aardolie in zoutcavernen is wel mogelijk.
118. Zoutwinning en warmte-koude opslag vinden plaats op verschillende dieptes in verschillende formaties.
119. In het verleden is onderzoek verricht naar de mogelijkheden van opslag van (radioactief) afval in verlaten zoutmijnen en diapieren, de functies kunnen elkaar mogelijk opvolgen in de tijd.
120. De functie zoutwinning en de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse verblijfsruimten hebben een verschillend dieptebereik. Oliewinning leidt wel tot bodemdaling en aardbevingsrisico's met mogelijke schade aan latere constructies. Ondergrondse constructies zijn echter vaak minder gevoelig voor aardbevingsschade dan bovengrondse constructies. Ondergrondse constructies zijn wel gevoelig voor differentiële zettingen (veroorzaakt door bijvoorbeeld ondiepere breukbewegingen).
121. De functie zoutwinning en de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse lineaire structuren hebben een verschillend dieptebereik. Oliewinning leidt wel tot bodemdaling en aardbevingsrisico's met mogelijke schade aan latere constructies. Ondergrondse constructies zijn echter vaak minder gevoelig voor aardbevingsschade dan bovengrondse constructies. Ondergrondse constructies zijn wel gevoelig voor differentiële zettingen (veroorzaakt door bijvoorbeeld ondiepere breukbewegingen).
122. De functies zoutwinning en de ruimtefunctie voor diepe ondergrondse verblijfsruimten hebben een verschillend dieptebereik. oliewinning leidt wel tot bodemdaling en aardbevingsrisico's met mogelijke schade aan latere constructies. Ondergrondse constructies zijn echter vaak minder gevoelig voor aardbevingsschade dan bovengrondse constructies. Ondergrondse constructies zijn wel gevoelig voor differentiële zettingen (veroorzaakt door bijvoorbeeld ondiepere breukbewegingen).
123. De functie zoutwinning en de ruimtefunctie voor diepe ondergrondse lineaire structuren hebben een verschillend dieptebereik. Oliewinning leidt wel tot bodemdaling en aardbevingsrisico's met mogelijke schade aan latere constructies. Ondergrondse constructies zijn echter vaak minder gevoelig voor aardbevingsschade dan bovengrondse constructies. Ondergrondse constructies zijn wel gevoelig voor differentiële zettingen (veroorzaakt door bijvoorbeeld ondiepere breukbewegingen).
124. Zoutwinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe reguleringsfunctie van de ondergrond, behalve bij verontreiniging van de bovengrond. Wel kan bodemdaling leiden tot wijzigingen in de grondwaterstand en waterhuishouding en daarmee tot wijzigingen in de ecosysteemfunctie van de ondergrond en de daarmee samenhangende reguleringsfunctie.
125. Zoutwinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe uitwisselingsfunctie van de ondergrond. Zoutwinning heeft echter wel invloed op het uitwisselingscomplex bij een veranderende waterhuishouding ten gevolge van bodemdaling.
126. Zoutwinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe zuiveringsfunctie van de ondergrond. Zoutwinning heeft echter wel invloed op het bodemecosysteem en zuivering bij een veranderende waterhuishouding ten gevolge van bodemdaling. Ook indien verontreiniging van de grond optreedt ten gevolge van de winning heeft dit gevolgen voor het bodemecosysteem en de zuivering.
127. De winning van aardwarmte en de reservoirfunctie van de ondergrond als bodemarchief kennen een verschillend dieptebereik. De functies storen elkaar in principe niet.
128. Aardwarmtewinning en de reservoirfunctie van de ondergrond voor aardkundige waarden kennen een verschillend dieptebereik.
129. De winning van aardwarmte en de reservoirfunctie van de ondergrond voor verontreinigingen kennen een verschillend dieptebereik. De functies storen elkaar in principe niet; bodemdaling kan wel leiden tot een verhoging van de grondwaterstand, met als gevolg dat verontreinigingen die oorspronkelijk boven grondwater liggen in contact komen met het grondwater.
130. In principe hebben traditionele aardwarmtewinning en (giet)water opslag een verschillend dieptebereik.
131. CO₂-opslag in diepere aquifers (vanaf zo'n 800m diepte) lijkt in principe mogelijk (verder onderzoek is gewenst); CO₂-opslag leidt mogelijk tot veranderingen van grondwaterstromingen en veranderingen van chemische evenwichten.
132. In principe hebben traditionele aardwarmtewinning en warmte/koude opslag een verschillend dieptebereik.

133. De functies aardwarmtewinning en de diepere opslag van (radio)actief verontreinigd materiaal gaan vermoedelijk niet goed samen (vanuit veiligheidsoverwegingen). Boringen voor de aardwarmtewinning kunnen mogelijk opslagplaatsen aanboren en winning kan leiden tot ongewenste geïnduceerde aardbevingen.
134. De functie aardwarmtewinning en de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse verblijfsruimten hebben een verschillend dieptebereik. Aardwarmtewinning leidt wel tot bodemdaling en aardbevingsrisico's met mogelijke schade aan latere constructies. Ondergrondse constructies zijn echter vaak minder gevoelig voor aardbevingsschade dan bovengrondse constructies. Ondergrondse constructies zijn wel gevoelig voor differentiële zettingen (veroorzaakt door bijvoorbeeld ondiepere breukbewegingen).
135. De functie aardwarmtewinning en de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse lineaire structuren hebben een verschillend dieptebereik. Aardwarmtewinning leidt wel tot bodemdaling en aardbevingsrisico's met mogelijke schade aan latere constructies. Ondergrondse constructies zijn echter vaak minder gevoelig voor aardbevingsschade dan bovengrondse constructies. Ondergrondse constructies zijn wel gevoelig voor differentiële zettingen (veroorzaakt door bijvoorbeeld ondiepere breukbewegingen).
136. De functie aardwarmtewinning en de ruimtefunctie voor diepe ondergrondse verblijfsruimten hebben een verschillend dieptebereik. Aardwarmtewinning leidt wel tot bodemdaling en aardbevingsrisico's met mogelijke schade aan latere constructies. Ondergrondse constructies zijn echter vaak minder gevoelig voor aardbevingsschade dan bovengrondse constructies. Ondergrondse constructies zijn wel gevoelig voor differentiële zettingen (veroorzaakt door bijvoorbeeld ondiepere breukbewegingen).
137. De functie aardwarmtewinning en de ruimtefunctie voor diepe ondergrondse lineaire structuren hebben een verschillend dieptebereik. Aardwarmtewinning leidt wel tot bodemdaling en aardbevingsrisico's met mogelijke schade aan latere constructies. Ondergrondse constructies zijn echter vaak minder gevoelig voor aardbevingsschade dan bovengrondse constructies. Ondergrondse constructies zijn wel gevoelig voor differentiële zettingen (veroorzaakt door bijvoorbeeld ondiepere breukbewegingen).
138. Aardwarmtewinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe reguleringsfunctie van de ondergrond. Wel kan bodemdaling leiden tot wijzigingen in de grondwaterstand en waterhuishouding en daarmee tot wijzigingen in de ecosysteemfunctie van de ondergrond en de daarmee samenhangende reguleringsfunctie.
139. Aardwarmtewinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe uitwisselingsfunctie van de ondergrond. Aardwarmtewinning heeft echter wel invloed op het uitwisselingscomplex bij een veranderende waterhuishouding ten gevolge van bodemdaling.
140. Aardwarmtewinning heeft in principe geen invloed op de ondiepe zuiveringsfunctie van de ondergrond. Aardwarmtewinning heeft echter wel invloed op het bodemecosysteem en zuivering bij een veranderende waterhuishouding ten gevolge van bodemdaling. Ook indien verontreiniging van de grond optreedt ten gevolge van de winning heeft dit gevolgen voor het bodemecosysteem en de zuivering.
141. Door de aanwezigheid van verontreinigingen kan de waarde van het bodemarchief sterk afnemen.
142. Onttrekking van (giet)water kan gepaard gaan met grondwaterstandsverlagingen. Het 'bodemarchief' (de archeologische inhoud) is zeer gevoelig voor veranderingen (verlagingen) in de grondwaterstand en veranderingen in de redox-toestand van de bodem. Beide functies gaan niet goed samen indien er geen maatregelen worden genomen om de grondwaterstandsverlagingen te beperken).
143. De functies bodemarchief en gasopslag storen elkaar niet – verschillend dieptebereik.
144. Onttrekking van water kan gepaard gaan met grondwaterstandsverlagingen. Het 'bodemarchief' (de archeologische inhoud) is zeer gevoelig voor veranderingen (verlagingen) in de grondwaterstand en veranderingen in de redox-toestand van de bodem. Beide functies gaan niet goed samen indien er geen maatregelen worden genomen om de grondwaterstandsverlagingen te beperken).
145. De reservoirfuncties van de ondergrond voor het bodemarchief en de opslag van (radio)actief afval kennen een verschillend dieptebereik.
146. De reservoirfunctie voor het bodemarchief gaat niet samen met de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse verblijfsruimten. Door ontgravingswerkzaamheden wordt het bodemarchief vernietigd.
147. De reservoirfunctie voor het bodemarchief en de aardkundige waarden gaan goed samen.
148. De reservoirfunctie voor het bodemarchief gaat niet samen met de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse verblijfsruimten. Door ontgravingswerkzaamheden wordt het bodemarchief vernietigd.
149. De reservoirfunctie voor het bodemarchief gaat niet samen met de ruimtefunctie voor diepe ondergrondse verblijfsruimten. Door ontgravingswerkzaamheden vanaf het maaiveld wordt het bodemarchief vernietigd.
150. De reservoirfunctie voor het bodemarchief gaat niet samen met de ruimtefunctie voor diepe ondergrondse lineaire structuren, wanneer deze structuren worden aangelegd vanaf het maaiveld. Door de ontgravingswerkzaamheden wordt het bodemarchief vernietigd. Het ondiepe bodemarchief boven bijvoorbeeld tunnels kan wel behouden blijven als de constructiewerkzaamheden niet vanaf het maaiveld plaatsvinden, bijvoorbeeld bij het boren van tunnels.
151. De reservoirfunctie voor het bodemarchief en de ecosysteemfunctie regulering gaan goed samen.
152. De reservoirfunctie voor het bodemarchief en de ecosysteemfunctie uitwisseling gaan goed samen.
153. De reservoirfunctie voor het bodemarchief en de ecosysteemfunctie zuivering gaan goed samen.
154. Door de aanwezigheid van verontreinigingen kan de aardkundige waarde sterk afnemen.
155. De opslag van (giet)water en de reservoirfunctie van de ondergrond voor aardkundige waarden gaan goed samen.
156. De functies kennen een verschillend dieptebereik en storen elkaar niet.
157. De functie koude/warmte opslag en de reservoirfunctie voor aardkundige waarden storen elkaar niet.
158. Beide functies beconcurreren elkaar om de ondiepe ondergrondse ruimte.
159. De reservoirfunctie voor aardkundige waarden en de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse structuren gaan niet goed samen; de grond wordt ontgraven en verwijderd en de bodemstructuur wordt vernietigd.
160. Idem als 159.

