

RAPPORT

Verkenning Waterbeschikbaarheid Limburg

Technisch document

Klant: Provincie Limburg

Referentie: BI6111-101-100-RHD-XX-XX-RP-X-0001

Status: Definitief/4

Datum: 12 december 2024

Projectgerelateerd

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Amerikalaan 110
6199 AE Maastricht Airport
Netherlands
Water & Maritime

Telefoon: +31 88 348 78 48
Email: info@rhdhv.com
Website: royalhaskoningdhv.com

Titel document: Verkenning Waterbeschikbaarheid Limburg

Sub titel: Technisch document
Referentie: BI6111-101-100-RHD-XX-XX-RP-X-0001
Uw kenmerk: DOC-00283728
Status: Definitief/4
Datum: 12 december 2024
Projectnaam: Verkenning Waterbeschikbaarheid Limburg
Projectnummer: BI6111-101-100
Auteur(s): Hank Vermulst

Opgesteld door: Hank Vermulst, Anouk Horn

Gecontroleerd door: Janine Leeuwis-Tolboom

Datum:

Goedgekeurd door: Katheleen Poels

Datum:

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1	Inleiding	11
1.1	Achtergrond en aanleiding	11
1.2	Probleem- en doelstelling	12
1.3	Leeswijzer	12
2	Aanpak	14
2.1	Fasering van het project	14
2.2	Vorbereidingsfase	14
2.3	Uitwerking en analyse per pijler	19
2.3.1	Werkstappen	19
2.3.2	Effecten op waterkwaliteit	22
2.4	Opstellen samengestelde scenario's	23
2.5	Rapportage en afronding	24
3	Resultaten voorbereidingsfase	25
3.1	Algemeen	25
3.2	Inventarisatie bouwstenen	25
4	Analyse huidige situatie en effecten klimaatscenario HD₂₀₅₀	28
4.1	Algemeen	28
4.2	Samenvattend overzicht effecten door klimaatscenario HD ₂₀₅₀	28
4.3	Nadere toelichting effecten klimaatscenario HD ₂₀₅₀	29
4.3.1	Algemeen	29
4.3.2	Effecten op het grondwaterregime	30
4.3.3	Doelrealisatie natuur	32
4.3.4	Doelrealisatie landbouw	33
4.3.5	Droogval van natuurbeken	34
4.3.6	Effecten bebouwd gebied	34
4.3.7	Effecten drink- en industriewaterwinningen	35
4.3.8	Effecten stijghoogten in grondwaterlichamen	36
5	Pijler 1: Water lokaal vasthouden	39
5.1	Algemeen	39
5.2	Geïnteriseerde en onderzochte maatregelen	39
5.3	Overzicht effecten per maatregelpakket	40
5.4	Effecten per maatregelpakket	42
5.4.1	Algemeen	42
5.4.2	Maatregelpakket 1.1: Drainagebasis verhogen in natte natuur (Natura2000 en Natte Natuurparels)	43
5.4.3	Maatregelpakket 1.2: Drainagebasis verhogen in landbouwgebied	47

5.4.4	Maatregelpakket 1.3: Drainagebasis verhogen in landbouwgebied, tijdelijke peilverlaging voorjaar	49
5.4.5	Maatregelpakket 1.4: Afkoppelen en infiltreren hemelwaterafvoer stedelijk gebied	53
5.4.6	Maatregel 1.5: Drainagebasis verhogen en afkoppelen stedelijk gebied	54
6	Pijler 2: Water aanvoeren van elders	59
6.1	Algemeen	59
6.2	Geïnteriseerde en onderzochte maatregelen	59
6.3	Overzicht effecten per maatregelpakket	60
6.4	Effecten per maatregel	62
6.4.1	Algemeen	62
6.4.2	Maatregel 2.1: Directe reductie droogteschade door infiltratie vanuit grotere waterlopen	64
6.4.3	Maatregel 2.2: Directe reductie droogteschade door infiltratie van afgekoppeld hemelwater	67
6.4.4	Maatregel 2.3: Tegendruk rond Peelgebieden door wateraanvoer vanuit kanalen en beken	70
6.4.5	Maatregel 2.4: Creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden	73
7	Pijler 3: Functiewijzigingen	75
7.1	Algemeen	75
7.2	Geïnteriseerde en onderzochte maatregelen	75
7.3	Overzicht effecten per maatregelpakket	77
7.4	Effecten per maatregel	78
7.4.1	Algemeen	78
7.4.2	Maatregel 3.1: Beekdalbrede aanpak	80
7.4.3	Maatregel 3.2: landbouw met meeste droogteschade omzetten naar gewassen met weinig verdamping	81
7.4.4	Maatregel 3.3: droog productiebos omzetten naar heide	83
8	Pijler 4: Beperking watergebruik	86
8.1	Algemeen	86
8.2	Geïnteriseerde en onderzochte maatregelen	86
8.3	Overzicht effecten per maatregelpakket	87
8.4	Effecten per maatregel	88
8.4.1	Algemeen	88
8.4.2	Maatregel 4.1: Stopzetten grondwaterwinning drinkwater in winterhalfjaar	89
8.4.3	Maatregel 4.2: Stopzetten grondwaterwinning industrie in winterhalfjaar	91
8.4.4	Maatregel 4.3: Verminderen beregend areaal met 30%	93
9	Samengestelde scenario's	96
9.1	Algemeen	96
9.2	Opstellen scenario's	96
9.2.1	Algemeen	96
9.2.2	Maximaal gestapeld scenario	96
9.2.3	Scenario Huidige Functies Leidend	100

Projectgerelateerd

9.2.4	Scenario Watersysteem Leidend	102
9.3	Samenvattend overzicht effecten samengestelde scenario's	104
9.4	Effecten samengestelde scenario's	111
9.4.1	Algemeen	111
9.4.2	Effecten Maximaal gestapeld scenario	113
9.4.3	Effecten Huidige Functies Leidend	122
9.4.4	Effecten Watersysteem Leidend	130
9.5	Kosten per samengesteld scenario	138
9.5.1	Algemeen	138
9.5.2	Maximaal gestapeld scenario	139
9.5.3	Scenario Huidige Functies Leidend	141
9.5.4	Scenario Watersysteem Leidend	143
10	Conclusies en aanbevelingen	146
10.1	Conclusies	146
10.2	Aanbevelingen	155
11	Referenties	158

Tabellen

Tabel 3-1: Overzicht bouwstenen pijler 1, water lokaal vasthouden	26
Tabel 3-2: Overzicht bouwstenen pijler 2, water aanvoeren van elders	27
Tabel 3-3: Overzicht bouwstenen pijler 3, functieverandering	27
Tabel 4-1: Samenvattend overzicht effecten als gevolg van klimaatscenario HD ₂₀₅₀ , t.o.v. huidige situatie met huidig klimaat	28
Tabel 4-2: Overzicht resultaten effectberekeningen klimaatscenario HD ₂₀₅₀	30
Tabel 4-3: Areaalverdeling berekend doelgat GLG, voor huidige situatie met huidig klimaat en huidige situatie met HD ₂₀₅₀	32
Tabel 4-4: Areaalverdeling berekend doelgat GVG, voor huidige situatie met huidig klimaat en huidige situatie met HD ₂₀₅₀	32
Tabel 4-5: Areaalverdeling berekend percentage doelrealisatie in Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, voor huidige situatie met huidig klimaat en huidige situatie met HD ₂₀₅₀	33
Tabel 4-6: Areaalverdeling berekende droogteschade landbouw, voor huidige situatie met huidig klimaat (links) en huidige situatie met HD ₂₀₅₀ (rechts)	33
Tabel 4-7: Areaalverdeling berekende natschade landbouw, voor huidige situatie met huidig klimaat (links) en huidige situatie met HD ₂₀₅₀ (rechts)	34
Tabel 4-8: Berekende lengte droogvallende natuurbeken per deelgebied. Huidige situatie met huidig klimaat (langjarig gemiddelde en extreem droog jaar 2018) en huidige situatie met klimaatscenario HD ₂₀₅₀	34
Tabel 4-9: Overzicht areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast (GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld). Huidige situatie met huidig klimaat en huidige situatie met klimaatscenario HD ₂₀₅₀	35
Tabel 4-10: Berekende veranderingen stijghoogten en beoordeling risico droogval putfilters voor alle (vergunde) freatische grondwaterwinningen in Limburg (drink- en industriewater). Effecten huidige situatie HD ₂₀₅₀ ten opzichte van Huidig Klimaat	35
Tabel 5-1: Samenvattend overzicht berekende effecten maatregelpakketten binnen pijler 1, water lokaal vasthouden	41
Tabel 5-2: Overzicht effectberekeningen en resultaatkaarten in bijlage 5 voor maatregelpakketten pijler 1, water lokaal vasthouden	43
Tabel 5-3: Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 1.1	46
Tabel 5-4: Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 1.1	46
Tabel 5-5: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 1.1	46
Tabel 5-6: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 1.1	46
Tabel 5-7: Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 1.2	49
Tabel 5-8: Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 1.2	49
Tabel 5-9: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 1.2	49
Tabel 5-10: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 1.2	49
Tabel 5-11: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 1.3	52

Tabel 5-12: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 1.3	52
Tabel 5-13: Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 1.5	57
Tabel 5-14: Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 1.5	57
Tabel 5-15: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 1.5	58
Tabel 5-16: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 1.5	58
Tabel 6-1: Samenvattend overzicht berekende effecten maatregelpakketten binnen pijler 2, water aanvoeren van elders	61
Tabel 6-2: Overzicht effectberekeningen en resultaatkaarten in bijlage 4 voor maatregelpakketten pijler 2, water aanvoeren van elders	63
Tabel 6-3: Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 2.1	66
Tabel 6-4: Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 2.1	66
Tabel 6-5: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 2.1	66
Tabel 6-6: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 2.1	67
Tabel 6-7: Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 2.2	69
Tabel 6-8: Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 2.2	69
Tabel 6-9: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 2.2	69
Tabel 6-10: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 2.2	70
Tabel 6-11: Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 2.3	72
Tabel 6-12: Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 2.3	72
Tabel 6-13: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 2.3	72
Tabel 6-14: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 2.3	73
Tabel 7-1: Samenvattend overzicht berekende effecten maatregelpakketten binnen pijler 3, functiewijzigingen	77
Tabel 7-2: Overzicht effectberekeningen en resultaatkaarten in bijlage 8 voor maatregelpakketten pijler 3, functiewijzigingen	79
Tabel 8-1: Samenvattend overzicht berekende effecten maatregelpakketten binnen pijler 4, beperking watergebruik	88
Tabel 8-2: Overzicht effectberekeningen en resultaatkaarten in bijlage 8 voor maatregelpakketten pijler 4, beperking watergebruik	89
Tabel 9-1: Overzicht maatregelen maximaal gestapeld scenario	97
Tabel 9-2: Overzicht maatregelen samengesteld scenario Huidige Functies Leidend	100
Tabel 9-3: Overzicht maatregelen samengesteld scenario Watersysteem Leidend	102
Tabel 9-4: Samenvattend overzicht berekende effecten samengestelde scenario's	105
Tabel 9-5: Overzicht effectberekeningen en resultaatkaarten voor samengestelde scenario's	111
Tabel 9-6: Effecten op het berekende doelgat GLG (HK en HD ₂₀₅₀) als gevolg van het maximaal gestapelde scenario	115
Tabel 9-7: Effecten op het berekende doelgat GVG (HK en HD ₂₀₅₀) als gevolg van het maximaal gestapelde scenario	115

Tabel 9-8: Areaalverdeling berekend percentage doelrealisatie in Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, voor huidige situatie met huidig klimaat, Maximaal Gestapeld Scenario met huidig klimaat en Maximaal gestapeld scenario met HD ₂₀₅₀	116
Tabel 9-9: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van het maximaal gestapelde scenario	116
Tabel 9-10: Effecten op natschade landbouw als gevolg van het maximaal gestapelde scenario	117
Tabel 9-11: Berekende lengte droogvallende natuurbeken per deelgebied. Huidige situatie met huidig klimaat, Maximaal Gestapeld Scenario met huidig klimaat en Maximaal gestapeld scenario met klimaatscenario HD ₂₀₅₀	117
Tabel 9-12: Areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast (GHG ondieper dan 70 cm onder mv). Huidige situatie met huidig klimaat, Maximaal Gestapeld Scenario met huidig klimaat en Maximaal Gestapeld Scenario met klimaatscenario HD ₂₀₅₀	118
Tabel 9-13: Berekende veranderingen stijghoogten en beoordeling risico droogval putfilters voor alle (vergunde) freatische grondwaterwinningen in Limburg (drink- en industriewater). Effecten Maximaal Gestapeld Scenario met Huidig Klimaat en HD ₂₀₅₀ ten opzichte van Huidige Situatie met Huidig Klimaat	119
Tabel 9-14: Effecten op het berekende doelgat GLG (HK en HD ₂₀₅₀) als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend	124
Tabel 9-15: Effecten op het berekende doelgat GVG (HK en HD ₂₀₅₀) als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend	124
Tabel 9-16: Areaalverdeling berekend percentage doelrealisatie in Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, voor huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Huidige Functies Leidend met huidig klimaat en Scenario Huidige Functies Leidend met HD ₂₀₅₀	124
Tabel 9-17: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend	125
Tabel 9-18: Effecten op natschade landbouw als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend	125
Tabel 9-19: Berekende lengte droogvallende natuurbeken per deelgebied. Huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Huidige Functies Leidend met huidig klimaat en Scenario Huidige Functies Leidend met klimaatscenario HD ₂₀₅₀ :	126
Tabel 9-20: Areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast (GHG ondieper dan 70 cm onder mv). Huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Huidige Functies Leidend met huidig klimaat en Scenario Huidige Functies Leidend met klimaatscenario HD ₂₀₅₀	126
Tabel 9-21: Berekende veranderingen stijghoogten en beoordeling risico droogval putfilters voor alle (vergunde) freatische grondwaterwinningen in Limburg (drink- en industriewater). Effecten Scenario Huidige Functies Leidend met Huidig Klimaat en HD ₂₀₅₀ ten opzichte van Huidige Situatie met Huidig Klimaat	127
Tabel 9-22: Effecten op het berekende doelgat GLG (HK en HD ₂₀₅₀) als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend	132
Tabel 9-23: Effecten op het berekende doelgat GVG (HK en HD ₂₀₅₀) als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend	132

Tabel 9-24: Areaalverdeling berekend percentage doelrealisatie in Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, voor huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Watersysteem Leidend met huidig klimaat en Scenario Watersysteem Leidend met HD ₂₀₅₀	132
Tabel 9-25: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend	133
Tabel 9-26: Effecten op natschade landbouw als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend	133
Tabel 9-27: Berekende lengte droogvallende natuurbeken per deelgebied. Huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Watersysteem Leidend met huidig klimaat en Scenario Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD ₂₀₅₀ :	134
Tabel 9-28: Areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast (GHG ondieper dan 70 cm onder mv). Huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Watersysteem Leidend met huidig klimaat en Scenario Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD ₂₀₅₀	134
Tabel 9-29: Berekende veranderingen stijghoogten en beoordeling risico droogval putfilters voor alle (vergunde) freatische grondwaterwinningen in Limburg (drink- en industriewater). Effecten Scenario Watersysteem Leidend met Huidig Klimaat en HD ₂₀₅₀ ten opzichte van Huidige Situatie met Huidig Klimaat	135
Tabel 9-30: Overzicht kostenkentallen die zijn gebruikt voor de kostenramingen. Exclusief BTW, algemene kosten (voorbereidings-, bouw- en engineeringskosten), winst en risico	138
Tabel 9-31: Overzicht totale investeringskosten en kosten omzetten en afwaarderen gronden, Maximaal Gestapeld Scenario (in miljoenen euro)	140
Tabel 9-32: Maximaal gestapeld scenario, berekende kosten en baten voor de landbouw. Huidig klimaat (HK) (in miljoenen euro).	140
Tabel 9-33: Maximaal gestapeld scenario, berekende kosten en baten voor de landbouw. Klimaatscenario HD ₂₀₅₀ . (in miljoenen euro)	141
Tabel 9-34 Globale raming jaarlijkse kosten voor voorzuivering van al het extern aan te voeren water in Maximaal Gestapeld Scenario. Beperkte voorzuivering en volledige voorzuivering. In miljoenen € per jaar.	141
Tabel 9-35: Overzicht totale investeringskosten en kosten omzetten en afwaarderen gronden, scenario Huidige Functies Leidend (in miljoenen euro)	142
Tabel 9-36: Scenario Huidige Functies Leidend, berekende kosten en baten voor de landbouw. Huidig klimaat (HK) (in miljoenen €).	142
Tabel 9-37: Scenario Huidige Functies Leidend, berekende kosten en baten voor de landbouw. Klimaatscenario HD ₂₀₅₀ . (in miljoenen €)	143
Tabel 9-38: Globale raming jaarlijkse kosten voor voorzuivering van al het extern aan te voeren water in scenario Huidige Functies Leidend. Beperkte voorzuivering en volledige voorzuivering. In miljoenen € per jaar.	143
Tabel 9-39: Overzicht totale investeringskosten en kosten omzetten en afwaarderen gronden, scenario Watersysteem Leidend (in miljoenen euro)	144
Tabel 9-40: Scenario Watersysteem Leidend, berekende kosten en baten voor de landbouw. Huidig klimaat (HK) (in miljoenen euro).	144

