

Basisboek bodemverontreiniging

Charles Odekerken (redacteur, auteur)

Basisboek bodemverontreiniging

Beleid, onderzoek, sanering



Basisboek bodemverontreiniging: beleid, onderzoek, sanering

Charles Odekerken (auteur, redacteur)

Eerste druk, december 2025

© Berghauser Pont Publishing, Amsterdam, 2025

www.berghauserpont.nl

ISBN: 9789493376144

NUR: 823



Berghauser Pont
PUBLISHING

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No parts of this book may be reproduced in any way whatsoever without the written permission of the publisher.

Inleiding

Voor wie is dit boek?

Dit boek is bedoeld voor degenen die werkzaam zijn in een vakgebied waarin de kwaliteit van - en het omgaan met de bodem een rol speelt en die behoefte hebben aan uitgebreide informatie, achtergronden, inzichten en de uitleg van vakjargon. En dat alles aangevuld met ervaringen en visies van vakgenoten.

Wie hebben dit boek gemaakt?

De onderstaande collega's uit het werkveld hebben aan dit boek bijgedragen door een hoofdstuk of een van de vele artikelen te schrijven of te actualiseren. De coördinatie en redactie was in handen van auteur Charles Odekerken en eindredactie door Berghauser Pont publishing.

Door de inspanning van al deze collega's werd het een boek van het werkveld en voor het werkveld. Dank daarvoor.

Sjoerd Andela, Elly Bakergem, Michiel Bartels, Maarten van de Berg, Reinier Besemer, Gilbert Boerekamp, Gerard Boom, Nico Borreman, Jan Cleij, George van Deijl, Candida Dekker, Diana Schilperoord, Theo Edelman, Arthur de Groof, Bas van der Griend, Frank Hageman, Eric Heerkens, Onno Heijnsman, Rolf Hetterschijt, Jan Klein Kranenburg, Fred Kok, Walter de Koning, Eric van der Kuijl, Rimbaud Lapperre, Robert Luinge, Piet Meuldijk, Adri Nipshagen, Jeroen Oosterwegel, Armand Orbons, Reinier Pijnenburg, Frank Pek, Ronald Peters, Onno van Sandick, Lida Schelwald-Van der Kley, Bobbi Schijf, Joost van Schijndel, Rob Speets, Jan Taat, Jaap Tuinstra, Ton Veltkamp, Freek Visser, René Vreugdenhil, Niek de Wit, Henk van Zoelen, Rob van Zoest, Yvonne de Ruigh.

Achtergrond en eerdere uitgaven

Dit Basisboek heeft een lange historie. In 1995 ontwikkelde ik, Charles Odekerken, binnen IWACO BV een onderwijspakket voor het vak Milieutechniek aan Helicon MBO te Velp. Veel van mijn collega's binnen IWACO leverden daar een inhoudelijke bijdrage aan. Het pakket werd zo goed ontvangen dat ook andere scholen, zowel MBO als HBO, met het materiaal les gingen geven. De syllabus werd later het leerboek: 'Bodemverontreiniging, wat je moet weten' (uitgave 1996).

Tot ieders verrassing werd dit boek niet alleen gekocht door leerlingen en studenten. Het boek sprak blijkbaar aan en ook anderen in het werkveld kochten en waardeerden het boek. In 1998 werd de inhoud weer geactualiseerd en werden er onderwerpen aan

toegevoegd. De titel van het boek luidde vanaf 1998: 'Bodemverontreiniging: Beleid Onderzoek Sanering'.

Toen ik IWACO BV, inmiddels Royal Haskoning BV, in 2000 verliet om de overstap naar 'zelfstandig ondernemer' (NOK-C) te maken, kocht ik de rechten van het boek. Ook IWACO wilde hiermee de continuïteit van het boek waarborgen.

Toen begin 2004 weer actualisatie nodig was, wilde ik van het boek een breed georiënteerd basiswerk maken. Dat werd een groot project waar meer dan vijftig specialisten uit het werkveld aan meewerkten. De titel werd gewijzigd van *Bodemverontreiniging* in *Gebruikte bodem* om daarmee de ontwikkeling te duiden waarop we in onze samenleving gingen kijken naar de bodemkwaliteit. Het toegenomen aantal onderwerpen en de gegroeide omvang lieten zien dat we het omgaan met de bodemkwaliteit veel meer gingen zien als een onderdeel van een groter geheel. Dat heeft zich doorgezet en op dit moment is dat in de Omgevingswet een belangrijk uitgangspunt.