161. Doordat ondergrondse verblijfsruimten veelal vanaf het maaiveld worden aangelegd vindt verstoring van de aardkundige waarden plaats, doordat de grond wordt ontgraven, eventueel verwijderd en de bodemstructuur wordt verstoord.
162. Aardkundige waarden worden vernietigd als de aanleg van de diepere ondergrondse constructies vanaf het maaiveld plaatsvindt. Bij het boren van tunnels kunnen ondiepe aardkundige waarden behouden blijven.
163. Beide functies gaan goed samen.
164. Idem als 163.
165. Idem als 163.
166. De reservoirfuncties voor verontreinigingen en de opslag van (giet)water gaan niet goed samen. Door injectie en onttrekking van het gietwater vindt beïnvloeding van in de omgeving aanwezige grondwaterverontreinigingen plaats.
167. De reservoirfuncties voor verontreinigingen en gasopslag kennen een verschillend dieptebereik.
168. De reservoirfuncties voor verontreinigingen en de opslag van warmte/koude gaan niet goed samen. Door injectie en onttrekking van het water t.b.v. de warmte/koude opslag vindt beïnvloeding van in de omgeving aanwezige grondwaterverontreinigingen plaats.
169. De reservoirfunctie voor verontreinigingen en de opslag van (radio)actief verontreinigd materiaal kennen een verschillend dieptebereik.
170. Ondergronds bouwen kan goed gecombineerd worden met de aanpak van ernstige mobiele verontreinigingen: 'werk met werk maken'. De kosten voor het ondergronds bouwen nemen hierdoor echter wel toe, doordat bij de werkzaamheden verontreinigd materiaal vrijkomt.
171. Idem als 170.
172. Idem als 170.
173. Idem als 170.
174. Functies gaan niet altijd goed samen, bij ernstige verontreinigingen wordt het bodemecosysteem en daarmee de reguleringsfunctie van de ondergrond aangetast.
175. Verontreiniging en uitwisselingsfuncties gaan in een aantal gevallen wel samen; in de bodem vindt onder bepaalde omstandigheden afbraak van (micro)verontreinigingen plaats. Anderzijds kunnen verontreinigingen ook het bodemecosysteem en daarmee het zuiveringsvermogen juist aantasten.
176. Idem als 175.
177. Gietwateropslag en CO₂-opslag vinden op verschillende dieptes plaats. Vrijkomend CO₂ kan in principe leiden tot verandering van grondwaterstroming. Vrijkomend CO₂ kan tevens leiden tot verandering in chemische evenwichten (bijv. hardheid grondwater).
178. Gietwateropslag en warmte/koude opslag beconcurreren elkaar om ondergrondse ruimte.
179. De reservoirfuncties van de ondergrond voor gietwateropslag en de opslag van (radio)actief afval kennen een verschillend dieptebereik. Er is momenteel echter weinig bekend over de veiligheidsmaatregelen rondom ondergrondse opslaglocaties voor radioactief afval.
180. De functie opslag van gietwater en de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse verblijfsruimten hebben een verschillend dieptebereik, fluctuaties in stijghoogte t.g.v. infiltratie en onttrekking van gietwater leiden mogelijk tot bodemdaling met mogelijke schade aan latere constructies.
181. De functie opslag van gietwater en de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse lineaire structuren hebben een verschillend dieptebereik, fluctuaties in stijghoogte t.g.v. infiltratie en onttrekking van gietwater leiden mogelijk tot bodemdaling met mogelijke schade aan latere constructies.
182. Grotere diepe bouwputten en ondergrondse werken tot in het watervoerend pakket kunnen de grondwaterstroming verstoren. Stijghoogtefluctuaties t.g.v. infiltratie en onttrekking van gietwater kunnen zettingen en schade veroorzaken.
183. Tunnels tot in watervoerend pakket kunnen de grondwaterstroming verstoren. De stijghoogtefluctuaties t.g.v. de infiltratie en onttrekking van het gietwater kunnen zettingen en schade veroorzaken.
184. De opslag van (giet)water (menging van grondwater) beïnvloedt mogelijk de (geo)chemische kwaliteit en de temperatuur van het grondwater en daarmee het bodemecosysteem. Grondwaterstandfluctuaties die kunnen optreden bij de afwisselende infiltratie en onttrekking van grondwater kunnen leiden tot veranderingen in de waterhuishouding en het bodemecosysteem.
185. De opslag van (giet)water (menging met grondwater) beïnvloedt de (geo)chemische kwaliteit van het grondwater. (Grond)waterstandfluctuaties die kunnen optreden bij de afwisselende infiltratie en onttrekking van grondwater kunnen leiden tot veranderingen in de waterhuishouding en het bodemecosysteem.
186. De opslag van (giet)water (menging met grondwater) beïnvloedt mogelijk de (geo)chemische kwaliteit en de temperatuur van het grondwater en daarmee het bodemecosysteem. Grondwaterstandfluctuaties die kunnen optreden bij de afwisselende infiltratie en onttrekking van grondwater kunnen leiden tot veranderingen in de waterhuishouding en het bodemecosysteem.
187. De opslag van CO₂ vindt op grotere diepte plaats. Vrijkomend CO₂ kan in principe leiden tot veranderingen in grondwaterstromingen. Vrijkomend CO₂ kan tevens leiden tot verandering van chemische evenwichten (bijv. hardheid grondwater).
188. De reservoirfuncties van de ondergrond voor de opslag van CO₂ en de opslag van (radio)actief afval gaan vanuit veiligheidsoverwegingen vermoedelijk niet goed samen (bijvoorbeeld door het risico op geïnduceerde aardbevingen).
189. De functies hebben een verschillend dieptebereik, maar injectie leidt wel tot extra aardbevingsrisico's met mogelijke schade aan latere constructies.
190. Idem als 189.
191. Idem als 189.
192. Idem als 189.
193. De functies kennen een verschillend dieptebereik. De invloed op de biodiversiteit op grotere diepte is niet goed bekend. Bij ontsnapping van CO₂ naar het grondwater kunnen chemische en microbiologische evenwichten worden verstoord.
194. De functies kennen een verschillend dieptebereik, bij het vrijkomen van CO₂ kan uitwisseling met de atmosfeer plaatsvinden. Bij ontsnapping van CO₂ naar het grondwater kunnen chemische en microbiologische evenwichten worden verstoord.