Tabel 9-41: Scenario Watersysteem Leidend, berekende kosten en baten voor de landbouw. Klimaatscenario HD ₂₀₅₀ . (in miljoenen €)	145
Tabel 9-42: Globale raming jaarlijkse kosten voor voorzuivering van al het extern aan te voeren water in scenario Watersysteem Leidend. Beperkte voorzuivering en volledige voorzuivering. In miljoenen € per jaar.	145

Figuren

Figuur 2-1: Inhoudelijke- en procesaanpak	14
Figuur 2-2: Deelgebieden die zijn onderscheiden voor de inventarisatie van bouwstenen en maatregelen	15
Figuur 2-3: Schematische dwarsdoorsnede beekdallandschap	16
Figuur 2-4: Schematische dwarsdoorsnede Peelgebied	17
Figuur 2-5: Schematische dwarsdoorsnede Heuvelland	18
Figuur 2-6: Voorbeeld werkkaart: Peelgebied, nadere uitwerking maatregelen pijler 2 (water aanvoeren van elders)	20
Figuur 4-1: Verandering berekende GHG (rechts) en GLG (links) voor de huidige situatie. Klimaatsscenario HD ₂₀₅₀ t.o.v. Huidig Klimaat (HK)	31
Figuur 4-2: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Huidige situatie met HD ₂₀₅₀ ten opzichte van Huidig Klimaat. Berekende effecten in ondiepe pakketten grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en ondiep watervoerend pakket Venloschol)	37
Figuur 4-3: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Huidige situatie met HD ₂₀₅₀ ten opzichte van Huidig Klimaat. Berekende effecten in diepe pakketten grondwaterlichamen (Kalksteenpakket in Krijt-Maas, onderste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en diep watervoerend pakket Venloschol)	38
Figuur 5-1: Overzicht maatregelen maatregelpakket 1.1: Drainagebasis verhogen in natte natuur (Natura2000 en Natte Natuurparels)	44
Figuur 5-2: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 1.1 (huidig klimaat)	45
Figuur 5-3: Overzicht maatregelen maatregelpakket 1.2: Drainagebasis verhogen in landbouwgebied	47
Figuur 5-4: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 1.2 (huidig klimaat)	48
Figuur 5-5: Maatregelen binnen maatregelpakket 1.3: Drainagebasis verhogen in landbouwgebied, tijdelijke peilverlaging voorjaar	50
Figuur 5-6: Berekende verandering GVG als gevolg van maatregelpakket 1.2 (links) en 1.3 (rechts)	51
Figuur 5-7: Berekende verandering GLG als gevolg van maatregelpakket 1.2 (links) en 1.3 (rechts)	52
Figuur 5-8: Maatregelen binnen maatregelpakket 1.4: afkoppelen en infiltreren hemelwaterafvoer stedelijk gebied (100%)	53
Figuur 5-9: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 1.4 (huidig klimaat)	54
Figuur 5-10: Maatregelen binnen maatregelpakket 1.5: drainagebasis verhogen en afkoppelen stedelijk gebied	55

Figuur 5-11: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 1.5 (huidig klimaat)	56
Figuur 6-1: Maatregelen binnen maatregelpakket 2.1: Directe reductie droogteschade door infiltratie vanuit grotere waterlopen	64
Figuur 6-2: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 2.1 (huidig klimaat)	65
Figuur 6-3: Maatregelen binnen maatregelpakket 2.2: Directe reductie droogteschade door infiltratie van afgekoppeld hemelwater	67
Figuur 6-4: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 2.2 (huidig klimaat)	68
Figuur 6-5: Maatregelen binnen maatregelpakket 2.3: Tegendruk rond Peelgebieden door wateraanvoer vanuit kanalen en beken	70
Figuur 6-6: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 2.3 (huidig klimaat)	71
Figuur 6-7: Maatregelen binnen maatregelpakket 2.4: Creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden	73
Figuur 6-8: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 2.4 (huidig klimaat)	74
Figuur 7-1: Concept van de beekdalbrede aanpak	76
Figuur 7-2: Maatregelen binnen maatregelpakket 3.1: Beekdalbrede aanpak	80
Figuur 7-3: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 3.1 (huidig klimaat)	81
Figuur 7-4: Maatregelen binnen maatregelpakket 3.2: landbouw met meeste droogteschade omzetten naar extensieve gewassen met weinig verdamping	82
Figuur 7-5: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 3.2 (huidig klimaat)	83
Figuur 7-6: Maatregelen binnen maatregelpakket 3.3: droog productiebos omzetten naar heide	84
Figuur 7-7: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 3.3 (huidig klimaat)	85
Figuur 8-1: Overzicht grondwaterwinningen die in maatregelpakket 4.1 gedurende winterhalfjaar worden stopgezet	90
Figuur 8-2: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 4.1 (huidig klimaat)	91
Figuur 8-3: Overzicht industriële grondwaterwinningen die in maatregelpakket 4.2 gedurende het winterhalfjaar worden stopgezet	92
Figuur 8-4: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 4.2 (huidig klimaat)	93
Figuur 8-5: Overzicht maatregelen binnen maatregelpakket 4.3: Verminderen beregend areaal met 30%	94

Figuur 8-6: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 4.3 (huidig klimaat)	95
Figuur 9-1: Overzicht maatregelen uit pijler 2 (water aanvoeren van elders) en pijler 3 (functieverandering), zoals opgenomen in Maximaal Gestapeld Scenario. Noord- en Midden-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	98
Figuur 9-2: Overzicht maatregelen uit pijler 2 (water aanvoeren van elders) en pijler 3 (functieverandering), zoals opgenomen in Maximaal Gestapeld Scenario - Heuvelland	99
Figuur 9-3: Overzicht maatregelen samengesteld scenario Huidige Functies Leidend	101
Figuur 9-4: Overzicht maatregelen samengesteld scenario Watersysteem Leidend	104
Figuur 9-5: Berekende doelrealisatie natte natuur binnen Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels. Berekend op basis van OGOR-methode voor huidig klimaat: Huidige situatie met huidig klimaat en drie samengestelde scenario's met huidig klimaat	107
Figuur 9-6: Berekende doelrealisatie natte natuur binnen Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels. Berekend op basis van OGOR-methode voor klimaatscenario HD ₂₀₅₀ : Huidige situatie met HD ₂₀₅₀ en drie samengestelde scenario's met HD ₂₀₅₀	108
Figuur 9-7: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van het maximaal gestapelde scenario (huidig klimaat)	114
Figuur 9-8: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van het maximaal gestapelde scenario (HD ₂₀₅₀)	114
Figuur 9-9: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Maximaal Gestapeld Scenario HD ₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in ondiepe pakketten grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en ondiep watervoerend pakket Venloschol)	120
Figuur 9-10: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Maximaal Gestapeld Scenario HD ₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in diepe pakketten grondwaterlichamen (Kalksteenpakket in Krijt-Maas, onderste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en diep watervoerend pakket Venloschol)	121
Figuur 9-11: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend (HK)	122
Figuur 9-12: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend (HD ₂₀₅₀)	123
Figuur 9-13: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Scenario Huidige Functies Leidend met HD ₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in ondiepe pakketten grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en ondiep watervoerend pakket Venloschol)	128
Figuur 9-14: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Scenario Huidige Functies Leidend met HD ₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in diepe pakketten van de grondwaterlichamen (Kalksteenpakket in Krijt-Maas, onderste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en diep watervoerend pakket Venloschol)	129

Figuur 9-15: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) a.g.v. het scenario Watersysteem Leidend (huidig klimaat, HK)	130
Figuur 9-16: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend (HD ₂₀₅₀)	131
Figuur 9-18: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Scenario Watersysteem Leidend met HD ₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in ondiepe pakketten van de grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en ondiep watervoerend pakket Venloschol)	136
Figuur 9-19: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Scenario Watersysteem Leidend met HD ₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in diepe pakketten van de grondwaterlichamen (Kalksteenpakket in Krijt-Maas, onderste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en diep watervoerend pakket Venloschol)	137

Bijlagen

Bijlage 1: Concept afwegingskader waterkwaliteit

Bijlage 2: Verklaring beoordeling samenvattende scoretabellen

Bijlage 3: Kaarten met resultaten effectberekeningen referentiesituatie (huidig klimaat en klimaatscenario HD₂₀₅₀)

Bijlage 4: Kaarten met resultaten effectberekeningen maatregelpakketten pijler 1 – water lokaal vasthouden

Bijlage 5: Tabellen met berekende effecten doelrealisatie natuur en landbouw voor maatregelpakketten pijler 1 – water lokaal vasthouden

Bijlage 6: Kaarten met resultaten effectberekeningen maatregelpakketten pijler 2 – water aanvoeren van elders

Bijlage 7: Tabellen met berekende effecten doelrealisatie natuur en landbouw voor maatregelpakketten pijler 2 – water aanvoeren van elders

Bijlage 8: Kaarten met resultaten effectberekeningen maatregelpakketten pijler 3 – functieverandering

Bijlage 9: Tabellen met berekende effecten doelrealisatie natuur en landbouw voor maatregelpakketten pijler 3 – functieverandering

Bijlage 10: Kaarten met resultaten effectberekeningen maatregelpakketten pijler 4 – beperking watergebruik

Bijlage 11: Tabellen met berekende effecten doelrealisatie natuur en landbouw voor maatregelpakketten pijler 4 – beperking watergebruik

Bijlage 12: Kaarten met resultaten effectberekeningen samengestelde scenario's

Bijlage 13: Tabellen met berekende effecten doelrealisatie natuur en landbouw en risico's grondwateroverlast bebouwing voor samengestelde scenario's

Bijlage 14: Globale kostenramingen samengesteld scenario Maximaal gestapeld scenario

Bijlage 15: Globale kostenramingen samengesteld scenario Huidige Functies Leidend

Bijlage 16: Globale kostenramingen samengesteld scenario Watersysteem Leidend

Bijlage 17: Beoordeling doelrealisatie natuur aan de hand van grondwaterduurlijnen t.p.v. peilbuizen OGOR-meetnet

Bijlage 18: Effecten 20% reductie grondwaterwinningen voor drinkwater, industrie, glastuinbouw en beregening

Bijlage 19: Begrippenlijst

Bijlage 20: Gebruikte doelfuncties voor berekening doelrealisatie grondwaterafhankelijke habitattypen (Waterwijzer Natuur)

Samenvatting

Aanleiding en doel

In 2020 heeft de Provincie Limburg in het project Analyse Waterbeschikbaarheid voor de gehele provincie Limburg getoetst of het huidige watersysteem in staat is om aan de doelstellingen en wensen van verschillende waterafhankelijke functies en groepen van watergebruikers te voldoen, nu en in de toekomst, rekening houdend met klimaatverandering. In de Limburgse Integrale Watersysteem Analyse (LIWA) en het project Analyse Waterbeschikbaarheid zijn voornamelijk maatregelen onderzocht, die binnen een planperiode van ongeveer 10 à 20 jaar op haalbare en betaalbare wijze kunnen worden uitgevoerd.

LIWA en de Analyse Waterbeschikbaarheid hebben duidelijk gemaakt dat er aanzienlijke extra inspanning nodig is om de waterbeschikbaarheid in Limburg te verbeteren. In beide studies is aanbevolen om nader in beeld te brengen welke technische maatregelen en aanpassingen in het ruimtegebruik hiervoor nodig zijn. De droge zomers van 2018, 2019, 2020 en 2022 hebben de urgentie hiervan nog verder benadrukt.

Om deze watertekorten op te lossen, zet de Provincie Limburg in op de volgende vier pijlers:

1. **Water lokaal vasthouden:** meer water uit de waterkringloop (neerslag, grond- en oppervlaktewater) lokaal langer vasthouden en de grondwateraanvulling vergroten.
2. **Water aanvoeren van elders:** water vanuit andere bronnen (rivieren, hemelwater uit bebouwde gebieden of restwater vanuit de waterketen) aanvoeren van elders of op een andere manier gebruiken.
3. **Functieverandering:** functie van een gebied aanpassen, zodat de watertekorten verminderen of opgelost worden.
4. **Beperking watergebruik:** beperking van de onttrekking van grondwater voor drinkwatervoorziening, industrie en landbouw (beregening en overig agrarisch grondwatergebruik).

Binnen deze opdracht zijn per pijler de mogelijkheden in beeld gebracht en onderzocht om voldoende water van voldoende kwaliteit beschikbaar te hebben voor alle waterafhankelijke functies (zonder dat dit leidt tot wateroverlast). Per pijler is eerst een zo breed mogelijk palet aan maatregelen geïnterpreteerd, waarvan de effectiviteit is ingeschat. Voor de meest effectieve maatregelen per pijler zijn vervolgens de effecten berekend op het grondwaterregime en de doelrealisatie voor natuur en landbouw. Na de verkenning en analyse per pijler is zijn de effecten in beeld gebracht van drie samengestelde scenario's, waarin effectief gebleken maatregelen per pijler zijn gecombineerd. Naast de hydrologische effecten en de positieve en negatieve effecten per functie en gebruiker zijn voor de gecombineerde maatregelenpakketten ook de kosten en baten globaal in beeld gebracht.

In de studie is er nadrukkelijk voor gekozen om vooraf geen beperkingen te stellen vanuit de betaalbaarheid van maatregelen en ingrepen. Dit om een zo breed en volledig mogelijk overzicht te krijgen van de mogelijkheden en onmogelijkheden met betrekking tot de verbetering van de waterbeschikbaarheid in Limburg. Dit heeft als gevolg dat de onderzochte maatregelen extreem in omvang kunnen zijn en dat de effecten op het grondwaterregime en de grondwaterafhankelijke functies ook extreem kunnen zijn. Voor grondwaterafhankelijke natuur zijn dit over het algemeen positieve effecten, voor landbouw en bebouwing leiden deze extreme vernattingsmaatregelen bijna altijd tot schade. Binnen deze studie zijn geen keuzes gemaakt over de daadwerkelijk per gebied te nemen maatregelen. Wel zijn in samenspraak met de begeleidingsgroep (met vertegenwoordiging van onder meer waterschap, gemeenten, natuurterrein behorende instanties en LLTB) de meest zinvolle en effectieve maatregelen per pijler geselecteerd.

Verworven inzichten over de effectiviteit van maatregelen aan het watersysteem kunnen als basis dienen bij gebiedsgerichte uitwerking (bijvoorbeeld in het LPLG). In de gebiedsgerichte uitwerking zullen de maatregelen worden getoetst aan en afgewogen op economische haalbaarheid, maatschappelijke meerwaarde (zoals bij ecosysteemdiensten) en wenselijkheid.

In de gebiedsprocessen zullen in samenspraak met de stakeholders concrete gebiedsgerichte maatregelenpakketten worden uitgewerkt, waarbij gebruik zal worden gemaakt van de kennis vanuit dit project over de effecten van afzonderlijke maatregelen per pijler en gecombineerde maatregelenpakketten.

Hieronder volgen de conclusies ten aanzien van de analyse van de vier pijlers en de drie samengestelde scenario's. De effecten van de maatregelen per pijler en de samengestelde scenario's zijn uitgezet tegen het huidige klimaat maar ook een situatie met klimaatverandering. Voor wat betreft de klimaatverandering is uitgegaan van het KNMI 2023 scenario HD₂₀₅₀ (Hoge Depositie 2050, KNMI, 2023). Dit is voor waterbeschikbaarheid het meest uitdagende scenario van de klimaatscenario's die in 2023 door het KNMI zijn uitgewerkt en gepubliceerd. Aan het eind van deze samenvatting gaan we in op de effecten op de waterbeschikbaarheid van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ ten opzichte van het huidige klimaat.

Pijler 1: Water lokaal vasthouden

Binnen pijler 1, Water lokaal vasthouden, zijn de volgende 5 maatregelpakketten gedefinieerd en geanalyseerd:

- 1.1 Drainagebasis (zie begrippenlijst in bijlage 19) verhogen tot aan maaiveld in natte natuur (Natura2000 en Natte Natuurparels);
- 1.2 Drainagebasis in landbouw en natuur verhogen tot aan maaiveld;
- 1.3 Drainagebasis in landbouw en natuur verhogen tot aan maaiveld. In landbouwgebied tijdelijke peilverlaging tot 50 cm onder maaiveld gedurende het voorjaar;
- 1.4 Afkoppelen en infiltreren hemelwaterafvoer stedelijk gebied;
- 1.5 Drainagebasis in landbouw en natuur verhogen tot aan maaiveld en afkoppelen stedelijk gebied.