Toen Berghauser Pont publishing in 2024 aangaf het boek te willen opnemen in hun curriculum, was sprake van een dilemma. Het werkveld was altijd al en is zeker nu de Omgevingswet van kracht is, erg dynamisch. Een boek is, in deze dynamiek, niet het meest geschikte instrument om actuele informatie aan te reiken. Daar tegenover staat dat er op internet heel veel bronnen zijn waar die actuele informatie wel kan worden gevonden. Omdat we nog steeds erg positieve reacties krijgen van gebruikers van de eerdere uitgaven van het boek, is in overleg met Berghauser Pont publishing besloten om de teksten grondig door te nemen. Daarbij zijn sommige onderdelen geactualiseerd en zelfs opnieuw geschreven, anderen weggelaten en op weer andere plaatsen zijn bronnen opgenomen waar actuele informatie is te vinden. Om het karakter en de doelstelling van het boek te accentueren wijzigden we titel in *Basisboek bodemverontreiniging – Beleid, onderzoek, sanering*.



FOTO: WWW.MARIEKODEKERKEN.NL

Door onze kennis over de bodem te blijven delen, zorgen we ervoor dat ook de generaties na ons begrijpen, waarderen en beschermen wat ons letterlijk draagt.

Namens alle 'schrijvers' en betrokkenen, veel lees- en studieplezier toegewenst,

Charles J.M. Odekerken,
coördinatie, redactie en één van de auteurs

Inhoudsopgave

Inleiding	V
1 Ontwikkeling bodembeleid	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Bodembeleid onder de Omgevingswet	1
1.3 Ontwikkeling Nederlands bodembeleid	3
1.3.1 Inleiding	3
1.3.2 De aanloop	3
1.3.3 De start	4
1.3.4 De ontwikkeling van de wetgeving	5
1.3.5 Het inzicht in de omvang van het probleem	6
1.3.6 De ontwikkeling van de normen	7
1.3.7 Hoe schoon moet het worden?	8
1.3.8 Stad en bodem ('Soil and the city')	9
1.3.9 Bedrijf en bodem	12
1.3.10 Buitengebied en bodem	16
1.3.11 Hoe verder met de spelregels?	17
1.4 Ontwikkeling internationaal bodembeleid	19
1.4.1 Nederland is geen eiland	20
1.4.2 Mondiaal bodembeleid	21
1.4.3 Europees bodembeleid	22
2 Ontwikkeling wetgeving	25
2.1 Inleiding	25
2.2 Historie	26
2.3 Bescherming van de bodem	27
2.3.1 Activiteiten binnen inrichtingen	28
2.3.2 Activiteiten buiten (en binnen) inrichtingen	30
2.4 Sanering van bodemverontreinigingen	33
2.4.1 Oude gevallen van bodemverontreiniging	34
2.4.2 Nieuwe gevallen van bodemverontreiniging	37
2.5 Financiële aspecten van bodemverontreiniging	38
3 Preventieve bodembescherming	41
3.1 Introductie	42
3.2 De Nederlandse Richtlijn Bodembescherming	43
3.3 Voorzieningen en maatregelen	45

3.4	Bodemrisicochecklist	47
3.5	Beoordelen vloeistofdichte voorzieningen	52
3.6	Samenvatting	53
4	Bodemkunde en geohydrologie	55
4.1	Bodemkunde	56
4.1.1	Algemeen	56
4.1.2	De beoordeling	58
4.1.3	Bodemclassificatie	62
4.1.4	Eigenschappen bodemmateriële	62
4.2	Geohydrologie	69
4.2.1	Algemeen	69
4.2.2	Geohydrologische berekeningen	72
4.2.3	Basisbegrippen geohydrologie	82
4.3	Bronnen	85
5	Chemie en toxicologie	87
5.1	Chemie	87
5.1.1	Wat is chemie eigenlijk?	87
5.1.2	Welke stoffen treffen we aan?	88
5.1.3	Zware metalen	88
5.1.4	Andere anorganische verontreinigingen	91
5.1.5	Koolwaterstoffen (algemeen)	93
5.1.6	Vluchtige aromatische koolwaterstoffen	93
5.1.7	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	94
5.1.8	Gechloreerde koolwaterstoffen	96
5.1.9	Bestrijdingsmiddelen	101
5.1.10	Overige verontreinigingen	102
5.1.11	Biologische verontreinigingen	104
5.1.12	PFAS	105
5.2	Toxicologie	106
5.2.1	Inleiding	106
5.2.2	Toxicologie en bodemverontreiniging	106
5.2.3	Humane toxicologie	108
5.2.4	Ecotoxicologie	111
5.2.5	Normen	113
5.3	Nawoord	116
5.4	Bronnen	117