195. De functies kennen een verschillend dieptebereik. De invloed op de biodiversiteit op grotere diepte is niet goed bekend. Bij ontsnapping van CO₂ naar het grondwater kunnen chemische en microbiologische evenwichten worden verstoord.
196. De reservoirfuncties van de ondergrond voor koude warmte opslag en de opslag van (radio)actief afval kennen een verschillend dieptebereik. Er is momenteel echter weinig bekend over de veiligheidsmaatregelen rondom ondergrondse opslaglocaties voor radioactief afval.
197. De functies hebben een verschillend dieptebereik, fluctuaties in stijghoogte leiden mogelijk tot bodemdaling met mogelijke schade aan latere constructies.
198. Idem als 197.
199. Grotere diepe bouwputten en ondergrondse constructies tot in het watervoerend pakket kunnen de grondwaterstroming verstoren. Stijghoogtefluctuaties ten gevolge van infiltraties en onttrekkingen kunnen zettingen en schade veroorzaken.
200. Tunnels tot in het watervoerend pakket kunnen de grondwaterstroming verstoren. Stijghoogtefluctuaties ten gevolge van infiltraties en onttrekkingen kunnen zettingen en schade veroorzaken.
201. De opslag van koude en warmte water (menging met grondwater) beïnvloedt mogelijk de (geo)chemische kwaliteit en de temperatuur van het grondwater en daarmee het bodemecosysteem. Grondwaterstandfluctuaties die kunnen optreden bij de afwisselende infiltratie en onttrekking van grondwater kunnen leiden tot veranderingen in de waterhuishouding en het bodemecosysteem.
202. De opslag van koude en warmte (menging met grondwater) beïnvloedt de (geo)chemische kwaliteit en de temperatuur van het grondwater. Grondwaterstandfluctuaties die kunnen optreden bij de afwisselende infiltratie en onttrekking van grondwater kunnen leiden tot veranderingen in de waterhuishouding en het bodemecosysteem.
203. De opslag van koude en warmte (menging met grondwater) beïnvloedt mogelijk de (geo)chemische kwaliteit en de temperatuur van het grondwater en daarmee het bodemecosysteem. Grondwaterstandfluctuaties die kunnen optreden bij de afwisselende infiltratie en onttrekking van grondwater kunnen leiden tot veranderingen in de waterhuishouding en het bodemecosysteem.
204. De opslag van radioactief afval en de constructie van ondiepe ondergrondse verblijfsruimten kennen een verschillend dieptebereik. Tot nu toe is echter weinig bekend over de veiligheidsmaatregelen rondom ondergrondse opslaglocaties voor radioactief afval.
205. Idem als 204.
206. Idem als 204.
207. Idem als 204.
208. Beide functies kennen een ander dieptebereik. Er is wel invloed op de diepere biodiversiteit.
209. Beide functies kennen een verschillend dieptebereik.
210. Idem als 209.
211. Beide functies concurreren elkaar om de ondiepe ondergrondse ruimte.
212. Een gunstige bodemopbouw voor ondiepe bouwputten betekent niet altijd een gunstige opbouw voor diepere bouwputten. Door deze functies te 'stapelen' wordt wel optimaal gebruik gemaakt van de ondergrondse ruimte.
213. Een gunstige bodemopbouw voor ondiepe bouwputten betekent niet altijd gunstige opbouw voor geboorde tunnels. Door functies te 'stapelen' wordt wel optimaal gebruik gemaakt van de ondergrondse ruimte. Ondergrondse structuren zoals geboorde tunnels kennen echter wel veiligheidszones, waardoor er strenge eisen en beperkingen gesteld worden aan ontgravingswerkzaamheden nabij de tunnels.
214. De ecosysteemfuncties en de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse structuren gaan niet goed samen; de grond wordt ontgraven en verwijderd en de bodemstructuur wordt vernietigd.
215. Idem als 214.
216. Idem als 214.
217. Idem als 214.
218. Een gunstige bodemopbouw voor ondiepe bouwputten betekent niet altijd een gunstige opbouw voor geboorde tunnels. Door deze functies te 'stapelen' vindt wel een optimaal gebruik van de ruimte plaats.
219. De ecosysteemfuncties en de ruimtefunctie voor ondiepe ondergrondse structuren gaan niet goed samen; de grond wordt ontgraven en verwijderd en de bodemstructuur wordt vernietigd.
220. Idem als 219.
221. Idem als 219.
222. Deze functies concurreren elkaar om ondergrondse ruimte; functies kunnen wel gestapeld worden.
223. Doordat ondergrondse verblijfsruimten veelal vanaf het maaiveld worden aangelegd vindt verstoring van de ecosysteemfuncties plaats, doordat de grond wordt ontgraven, eventueel verwijderd en de bodemstructuur wordt verstoord.
224. Idem als 223.
225. Idem als 223.
226. Wanneer ondergrondse lineaire structuren zoals tunnels vanaf het maaiveld worden aangelegd vindt verstoring van de ecosysteemfuncties plaats, doordat de grond wordt ontgraven, eventueel verwijderd en de bodemstructuur wordt verstoord. Bij het boren van tunnels is de invloed op het ondiepere ecosysteem beperkt.
227. Idem als 226.
228. Idem als 226.
229. Beide ecosysteemfuncties gaan goed samen.
230. Idem als 229.
231. Beide ecosysteemfuncties gaan goed samen.

Toelichting op matrix Fb*Fo

1. Door invloeden vanaf het maaiveld zijn deze aquifers vaak niet van die kwaliteit dat deze gebruikt kunnen worden. Daarnaast zijn de effecten die (grond)waterwinning met zich meebrengt (zetting) en door ruimtegebrek voor bewerking niet te combineren met een dichtbebouwd gebied.
2. De hoeveelheid en de kwaliteit van de vrijkomende grond zijn in deze gebieden vaak van dien aard dat het niet in aanmerking komen voor commerciële doeleinden.
3. Door de bijwerkingen van een dergelijk winningproces en het ruimtegebrek worden velden onder intensief bebouwde gebieden meestal niet als kansrijke velden gezien. Echter door nieuwe technieken kan dit wel vaker voorkomen.
4. De behoefte aan een dergelijke functie is wel aanwezig. Vaak is ruimtegebrek wel een belemmering.
5. Geen bovengrondse behoefte.
6. Alleen kleinschalig gebruik, daarnaast moet er wel rekening worden gehouden met de effecten van winning op de bovengrond.
7. Door intensief gebruik van de bovenste laag (funderingen, kabels & leidingen etc) is in deze gebieden al veel verloren gegaan. Echter er zijn in deze gebieden wel verschillende mogelijkheden te bedenken om de waardevolle gegevens tentoon te stellen en onder de grond te conserveren. Bijv. archeologische vondsten tentoonstellen in ondergrondse ruimten.
8. Door reeds lang en intensief gebruik van de bovengrond bevinden zich vaak verontreinigingen in dit gebied. Hiermee dient dus bij de planning van werkzaamheden rekening te worden gehouden.
9. Is waarschijnlijk wel bewaard gebleven en kan worden blootgelegd. Kan echter wel stagnatie bij ontwikkelingen opleveren.
10. Genoeg bovengrondse behoefte aan energie. Het soort systeem is wel afhankelijk van de dichtheid van bebouwing.
11. Bijv. halfverdiepte gebouwen, opslagkelders en parkeerplaatsen voor winkelcentra en kantoorgebouwen leveren in een stadscentrum een ruimtewinst op. Door het half verdiepen gaat het contact met het maaiveld niet verloren wat het veiligheidsgevoel vasthoudt.
12. Vanwege maatschappelijke problemen zou dit geen goede combinatie zijn.
13. Gezien het ruimtebeslag wat nodig is voor het aanleggen van dergelijke functies (en het ruimtegebrek in stedelijk gebied) kan het zijn dat de voorkeur gegeven moet worden aan geboorde tunnels. Half verdiepte wegen, trams en metro's leveren met name ruimtewinst op voor knooppunten, waarbij uitwijken naar de ondergrond de leefbaarheid meer ten goede komt dan uitwijken naar de hoogte.
14. Bijv. ondergrondse parkeergarages, opslagruimte, maar ook leefruimte kunnen goed gecombineerd worden met bijv. wonen en werken in de stad. In een stadscentrum levert het zeker veel ruimtewinst op, daarnaast levert het een positieve bijdrage aan de leefbaarheid op wanneer metro's, auto's en trams ondergronds worden geleid.
15. Wanneer metro's, auto's en trams ondergronds worden geleid levert het in een stadscentrum veel ruimtewinst en een betere leefbaarheid op.
16. Vaak is er in dit soort gebieden minder ruimtegebrek en minder verkeer. Ondergrondse infrastructuur is zeker een goede combinatie om de leefbaarheid te verhogen.
17. Ruimtegebrek is vaak niet echt relevant in deze gebieden. Maar het ondergronds brengen van hinderlijke functies verhoogt de leefbaarheid. Leefbaarheid kan een belangrijk punt zijn.
18. Vaak is in dit soort gebieden niet het ruimtegebrek de motivatie om ondergronds te gaan. Echter kunnen bijv. discotheken, opslagruimte, parkeergelegenheden, kleedlokalen etc. heel goed ondergronds gebouwd worden waardoor bovengronds meer ruimte overblijft voor andere functies zoals openbaar groen etc.
19. Ondergrondse infrastructuur is een goede combinatie in dergelijke gebieden.
20. Bijv. half verdiepte gebouwen, opslagkelders en parkeerplaatsen voor winkelcentra en kantoorgebouwen leveren een ruimtewinst op. Door het half verdiepen gaat het contact met het maaiveld niet verloren wat het veiligheidsgevoel vasthoudt.
21. Snelwegen als een half verdiepte infra sec of in combinatie met bovenliggende infra om knooppunten niet in de hoogte, maar in de diepte op te lossen.
22. Afhankelijk van funderingseisen van de wegen. Daarnaast kunnen er ook problemen ontstaan met toegangsmogelijkheden.
23. Het is een mogelijke toepassing in dit gebied. De bovengrondse behoefte, afhankelijk van de soort (bijv. een groot kantorencomplex, een ziekenhuis) en intensiteit van de bebouwing, is hier wel sturend in.
24. Afhankelijk van de soort bovengrondse energievraag (zowel warmte als koude vraag in verschillende perioden van het jaar) zou dit een goede combinatie zijn.
25. De kans op bodemverontreiniging is in deze gebieden kleiner. Vanuit historisch gebruik kan dit worden ingeschat, zodat bij planning van de inrichting hier rekening mee kan worden gehouden.
26. Bodemarchief is waarschijnlijk wel bewaard gebleven en kan worden blootgelegd bijvoorbeeld door combinatie van verblijfsruimte en tentoonstelling van archeologische vondsten. De kans op dergelijke vondsten moet wel van tevoren goed worden ingeschat om stagnatie bij ontwikkelingen te voorkomen.
27. Geen bovengrondse behoefte en geen handige toegangsmogelijkheden. Bijvoorbeeld wel een optie om langs de wegen ondergrondse parkeergelegenheid aan te leggen waar vandaan weer andere transportroutes een drukker gebied ingaan. Bijv. carpoolplekken.
28. Middels het asfalt is een goede afdichting aanwezig, het asfalt als funderingslaag zal niet altijd even goed zijn.
29. Energieopslag in asfalt is mogelijk, maar nog niet in een vergevorderd stadium.
30. Vanuit historisch gebruik kunnen er op deze locaties verontreinigingen aanwezig zijn. Door de toepassing van de weg kunnen deze verontreinigingen functiegericht gesaneerd worden. Daarnaast kunnen door het gebruik als infrastructuur in de bermen verontreinigingen zijn ontstaan.
31. Kan niet worden blootgelegd. Maar blijft wel (deels) bewaard.
32. Aanwezigheid van bijvoorbeeld archeologie kan stagnerend werken voor de aanleg van de verschillende functies.