Deze onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 1 zorgen, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
 - Het verhogen van de drainagebasis in natuur- en landbouwgebieden leidt tot zeer aanzienlijke grondwaterstandsverhogingen. De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) kan in grote gebieden met meer dan één meter worden verhoogd. De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) stijgt gemiddeld over de provincie met 30 à 40 cm. Lokaal rond de natuurgebieden zijn stijgingen van de GLG van 50 tot 75 cm haalbaar.
 - Afkoppelen en infiltreren van al het hemelwater in stedelijk gebied leidt lokaal (in stedelijk gebied) tot forse verhogingen van de grondwaterstanden, van circa 20 tot 50 cm in de winter en het voorjaar (GHG en GVG (Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand)) tot circa 10 tot 20 cm in de zomerperiode (GLG). Deze verhogingen in stedelijke gebieden werken enkel door in de directe omgeving en slechts in geringe mate in natuur- en landbouwgebieden die vaak op enige afstand liggen.
- Doelrealisatie natuur:
 - Het verhogen van de drainagebasis in natuurgebieden (en de bufferzones) en landbouwgebieden zorgt voor een aanzienlijke verbetering van de doelrealisatie natuur (zie begrippenlijst in bijlage 19). Ondanks deze verbetering in doelrealisatie worden ook na maximale verhoging van de drainagebasis in delen van de Natura2000-gebieden grondwaterstanden berekend die nog niet optimaal zijn voor de aangewezen habitattypen. Dit geldt vooral voor de GLG.
 - Het afkoppelen en infiltreren van hemelwater in stedelijk gebied heeft slechts geringe effecten voor de doelrealisatie natuur.

- Doelrealisatie landbouw:
 - Voor het grootste deel van het bestaande landbouwareaal werkt de onderzochte maximale verhoging van de drainagebasis zeer negatief uit; de berekende afname van droogteschade is veel minder dan de toename van de natschade. De berekende afname van de droogteschade varieert van enkele procenten (procentpunten¹) tot maximaal 10 à 20%. De berekende natschade neemt gemiddeld met 20 tot 50% toe en lokaal meer dan 50%.
 - Het afkoppelen en infiltreren van hemelwater in stedelijk gebied heeft slechts geringe effecten voor de doelrealisatie landbouw.

Pijler 2: Water aanvoeren van elders

Binnen pijler 2, Water aanvoeren van elders, zijn de volgende 4 maatregelpakketten gedefinieerd en geanalyseerd:

2.1 Directe reductie droogteschade d.m.v. infiltratie vanuit grotere waterlopen;

2.2 Directe reductie droogteschade d.m.v. infiltratie van hemelwater vanuit afgekoppeld bebouwd gebied;

2.3 Creëren van tegendruk in zones rond Peelgebieden (Groote Peel en Mariapeel) d.m.v. wateraanvoer vanuit kanalen en beken. In de bufferzones rond de Groote Peel en de Mariapeel wordt door de inzet van aanvoerwater een permanent peil van 50 cm boven maaiveld gerealiseerd.

2.4 Creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden.

Deze onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 2 zorgen, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
 - Het infiltreren van water uit kanalen en grotere waterlopen gedurende het winterhalfjaar (in zones van 1 km aan weerszijden van de beken en watergangen met wateraanvoer) zorgt voor aanzienlijke verhogingen van de GHG en GLG in deze zones zelf (enkele decimeters tot lokaal meer dan één meter), maar ook in aanliggende landbouw- en natuurgebieden.
 - Infiltratie van afgekoppeld water vanuit de stedelijke kernen in 1 km-zones rondom de stedelijke kernen leidt tot forse verhogingen van de berekende GHG en GLG in de zones rondom de stedelijke kernen, variërend van enkele decimeters tot lokaal meer dan één meter.
- Doelrealisatie natuur:
 - Het infiltreren van water uit kanalen en grotere waterlopen gedurende het winterhalfjaar (in zones van 1 km aan weerszijden van de beken en watergangen met wateraanvoer) zorgt in de meeste Natura2000-gebieden voor een aanzienlijke verbetering van de doelrealisatie (afname doelgat GVG en GLG van enkele centimeters tot maximaal circa 50 cm). Ondanks deze verbetering is in de meeste Natura2000-gebieden geen sprake van volledig hydrologisch herstel.
 - Het infiltreren van afgekoppeld hemelwater uit bebouwd gebied in 1 km-zones rondom de stedelijke kernen heeft slechts beperkte effecten op de doelrealisatie natuur. In de meeste Natura2000-gebieden nemen het doelgat GVG en GLG met enkele centimeters af.
 - Het maximaal inzetten van wateraanvoer om tegendruk te creëren in de bufferzones rondom de Peelgebieden zorgt voor een positief effect op de doelrealisatie voor de natuur. Met name het doelgat GLG neemt sterk af, met maximaal circa 160 cm in de Groote Peel en maximaal circa 200 cm in de Mariapeel. In de Peelgebieden heeft in de huidige situatie circa 1000 ha een doelgat GLG van meer dan 10 cm. Dit areaal neemt met circa 250 ha af. Dit is gunstig voor het herstel van hoogveen.
 - Het creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden heeft slechts geringe effecten voor de doelrealisatie natuur. In de directe omgeving van de grondwatervoorraadgebieden worden forse grondwaterstandsverhogingen berekend, maar de natte grondwaterafhankelijke natuurgebieden

¹ Toe- en afnames natschade en droogteschade zijn in dit rapport consequent uitgedrukt in procentpunten

liggen meestal ver van de grondwatervoorraadgebieden verwijderd, waardoor de grondwatereffecten beperkt blijven.

- Doelrealisatie landbouw:
 - Beide maatregelen met infiltratie van aangevoerd water in landbouwgebieden (vanuit kanalen, grotere watergangen of afgekoppeld hemelwater) hebben tot doel om de waterbeschikbaarheid voor de landbouw te verbeteren. De effectberekeningen voor beide scenario's laten een afname van droogteschade zien, maar tegelijkertijd op veel plaatsen een nog grotere toename van natschade. Een effectieve inzet van wateraanvoer voor de landbouw vergt maatwerk en is alleen op lokale schaal, voldoende rekening houdend met gebiedsspecifieke omstandigheden, goed uit te werken.
 - Het maximaal vernatten van de bufferzones rond de Peelgebieden met aangevoerd water (maatregelpakket 2.3) leidt in deze bufferzones tot een natschade van meer dan 60% (procentpunten). Buiten de bufferzones zijn de effecten voor de landbouw beperkt.
 - Binnen pijler 2 is ook gekeken naar de mogelijkheden om in hogere gebieden in de winterperiode grondwatervoorraden op te bouwen, die in droge perioden kunnen worden benut voor het beregenen van landbouwgewassen. De uitgevoerde effectberekeningen tonen geen duidelijke meerwaarde aan van deze maatregel. Ook voor deze maatregel geldt dat deze alleen effectief is uit te werken en toe te passen op lokale schaal, rekening houdend met gebiedsspecifieke omstandigheden.

Bij alle maatregelen gericht op het aanvoeren en infiltreren van water van elders is het van belang om de effecten op grond- en oppervlaktewaterkwaliteit goed te beoordelen en af te wegen. Daarbij gaat het enerzijds om de eisen die het ontvangend gebied en de functies/gebruikers daarvan stellen aan de waterkwaliteit. Anderzijds gaat het om de kwaliteit van het beschikbare water voor wateraanvoer, en hoe dit water zich verspreidt en doorwerkt op de grondwaterkwaliteit. Een goede beoordeling en afweging van de effecten op de waterkwaliteit is alleen gebiedsspecifiek in te vullen, op basis van concrete informatie over de waterkwaliteit van het aan te voeren water en de concrete gebruiksfuncties in het gebied.

Pijler 3: Functiewijzigingen

Van de geïnventariseerde bouwstenen binnen pijler 3, Functiewijzigingen, zijn de volgende ingrepen als meest effectief beoordeeld en geanalyseerd:

- Beekdalbrede aanpak voor alle natuurbeken in Limburg;
- Landbouwgronden met de meeste droogteschade omzetten naar extensieve gewassen met minder verdamping
- Droog productiebos omzetten naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide).

De onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 3 zorgen, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
 - Beekdalbrede aanpak zorgt voor forse verhogingen van de GHG en GLG in de beekdalen, variërend van enkele decimeters tot lokaal maximaal 100 cm in de benedenstroomse delen van onder meer de Tungelroysebeek, de Groote Molenbeek, de Niers en de Loobeek.
 - Het omvormen van landbouwpercelen met een hoog percentage droogteschade naar minder intensieve teelten en het omvormen van droog productiebos naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide) leidt lokaal tot grondwaterstandsverhogingen, die weinig uitstralen naar de omliggende gebieden.
- Doelrealisatie natuur:
 - De beekdalbrede aanpak zorgt in de meeste Natura2000-gebieden voor een beperkte verbetering van de doelrealisatie natuur; het doelgat GVG en GLG neemt hier met enkele centimeters tot

ongeveer 10 cm af. Veel van de Natura2000-gebieden liggen niet in de beekdalen en vaak zelfs op ruime afstand van de beekdalen (zoals Groote Peel, Mariapeel en Weerterbossen). Een uitzondering hierop is het Natura2000-gebied Leudal, dat vrijwel volledig in de beekdalen van de Tungelroyse Beek en Roggelse Beek ligt en waar afnames van het doelgat GLG en GVG worden berekend van circa 100 tot 150 cm.

- De maatregelen omvormen van landbouwpercelen naar minder intensieve teelten en omvormen van droog productiebos naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide) hebben weinig effect op de doelrealisatie van de Natura2000-gebieden.
- Doelrealisatie landbouw:
 - Toepassen van de beekdalbrede aanpak zorgt in de directe omgeving van de beekdalen voor afname van de berekende droogteschade met circa 2 tot 10%. In de beekdalen zelf neemt de natschade met tientallen procenten toe.
 - De maatregelen omvormen van landbouwpercelen naar minder intensieve teelten en omvormen van droog productiebos naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide) hebben weinig effect op de droogte- en natschade voor de landbouw.

Pijler 4: Beperking watergebruik

Eerder zijn in het kader van LIWA voor geheel Limburg de effecten berekend van het reduceren van de grondwateronttrekkingen voor drinkwater, industriewatervoorziening, glastuinbouw en beregening (Bonnema et al., 2020). Een selectie van deze rekenresultaten is opgenomen in bijlage 18 van deze rapportage.

Aanvullend op deze berekeningen zijn binnen pijler 4 van dit project, Beperking watergebruik, de volgende ingrepen doorgerekend en geanalyseerd:

- Stopzetten van grondwaterwinning t.b.v. drinkwater gedurende winterhalfjaar en overgaan op oppervlaktewater (Maas);
- Stopzetten van grondwaterwinning t.b.v. industrie gedurende winterhalfjaar en overgaan op oppervlaktewater (kanalen, grotere waterlopen);
- Stopzetten beregening in de bufferzones, in natte laagtes en in de grondwaterbeschermingsgebieden, aangevuld met 5% vermindering beregening in het overige gebied. Dit leidt tot een totale reductie van 30%.

De onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 4 zorgen, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
De onderzochte maatregelpakketten leiden -op het schaalniveau van de gehele provincie Limburg en de onderscheiden LPLG-deelgebieden - niet tot grote grondwaterstandsveranderingen op regionaal niveau.
- Doelrealisatie natuur:
De onderzochte maatregelpakketten hebben over het algemeen een gering effect op de doelrealisatie van Natura2000-gebieden. Lokaal kan het beperken van grondwateronttrekkingen wel essentieel zijn voor het realiseren van volledige doelrealisatie van grondwaterafhankelijke habitattypen in de Natura2000-gebieden.
- Doelrealisatie landbouw:
De onderzochte maatregelpakketten hebben over het algemeen een gering effect op droogte- en natschade voor de landbouw.

Samengestelde scenario's

Op basis van de resultaten van de analyseresultaten van de afzonderlijke pijlers zijn de volgende drie samengestelde scenario's gedefinieerd:

1. **Maximaal gestapeld scenario.** In het maximaal gestapelde scenario zijn de meest effectieve maatregelen uit de verschillende pijlers gecombineerd. Een overzicht van de maatregelen binnen dit scenario is opgenomen in Tabel 9-1 en Figuur 9-1 en Figuur 9-2. De maatregelen zijn uitsluitend geselecteerd op fysieke haalbaarheid en niet op financiële haalbaarheid of maatschappelijke meerwaarde of wenselijkheid. Doel van dit samengestelde scenario is om het maximale (fysieke) handelingsperspectief voor het verbeteren van de waterbeschikbaarheid in beeld te brengen.
2. **Scenario Huidige Functie Leidend.** Een overzicht van de maatregelen binnen dit scenario is opgenomen in Tabel 9-2 en Figuur 9-3. Dit samengestelde scenario gaat uit van technische oplossingen en maatregelen om de waterbeschikbaarheid te verbeteren, waarbij de huidige functietoekenning de basis vormt.
3. **Scenario Watersysteem Leidend.** Een overzicht van de maatregelen binnen dit scenario is opgenomen in Tabel 9-3 en Figuur 9-4. Dit samengestelde scenario gaat uit van het principe dat water en bodem sturend dienen te zijn in de verbetering van de waterbeschikbaarheid. Maatregelen zijn gericht op het herstel van het functioneren van het natuurlijke watersysteem. Waar nodig wordt de functietoekenning aangepast op de randvoorwaarden vanuit water en bodem.

De drie onderzochte samengestelde scenario's resulteren in de volgende effecten.

Grondwaterregime

- Het Maximaal gestapelde scenario leidt voor vrijwel de gehele provincie tot berekende grondwaterstandsstijgingen van circa 75 tot 100 cm, zowel bij Huidig Klimaat (HK) als in geval van klimaatverandering volgens het klimaatscenario HD₂₀₅₀.
- Het scenario Huidige Functies Leidend leidt zowel in het huidige klimaat als in geval van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ tot vernatting in vrijwel de gehele provincie. Gemiddeld over de provincie worden grondwaterstandsstijgingen berekend van circa 75 tot 100 cm.
- Het scenario Watersysteem Leidend leidt zowel in het huidige klimaat als in geval van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ tot vernatting in vrijwel de gehele provincie in de GHG situatie en in grote delen in de GLG situatie. Gemiddeld over de provincie worden grondwaterstandsstijgingen berekend van circa 40 tot 75 cm.

Doelrealisatie natte natuur

- De effecten voor de doelrealisatie natuur zijn berekend met de Waterwijzer Natuur en op basis van berekende grondwaterduurlijnen ter plaatse van de peilbuizen van het provinciale OGOR-meetnet. Beide analyses leveren verschillende resultaten op; over het algemeen resulteert de OGOR-aanpak in meer en vooral ook gunstigere effecten op de doelrealisatie natuur.
- Effecten doelrealisatie berekend met Waterwijzer Natuur:
 - De effecten van het Maximaal Gestapelde Scenario zijn in de meeste Natura2000-gebieden positief. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is² neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 620 ha in het Maximaal Gestapelde Scenario. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is¹ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 460 ha in het Maximaal Gestapelde Scenario.
 - Het scenario Huidige Functies Leidend zorgt in de meeste Natura2000-gebieden eveneens voor positieve effecten op de doelrealisatie natuur, maar de effecten zijn minder positief dan bij het Maximaal gestapelde scenario. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is¹ neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 1100 ha in het scenario Huidige Functies Leidend. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is¹ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 970 ha in het scenario Huidige Functies Leidend.

² Gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal (geheel Limburg excl. deelgebied Zuid-Limburg)

Projectgerelateerd

- Het scenario Watersysteem Leidend resulteert in de meeste Natura2000-gebieden voor zeer positieve effecten, die -zeker voor het Peelgebied- nog positiever zijn als het Maximaal Gestapelde Scenario. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is¹ neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 640 ha in het scenario Watersysteem Leidend. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is³ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 490 ha in het scenario Watersysteem Leidend.
- De drastische vernattingsmaatregelen, die voor de Peelgebieden en het Weerterbos ook aan de Brabantse zijde zijn doorgevoerd, leiden tot aanzienlijke verbetering van het doelbereik. In alle drie de scenario's blijft echter in sommige Natura2000-gebieden over een deel van het areaal een doelgat GLG en GVG bestaan (zie arealen per scenario hierboven).
- Effecten doelrealisatie berekend op basis van OGOR-aanpak:
 - Het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ leidt tot een zeer sterke verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ wordt ruimschoots ongedaan gemaakt:
 - Het areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie neemt toe van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat (40% in de huidige situatie met HD₂₀₅₀) tot ongeveer 88% in geval van het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met HD₂₀₅₀.
 - Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt zelfs af tot 0% (versus 8% in de huidige situatie). De sterkste verbeteringen worden berekend in het deelgebied De Peel.
 - Het Scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor enige verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ wordt ruimschoots ongedaan gemaakt:
 - Over de gehele provincie gezien neemt areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie iets af van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat (40% in de huidige situatie met HD₂₀₅₀) tot ongeveer 67% in geval van het Scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met HD₂₀₅₀.
 - Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt duidelijk af tot ongeveer 5% (versus 8% in de huidige situatie). Opvallend is dat het scenario in deelgebied De Peel tot een verslechtering van de doelrealisatie leidt, terwijl in de andere deelgebieden een duidelijke verbetering wordt berekend.
 - Het Scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor een forse verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ wordt ruimschoots ongedaan gemaakt:
 - Over de gehele provincie gezien neemt areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie toe van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat (40% in de huidige situatie met HD₂₀₅₀) tot ongeveer 81% in geval van het Scenario Watersysteem Leidend in combinatie met HD₂₀₅₀.
 - Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt met ongeveer een factor 10 af, van ongeveer 8% in de huidige situatie tot ongeveer 0,8% in geval van Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀. De effecten zijn redelijk evenwichtig verdeeld over de verschillende deelgebieden.

Doelrealisatie landbouw

- De drie samengestelde scenario's hebben sterk vergelijkbare effecten op de doelrealisatie voor de landbouw: tegenover relatief beperkte afnames van de droogteschade staat in alle scenario's een aanzienlijk grotere toename van de natschade.
- In alle scenario's worden voor het grootste deel van het landbouwareaal afnames van droogteschade berekend van 1 tot 10%. Lokaal worden grotere afnames berekend van 10 tot 25%.

³ Gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal (geheel Limburg excl. deelgebied Zuid-Limburg)

Projectgerelateerd

- Voor alle scenario's wordt over een groot deel van het bestaande landbouwareaal een toename van natschade berekend van 20 tot 25% en lokaal (bijvoorbeeld rond de Peelgebieden en andere Natura2000-gebieden) nog aanzienlijk meer (tot meer dan 50%).
- De doorgerekende vernattingsmaatregelen zorgen ervoor dat in grote delen van het bestaande landbouwareaal de huidige intensieve vorm van landbouw niet meer haalbaar is en alleen nog veel extensievere vormen van landbouw mogelijk zijn.

Droogval natuurbeken

- Ondanks de sterke stijgingen van de grondwaterstanden neemt in alle drie de samengestelde scenario's de totale lengte aan natuurbeken met risico op droogval slechts in beperkte mate af. In paragraaf 9.4.2 wordt een aantal mogelijke redenen hiervoor benoemd.
- In de huidige situatie heeft ongeveer 27% van de totale lengte van de natuurbeken risico op droogval.
 - In geval van het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 18,2%. Het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 20,1%.
 - In geval van het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 25,4%. Het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 24,9%.
 - In geval van het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 26,0%. Het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 26,6%.

Grondwateroverlast bebouwing

- Het Maximaal Gestapelde Scenario zorgt in alle deelgebieden voor een toename van het risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied. In de huidige situatie is over ongeveer 2,6% van het totale bebouwde oppervlak van Limburg sprake van risico op grondwateroverlast. Door het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 15,3%. In het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 13,5%.
- In de scenario's Huidige Functies Leidend en Watersysteem Leidend zijn alleen de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal geanalyseerd en is deelgebied Zuid-Limburg niet beschouwd. In de huidige situatie is gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal over ongeveer 1,4% van het totale bebouwde oppervlak sprake van risico op grondwateroverlast.
 - Door het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 7,2%. In het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 7,9%.
 - Door het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 4,2%. In het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 3,5%.

Drink- en industriewaterwinningen

- Het Maximaal Gestapelde Scenario zorgt ter plaatse van alle freatische grondwaterwinningen in Limburg voor structureel hogere stijghoogten, zowel bij huidig klimaat als bij klimaatscenario HD₂₀₅₀. Er zijn geen extra risico's op droogval van putfilters te verwachten.
- In de scenario's Huidige Functies Leidend en Watersysteem Leidend is het deelgebied Zuid-Limburg ten zuiden van de Feldbissbreuk niet met het grondwatermodel doorgerekend. Voor de freatische

grondwater-winningen ten noorden van de Feldbiss zijn als gevolg van deze scenario's geen effecten of risico's te verwachten.

Grondwaterlichamen

- Het Maximaal Gestapelde Scenario en het Scenario Huidige Functies Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgen ten opzichte van de huidige situatie voor alle onderscheiden grondwaterlichamen voor structurele verhogingen van de stijghoogten van enkele decimeters tot op veel plaatsen meer dan 1 meter. De berekende stijghoogteverhogingen zijn als positief te beoordelen, met name voor de diepere watervoerende pakketten van de grondwaterlichamen, waar de stijghoogtes door verschillende ingrepen sterk verlaagd zijn ten opzichte van de natuurlijke situatie (zonder menselijke ingrepen).
- In het Scenario Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀ blijven de stijghoogten in de grondwaterlichamen gemiddeld over de grondwaterlichamen redelijk gelijk aan die in de huidige situatie. Dit scenario werkt daardoor neutraal uit voor de toestand van de grondwaterlichamen.

Kosten

De kosten van het Maximaal gestapeld scenario worden globaal geraamd op circa 23,8 miljard euro (zie Tabel 9-33): circa 23,0 miljard aan investeringskosten voor maatregelen en kosten voor functiewijzigingen en ongeveer 850 miljoen euro aan kosten en baten voor de landbouw. Ongeveer 88% van de investeringskosten voor maatregelen betreffen de kosten voor het afkoppelen van hemelwaterafvoer van 100% van het stedelijk gebied. Als de kosten voor het afkoppelen van stedelijk gebied buiten beschouwing worden gelaten, bedragen de kosten van het Maximaal Gestapeld Scenario circa 3,5 miljard euro. Positieve effecten en baten van afkoppelen en infiltreren van hemelwater zijn in deze studie echter niet gekwantificeerd.

De kosten van het scenario Huidige Functies Leidend worden globaal geraamd op circa 6,6 miljard euro (zie Tabel 9-35): circa 6,2 miljard aan investeringskosten voor maatregelen en kosten voor functiewijzigingen en ongeveer 405 miljoen euro aan kosten en baten voor de landbouw. Ongeveer 82% van de investeringskosten voor maatregelen betreffen de kosten voor het afkoppelen van hemelwaterafvoer van 25% van het stedelijk gebied. Tijdens het gebiedsproces uitgevoerd in het kader van LIWA hebben de Limburgse gemeenten aangegeven de komende 10 à 20 jaar in totaal 25% van het totale bebouwde gebied af te koppelen. Op basis hiervan is het reëel om de kosten voor het afkoppelen van stedelijk gebied buiten beschouwing te laten. In dat geval bedragen de kosten van het scenario Huidige Functies Leidend circa 1,5 miljard euro.

De kosten van het scenario Watersysteem Leidend worden globaal geraamd op circa 7,6 miljard euro (zie Tabel 9-39): circa 7,2 miljard aan investeringskosten voor maatregelen en kosten voor functiewijzigingen en ongeveer 441 miljoen euro aan kosten en baten voor de landbouw. Ongeveer 71% van de investeringskosten voor maatregelen betreffen de kosten voor het afkoppelen van hemelwaterafvoer van 25% van het stedelijk gebied. Als de kosten voor het afkoppelen van stedelijk gebied buiten beschouwing worden gelaten, bedragen de kosten van het scenario Watersysteem Leidend circa 2,5 miljard euro.

In de drie samengestelde scenario's wordt water van elders aangevoerd en lokaal ingezet om de waterbeschikbaarheid te verbeteren. De meeste wateraanvoer vindt plaats in het scenario Huidige Functies Leidend en de minste in het scenario Watersysteem Leidend. In de kostenramingen hierboven is ervan uitgegaan dat het aangevoerde water zonder extra zuiveringsstap geschikt is om in te zetten c.q. in de bodem te brengen. Als er voorzuivering van het extern aangevoerde water moet plaatsvinden, leidt dit tot aanzienlijke extra jaarlijkse kosten.

Als al het extern aan te voeren water beperkt moet worden voorgezuiverd (zandfiltratie of doekenfiltratie voor N en P, eenheidsprijs € 0,15 per m³), leidt dit tot jaarlijkse extra kosten van circa 23,3 miljoen euro voor Huidige Functies Leidend, circa 20,3 miljoen euro voor het Maximaal Gestapelde Scenario en circa 13,0 miljoen euro voor Watersysteem Leidend.

Als het uitgangspunt is dat al het extern aan te voeren water volledig moet worden voorgezuiverd (volledige zuivering incl. medicijnresten, hygiënische parameters en andere micro's, eenheidsprijs € 0,80 per m³), leidt dit tot jaarlijkse extra kosten van circa 124 miljoen euro voor Huidige Functies Leidend, circa 108 miljoen euro voor het Maximaal Gestapelde Scenario en circa 69 miljoen euro voor Watersysteem Leidend.

Effecten klimaatscenario HD₂₀₅₀ op waterbeschikbaarheid (ten opzichte van huidig klimaat)

- Gemiddeld over de provincie zorgt het klimaatscenario HD₂₀₅₀ voor verlagingen van de grondwaterstanden, zowel de GHG, GVG als de GLG. Het HD₂₀₅₀ scenario zorgt voor minder neerslag, vooral in de zomer, en voor meer verdamping. De sterkste grondwaterstandsverlagingen zijn te verwachten aan het einde van de zomerperiode (GLG) door het gecombineerde effect van minder neerslag en meer verdamping. De GLG daalt over vrijwel de gehele provincie. De effecten op de GHG en GVG zijn minder dan die op de GLG. Met name in Midden- en Zuid-Limburg worden dalingen van de GHG en GVG berekend. In Noord-Limburg komen ook gebieden voor waar de GHG en GVG stijgt ten opzichte van huidig klimaat.
- De doelrealisatie natuur is op twee manieren berekend: op basis van de Waterwijzer Natuur en op basis van de grondwaterduurlijnen ter plaatse van de peilbuizen van het OGOR-meetnet van de provincie Limburg. Op basis van de berekeningen met de Waterwijzer Natuur resulteert het HD₂₀₅₀ klimaatscenario in een geringe verslechtering van de doelrealisatie natuur. Daarentegen geeft de analyse op basis van de OGOR-methodiek een fors negatief effect op de doelrealisatie natuur. Volgens deze analyse neemt voor de gehele provincie Limburg het areaal met volledige doelrealisatie af van ongeveer 70% bij huidig klimaat tot ruim 40% bij klimaatscenario HD₂₀₅₀.
- Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt ten opzichte van huidig klimaat voor iets meer droogteschade en iets minder natschade voor de landbouw. Over de gehele provincie bezien neemt het areaal met grotere droogteschade (> 10%) met enkele procenten toe en het areaal met grotere natschade (>10%) met enkele procenten af.
- De veranderingen in de droogval van natuurbeken zijn beperkt. Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt ten opzichte van huidig klimaat voor een marginale toename van de totale lengte natuurbeken met risico op droogval van enkele procenten.
- Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor enige afname van het areaal met risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied, van ongeveer 2,6% bij huidig klimaat naar ongeveer 2,2% bij klimaatscenario HD₂₀₅₀. Deze effecten zijn gelijkmatig verdeeld over de provincie.
- Voor alle freatische grondwaterwinningen zorgt het klimaatscenario HD₂₀₅₀ voor een structurele verlaging van de stijghoogte in het freatische watervoerende pakket waaruit gewonnen wordt. Voor de freatische winningen uit het kalksteenpakket zijn hierdoor geringe tot matige risico's op droogval van putfilters te verwachten.
- Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor alle onderscheiden grondwaterlichamen voor structurele stijghoogteverlagingen van enkele decimeters tot lokaal meer dan 1 meter. Omdat de stijghoogten in de grondwaterlichamen in de huidige situatie door verschillende ingrepen al aanzienlijk lager zijn dan die in de natuurlijke situatie (zonder menselijke ingrepen), zijn deze verlagingen als negatief aan te merken.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en aanleiding

In 2020 heeft de Provincie Limburg in het project Analyse Waterbeschikbaarheid voor de gehele provincie Limburg getoetst of het huidige watersysteem in staat is om aan de doelstellingen en wensen van verschillende waterafhankelijke functies en groepen van watergebruikers te voldoen, nu en in de toekomst, rekening houdend met klimaatverandering. In de Limburgse Integrale Watersysteem Analyse (LIWA) en het project Analyse Waterbeschikbaarheid zijn voornamelijk maatregelen onderzocht, die binnen een planperiode van ongeveer 10 à 20 jaar op haalbare en betaalbare wijze kunnen worden uitgevoerd. Resultaat van deze aanpak is dat er, ook nog na het nemen van de stroomgebiedsgerichte maatregelen uit LIWA, watertekorten zijn te verwachten voor natuur, natuurbeken, landbouw en het diepe grondwater. Dit uit zich onder meer in de volgende conclusies van de Analyse Waterbeschikbaarheid (Royal HaskoningDHV, 2020):

- Na realisatie van de LIWA-maatregelen wordt in 27 tot 60% van de natte natuur nog niet voldaan aan de eisen die de beschermde habitattypen stellen aan het grondwaterregime (geen volledig doelbereik).
- De LIWA-maatregelen zorgen ten opzichte van de autonome situatie (met klimaatverandering volgens het KNMI2014-scenario W_H) voor een vermindering van de droogteschade tot ongeveer 10%. De vermindering door de LIWA-maatregelen compenseert in het algemeen de toename van droogteschade door klimaatverandering, maar de opbrengstdervingen door droogte aan de landbouw blijven in veel gebieden aanzienlijk.
- De vermindering van de droogval van natuurbeken blijft beperkt: de LIWA-maatregelen zorgen voor een vermindering van de lengte aan droogvallende natuurbeken met slechts 6% ten opzichte van de referentiesituatie.

LIWA en de Analyse Waterbeschikbaarheid hebben duidelijk gemaakt dat er aanzienlijke extra inspanning nodig is om de waterbeschikbaarheid in Limburg te verbeteren. In beide studies is aanbevolen om nader in beeld te brengen welke technische maatregelen en aanpassingen in het ruimtegebruik hiervoor nodig zijn. De droge zomers van 2018, 2019, 2020 en 2022 hebben de urgentie hiervan nog verder benadrukt.

Op basis van deze probleemstelling heeft de provincie Limburg op 8 juni 2022 opdracht verleend aan Royal HaskoningDHV (met KWR als onderaannemer) voor een bredere Verkenning Waterbeschikbaarheid voor de gehele provincie Limburg. Doel van deze bredere Verkenning Waterbeschikbaarheid is om inzicht te krijgen in het maximale handelingsperspectief:

- Tot hoe ver zijn de watertekorten voor de verschillende functies te reduceren?
- Welke technische maatregelen, eventuele functiewijzigingen en beperkingen van watergebruik zijn daarvoor nodig?
- Wat is de effectiviteit van de verschillende maatregelen (eventueel gedifferentieerd naar verschillende typen gebieden) en hoe kosteneffectief zijn de maatregelen?

In de studie is er nadrukkelijk voor gekozen om vooraf geen beperkingen te stellen vanuit de betaalbaarheid van maatregelen en ingrepen. Dit om een zo breed en volledig mogelijk overzicht te krijgen van de mogelijkheden en onmogelijkheden met betrekking tot de verbetering van de waterbeschikbaarheid in Limburg. Dit heeft tot gevolg dat de onderzochte maatregelen in veel gevallen extreem zijn en daardoor zijn zowel de positieve als de negatieve effecten op het grondwaterregime en de grondwaterafhankelijke functies ook extreem. Zo kunnen maatregelen die voor grondwaterafhankelijke natuur extreem positieve effecten hebben, voor landbouw en bebouwing tot (onevenredige) schade leiden. De extreme maatregelen, en daarmee ook de positieve en negatieve effecten, moeten worden gezien als verkenningen van de mogelijkheden die het watersysteem biedt. Ze vormen de basis voor een

gebiedsgerichte uitwerking, bijvoorbeeld in het kader van het LPLG. In de gebiedsgerichte uitwerking zullen de maatregelen worden getoetst aan en afgewogen op economische haalbaarheid, maatschappelijke meerwaarde (zoals bij ecosystemendiensten⁴) en wenselijkheid.