6	Risicobeoordeling	121
6.1	Inleiding	121
6.2	Risico voor mensen	123
6.3	Ecologische risico's	126
6.4	Verspreidingsrisico's	127
6.5	Saneringscriterium	129
6.6	Samenvattend	132
7	Bodemonderzoek	133
7.1	Inleiding	133
7.2	Onderzoeksstrategie	136
7.2.1	Inleiding	136
7.2.2	Vooronderzoek, NEN5725	136
7.2.3	Verkenkend bodemonderzoek, NEN5740	138
7.2.4	Verkenkend waterbodemonderzoek, NEN5720	143
7.2.5	Asbestinventarisatie, NEN5707	143
7.2.6	Nader bodemonderzoek	143
7.3	Bemonstering van grond en grondwater	145
7.3.1	Inleiding	145
7.3.2	Herkomst technieken	146
7.3.3	Aanpassing van bestaande technieken voor bodemonderzoek	147
7.3.4	Boorsystemen	148
7.3.5	Monsternemingstoestellen voor grond en sediment	150
7.3.6	Monsternemingstoestellen voor grondwater	150
7.3.7	Grondwatermonsters	153
7.3.8	Hulpmiddelen bij de bemonstering	155
7.3.9	Het vakmanschap	157
7.3.10	Hopen en partijen	160
7.3.11	Tot slot: waarnemingen tijdens het veldwerk	160
7.4	Chemische analyses	163
7.4.1	Inleiding	163
7.4.2	Algemeen	163
7.4.3	Acceptatie en voorbehandeling van het monster	164
7.4.4	Anorganische analyses	166
7.4.5	Organische analyses	168
7.4.6	Het analysecertificaat	172
7.4.7	Nabeschouwing	174
7.4.8	Kwaliteitsborging in een milieulaboratorium	174

7.5	Asbest	176
7.5.1	Wat is asbest?	177
7.5.2	Hoe komt het dat asbest zo gevaarlijk is?	177
7.5.3	Welke soorten asbest zijn er en hoe gevaarlijk zijn ze?	178
7.5.4	Hoe komt asbest in de bodem en is dat gevaarlijk?	179
7.5.5	Normen	180
7.5.6	Hoe onderzoek je het?	181
7.5.7	Saneren van asbestverontreinigde grond	184
7.6	Bijlage: Overzicht normen uit SIKB-protocol 2001	187
7.7	Bijlage: Voorbeeld analysecertificaat	188
8	Saneren	191
8.1	De papierwinkel rondom saneren	192
8.1.1	Inleiding	192
8.1.2	Het Saneringsonderzoek	192
8.1.3	Het Saneringsplan	196
8.1.4	De Beschikking	197
8.1.5	Besluit Uniforme Saneringen (BUS)	198
8.1.6	Het Bestek	198
8.1.7	Aanbestedingsvormen	201
8.1.8	Uitvoeringsdocumenten	203
8.1.9	Het Evaluatierapport	204
8.1.10	Bloopers	204
8.2	Saneringstechnieken	205
8.2.1	Introductie en leeswijzer	205
8.2.2	Inleiding	206
8.2.3	Biologische technieken	207
8.2.4	Fysische technieken	210
8.2.5	Chemische technieken	216
8.2.6	Hulptechnieken	218
8.2.7	Meer weten?	219
8.3	Bijlage: Techniekwaai (bron: SKB)	222
9	Waterbodems	225
9.1	Inleiding	225
9.2	De rol van de waterbodem	226
9.3	Waarom baggeren we eigenlijk?	228
9.4	Hoe en waarmee raakt de waterbodem verontreinigd?	232
9.5	Normen en klassenindeling	235