33. In sommige gevallen kan de behoefte aanwezig zijn. Bijvoorbeeld attracties die veel energie vragen (bijv. skibanen, grote zwembaden). In die gevallen kan er aan warmteopwekking via aardwarmte gedacht worden.
34. Vanuit de bovengrondse functie is er vaak geen behoefte hieraan, afhankelijk van naastgelegen functies kan dit echter wel zo zijn.
35. Door zettingen kunnen vaak problemen ontstaan.
36. Dit zijn vaak gebieden waar bijvoorbeeld eerst grondstoffenwinning opgevolgd kan worden met inrichting van het gebied. De ruimte is hier wel aanwezig.
37. Wel genoeg ruimte voor winning en verwerking. Vervolgens zal het wel getransporteerd worden. In deze gebieden is meestal geen bovengrondse behoefte.
38. Kan een goede combinatie zijn.
39. Afhankelijk van het soort materiaal en historisch gebruik kan de plek verdacht zijn.
40. Geen bovengrondse behoefte. Afhankelijk van de naastliggende functies kan dit gecombineerd worden.
41. Een fietserstunnel is vanwege veiligheidsgevoel niet altijd wenselijk.
42. Parkeergelegenheid, perrons etc. kunnen goed in de ondergrond gebouwd worden.
43. Ondergrondse infrastructuur is een goede optie om de bovengrondse druk op de ruimte en de leefbaarheid te verminderen.
44. Binnenstad niet haalbaar.
45. Voor omliggende kantoren kan dit interessant zijn.
46. Van oudsher verdachte locaties, met name ook voor asbest. Door de toepassing van het spoor kunnen deze verontreinigingen functiegericht gesaneerd worden. Daarnaast kan door het gebruik als infrastructuur in de bermen verontreinigingen zijn ontstaan.
47. Kan niet worden blootgelegd. Maar blijft wel bewaard. Daarnaast kunnen de aanwezigheid van bijvoorbeeld waardevolle archeologie wel stagnerend werken op aanleg van deze bovengrondse functies.
48. Door zettingen kunnen vaak problemen ontstaan.
49. Eventueel wel bovengrondse behoefte, in dat geval kan aan deze combinatie gedacht worden.
50. Het asfalt is een goede afdichting, het stortmateriaal als funderingslaag zal niet altijd even goed zijn.
51. Geen bovengrondse behoefte en geen handige toegangsmogelijkheden. Bijvoorbeeld wel een optie om langs de wegen ondergrondse parkeergelegenheid aan te leggen waar vandaan weer andere transportroutes een drukker gebied ingaan. Bijv. carpoolplekken.
52. Parkeergelegenheid, opslagruimte distributiecentra etc.
53. Geen bovengrondse behoefte, maar wel een mogelijkheid.
54. De kwantiteit is over het algemeen niet van die orde dat de vrijkomende grond voor commerciële doeleinde kan worden gebruikt.
55. De mate waarin aardwarmte nodig is, is leidend voor de toepassing.
56. Archeologische vondsten kunnen worden blootgelegd.
57. Kan niet worden blootgelegd. Maar blijft wel bewaard.
58. Deze bovengrondse functie levert een kleine kans op bodemverontreiniging op. Historisch gebruik is wel van belang voor eventuele bodemverontreiniging. Bij deze functie geldt echter wel een minder strenge eis aan bodemkwaliteit.
59. Voor de verwarming van kantoren kan dit een goed alternatief zijn.
60. Deze terreinen zijn vaak geheel verhard, wat een goede bovenafdichting zou zijn voor historische afval.
61. Bijv. opslagruimte, zoals bibliotheken, maar ook parkeergelegenheden kunnen goed ondergronds worden gepland.
62. Bij deze bovengrondse functie is de kans op bodemverontreiniging groot. Bij het aanleggen van dergelijke functies dient rekening te worden gehouden met specifieke inrichtingseisen.
63. De kans op verontreinigingen (en dus ongeschikt water) is hier relatief groot. Vaak is een proceswaterwinning wel goed toepasbaar.
64. Aardwarmte kan een goede generator voor energie zijn in dit soort gebieden.
65. Bovengrondse gebouwen kunnen hier eventueel hinder van ondervinden, vice versa is dit natuurlijk ook het geval. Bijv. een tunnel onder een fabriek met gevaarlijke stoffen geeft niet echt een goed veiligheidsgevoel.
66. Infrastructuur onder dit soort gebieden is een goede mogelijkheid.
67. Met een goede isolatie/ afdeklaag hoeft het bouwen op de belt geen probleem te zijn.
68. Bovengrondse vraag is groot.
69. Bovengrondse vraag is groot. Het scheelt enorm in ruimte wanneer de waterbassins ondergronds kunnen worden gebracht.
70. Bij dit bovengrondse gebruik is er een grote kans op macro-verontreinigingen. Bij aanwezigheid van historische verontreinigingen wordt er een strenge eis gesteld aan de uiteindelijke kwaliteit van de bodem.
71. Kans op verontreinigingen is klein. Afhankelijk van historisch gebruik kan dit wel aanwezig zijn.
72. Kan worden blootgelegd.
73. Maatschappelijk niet haalbaar.
74. De (onder) grond is nodig voor de bovengrondse functie.
75. De kans op verontreiniging door gebruik is klein, echter zijn volkstuinten vaak gesitueerd op plekken waar historische verontreinigingen aanwezig zijn.
76. Geen bovengrondse behoefte, tenzij enorme volkstuingebieden.
77. Historische afvalopslagplaatsen worden op dit moment vaak gebruikt als recreatiegebied (bijv. golfbanen, kunstsibanen).
78. Bij een goed afgedekte voormalige stort hoeft geen risico aanwezig te zijn.
79. De kans op verontreiniging door gebruik is klein. Vanuit het verleden zijn echter vaak slootdempingen aanwezig.
80. Er is een kans op de aanwezigheid van macro-verontreinigingen.
81. De kans op (macro) verontreinigingen (en dus ongeschikt water) is hier relatief groot.
82. De kans op verontreiniging door gebruik is klein. In deze gebieden zijn echter wel vaak slootdempingen aanwezig.