1.2 Probleem- en doelstelling

Om de watertekorten op te lossen, zet de Provincie Limburg in op de volgende vier pijlers:

1. **Water lokaal vasthouden:** meer water uit de waterkringloop (neerslag, grond- en oppervlaktewater) lokaal langer vasthouden en de grondwateraanvulling vergroten.
2. **Water aanvoeren van elders:** water vanuit andere bronnen (rivieren, afgekoppeld hemelwater uit bebouwde gebieden of restwater vanuit de waterketen) aanvoeren van elders of op een andere manier gebruiken.
3. **Functieverandering:** functies van gebieden aanpassen, zodat de ruimtelijke functies beter in overeenstemming worden gebracht met de randvoorwaarden van het natuurlijke hydrologische systeem en op deze manier proberen de watertekorten te verminderen of op te lossen.
4. **Beperking watergebruik:** beperking van de onttrekking van grondwater voor drinkwatervoorziening, industrie en landbouw (beregening en overig agrarisch grondwatergebruik).

Binnen deze opdracht zijn per pijler de mogelijkheden in beeld gebracht en onderzocht om voldoende water van voldoende kwaliteit beschikbaar te hebben voor alle waterafhankelijke functies (landbouw, natuur, natuurbeken, stedelijk gebied, drinkwater en industrie). Per pijler is een zo breed mogelijk palet aan maatregelen in beeld gebracht, waarvan de positieve en negatieve effecten voor de functies en gebruikers zijn bepaald. Na een brede inventarisatie van alle mogelijke maatregelen en bouwstenen is eerst (op basis van gebieds- en systeemkennis en expert-judgement) een inschatting gemaakt van de effectiviteit. Voor de meest effectieve maatregelen per pijler en per deelgebied zijn vervolgens de hydrologische effecten en de effecten op de doelrealisatie voor natuur en landbouw berekend.

Na de verkenning en analyse van mogelijke maatregelen per pijler zijn de effecten in beeld gebracht van drie samengestelde scenario's, waarin effectief gebleken maatregelen per pijler zijn gecombineerd. Naast de hydrologische effecten en de positieve en negatieve effecten per functie en gebruiker zijn voor de gecombineerde maatregelenpakketten ook de kosten en baten globaal in beeld gebracht.

Binnen de opdracht zijn geen keuzes gemaakt over de daadwerkelijk per gebied te nemen maatregelen. De verwachting is dat met name in het kader van het Limburgs Programma Landelijk Gebied (LPLG) nadere, gebiedsgerichte uitwerking van maatregelen ter verbetering van de waterbeschikbaarheid zal plaatsvinden. De resultaten van dit project geven een basis voor eventuele uitwerking van concrete gebiedsgerichte maatregelenpakketten.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van dit rapport volgt een nadere toelichting op de gevolgde aanpak. Na een toelichting op de fasering en aanpak op hoofdlijnen volgt een meer uitvoerige beschrijving van de onderscheiden fasen: de voorbereidingsfase, de aanpak per pijler en het doorrekenen van samengestelde scenario's.

Hoofdstuk 3 gaat in op de resultaten van de voorbereidingsfase. In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van een brede inventarisatie van mogelijke bouwstenen voor het verbeteren van de waterbeschikbaarheid, voor verschillende deelgebieden in de provincie Limburg.

⁴ Een ecosystemedienst is een 'dienst' die door een gezond ecosysteem aan mensen wordt 'geleverd'. Het betreft het 'verstrekken' van een grondstof door een ecosysteem (bijvoorbeeld drinkwater), een regulerende dienst (bijvoorbeeld bestuiving van gewassen), een culturele dienst (bijvoorbeeld gelegenheid geven tot recreatie) of een dienst die de voorgaande diensten ondersteunt (bijvoorbeeld de kringloop van voedingsstoffen in een ecosysteem). Met name landbouwgebieden, bossen, graslanden, oppervlaktewateren en zeeën spelen een belangrijke rol in het leveren van ecosystemendiensten. Bron: Wikipedia.

Projectgerelateerd

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de waterbeschikbaarheid in de huidige situatie (huidige grondwaterregime en de waterbeschikbaarheid voor de verschillende functies) en de veranderingen hierin als gevolg van klimaatverandering.

In hoofdstukken 5, 6, 7 en 8 worden de resultaten gepresenteerd en toegelicht van achtereenvolgens pijler 1 (water lokaal vasthouden), pijler 2 (water aanvoeren van elders), pijler 3 (functieverandering) en pijler 4 (beperking watergebruik).

Hoofdstuk 9 gaat in op de resultaten van de samengestelde scenario's.

Tot slot volgen de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 10 van dit rapport.

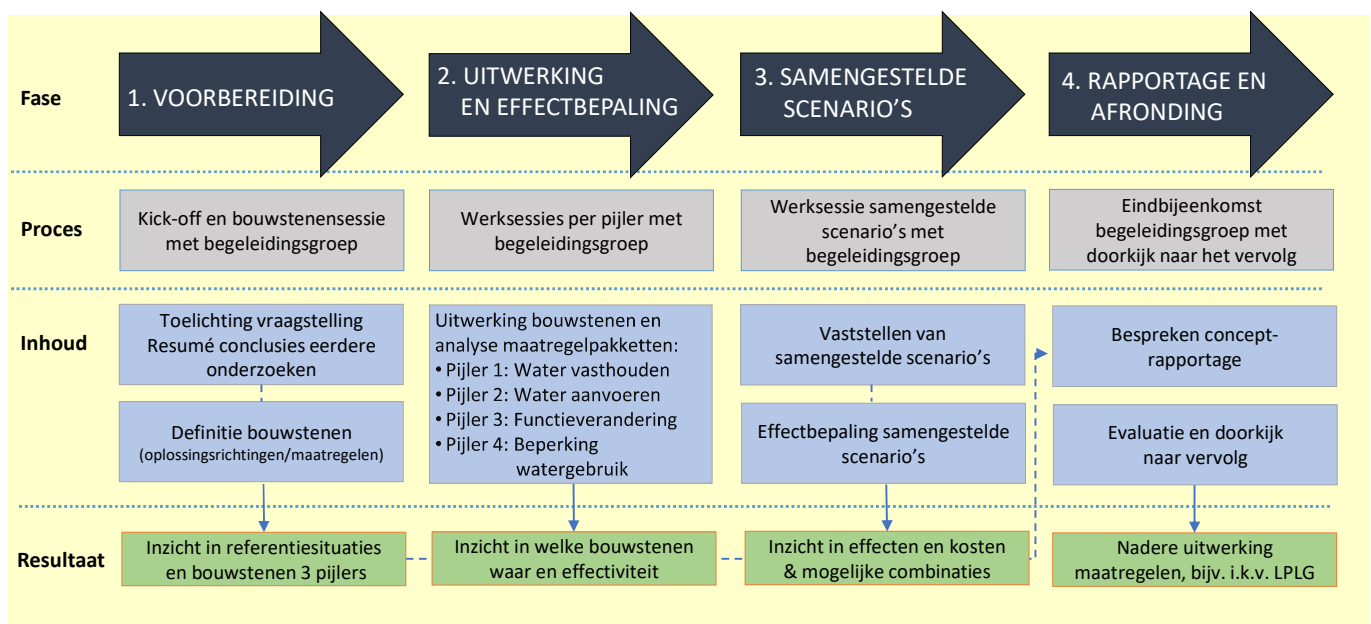
2 Aanpak

2.1 Fasering van het project

Binnen het project zijn de volgende fasen doorlopen:

- Fase 1: Voorbereiding
- Fase 2: Definitie, uitwerking en effectbepaling maatregelen per pijler;
 - 2a Pijler 1, Water lokaal vasthouden;
 - 2b Pijler 2, Water aanvoeren van elders;
 - 2c Pijler 3, Functieverandering;
 - 2d Pijler 4, Beperking watergebruik;
- Fase 3: Samengestelde scenario's;
- Fase 4: Rapportage en afronding.

Figuur 2-1 hieronder geeft de inhoudelijke- en procesaanpak weer voor het gehele project.



Figuur 2-1: Inhoudelijke- en procesaanpak

De aanpak per fase wordt in de navolgende paragrafen beschreven. In paragraaf 2.2 wordt de aanpak van de voorbereidingsfase beschreven. Paragraaf 2.3 gaat in op de aanpak per pijler; in paragraaf 2.4 wordt de aanpak van fase 3, het opstellen van scenario's, verder toegelicht. Paragraaf 2.5 gaat kort in op de rapportage en afronding.

2.2 Voorbereidingsfase

De voorbereidingsfase is gestart met een kickoff-meeting met de begeleidingsgroep (met vertegenwoordiging van onder meer waterschap, gemeenten, natuurterrein beherende instanties en LLTB), waarin na een kennismakingsronde eerst de aanleiding van het project is toegelicht, mede aan de hand van de conclusies en bevindingen uit LIWA en de eerder uitgevoerde Analyse Waterbeschikbaarheid. Tevens is tijdens deze startbijeenkomst de inhoudelijke en procesaanpak van dit project gepresenteerd en besproken.

Vervolgens heeft in de voorbereidingsfase een bouwstenensessie met de begeleidingsgroep plaatsgevonden. Doel van deze bouwstenensessie was om voorafgaand aan de uitwerking van mogelijke maatregelen per pijler een overzicht te creëren van alle denkbare maatregelen en ingrepen ter verbetering van de waterbeschikbaarheid. Ter voorbereiding van de bouwstenensessie is per type gebied een groslijst gemaakt van mogelijke maatregelen. Deze lijst is tijdens de werksessie door de verschillende deelnemers aan de begeleidingscommissie aangevuld.

De resultaten van de voorbereidingsfase worden gepresenteerd en toegelicht in hoofdstuk 3 van deze rapportage.

Indeling in deelgebieden

In de inventarisatie van bouwstenen en maatregelen is binnen de provincie Limburg onderscheid gemaakt naar drie verschillende deelgebieden: het Beekdallandschap, het Peelgebied en het Heuvelland, zie Figuur 2-2. Omdat de Verkenning Waterbeschikbaarheid eerder is gestart dan LPLG, wijkt deze indeling af van de gebiedsindeling die wordt gehanteerd in LPLG. De resultaten van de effectberekeningen (hoofdstukken 4 tot en met 9) zijn wel gepresenteerd voor de LPLG-deelgebieden (De Peel, Maasduinen, Meinweg, Roer en Swalmdal en Zuid-Limburg).



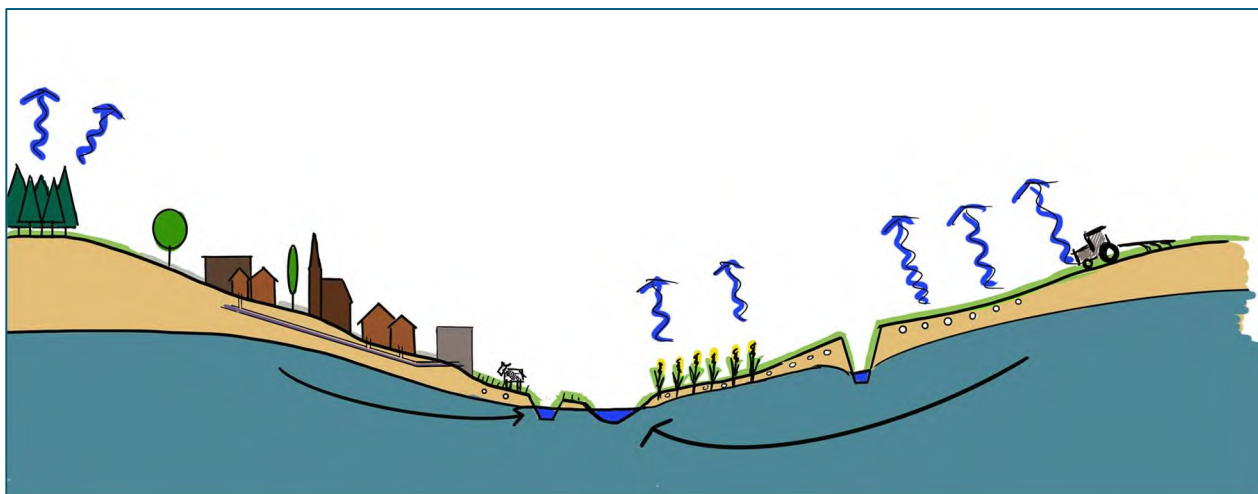
Figuur 2-2: Deelgebieden die zijn onderscheiden voor de inventarisatie van bouwstenen en maatregelen

Beekdallandschap

Het beekdallandschap (zie Figuur 2-3) beslaat Noord- en Midden-Limburg ten noorden van de Feldbissbreuk, met uitzondering van het Peelgebied. Het Maasdal in Noord- en Midden-Limburg is niet als apart deelgebied onderscheiden en maakt deel uit van het deelgebied Beekdallandschap. Het is grotendeels een in het Pleistoceen ontstaan dekzandlandschap, bestaande uit een afwisseling van dekzandruggen en laagten. In de laagten zijn in de loop van het Pleistoceen en het Holoceen beekdalen ontstaan. In deze beekdalen zijn door de beken zand en leem afgezet. In het Holoceen, en dan met name in de periode tussen het begin van de Christelijke jaartelling tot de late Middeleeuwen, is in de beekdalen ook op grote schaal veen ontstaan. Dit veen is sindsdien voor het overgrote deel verdwenen, door turfwinning, doelgerichte ontginning van landbouwgronden en met name ontwatering van de beekdalen. In de beekdalen komt veel ontwatering en drainage voor, in de dekzandruggen tussen de beekdalen aanmerkelijk minder.

De meeste beken aan de westzijde van de Maas hebben hun oorspronkelijke brongebied aan de rand van het voormalige hoogveengebied van de Peel en stromen in het algemeen in noordwestelijke richting af naar de Maas. De boven- en middenlopen van de beken hebben over het algemeen beperkt verhang en worden in veel gevallen aan de bovenstroomse zijde gevoed door (van oorsprong) Maaswater, dat vanuit de Zuid-Willemsvaart, de Noordervaart en de Peelkanalen wordt ingelaten. Op enkele kilometers ten westen van de huidige Maas passeren de meeste beken de terrasovergang van het Midden- naar het Laagterras van de Maas. Het verhang is hier aanzienlijk groter en vaak hebben de beekdalen over het traject van de terrasovergang tot aan de monding in de Maas een diepe insnijding in het landschap. Een goed voorbeeld hiervan is het Leudal, waar zowel de Roggelsebeek als de Tungalroysebeek 10 tot 15 meter ingesneden zijn in het plateaulandschap.

Ten oosten van de Maas ontstaan de meeste beken als bronbeek aan de voet van de overgang van het Midden- naar het Hoogterras van de Maas. Het traject naar de Maas is relatief kort en het verhang relatief groot. Een uitzondering hierop vormen de laaglandrivieren de Roer, de Swalm en de Niers, waarvan het overgrote deel van het stroomgebied in Duitsland ligt en waarvan de bron respectievelijk ca. 140 km (Roer), ca. 40 km (Swalm) en ca. 100 km (Niers) verderop in Duitsland ligt. In tegenstelling tot de beken aan de westzijde van de Maas worden de beken aan de oostzijde van de Maas niet gevoed door waterinlaat vanuit de Maas.



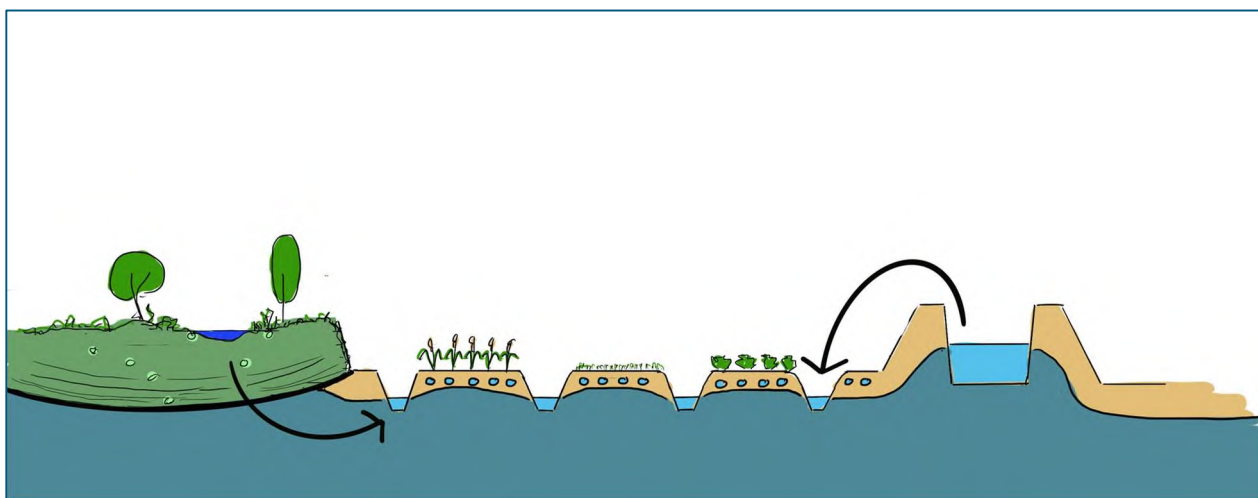
Figuur 2-3: Schematische dwarsdoorsnede beekdallandschap

Het deelgebied Beekdallandschap bestaat voor een groot deel uit landbouw. De beekdalen bestaan uit een afwisseling van landbouw en natte, grondwaterafhankelijke natuur. Dorpen en steden zijn in het

algemeen ontstaan aan de randen van de beekdalen, op de overgang naar de dekzandruggen. De hoogste delen van de dekzandruggen waren van oudsher uitgestrekte heidegebieden. In de eerste helft van de 20^e eeuw is het grootste deel van deze heidegebieden ontgonnen, waarbij de droogste (en voor de landbouw minst rendabele) gronden zijn omgezet naar naaldbos (productiebos) en de overige gebieden zijn omgezet naar landbouwgrond, met relatief grootschalige verkaveling en ontwatering.