9.6	Waterbodemonderzoek	237
9.6.1	Bemonstering van de waterbodem	237
9.6.2	Protocol NEN5720	240
9.6.3	Bepaling slibhoeveelheid	244
9.6.4	Ander onderzoek	245
9.7	Na het veld- en laboratoriumonderzoek	246
9.8	Voorbeeld uit de praktijk	249
9.9	Ontwikkelingen	254
9.10	Nawoord	255
10	Grondstromen	257
10.1	Inleiding	258
10.2	Primaire en secundaire grond	259
10.3	Van in-situ naar ex-situ	260
10.4	Indelen in partijen	261
10.5	Ladder van Lansink	263
10.5.1	Doelstelling beleid Bodemkwaliteit	264
10.6	Grondreiniging	266
10.6.1	Inleiding	266
10.6.2	Biologische grondreiniging	267
10.6.3	Thermische grondreiniging	268
10.6.4	Extractieve grondreiniging	268
10.7	Immobilisatie	269
10.8	Storten	270
10.9	Im- en export	271
10.10	Transport	272
10.11	Baggerspecie	272
10.11.1	Inleiding	272
10.11.2	Sedimentatie	273
10.11.3	Baggerspeciedepots	273
10.12	Bronnen	274
11	Veiligheid	275
11.1	Inleiding	275
11.2	Wet- en regelgeving	276
11.2.1	Historie	276
11.2.2	Opzet Arbowetgeving	277
11.2.3	Arbowet	277
11.2.4	Arbobesluit	279
11.2.5	Toepassing wetgeving	281

11.3	Veilig werken in de praktijk	283
11.3.1	Bodemonderzoek	283
11.3.2	Uitvoering Bodemsaneringen	285
11.4	Maatregelen	285
11.4.1	V&G-plan en dossier	285
11.4.2	Inzet deskundigheid	286
11.4.3	Gezondheidskundige zorg	286
11.4.4	Luchtkwaliteitsmetingen	287
11.4.5	Arbeidsmiddelen	287
12	Kwaliteit bij bodemonderzoek en bodemsanering	291
12.1	Wat is kwaliteit?	291
12.2	Wie is verantwoordelijk voor de kwaliteit?	292
12.3	Kwaliteit is niet vanzelfsprekend	293
12.4	Kwaliteitsborging en certificering	294
12.5	Kwaliteitsrichtlijnen in het bodembeheer	302
13	Bodemverontreiniging en communicatie	305
13.1	Inleiding	306
13.2	Een goed begin ...	306
13.3	Emoties en perceptie	307
13.4	Bouwen aan vertrouwen	308
13.5	Open en eerlijke communicatie	309
13.6	Duidelijke taal	310
13.7	Planning en timing	310
13.8	Communiceren met andere culturen	311
13.9	Verder lezen?	311
14	Ruimtelijke ordening en bodemverontreiniging	313
14.1	Inleiding	314
14.2	Ruimtelijke ordening - algemeen	315
14.3	Omgevingsplan en bodemverontreiniging	316
14.4	Gebiedsontwikkeling en Bodemkwaliteit	317
14.5	Ontwikkelingen	319
15	Archeologisch onderzoek	325
15.1	Inleiding	326
15.2	Het vak archeologie	326
15.2.1	Algemeen	326
15.2.2	De oorsprong van het vak archeologie	327

15.3	Regelgeving	328
15.4	Onderzoeksstrategie	330
15.5	Archeologische ouderdomsbepalingen	338
15.5.1	Inleiding	338
15.5.2	Bodemstratigrafisch onderzoek	339
15.5.3	Dendrochronologisch onderzoek	339
15.5.4	C-14 methode	340
15.5.5	DNA-onderzoek	341
16	Projectmatig werken	345
16.1	Inleiding	345
16.2	Project en projectfasen	345
16.3	Offerte/voorstel	346
16.4	Onderhandeling en opdrachtverlening	350
16.5	Opstart	350
16.6	Uitvoering/advisering	350
16.7	Afronding	354
	Trefwoordenregister	355