83. Eerst grondwinning, vervolgens bovengrondse functie aanleggen. Bij aanwezigheid van waterfunctie zal de bodem onder invloed staan van het water en is de vraag wat de kwaliteit van de bodem is.
84. Afhankelijk van de zettingsgevoeligheid van het gebied is dit een mogelijke ondergrondse functie. In met name reservaten en de ecologische hoofdstructuur worden dit soort functies gemeden. Slechts bij horizontaal boren en kleine zettingen kan deze ondergrondse functie worden toegepast.
85. Vaak al verloren gegaan of gaat verloren bij aanleg.
86. De (onder)grond staat onder invloed van water en kan hierdoor verontreinigd worden. Anderzijds is het bij verontreiniging in de bodem niet wenselijk (gezien de uitloging van de verontreiniging naar het water) om hier een waterfunctie aan toe te kennen.
87. Diepe ondergrondse infrastructuur is in dit soort gebieden goed te combineren.
88. Er moet wel rekening worden gehouden met de beïnvloeding van het geohydrologische systeem.
89. Door menselijk gebruik van de ondergrond neemt de kans op gebruik van de bovengrond toe. Ondergrondse verblijfsruimten zijn vanuit dat perspectief niet wenselijk in dit soort gebieden.
90. Vaak door het biologische milieu wat in de ondergrond heerst bij oude afvalopslagplaatsen kan de natuur goed gedijen. Ondergrondse opslag van nieuw (chemisch) afval is niet te combineren met deze bovengrondse functies.
91. De kans op verontreinigingen is niet groot, de kans op ontstaan van verontreinigingen door functie is ook niet groot.
92. Bodemarchief kan goed bewaard blijven.
93. Bij herinrichting van dergelijke gebieden kunnen grote hoeveelheden grond vrijkomen. Natuurinrichting kan gekoppeld worden aan grondwinning.
94. Er moet wel rekening worden gehouden met de beïnvloeding van het geohydrologische systeem.

BIJLAGE C

BODEMWENSENKAARTEN EN BODEMGESCHIKTHEIDSKAART

PROJECTGEBIED ROTTERDAM CENTRAAL

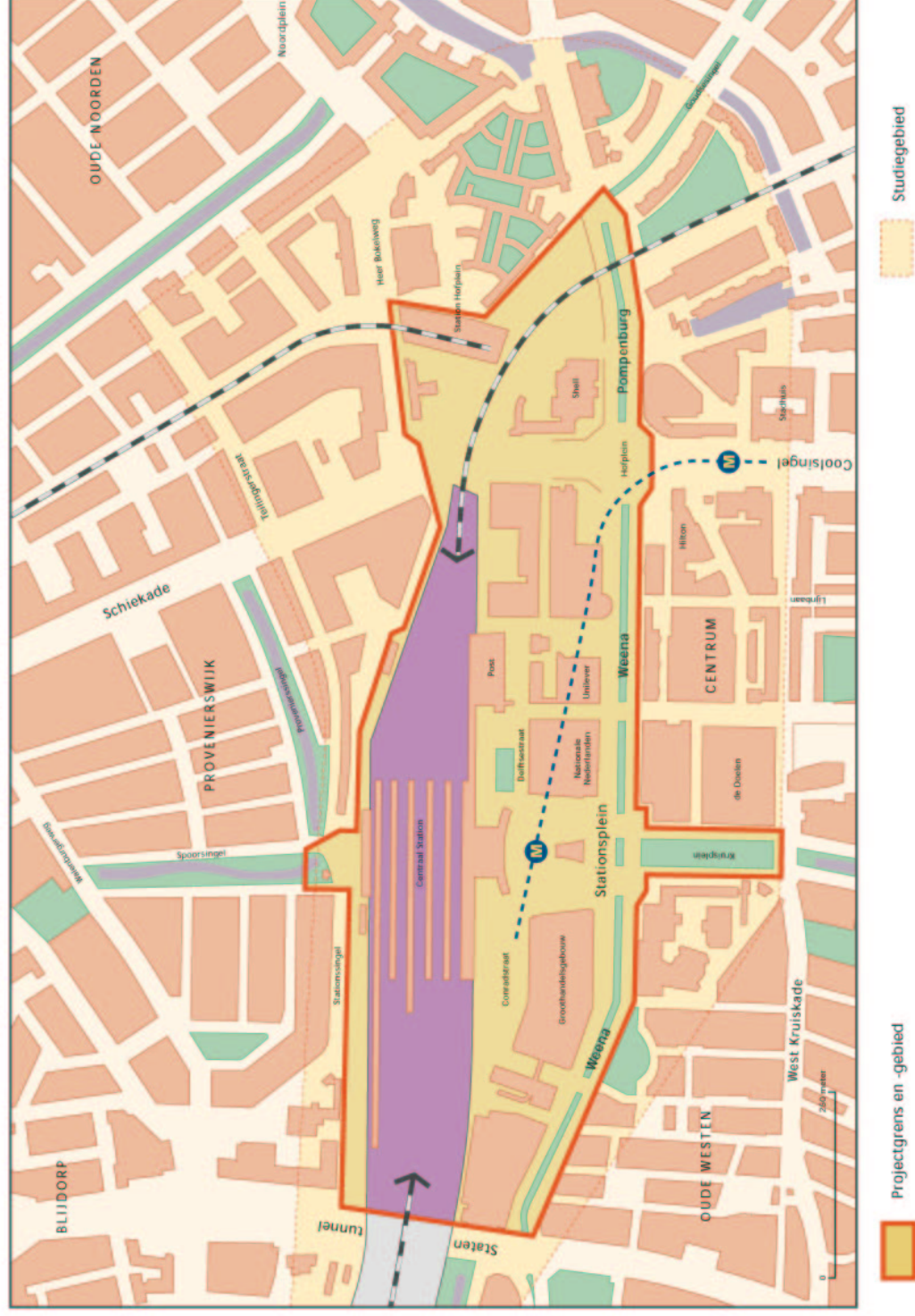


Fig. C1. Projectgebied Rotterdam Centraal.

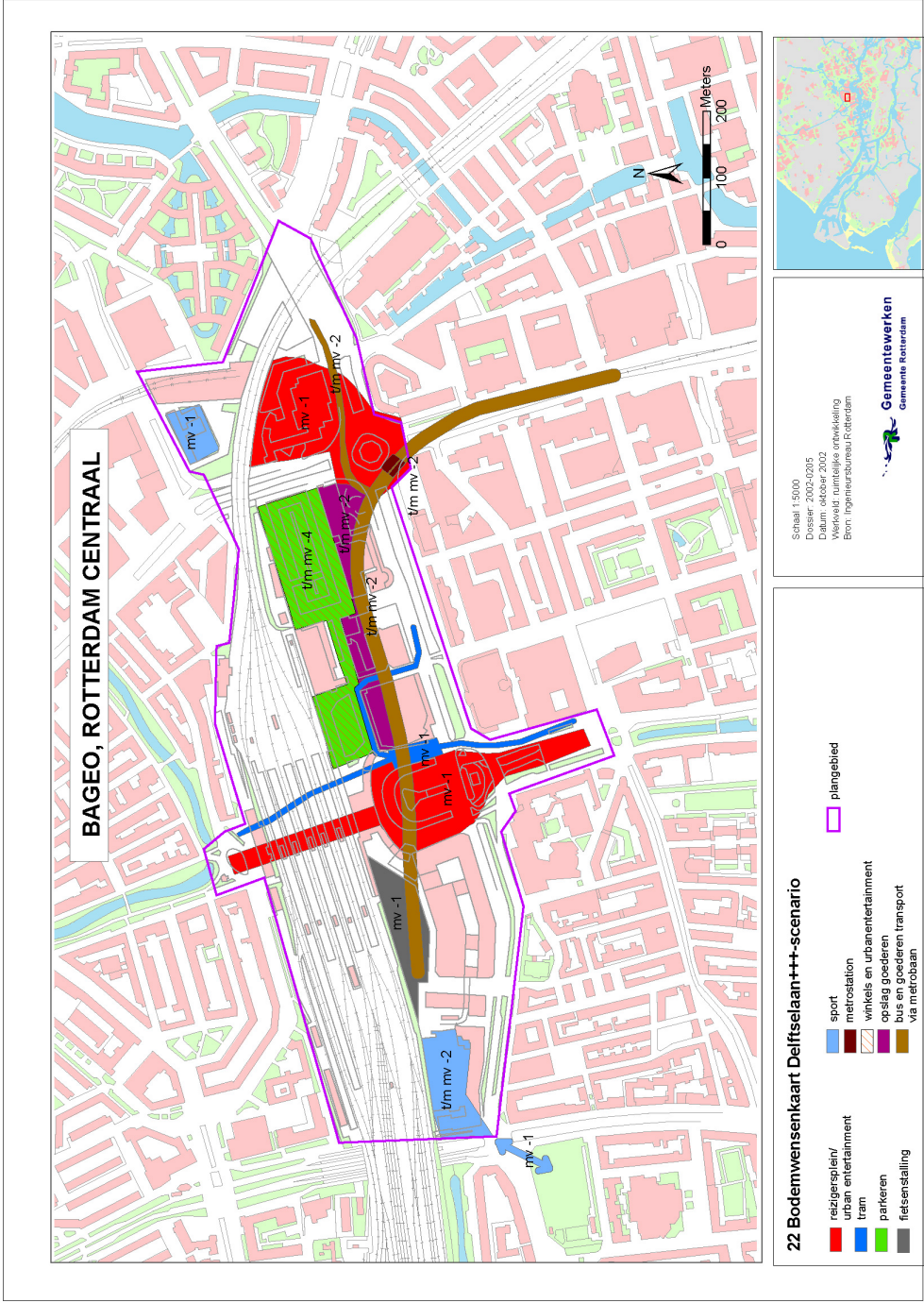


Fig. C2. Delftselaan +++ scenario.