Peelgebied

Het deelgebied Peelgebied omvat het voormalige uitgestrekte hoogveengebied van de Peel (zie Figuur 2-4). Het overgrote deel (ca 90%) van dit voormalige hoogveengebied is tussen halverwege de 19^e eeuw en halverwege de 20^e eeuw afgegraven voor turfwinning en vervolgens ontgonnen. Dit ontgonnen deel is ingericht als een grootschalig land- en tuinbouwgebied en wordt gekenmerkt door een intensieve ontwatering bestaande uit ontginningskanalen, grote waterlopen en beken, kavelsloten en buisdrainage. Vrijwel alle watergangen in het Peelgebied worden gevoed door wateraanvoer vanuit de Zuid-Willemsvaart, de Noordervaart en de Peelkanalen (onder meer Kanaal van Deurne en Helenavaart). Dit inlaatwater wordt gebruikt om de beken en watergangen door te spoelen, in het zomerhalfjaar watervoerend en op peil te houden en wordt gebruikt voor de beregening van land- en tuinbouwgewassen. Het deel van het inlaatwater dat niet wordt onttrokken voor beregening en dat niet in de bodem infiltreert, verspreidt zich vervolgens via de beken aan de westzijde van de Maas en stroomt uiteindelijk weer uit in de Maas.



Figuur 2-4: Schematische dwarsdoorsnede Peelgebied

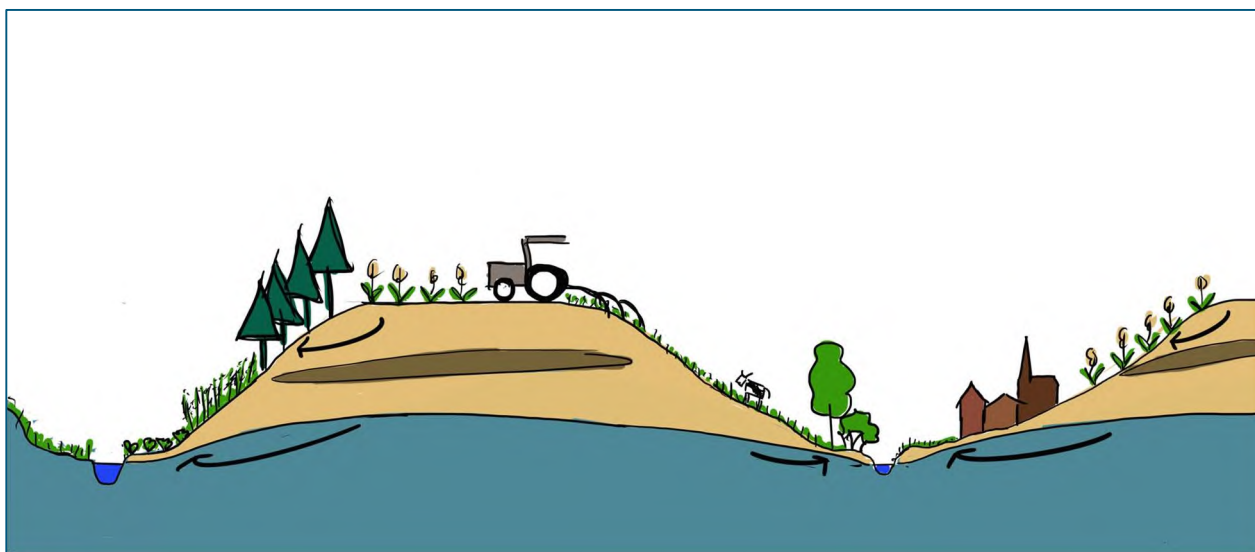
Centraal in het Peelgebied liggen de grote natuurgebieden Groote Peel, Mariapeel, Deurnsche Peel en aanvullend hierop een aantal kleinere Peelrestanten zoals de Bult, het Zinkske en de Heitrakse Peel. Vrijwel al deze natuurgebieden zijn aangemerkt als Natura2000-gebied en maken deel uit van de Natura2000-gebieden Groote Peel respectievelijk Deurnsche Peel en Mariapeel. In deze natuurgebieden is het oorspronkelijke hoogveenpakket niet of slechts gedeeltelijk ontgraven. Een zeer beperkt deel van deze natuurgebieden bestaat nog uit actief hoogveen. Grotere delen zijn aan te merken als herstellend hoogveen en natte en vochtige heide op een pakket restveen.

Sinds de ontginning van de omliggende landbouwgebieden liggen de natuurgebieden enkele meters hoger dan de omgeving. Dit geldt ook voor de waterpeilen, die in de natuurgebieden nodig zijn om de kernen met actief hoogveen duurzaam in stand te houden en hoogveenherstel te realiseren. Deze liggen eveneens tot enkele meters hoger dan de waterpeilen in het omliggende landbouwgebied. Sinds het begin van de jaren '80 is gewerkt aan waterconserverende maatregelen in de natuurgebieden en in de zones eromheen. Door het dempen van sloten en greppels in de natuurgebieden en aan de randen van de

natuurgebieden en compartimentering (opdelen van de natuurgebieden in compartimenten met kades eromheen, waar het beschikbare regenwater zoveel mogelijk op of iets boven het maaiveld wordt vastgehouden), is het over het algemeen gelukt om de natuurgebieden in het winterhalfjaar nat genoeg te maken voor het instandhouden en bevorderen van uitbreiding van hoogveen. In het zomerhalfjaar zakken de grondwaterstanden echter te diep uit, onder meer als gevolg van de ontwatering van het omliggende agrarische gebied en grondwateronttrekking voor beregening van land- en tuinbouwgewassen. Met name in extreem droge zomers wordt hierdoor het hoogveenherstel, dat in nattere jaren en winterperiodes tot stand is gekomen, weer ongedaan gemaakt.

Heuvelland

Het deelgebied Heuvelland omvat het Zuid-Limburgse plateaulandschap, gelegen ten zuiden van de Feldbissbreuk (zie Figuur 2-5). Geomorfologisch is het gebied te typeren als een plateaulandschap, dat onderhevig is aan tectonische opheffing (samenhangend met de Ardennen en de Eiffel). Door erosie door onder meer de rivieren de Maas, de Geul, de Gulp, de Geleenbeek en de Worm hebben zich diepe beekdalen gevormd. Het sterkste reliëf is aanwezig op de hellingen van de beekdalen naar de plateaus. De plateaus zelf, waaronder het Plateau van Margraten ten zuiden van de Geul en het Plateau van Schimmert of Centraal Plateau tussen de Geul en de Geleenbeek, zijn relatief vlak. Hetzelfde geldt voor het Maasdal.



Figuur 2-5: Schematische dwarsdoorsnede Heuvelland

Vrijwel het gehele Heuvelland is aan de bovenzijde afgedekt met een pakket löss van enkele meters tot maximaal circa 10 meter dik, dat is afgezet gedurende de laatste IJstijd (tot circa 15.000 jaar geleden). Alleen op de steilste hellingen (onder meer ten zuiden van de Sint-Pietersberg en nabij Bemelen en op de flanken van het Gulp- en Geuldal bij Epen en Slenaken) is het lösspakket volledig weggeërodeerd en dagzomen de onderliggende kalksteenformaties (mergel) en in het dal van de Geul en Gulp ook veel oudere afzettingen uit het Carboon. Onder het lösspakket bevindt zich vrijwel overal een pakket Maasgrinden van enkele tientallen meters dik. Dit geldt zowel voor het Maasdal als voor de hogere plateaus (o.m. Plateaus van Margraten en Schimmert).

Globaal genomen ten zuiden van het Geuldal liggen onder de Maasafzettingen de dikke kalksteenpakketten van de Formaties van Maastricht, Houthem en Gulpen. Het bovenste deel van de kalksteenlagen zijn als gevolg van infiltrerend neerslagwater sterk verkarst. De diepere kalksteenlagen (Formatie van Gulpen) zijn -afgezien van grotere en kleinere breukvlakken- zeer slecht doorlatend.

Globaal genomen ten noorden van het Geuldal komen onder de Maasgrinden ook zeer slecht doorlatende Oligocene kleilagen voor (onder meer de Formatie van Rupel). De kalksteenlagen vinden zich pas onder deze Oligocene kleilagen. Deze kleilagen dagzomen op veel plaatsen in de hellingen van de beekdalen naar de plateaus, wat op veel plaatsen (in het Bunderbos maar ook op veel plekken in het dal van de Geleenbeek en zijdalen van de Geleenbeek) heeft gezorgd voor bronnen. Het grondwater, dat via de Maasgrinden afstroomt naar de beekdalen of het Maasdal, wordt door deze dagzomende kleilagen zeer lokaal naar de oppervlakte gedwongen, wat resulteert in -ecologisch zeer waardevolle- bronnen of bronzones.

Grote delen van het deelgebied Heuvelland bestaan uit agrarisch gebied en stedelijk gebied (zowel woongebieden als industrie- en bedrijventerreinen). Na de Randstad is Zuid-Limburg het dichtstbevolkte gebied van Nederland. Met name op de steilste hellingen komen hellingbossen voor (onder meer het Savelsbos en het Bunderbos). In de laagste delen van de beekdalen komen natte natuurgebieden voor. Onder meer in het kader van het Grensmaasproject zijn delen van het Maasdal ingericht als rivierbegeleidende natuur.

In vrijwel het gehele deelgebied Heuvelland liggen de grondwaterstanden enkele meters tot tientallen meters onder maaiveld. De aanwezige gewassen en vegetatie is voor haar vochtvoorziening afhankelijk van neerslag en bodemvocht dat is opgeslagen in de poriën van de bovenste lösslaag (zogenoemd hangwater). Door de diepe grondwaterstanden treedt geen nalevering op vanuit het grondwater (capillaire nalevering) en hebben fluctuaties van de grondwaterstanden geen effect op de vochtvoorziening van de aanwezige gewassen en vegetatie. Alleen in de laagste delen van de beekdalen en in de bronzones komen ondiepe grondwaterstanden voor en staat de aanwezige vegetatie direct onder invloed van het grondwaterregime (fluctuaties van grondwaterstanden en hoeveelheid en kwaliteit van toestromend grondwater).

2.3 Uitwerking en analyse per pijler

2.3.1 Werkstappen

In deze fase zijn per pijler de bouwstenen, die zijn geïnventariseerd tijdens de bouwstenenfase, verder uitgewerkt tot concrete maatregelen. Voor de -als meest effectief beschouwde- maatregelen per pijler zijn de effecten op het grondwaterregime en de daarmee samenhangende effecten voor de functies berekend. Per pijler zijn de volgende werkstappen doorlopen:

- a. Nadere uitwerking bouwstenen tot concrete maatregelen;
- b. Definitie maatregelpakketten;
- c. Effectberekeningen maatregelpakketten.

Deze werkstappen worden hieronder verder toegelicht.

a. Nadere uitwerking bouwstenen tot concrete maatregelen

Per pijler heeft een werksessie plaatsgevonden met de begeleidingsgroep. Tijdens deze werksessies zijn de bouwstenen, die per deelgebied zijn geïnventariseerd tijdens de bouwstenensessie, verder uitgewerkt tot concrete maatregelen. Uitgaande van de groslijst met bouwstenen zijn per deelgebied de maatregelen op werkkaarten gezet die door de deelnemers aan de begeleidingsgroep als effectief zijn ingeschat. In Figuur 2-6 is een voorbeeld van een werkkaart voor het Peelgebied weergegeven.

Tevens is per pijler en per type gebied een lijst gemaakt van de drie als meest effectief ingeschatte maatregelen ter verbetering van de waterbeschikbaarheid. Deze beoordelingen hebben plaatsgevonden op basis van gebiedskennis, ervaring met eerdere projecten en inhoudelijk expert-judgment (o.b.v. respons tijdens werksessies en op werkkaarten).



Op basis van de resultaten van de werksessies zijn per pijler maatregelpakketten gedefinieerd, die zijn gericht op het verbeteren van de waterbeschikbaarheid. De maatregelpakketten zijn samengesteld door de projectgroep bestaande uit experts van RHDHV en de Provincie Limburg. Het aantal maatregelpakketten varieert per pijler:

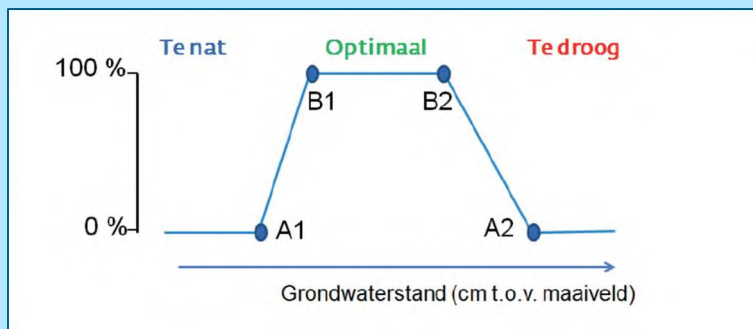
- Voor het samenstellen van de maatregelpakketten is gebruik gemaakt van de werkkaarten met de ingetekende maatregelen per pijler en per deelgebied en de inschatting van de begeleidingsgroep t.a.v. de effectiviteit van maatregelen per deelgebied. Daarbij is voornamelijk gefocust op de fysische effectiviteit (inschatting effect op grondwaterregime en waterbeschikbaarheid voor de verschillende functies) en minder op de kosteneffectiviteit. Voor de uiteindelijke keuze en samenstelling van de maatregelpakketten is gebruik gemaakt van de gebieds- en watersysteemkennis van de experts van RHDHV en de provincie Limburg.
- Tijdens het opstellen van de samengestelde scenario's is besloten om in het Heuvelland de maatregel voorkomen oppervlakkige afstroming door verruwing van hellingen en akkers toe te voegen aan pijler 1 (water lokaal vasthouden).

Als laatste stap zijn de effecten als gevolg van de maatregelpakketten berekend:

- Grondwatereffecten huidig klimaat. Alle maatregelpakketten zijn tijdsafhankelijk doorgerekend voor het huidige klimaat, met het regionale grondwatermodel IBRAHYMv2.1 (model dat eerder is gebruikt voor LIWA en de Analyse Waterbeschikbaarheid), voor de weerjaren 2012 t/m 2021. Het grootste deel van de maatregelpakketten is gebiedsdekkend doorgerekend voor de gehele provincie. De uitkomsten van de grondwatereffectberekeningen zijn verwerkt tot kaarten met de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG); zowel de absoluut berekende waarden als de veranderingen van de GHG, GLG en GVG ten opzichte van de referentiesituatie.
- Grondwatereffecten na klimaatverandering. De meest effectieve maatregelpakketten zijn aanvullend doorgerekend voor de situatie na klimaatverandering. Daarbij is uitgegaan van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ uit de KNMI-klimaatscenario's uit 2023 (KNMI, 2023). In het onderstaande kader wordt uitgelegd hoe het klimaatscenario HD₂₀₅₀ is doorgerekend met het IBRAHYMv2.1 model. Net als voor het huidige klimaat zijn de uitkomsten van de grondwatereffectberekeningen verwerkt tot kaarten met de berekende GHG, GLG en GVG (zowel de absoluut berekende waarden als de veranderingen ten opzichte van de referentiesituatie).
- Effecten op de doelrealisatie natuur. Voor het grootste deel van de maatregelpakketten zijn de effecten op de doelrealisatie natuur berekend met de Waterwijzer Natuur (Stowa, 2018a). De effecten zijn gepresenteerd in de vorm van kaarten met het berekende doelgat GVG en GLG ter plaatse van de Natura2000-gebieden in Limburg. Het doelgat GVG en GLG is gedefinieerd als het aantal centimeters dat de GVG of GLG afwijkt van het optimale bereik voor het betreffende habitatype (zie onderstaand kader). De effecten op de doelrealisatie natuur zijn berekend op basis van de berekende GVG en GLG voor huidig klimaat. Voor de maatregelpakketten die ook voor klimaatverandering zijn doorgerekend, zijn de effecten op de doelrealisatie natuur na klimaatverandering op kwalitatieve wijze beschreven.

Rekenmethode Waterwijzer Natuur

Met de Waterwijzer Natuur wordt op basis van hydrologische variabelen (waarvan de GVG en de GLG de belangrijkste zijn) het doelbereik berekend voor verschillende typen natuur. Deze berekeningen zijn gebaseerd op samengestelde lineaire relaties tussen de GVG /GLG en het percentage doelrealisatie. Onderstaande figuur geeft hiervan een voorbeeld weer.



Figuur: Relatie tussen grondwaterstand (GVG of GLG) en percentage doelrealisatie voor een bepaald vegetatietype

Als de grondwaterstand tussen B1 en B2 ligt, wordt voor de betreffende variabele (GVG of GLG) optimaal voldaan aan de eisen die het vegetatietype stelt. Het percentage doelrealisatie is dan 100%. Als de grondwaterstand hoger (dichter onder maaiveld) ligt dan A1 of dieper (onder maaiveld) dan A2, dan wordt volledig niet voldaan aan de eisen die het vegetatietype stelt aan de grondwaterstand; het percentage doelrealisatie is dan 0%. Het doelgat GVG of GLG is gedefinieerd als het aantal centimeters dat de GVG of GLG buiten het optimale bereik voor het betreffende habitatype ligt (ondieper dan B1 dan wel dieper dan B2).

De doelfuncties die zijn toegepast voor de verschillende habitattypen zijn opgenomen in bijlage 20 van deze rapportage.

- Effecten op de doelrealisatie landbouw. Voor het grootste deel van de maatregelpakketten zijn de effecten op de doelrealisatie landbouw berekend met de Waterwijzer Landbouw (Stowa, 2018b). De effecten zijn gepresenteerd in de vorm van kaarten met berekende veranderingen van natschade en droogteschade. De effecten op de doelrealisatie landbouw zijn berekend op basis van de berekende GHG en GLG voor huidig klimaat. Voor de maatregelpakketten die ook voor klimaatverandering zijn doorgerekend, zijn de effecten op de doelrealisatie landbouw na klimaatverandering op kwalitatieve wijze beschreven.

Werkwijze doorrekening KNMI'23-klimaatscenario HD₂₀₅₀ met regionaal model IBRAHYMv2.1

Het HD-scenario (Hoge depositie, Droog scenario) is voor het meest vergaande scenario uit de klimaatscenario's, die het KNMI in oktober 2023 heeft gepresenteerd (KNMI, 2023). In deze studie zijn de effecten voor een deel van de maatregelpakketten en de drie samengestelde scenario's doorgerekend met het HD-scenario voor het zichtjaar 2050.

Het KNMI heeft gebruik gemaakt van klimaatmodellen om voor heel Nederland een vlakdekkend beeld te creëren met daarin een voorspelling van de klimaatverandering voor verschillende scenario's en zichtjaren. In oktober 2023 zijn nieuwe modelgrids vrijgegeven voor de neerslag en de potentiële verdamping. Het KNMI heeft (nog) geen nieuwe informatie over Maaspeilen of aangepaste onttrekkingsgegevens.

Doordat het KNMI voor het genereren van de neerslag- en verdampingsgrids gebruik heeft gemaakt van klimaatmodellen en niet van transformatiereeksen kan de klimaatneerslag en potentiële verdampingreeks niet direct gerelateerd worden aan een specifiek jaar, zoals bijvoorbeeld het droge jaar 2018. KNMI heeft een dataset gecreëerd met de referentie jaren 1991-2020, waar het jaar 2018 wel in meegenomen is, maar dan op dagbasis en niet het volledige jaar. Al deze jaren worden modelmatig omgezet met klimaatinformatie en zijn als tijdreeks 2036 tot en met 2065 beschikbaar. Voor de grondwatermodelberekeningen is gekozen voor de tijdreeks 2046 tot en met 2054. Een nadeel van deze aanpak is dat het lastig vergelijken is op jaarbasis met het huidige klimaat. Afwijkende weerjaren zoals 2018 en 2019 kunnen niet rechtstreeks teruggevonden worden in de neerslag- en verdampingsgrids van het HD2050-klimaatscenario.

2.3.2 Effecten op waterkwaliteit

Bij maatregelen binnen pijler 2, Water aanvoeren van elders, speelt waterkwaliteit een belangrijke rol. Daarbij gaat het enerzijds om de eisen die het ontvangend gebied en de functies/gebruikers daarvan stellen aan de waterkwaliteit. Anderzijds gaat het om de kwaliteit van het beschikbare water voor wateraanvoer, en hoe dit water zich verspreidt en doorwerkt op de grondwaterkwaliteit.

Het oorspronkelijke doel van deze studie was om de geschiktheid van verschillende bronnen van aan te voeren water te beoordelen aan de hand van eenvoudige aannames en rekenregels. Tijdens de uitwerking van de maatregelen binnen pijler 2 bleek dat deze geschiktheidsbeoordeling zich niet laat vatten in eenvoudige aannames en rekenregels en alleen gebiedsspecifiek is in te vullen, op basis van concrete informatie over de waterkwaliteit van het aan te voeren water en de concrete gebruiksfuncties in het gebied.

Om deze reden is een aanzet opgesteld voor een afwegingskader (zie bijlage 1 van dit rapport), dat na verdere uitwerking kan worden gebruikt om te bepalen of een bepaalde bron geschikt is voor wateraanvoer naar een bepaald gebied, vanuit waterkwaliteitsoogpunt. Uiteraard moet ook de waterkwantiteit voldoende zijn en moet het passen binnen de juridische kaders. Bijlage 1 geeft een beknopte, niet volledige, uitleg bij verschillende onderdelen van het voorgestelde afwegingskader.

In hoofdstuk 6 van dit rapport, de resultaten van de nadere uitwerking van pijler 2 (water aanvoeren van elders) gaan we alleen op hoofdlijnen in op aandachtspunten m.b.t. de waterkwaliteit.

2.4 Opstellen samengestelde scenario's

Na de verkenning en analyse van mogelijke maatregelpakketten per pijler zijn de effecten in beeld gebracht van samengestelde scenario's, waarin effectief gebleken maatregelen per pijler zijn gecombineerd. Deze samengestelde scenario's zijn in samenspraak met de begeleidingsgroep gedefinieerd tijdens een aparte werksessie.

De volgende drie samengestelde scenario's zijn gedefinieerd en geanalyseerd:

1. **Maximaal Gestapeld Scenario.** In het maximaal gestapelde scenario zijn de meest effectieve maatregelen uit de verschillende pijlers gecombineerd. Daarbij is alleen geselecteerd op fysieke haalbaarheid en niet op financiële haalbaarheid of maatschappelijke meerwaarde of wenselijkheid. Doel van dit samengestelde scenario is om het maximale (fysieke) handelingsperspectief voor het verbeteren van de waterbeschikbaarheid in beeld te brengen.
2. **Scenario Huidige Functie Leidend.** Dit samengestelde scenario gaat uit van effectieve technische oplossingen en maatregelen om de waterbeschikbaarheid te verbeteren, waarbij de huidige functietoekenning de basis vormt.
3. **Scenario Watersysteem Leidend.** Dit samengestelde scenario gaat uit van het principe dat water en bodem sturend dienen te zijn in de verbetering van de waterbeschikbaarheid. Maatregelen zijn gericht op het herstel van het functioneren van het natuurlijke watersysteem. Waar nodig wordt de functietoekenning aangepast op de randvoorwaarden vanuit water en bodem.

Voor de drie samengestelde scenario's is een uitgebreide effectenanalyse uitgevoerd, bestaande uit de volgende onderdelen:

- Grondwatereffecten huidig klimaat. Alle samengestelde scenario's zijn tijdsafhankelijk doorgerekend voor het huidige klimaat, met het regionale grondwatermodel IBRAHYMv2.1 (model dat eerder is gebruikt voor LIWA en de Analyse Waterbeschikbaarheid), voor de weerjaren 2012 t/m 2021, voor de gehele provincie Limburg. De uitkomsten van de grondwatereffectberekeningen zijn verwerkt tot kaarten met de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG); zowel de absoluut berekende waarden als de veranderingen van de GHG, GLG en GVG ten opzichte van de referentiesituatie.
- Grondwatereffecten na klimaatverandering. Alle samengestelde scenario's zijn aanvullend doorgerekend voor de situatie na klimaatverandering. Daarbij is uitgegaan van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ uit de KNMI-klimaatscenario's uit 2023 (KNMI, 2023). In het kader in paragraaf 2.3.1 wordt uitgelegd hoe het klimaatscenario HD₂₀₅₀ is doorgerekend met het IBRAHYMv2.1 model. Net als voor het huidige klimaat zijn de uitkomsten van de grondwatereffectberekeningen verwerkt tot kaarten met de berekende GHG, GLG en GVG (zowel de absoluut berekende waarden als de veranderingen ten opzichte van de referentiesituatie).
- Effecten op de doelrealisatie natuur. Voor de drie samengestelde scenario's zijn de effecten op de doelrealisatie natuur berekend met de Waterwijzer Natuur (Stowa, 2018a) en door toetsing ter plaatse van OGOR-peilbuizen.
 - De analyse met de Waterwijzer Natuur is uitgevoerd op basis van de berekende GVG en GLG, voor zowel het huidige klimaat als het klimaatscenario HD₂₀₅₀. De uitkomsten van de Waterwijzer Natuur zijn gepresenteerd in de vorm van kaarten met het berekende doelgat GVG en GLG ter plaatse van de Natura2000-gebieden in Limburg.
 - Aansluitend zijn de effecten op de natte natuur voor de drie samengestelde scenario's beoordeeld door de berekende grondwaterduurlijnen ter plaatse van de OGOR-peilbuizen te toetsen m.b.v. de duurlijnenmethode, conform de methode die eerder is toegepast voor de Analyse Waterbeschikbaarheid (Royal HaskoningDHV, 2020) en LIWA (Sweco en Royal HaskoningDHV, 2020).

- Effecten op de doelrealisatie landbouw. Voor de drie samengestelde scenario's zijn de effecten op de doelrealisatie landbouw berekend met de Waterwijzer Landbouw (Stowa, 2018b). Daarbij is gebruik gemaakt van de geüpdate versie van juni 2020 (Mulder et al., 2020). De effecten zijn gepresenteerd in de vorm van kaarten met berekende veranderingen van natschade en droogteschade. Preciezer geformuleerd: de veranderingen in de opbrengstdepressiefracties als gevolg van vernatting en droogte. Dit zijn de fracties van de theoretisch maximaal haalbare gewasopbrengst, die niet tot stand komen als gevolg van te natte respectievelijk te droge omstandigheden. Omwille van de leesbaarheid duiden we deze veranderingen in opbrengstdepressies verder aan als natschade en droogteschade. De effecten op de doelrealisatie landbouw zijn berekend op basis van de berekende GHG en GLG voor zowel het huidige klimaat als het klimaatscenario HD₂₀₅₀.
- Effecten op droogval van natuurbeken. Voor alle natuurbeken is het risico op droogval in beeld gebracht. Hiervoor is uitgegaan van de trajecten waar de berekende GLG lager ligt dan de bodem van de beek. Over deze trajecten is het aannemelijk dat tijdens de zomer droogval plaatsvindt. Een uitzondering is gemaakt voor beken met een groot bovenstrooms stroomgebied (bijvoorbeeld de Geul, de Roer, de Swalm en de Niers), beken die worden gevoed door bronnen en kwelzones vanuit grote plateaus, beken die sterk gevoed worden door effluent vanuit rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) en beken die onder invloed staan van wateraanvoer vanuit de Maas en de kanalen. Het risico op droogval is bepaald op basis van de langjarig gemiddelde situatie (periode van 8 jaar waarover de GLG is berekend) en voor het extreem droge jaar 2018.
- Effecten voor drinkwaterwinningen en overige vergunde industriële onttrekkingen. Voor alle freatische drinkwaterwinningen en vergunde industriële onttrekkingen is de berekende verandering in stijghoogte ter plaatse van de onttrekkingsputten in beeld gebracht. Voor de drinkwaterwinningen uit de kalksteenpakketten in Zuid-Limburg is het risico op droogval beoordeeld op basis van de berekende veranderingen in de stationair berekende stijghoogte in het kalksteenpakket.
- Effecten voor bebouwing. Voor alle bebouwde gebieden in Limburg is het risico op grondwateroverlast in beeld gebracht. Als normdiepte is uitgegaan van een GHG van minimaal 70 cm onder maaiveld; bij een GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld is sprake van risico op grondwateroverlast aan bebouwing.
- Lange termijn effecten grondwaterstijghoogten grondwaterlichamen. Voor de 6, in Limburg onderscheiden grondwaterlichamen (Krijt-Maas, Roerdalslenk en Venloschol, zowel diep als ondiep) zijn de structurele effecten op de stijghoogten in beeld gebracht.
- Globale raming van de kosten. Voor de drie samengestelde scenario's is een globale kostenraming opgesteld, waarin onderscheid is gemaakt naar de investeringskosten voor de maatregelen, de kosten voor functie-aanpassingen, droogte- en natschade voor de landbouw en afwaardering van gronden.

2.5 Rapportage en afronding

In deze laatste fase zijn de resultaten van de studie vastgelegd in een eindrapport (dit rapport). Dit rapport is besproken in de eindbijeenkomst met de begeleidingsgroep. Tijdens deze eindbijeenkomst is tevens een doorkijk gemaakt naar het vervolg. De verwachting is dat met name in het kader van het Limburgs Programma Landelijk Gebied (LPLG) nadere, gebiedsgerichte uitwerking van maatregelen ter verbetering van de waterbeschikbaarheid zal plaatsvinden. De resultaten van dit project geven een basis voor eventuele uitwerking van concrete gebiedsgerichte maatregelenpakketten.

3 Resultaten voorbereidingsfase

3.1 Algemeen

In de verkenning van de waterbeschikbaarheid zijn inhoudelijk de volgende drie werkstappen doorlopen, zie ook het processchema (Figuur 2-1):

- In de voorbereidingsfase is een inventarisatie gemaakt van alle denkbare maatregelen en ingrepen ter verbetering van de waterbeschikbaarheid in verschillende deelgebieden in Limburg: de bouwstenen.
- Vervolgens zijn in de fase 2, uitwerking en effectbepaling, de meest effectieve bouwstenen per pijler nader uitgewerkt tot maatregelpakketten. Van deze maatregelpakketten zijn de effecten op het grondwaterregime berekend, alsmede de effecten op de doelrealisatie voor natuur en landbouw.
- Op basis van de berekende effecten voor de maatregelpakketten zijn drie samengestelde scenario's opgesteld. Voor deze samengestelde scenario's zijn de effecten op het grondwaterregime berekend, is een uitgebreide effectenanalyse uitgevoerd voor natuur, landbouw, de natuurbeken, bebouwd gebied, de drinkwaterwinningen en de grondwaterlichamen en is een globale kostenraming opgesteld op basis van eenheidsprijzen en kosten-kentallen.

Dit hoofdstuk gaat in op de bouwstenen, zie paragraaf 3.2.

Tijdens de voorbereidingsfase heeft tevens een analyse van de waterbeschikbaarheid in de huidige situatie plaatsgevonden en zijn de effecten van klimaatverandering op de waterbeschikbaarheid in beeld gebracht. Hoofdstuk 4 gaat hier verder op in.

3.2 Inventarisatie bouwstenen

Als eerste stap in de verkenning van de waterbeschikbaarheid heeft een brainstorm plaatsgevonden, waarbij per pijler alle denkbare maatregelen en ingrepen ter verbetering van de waterbeschikbaarheid zijn geïnventariseerd: de bouwstenen. Vervolgens is voor de geïnventariseerde bouwstenen, op basis van gebieds- en systeemkennis en expert-judgement, een inschatting gemaakt van de verwachte effectiviteit van de bouwstenen (hoog, matig of gering). Per deelgebied (Beekdallandschap, Peelgebied, Heuvelland) is aangegeven in welke delen van de deelgebieden de maatregel het meest effectief is.

Tabel 3-1, Tabel 3-2 en Tabel 3-3 geven een overzicht van de geïnventariseerde bouwstenen voor de pijlers 1 (water lokaal vasthouden), 2 (water aanvoeren van elders) en 3 (functieverandering).

De kleuren in de tabellen geven de ingeschatte effectiviteit weer:

- Blauw: hoge effectiviteit;
- Groen: matige effectiviteit;
- Grijs: geringe effectiviteit.