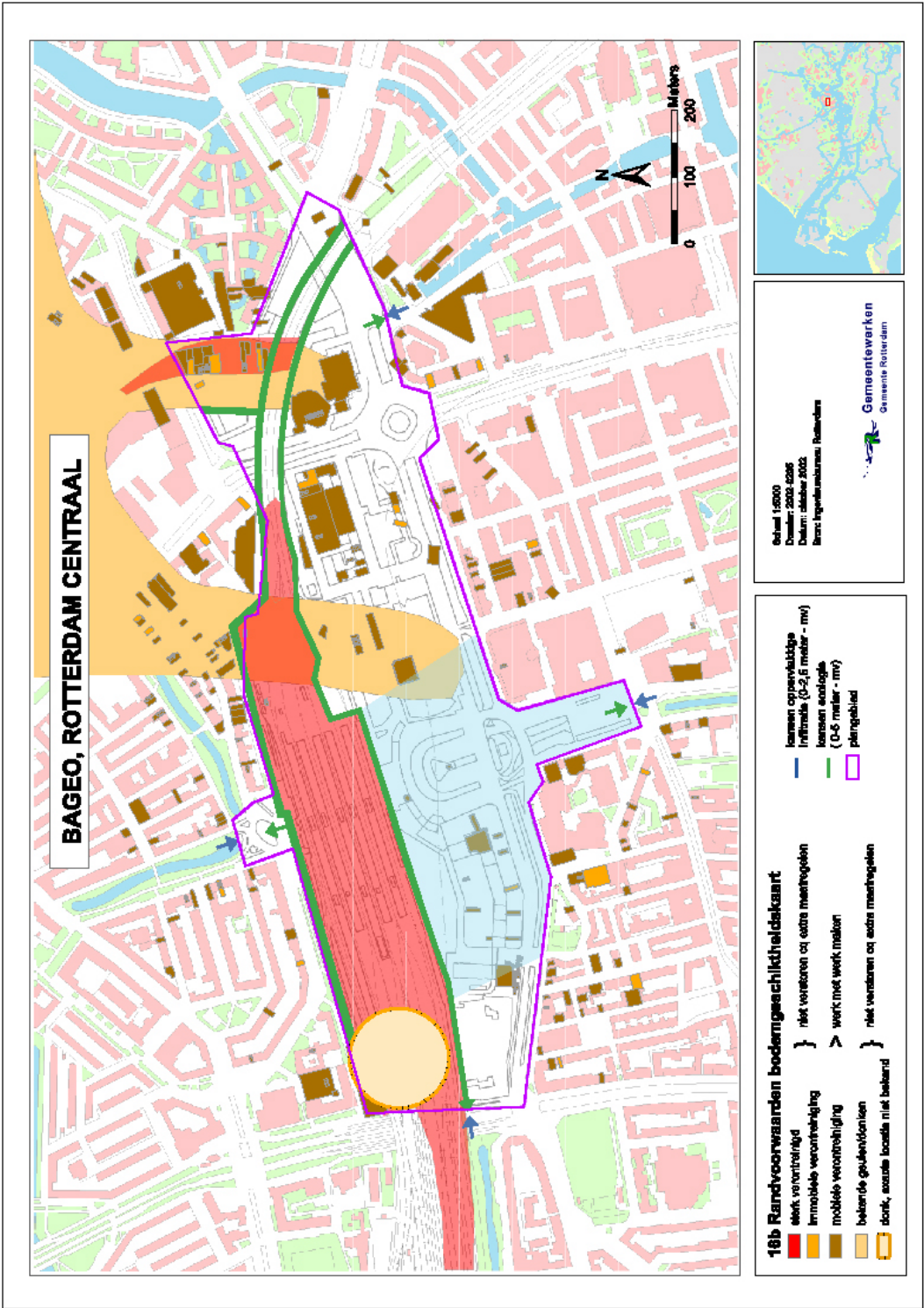


Fig. C3. Bodemgeschiktheidskaart.

ONTWERPPRINCIPES DUURZAAM GEBRUIK ONDERGRONDSE RUIMTE

DE ONDERGRONDTOETS: duurzame ontwerpprincipes

Inleiding

De ondergrondtoets is een hulpmiddel voor planners en ontwerpers, beleidsmakers en milieudeskundigen, om op elk moment in een planvormingsproces rekening te kunnen houden met de ondergrond. Uitgangspunt is de lagenbenadering (5^e Nota RO, Ruimtelijke Verkenningen 2000). Volgens die benadering kan een ruimtelijk plan worden ontwikkeld vanuit verschillende lagen:

- I. *de ondergrond*: bodemtypen, hoogteverschillen, watersystemen, landschappelijke structuren;
- II. *de netwerken*: infrastructuur, verkeer & vervoer;
- III. *de occupatielaag*: woon-, werk- en recreatiegebieden.

De ondergrond is de meest stabiele laag, de occupatielaag kent de meeste dynamiek. Volgens de Ruimtelijke Verkenningen komen de vele ruimteclaims als gevolg van functieveranderingen en gewenste ingrepen steeds meer met elkaar en met de ondergrond in aanraking en in conflict. Denk aan negatieve invloeden van ondergronds bouwen of grondwaterwinning op bodemdaling, veiligheid, behoud van cultuurhistorische waarden en de kwaliteit van bodem, grondwater en ecosystemen. Maar ook aan kansen die de ondergrond biedt voor bijvoorbeeld ondergrondse opslag van warmte of koude. De ruimtelijke ordening heeft als taak in dit soort gevallen voor afstemming te zorgen, een afstemming die moet resulteren in een verantwoorde situering van functies en een betere ruimtelijke kwaliteit. Dat wil zeggen, uitgaan van het functioneren en de kwaliteiten van de ondergrond en nagaan hoe die optimaal en duurzaam kunnen aansluiten bij onze gebruikswensen: meerdimensionale ruimtelijke ordening, het meebewegen met de ondergrond.

De strategie vanuit de lagenbenadering is om eerst de (potentiële) functies en kwaliteiten van de ondergrond, netwerken en occupatielaag in beeld te brengen, om daarna te komen tot een duurzame ruimtelijke structuur en een verantwoorde ruimtelijke inpassing en (her-)inrichting van woon-, werk- en recreatiegebieden. De ondergrond, netwerken en occupatielaag kunnen op elk schaalniveau worden uitgewerkt (nationaal, regionaal en lokaal). Of en welke lagen sturend zijn voor een ruimtelijk plan is afhankelijk van het planningsconcept en de strategie die men hanteert en van de gebiedsspecifieke situatie.

De ondergrondtoets moet neutraal en op hoofdlijnen aangeven welke aspecten voor een duurzame bestemming en gebruik van de ondergrond van belang zijn. Met behulp van ontwerpprincipes kunnen die aspecten vroegtijdig in het planproces worden meegenomen. Het is vooral een hulpmiddel voor de initiatiefnemers van een ruimtelijk plan. Later in het planproces kunnen toetsingscriteria een middel zijn om na te gaan in hoeverre er daadwerkelijk rekening is gehouden met de ondergrond. Daarbij kan worden gedacht aan toetsing door bevoegd gezag en commissies, zoals de PPC, Cissie voor de MER ed.

Basisprincipes

De ondergrond

- Het optimaliseren van het (water-) bufferend vermogen van de ondergrond door peilverhoging, bij voorkeur door middel van infiltratie (hoe groter de ontwateringsdiepte en het doorlatend vermogen van de bodem, hoe groter de kansen voor infiltratie);
- Voorzien in eigen berging, bijvoorbeeld door middel van regenwaterstelsels en -bassins (gemiddeld 900 m per ha verhard oppervlak);
- Beperken van aanvoer van gebiedsvreemd water;
- Beperken van afvoer van vervuild of brak/zout water;
- Het optimaliseren van (water-) zuiverend vermogen van de ondergrond;
- Het beschermen van grondwaterwingebieden;
- Het voorkomen of beperken van bodemdaling;
- Het beschermen en optimaliseren van schone bodems (gevoelige en schone functies op niet verontreinigde bodems);
- Het beschermen en optimaliseren van kwetsbare bodems: bij voorkeur niet bouwen in of op veengrond;
- Het beschermen en optimaliseren van bodembeschermingsgebieden;
- actief bodembeheer: grondverzet alleen tussen gebieden met een gelijkwaardige bodemkwaliteit en functiegericht saneren van verontreinigde bodems;
- Het beschermen en optimaliseren van ecologisch waardevolle bodems: gebieden met (hooglaag, nat-droog) gradiënten, infiltratie- en kwelgebieden en/of natte bodems (met een ontwateringsdiepte van hooguit 0,3 meter);
- Het beschermen en optimaliseren van landschappelijke, aardkundige, cultuurhistorische en archeologische waarden en structuren in de ondergrond;
- Het functioneel gebruiken van gebiedseigen water voor binnen- en buitentoepassingen (huishoudwater, proceswater, spoelwater, gietwater, speelwater, zwemwater, belevingswater, enzovoorts).

De netwerken (ondergrondse infrastructuur)

- Het voorkomen of beperken van funderingen en/of grondversteviging, bijvoorbeeld door 'drijvende constructies';
- Het concentreren van kabels en leidingen in een beperkt aantal multifunctionele leidingentunnels;
- Benutten van de ondergrond voor logistieke systemen (verkeer & vervoer, afval, goederen).

De occupatielaag

- Deelstroomgebiedsprincipe: het concentreren en/of scheiden van functies met (on-) verenigbare eisen aan grondwater in bepaalde deelstroomgebieden (gebieden met hetzelfde waterpeil);
- Positioneringsprincipe: het boven- en/of benedenstrooms situeren van functies binnen deelstroomgebieden, afhankelijk van de eisen t.a.v. grondwaterkwaliteit en emissieniveau's;
- Zoneringsprincipe: het zo nodig scheiden van functies door geohydrologische isolatie in zogenaamde bufferzones;
- Het vermijden van bebouwing in de laagste en natste delen van het gebied;
- Beperken van de ontwateringsdiepte (bij bebouwing ghg hooguit 40 cm);
- Bebouwing aansluitend op het natuurlijk reliëf (maaiveldhoogten);
- Bebouwing geconcentreerd in reeds vergraven gebieden of gebieden met een lage archeologische verwachtingswaarde;
- Voorkeursvolgorde voor bebouwing: zand-klei-veen;
- Bebouwing op saneringslocaties (werk met werk maken);

- Bebouwing in gebieden met een lage zettingsgevoeligheid (zandige geulen en/of geringe dikte van veen en klei in het profiel);
- Het benutten van alternatieve ophoogmethoden (partieel ophogen, cunettenmethode, kruipruimteloos bouwen, drijvende constructies in plaats van integraal ophogen).

Ondergronds bouwen

- Bij voorkeur bouwen in gebieden met een goed doorlatende laag (zand met een hoge kd-waarde) en met een slecht doorlatende onderlaag (klei, leem met een lage kd-waarde op de gewenste diepte, bijvoorbeeld 10 meter);
- Bij voorkeur bouwen in gebieden waar geen vermenging van zoet en zout grondwater kan optreden (gebieden met een diep zoet-zout grensvlak);
- Het minimaal verstoren van (natuurlijke) grondwaterstromen;
- Het minimaliseren van grondwateronttrekkingen/-bemalingen door de diepte mede te laten bepalen door de stijghoogtes van het grondwater: hoe lager de stijghoogte hoe dieper er gebouwd kan worden;
- Het minimaliseren van effecten op grondwaterkwaliteit;
- Werk met werk maken door ondergronds bouwen te combineren met de aanpak van ernstige, mobiele verontreinigingen.

Opslag, transport en winning van energie

- Het optimaal benutten van de toplaag voor stadsverwarming en/of opslag van warmte uit asfaltwegen;
- Het minimaliseren van de afstanden tussen energiebronnen en energievragende functies: ondergrondse transport- en leidingverliezen in de toplaag beperken door korte afstanden;
- Het optimaal benutten van energieopslag door het situeren van energievragende functies op plekken waar het 1^e en 2^e watervoerend pakket het dikst is en de gemiddelde stroomsnelheid het laagst (hooguit 10-20 meter per jaar); bij voorkeur in gebieden waar geen vermenging van zoet en zout grondwater kan optreden (gebieden met een diepe zoet-zout grensvlak);
- Energievragende functies in verband met optimale ondergrondse energieopslag minimaal 200 meter uit elkaar plaatsen;
- Het benutten van aardwarmte door energievragende functies te situeren boven zeer diepe, goed doorlatende watervoerende pakketten (poreus gesteente of zand (-steen)).

BIJLAGE E

HANDVATTEN VOOR TOETSINGSCRITEIA

- Ondergronds Bouwen
- Koude/Warmte opslag

Handvatten voor ondergronds bouwen

Ondergronds bouwen is een generieke noemer, waaronder vele verschillende soorten (bouw)constructies en infrastructuur vallen. In het algemeen geldt dat in Nederland normen (NEN, Eurocode, e.d.) en richtlijnen (CUR e.d.) van toepassing zijn voor civiele bouwwerken. Deze normen en richtlijnen zijn zondermeer ook toepasbaar en bruikbaar voor ondergrondse bouwwerken. Dit betreft echter constructieve en veiligheidsaspecten van een bouwwerk. Een kenmerk van ondergrondse bouwactiviteiten is dat deze ook een invloed (trillingen, deformaties etc.) hebben in de omgeving. De normen en richtlijnen zijn niet altijd duidelijk met betrekking tot de randvoorwaarden van deze invloed.

Voor het toetsen van ontwerpen van ondergrondse bouwactiviteiten dient dus een onderscheid gemaakt te worden tussen de constructieve aspecten en de omgevingsinvloeden.

Daarnaast zijn er criteria met betrekking tot de ondergrond om de haalbaarheid van ondergrondse bouwactiviteiten te bepalen. Hierbij wordt opgemerkt dat in technische zin veel kan, maar dat in bepaalde gevallen kosten (zeer) hoog kunnen worden.

De constructieve aspecten dienen getoetst te worden aan de van toepassing verklaarde normen en richtlijnen voor een bepaald project. Een redelijk compleet overzicht van Nederlandse normen en richtlijnen is:

Constructieve normen

- NEN 6700, Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 Algemene basiseisen;
- NEN 6702, - TGB 1990 - Belastingen en vervormingen;
- NEN 5950, Voorschriften Beton - Technologie (VBT 1998);
- NEN 6720, Voorschriften Beton - Constructieve eisen en rekenmethoden (VBC mei 1997);
- NEN 6722, 1989-03-00, Voorschriften Beton Uitvoering (VBU, 1988) (met correctieblad 1989);
- NEN 6740, Geotechniek - TGB 1990 - Basiseisen en Belastingen (mei, 1997);
- NEN 6742, Geotechniek - Het uitvoeren van funderingen met geprefabriceerde betonnen palen;
- NEN 6743, Geotechniek, Berekeningsmethode voor funderingen op palen. Drukpalen;
- NEN 6744, Geotechniek, Berekeningsmethode voor funderingen op staal (mei 1997);
- NEN 6770, Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 - Staalconstructies - Basiseisen en basisrekenregels voor overwegend statische belaste constructies (mei 1997);
- NEN 6771, Staalconstructies, Stabiliteit (mei 1997);
- NEN 6772, Staalconstructies, Verbindingen (mei 1997).

Richtlijnen

- CUR-rapport 56: Onderwaterbeton;
- CUR-rapport 102: Gewapend onderwaterbeton;
- CUR-rapport 77: Rekenregels voor ongewapende onderwaterbetonvloeren;
- CUR-rapport 166: Damwandconstructies;
- CUR-rapport 2001-4: Ontwerpregels voor trekpalen;
- CUR-rapport 85: Scheurvorming door krimp en temperatuurwisseling in wanden;
- SBR-rapporten A1 t/m A3 "Meet en beoordelingsrichtlijn. Schade aan bouwwerken door trillingen, hinder voor personen in gebouwen, beïnvloeding van werking van apparatuur", SBR, Rotterdam 1993.

Te toetsen effecten op omgeving

Voor omgevingsinvloeden moet een onderscheid gemaakt worden in de volgende effecten, getoetst dient te worden of deze onderwerpen tenminste in het ontwerp van de ondergrondse constructie zijn behandeld:

1. *Trillingen*. Trillingen vinden een oorzaak in de bouwactiviteiten zelf (bijvoorbeeld heien van palen of intrillen van damwanden) en in het gebruik (bijvoorbeeld treinen of machines). Met betrekking tot toelaatbare trillingen voor zowel de constructie als de mensen zijn richtlijnen opgesteld door Stichting Bouwresearch (SBR). Op basis van deze richtlijnen kan een toelaatbaar trillingsniveau worden vastgesteld.
Hierbij wordt opgemerkt dat de vertaling van de trillingsbron naar de invloed op de omgeving nog onderwerp van onderzoek is. Dit bemoeilijkt ook het inhoudelijk toetsen van rapporten en berekeningen.
2. *Deformaties*. Deformaties hebben een oorzaak in de bouwactiviteiten (bijvoorbeeld ontgraven van bouwput of verwijderen van damwanden), de wijze van constructie (bijvoorbeeld bouwfaseringen, sterkte/stijfheid van bouwputwanden), maar ook door een (on)bewuste verandering van de grondwaterstand. De berekende deformaties (horizontaal en verticaal) op bijvoorbeeld een fundering kunnen getoetst worden aan de normen NEN 6743 of NEN 6744. Hierbij wordt opgemerkt dat dit summiere richtlijnen zijn. De toelaatbare deformaties zijn sterk afhankelijk van de staat van onderhoud, het type gebouw en de funderingswijze.
3. *Grondwater*. Een ondergrondse constructie kan gevolgen voor de waterhuishouding hebben. Getoetst dient te worden of de volgende effecten acceptabel zijn:
 - Locale verstoring van het grondwaterstromingspatroon;
 - Vermenging van zoet en zout grondwater kan optreden (gebieden met een diep zoet-zout grensvlak);
 - Grondwaterkwaliteit;
 - Werk met werk maken door ondergronds bouwen te combineren met bijvoorbeeld de aanpak van ernstige, mobiele verontreinigingen.

De haalbaarheid of het kostenniveau van ondergronds bouwen wordt grotendeels bepaald door de geologische bodemopbouw en de toelaatbare invloed op de omgeving. In het algemeen worden, met uitzondering van geboorde tunnels, bouwputten gebruikt voor ondergronds bouwen. Met betrekking tot de geologische bodemopbouw kan worden gesteld dat, wanneer afsluitende kleilagen van voldoende dikte en op de juiste diepte voorkomen, het kostenniveau van een bouwput lager ligt dan wanneer een afsluitende laag (bijvoorbeeld onderwaterbeton) moet worden gemaakt. Om het kostenniveau goed in te schatten is dus een gedegen grondonderzoek een belangrijke randvoorwaarde.

Handvatten toetsingscriteria voor energie-opslag systemen (in het vervolg 'EO-systemen' genoemd)

Inleiding

Voor energieopslag in de ondergrond is in onderliggend stuk uitgegaan van 3 soorten systemen:

- Seizoensgebonden Warmte-Koude opslag (WKO-systemen);
- Productie gebonden WKO-systemen;
- Gesloten WKO-systemen.

Bij een WKO-systeem worden warm en koud water in de grond gebracht om op een later tijdstip weer onttrokken te worden (grond als energiebuffer). De periode van infiltratie en onttrekking van energie is afhankelijk van seizoen of van productie tijdstippen. Door de grote debieten (m³/tijd) die met een dergelijk systeem gepaard gaan, is een wko-systeem vergunningsplichtig (GWW).

Dit document is een eerste opzet voor een lijst handvatten ter bepaling van toetsingscriteria voor wko-systemen in een vergunningsaanvraagtraject.

Hieronder worden eerst zoveel mogelijk optredende effecten van een wko-systeem op een rij gezet, die bepalend zijn voor het opstellen van de lijst met handvatten. Vervolgens worden hieraan de handvatten voor wko-toetsingscriteria gekoppeld.

Voor een gesloten systeem vallen de hydrologische effecten en het beslag op de ruimte weg.

Mogelijke effecten

Er zijn ruwweg vier directe hoofd-effecten te onderscheiden van een (werkend) WKO-systeem, die een scala aan effecten op de omgeving opleveren. De indirecte effecten worden niet meegenomen.

1. Hydrologische effecten:

- Beïnvloeding overige onttrekkingen in de omgeving;
- Kwantitatieve beïnvloeding grondwatervoorraad;
- Zettingen aan maaiveld ten gevolge van spanningsveranderingen in de ondergrond;
- Beïnvloeding van respectievelijk verticaal en horizontaal aanwezige grensvlakken tussen twee watertypen (bijvoorbeeld brak/zoet); menging/ uitsmering;
- Beïnvloeding van in omgeving aanwezige grondwaterverontreinigingen.

2. Thermische effecten (→ beïnvloeding grondwaterkwaliteit):

- Beïnvloeding biologische grondwaterkwaliteit (aantal en activiteit micro-organismen);
- Beïnvloeding geo-chemische grondwaterkwaliteit (chemische processen in ondergrond, o.a. redox-reacties en reacties met organisch materiaal).

NB1. Thermische effecten:

De optredende effecten zijn enerzijds afhankelijk van het 'karakter' van de ondergrond (samenstelling van het grondwater en eigenschappen van het sediment), anderzijds zijn de temperatuurschommelingen, volumes en de duur van de wko-cyclus en de omvang van de natuurlijke grondwaterstroming van belang.

NB2. Thermische effecten:

De grondwaterkwaliteit kan ook beïnvloed worden doordat het grondwater in het wko-systeem in contact komt met de buitenlucht of met water uit het bovengrondse wko-systeem (= het koelcircuit van het gebouw).

3. Beslag op de ruimte:

- Wko-bronnen nemen de nodige voornamelijk verticale ruimte in beslag (van maaiveld tot soms wel 200 meter beneden maaiveld);
- 'hydrologisch' ruimtebeslag (door spanningsveranderingen in de bodem) die over de hele diepte van de bronnen merkbaar is (van maaiveld tot onderkant filterstelling);
- 'thermisch' ruimtebeslag (ligging en omvang warme/koude bel).

4. Energiebesparing (→ vermindering CO2 uitstoot).

Handvatten voor wko-toetsingscriteria

1. Ad. Hydrologische effecten:

- Kwantificeren beïnvloeding wko-systeem op overige onttrekkingen;
- Kwantificeren beïnvloeding wko-systeem op grondwatervoorraad/buffer;
- Berekenen van grootte van zettingen aan maaiveld op korte en lange termijn bij een maatgevende situatie en bepalen of deze zettingen negatieve gevolgen hebben op de bebouwde ruimte (ook leidingen, tunnels ed. onder maaiveld!);
- Kwantificeren beïnvloeding van eventueel aanwezige verticale en horizontale grensvlakken;
- Kwantificering beïnvloeding van eventueel aanwezige grond(water)verontreinigingen.

2. Ad. Thermische effecten en ontwerp-afhankelijke effecten (beïnvloeding grondwaterkwaliteit):

- Berekenen omvang van thermische koude en warme bel op verschillende tijdstippen (bijvoorbeeld eind van ieder seizoen, na 10 jaar en na 25 jaar inwerkingstelling);
- Bepalen of het WKO-systeem zo ontworpen is dat er over bijvoorbeeld 5 jaren een thermisch evenwicht in de bodem wordt bereikt;
- Controleren of er sprake is van een luchtdicht ontwerp van het WKO-systeem (contact grondwater met buitenlucht voorkomen);
- Controleren of het ondergrondse gedeelte van het wko-systeem gescheiden ontworpen wordt van het bovengrondse koelcircuit (voorkomen van menging van watersoorten);
- Controleren wat er met het spuiwater wordt gedaan bij inwerkstelling en onderhoud van het WKO-systeem (voorkomen verontreinigingen oppervlaktewater/ ondiep grondwater);
- Bepalen in hoeverre menging van watersoorten voorkomt door het systeem (bijvoorbeeld zoutwater onder uit aquifer oppompen en hoger in aquifer injecteren);
- Bepalen van veranderingen in de biologische en geo-chemische grondwaterkwaliteit;
- Bepalen of veranderingen in grondwaterkwaliteit mogelijke negatieve gevolgen hebben voor overige gebruikers van de bodem, de volksgezondheid, de hydrologische kringloop of eventueel andere doelstellingen.

NB. Ad. Handvatten t.b.v. thermische effecten:

De literatuur die beschikbaar is over beïnvloeding van de waterkwaliteit ten gevolge van temperatuurveranderingen in de bodem, bestaat voornamelijk uit theoretische beschouwingen en experimenten op laboratoriumschaal, waarbij ander gebruik dan WKO in de bodem niet meegenomen is. Hieruit en uit de huidige praktijkervaring met WKO-systemen blijkt dat bij laag thermische energieopslag (tussen 5-25°C) de effecten op de grondwaterkwaliteit relatief minimaal zijn. Bovendien is het nog niet geheel duidelijk of een minimale verandering in de grondwatersamenstelling een probleem oplevert voor de hydrologische kringloop, de volksgezondheid of voor andere gebruikers van de bodem (o.a. drinkwaterbedrijven).

3. Ad. Beslag op de ruimte:

- Aangeven van verticale beslaglegging op de ruimte en nagaan of dit huidige gebruik van de ondergrond of toekomstige (ondergrondse) RO-plannen in de weg zit (bijvoorbeeld leidingen, tunnels);
- Aangeven wat het maximale 'hydrologische' en 'thermische' ruimtebeslag is en nagaan of dit huidige of toekomstige RO-plannen in de weg zit (plannen voor grootschalige grondwateronttrekking/WKO CO₂-opslag/ zoutopslag/ ed.).

4. Ad. Energiebesparing:

- Kwantificeren van conventionele energiebesparing (uitdrukken in hoeveelheid mindering op CO₂-uitstoot).