De bouwstenen voor pijler 4 zijn eerder uitgewerkt en onderzocht in het kader van LIWA. Met het IBRAHYM 2.1 model zijn toen voor de gehele provincie Limburg de grondwatereffecten berekend van verschillende varianten voor reductie van de grondwateronttrekkingen voor drinkwater, industriewatervoorziening, glastuinbouw en beregening (Bonnema et al., 2020). Een selectie van deze rekenresultaten is opgenomen in bijlage 18 van deze rapportage:

1. Reductie drinkwaterwinningen met 20%, effecten op stijghoogten in het freatische pakket;
2. Reductie drinkwaterwinningen met 20%, effecten op stijghoogten in het niet-freatische watervoerende pakket;
3. Reductie industriële grondwaterwinningen met 20%, effecten op stijghoogten in het freatische pakket;

Projectgerelateerd

4. Reductie industriële grondwaterwinningen met 20%, effecten op stijghoogten in het niet-freatische pakket;
5. Reductie grondwaterwinningen glastuinbouw met 20%, effecten op stijghoogten in het freatische pakket;
6. Reductie grondwaterwinningen glastuinbouw met 20%, effecten op stijghoogten in het niet-freatische pakket;
7. Reductie grondwateronttrekkingen voor beregening door de landbouw met 20%. Effecten op de GLG.
8. Reductie grondwateronttrekkingen voor beregening door de landbouw met 20%. Effecten op de grondwaterstand in een extreem droge zomer (2018).

Aanvullend op deze eerder doorgerekende bouwstenen zijn binnen pijler 4 van dit project 3 aanvullende maatregelen m.b.t. vermindering of aanpassing van grondwateronttrekkingen doorgerekend, zie hoofdstuk 8 van deze rapportage.

Tabel 3-1: Overzicht bouwstenen pijler 1, water lokaal vasthouden

Nummer	Bouwsteen / maatregel	Effectiviteit	Beoordeling effectiviteit per deelgebied:		
			Beekdallandschap	Peelgebied	Heuvelland
B1.1	Peilgestuurde drainage	hoog	in lage delen en flanken beekdalen	overal buiten Peelgebieden (Grote Peel, Mariapeel en andere Peelrestanten)	n.v.t.
B1.2	Stuwpeilen verhogen	hoog	in lage delen en flanken beekdalen	overal in gebied	n.v.t.
B1.3	Sloot- en beekbodems verhogen	hoog	overal in gebied	overal in gebied	sommige beken verondiepen
B1.4	Greppels verondiepen / dempen	hoog	overal in gebied	overal in gebied	n.v.t.
B1.5	Omzetting naaldbos naar loofbos	matig	vooral in hogere delen	m.n. in en rondom Peelgebieden (Grote Peel, Mariapeel en andere Peelrestanten)	overal waar naaldbos staat
B1.6	Omzetting bos naar open natuur	matig	vooral in hogere delen	m.n. in en rondom Peelgebieden (Grote Peel, Mariapeel en andere Peelrestanten)	overal waar bos staat m.u.v. hellingbossen
B1.7	Extensiveren landbouw	gering			
B1.8	Minder watergebruikende / droogteresistente gewassen	gering			
B1.9	Vermindering wind/verdamping door beplanting / houtwallen / windschermen	gering	vooral in beekdalen	overal buiten Peelgebieden	overal in gebied. Op hellingen ook effectief tegen erosie
B1.10	Klimaatbuffers (natuurgebieden inzetten als buffer)	hoog	vooral in beekdalen en in hogere delen	m.n. in en rondom Peelgebieden (Grote Peel, Mariapeel en andere Peelrestanten)	n.v.t.
B1.11	Verminderen beregening met grondwater	matig	overal in gebied	overal in gebied	n.v.t., vrijwel geen beregening
B1.12	Afkoppelen verhard oppervlak en ter plaatse infiltreren in bodem	hoog	vooral in hogere delen	overal buiten Peelgebieden (Grote Peel, Mariapeel en andere Peelrestanten)	overal in gebied
B1.13	Bevorderen infiltratie hemelwater	matig	overal in gebied, bijvoorbeeld omzetten naaldbos naar loofbos of heide en afkoppelen hemelwaterafvoer bebouwde gebieden	overal in gebied, bijvoorbeeld omzetten naaldbos naar loofbos of heide en afkoppelen hemelwaterafvoer bebouwde gebieden	overal in gebied, bijvoorbeeld afkoppelen hemelwaterafvoer bebouwde gebieden en vertragen van oppervlakkige afstroming van hellingen
B1.14	Langer vasthouden hemelwater door compartimentering	matig	n.v.t.	In en rondom Mariapeel en Grote Peel	n.v.t.
B1.15	Hemelwaterbekkens aanleggen	gering	overal in gebied	overal in gebied	overal in gebied
B1.16	Regenwaterbuffers inzetten als reservoir	gering	n.v.t.	n.v.t.	regenwaterbuffers moeten leeg zijn om effectief te zijn tegen water- en modderoverlast
B1.17	Stuwmeren	gering	n.v.t.	n.v.t.	onvoldoende ruimte vanwege bebouwing en infra in beekdalen
B1.18	Reservoirs bij particulieren	gering	overal in gebied	overal in gebied	overal in gebied
B1.19	Hergebruik water teelt	gering	in landbouwgebieden	in landbouwgebieden	in landbouwgebieden
B1.20	Verminderen drooglegging infrastructuur	gering	overal in gebied	overal in gebied	overal in gebied

Projectgerelateerd

Tabel 3-2: Overzicht bouwstenen pijler 2, water aanvoeren van elders

Nummer	Bouwsteen / maatregel	Effectiviteit	Beoordeling effectiviteit per deelgebied:		
			Beekdallandschap	Peelgebied	Heuvelland
B2.1	Subirrigatie met oppervlaktewater	hoog	in lage delen en flanken beekdalen	overal buiten Peelgebieden (Grote Peel, Mariapeel en overige Peelrestanten)	n.v.t.
B2.2	Subirrigatie met grondwater	hoog	in lage delen en flanken beekdalen. Alleen bij weerstandsbiedende laag	alleen buiten beïnvloedingsgebied Peelgebieden, alleen bij voldoende weerstandsbiedende laag	n.v.t.
B2.3	Hergebruik en distributie RWZI-effluent	matig	intensieve landbouwgebieden nabij RWZI's en industriële afvalwaterlozingen	intensieve landbouwgebieden nabij RWZI's en industriële afvalwaterlozingen	intensieve landbouwgebieden nabij RWZI's en industriële afvalwaterlozingen
B2.4	Afgekoppeld hemelwater infiltreren op strategische locaties in systeem (bijv. voedingsgebieden voor natuurterreinen)	hoog	infiltratiegebieden die intrekgebied zijn voor natte natuurgebieden	tegendrukgebieden rondom Peelgebieden (Grote Peel en Mariapeel)	infiltratiegebieden die intrekgebied zijn voor natte natuurgebieden / bronzones
B2.5	Oppompen rivierwater (Maas, Roer, andere grotere beken, kanalen) en infiltreren op strategische locaties in systeem (bijv. voedingsgebieden voor natuurterreinen)	hoog	infiltratiegebieden die intrekgebied zijn voor natte natuurgebieden	tegendrukgebieden rondom Peelgebieden	infiltratiegebieden die intrekgebied zijn voor natte natuurgebieden / bronzones
B2.6	Grondwaterbuffers door oppompen en infiltreren van rivierwater (in droge perioden te benutten voor beregning/druppelirrigatie)	hoog	infiltratiegebieden met diepe grondwaterstanden, buiten grondwaterbeschermingsgeb. en buiten invloed natte natuur	infiltratiegebieden met diepe grondwaterstanden, buiten grondwaterbeschermingsgeb. en buiten invloed natte natuur	n.v.t.
B2.7	Grondwaterbuffers door verpompen en infiltreren nabewerk effluent (in droge perioden te benutten voor beregning/druppelirrigatie)	matig	infiltratiegebieden met diepe grondwaterstanden, buiten grondwaterbeschermingsgeb. en buiten invloed natte natuur	infiltratiegebieden met diepe grondwaterstanden, buiten grondwaterbeschermingsgeb. en buiten invloed natte natuur	n.v.t.
B2.8	Grondwaterbuffers door verpompen en infiltreren afgekoppeld hemelwater (in droge perioden te benutten voor beregning/druppelirrigatie)	hoog	infiltratiegebieden met diepe grondwaterstanden, buiten grondwaterbeschermingsgeb. en buiten invloed natte natuur	infiltratiegebieden met diepe grondwaterstanden, buiten grondwaterbeschermingsgeb. en buiten invloed natte natuur	n.v.t.
B2.9	Mijnwater benutten	gering	n.v.t.	n.v.t.	Mijnwater dat leidt tot grondwateroverlast stedelijk gebied verpompen en inzetten t.b.v. landbouw en natuur
B2.10	Bemalingswater bruinkoolgroeves Duitsland	gering	infiltratiegebieden die intrekgebied zijn voor natte natuurgebieden. Bruinkoolwinning afgebouwd in 2030	n.v.t.	infiltratiegebieden die intrekgebied zijn voor natte natuurgebieden. Bruinkoolwinning afgebouwd in 2030.
B2.11	Hergebruik afvalwater industrie	gering	intensieve landbouwgebieden nabij industriële afvalwaterlozingen	intensieve landbouwgebieden nabij industriële afvalwaterlozingen	intensieve landbouwgebieden nabij industriële afvalwaterlozingen

Tabel 3-3: Overzicht bouwstenen pijler 3, functieverandering

Nummer	Bouwsteen / maatregel	Effectiviteit	Beoordeling effectiviteit per deelgebied:		
			Beekdallandschap	Peelgebied	Heuvelland
B3.1	Beekdalbrede inrichting	hoog	alle beekdalzones van natuurbeken	beekdalzones natuurbeken komen vrijwel niet voor	alle beekdalzones van natuurbeken
B3.2	Bosstrategie: meer bos in beekdalen, minder in infiltratiegebieden	hoog	in beekdalen en infiltratiegebieden	bos verwijderen in randzones Peelgebieden en tegendrukgebieden rondom Peelgebieden	in beekdalen en op steile hellingen meer bos, op plateaus minder bos
B3.3	Aanpassen natuurdoeltypen: hydrologisch minder kwetsbare natuur	gering	vooral in beekdalen	vooral in Peelgebieden	vooral in beekdalen
B3.4	Meest droogtegevoelige landbouw omzetten naar natuur of bos	matig	hooggelegen infiltratiegebieden	komt weinig voor	meest droogtegevoelige delen van de plateaus
B3.5	Re-allocatie intensieve teelten inclusief benodigde beregning	hoog	intensieve teelten uit beekdalen en invloedsgebieden rond natte natuur	intensieve teelten uit buffergebieden rond Peelgebieden (Grote Peel, Mariapeel)	intensieve teelten uit beekdalen en steile hellingen
B3.6	Re-allocatie drinkwaterwinningen	gering	drinkwaterwinningen weg uit invloedsgebieden rond natte natuur. Is grotendeels al gebeurd laatste decennia.	drinkwaterwinningen weg uit invloedsgebieden rond natte natuur. Is grotendeels al gebeurd laatste decennia.	drinkwaterwinningen weg uit invloedsgebieden rond natte natuur. Is grotendeels al gebeurd laatste decennia.
B3.7	Omzetten akkerbouw naar grasland	matig	vooral in beekdalen	in buffergebieden rond Peelgebieden	vooral in beekdalen en op steile hellingen
B3.8	Nieuwbouw op juiste locatie	hoog	geen nieuwbouw in beekdalen	geen nieuwbouw in buffergebieden rond Peelgebieden (Grote Peel, Mariapeel, overige Peelrestanten)	geen nieuwbouw in beekdalen en op steile hellingen
B3.9	Functies afstemmen op systeemgradient	gering	Overall. Functies liggen grotendeels vast, alleen op lange termijn substantiele verandering mogelijk	Overall. Functies liggen grotendeels vast, alleen op lange termijn substantiele verandering mogelijk	Overall. Functies liggen grotendeels vast, alleen op lange termijn substantiele verandering mogelijk
B3.10	Opgeven/doelverlaging sterk versnipperde natuur	gering	gering	Doelverlaging versnipperde delen Peelgebieden, focus op grote eenheden	gering
B3.11	Accepteren wateroverlast/gebruiksbeperking in bebouwde gebieden	gering	Bebouwde gebieden met grondwateroverlast.	Bebouwde gebieden met grondwateroverlast.	Bebouwde gebieden met grondwateroverlast.

4 Analyse huidige situatie en effecten klimaatscenario HD₂₀₅₀

4.1 Algemeen

Dit hoofdstuk gaat in op de waterbeschikbaarheid in de huidige situatie en de effecten van het klimaatscenario HD₂₀₅₀. Paragraaf 4.2 geeft een samenvattend overzicht van de effecten van klimaatverandering conform het KNMI 2023 scenario HD₂₀₅₀ op het grondwaterregime en de doelrealisatie van de natte natuur en landbouw, de droogval van natuurbeken, de grondwaterwinningen voor drink- en industriewater, bebouwing en de stijghoogten in de grondwaterlichamen. Een uitvoerige beschrijving van de effecten is opgenomen in paragraaf 4.3.

4.2 Samenvattend overzicht effecten door klimaatscenario HD₂₀₅₀

Tabel 4-1 geeft een overzicht van de effecten als gevolg van klimaatscenario HD₂₀₅₀, uitgaande van de huidige waterhuishoudkundige inrichting, ten opzichte van de huidige situatie met het huidige klimaat. De effecten zijn uitgedrukt in kwalitatieve scores in kleuren, variërend van donkerblauw (zeer positief) tot rood (zeer negatief), zie de legenda bij Tabel 4-1. Een volledige verklaring van de gebruikte kleuren is opgenomen in bijlage 2 van dit rapport. In de toegekende scores is onderscheid gemaakt naar de 4 NPLG-deelgebieden. De effecten op doelrealisatie natuur en landbouw voor deelgebied Zuid-Limburg zijn ingeschat op basis van expert-judgement (i.p.v. berekeningen met de Waterwijzers Natuur en Landbouw).

Tabel 4-1: Samenvattend overzicht effecten als gevolg van klimaatscenario HD₂₀₅₀, t.o.v. huidige situatie met huidig klimaat

Deelgebieden LPLG	Klimaatscenario HD2050			
	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swaalmid	Zuid-Limburg
Grondwatereffecten t.o.v. huidig klimaat				
Verandering GHG t.o.v. huidige situatie en huidig klimaat (HK)				
Verandering GVG t.o.v. huidige situatie en huidig klimaat (HK)				
Verandering GLG t.o.v. huidige situatie en huidig klimaat (HK)				
Doelrealisatie natuur t.o.v. huidig klimaat				
Verandering doelgat GVG				
Verandering doelgat GLG				
Verandering areaal volledige doelrealisatie (OGOR-meetnet)				
Doelrealisatie landbouw t.o.v. huidig klimaat				
Verandering droogteschade				
Verandering natschade				
Droogval natuurbeken				
Verandering droogval natuurbeken t.o.v. huidig klimaat				
Grondwateroverlast bebouwing				
Verandering grondwateroverlast bebouwing t.o.v. huidig klimaat				
Drink- en industriewaterwinningen				
Effect op freatische winningen t.o.v. huidig klimaat (HK)				
Stijghoogten in KRW-grondwaterlichamen				
Effect stijghoogten KRW-grondwaterlichamen t.o.v. huidig klimaat				

	zeer positief effect
	positief effect
	matig positief effect
	beperkt positief effect
	geen significant effect
	beperkt negatief effect
	matig negatief effect
	negatief effect
	zeer negatief effect

Samenvattend zorgt het klimaatscenario HD₂₀₅₀ ten opzichte van het huidige klimaat, uitgaande van de huidige waterhuishoudkundige situatie voor de volgende effecten:

- Gemiddeld over de provincie zorgt het klimaatscenario HD₂₀₅₀ voor verlagingen van de grondwaterstanden, zowel de GHG, GVG als de GLG. Het HD₂₀₅₀ scenario is een scenario waarin de winters licht vernatten en de zomers sterk verdrogen. De sterkste grondwaterstandsverlagingen zijn te verwachten aan het einde van de zomerperiode (GLG) door het gecombineerde effect van minder neerslag en meer verdamping. De GLG daalt over vrijwel de gehele provincie. Omdat de neerslag in het winterhalfjaar minder afneemt en omdat verdamping in het winterhalfjaar een geringere rol speelt, zijn de effecten op de GHG en GVG minder. In de meeste gebieden is sprake van een daling van de GHG en GVG, met name in Midden- en Zuid-Limburg. In Noord-Limburg komen ook gebieden voor waar de GHG en GVG stijgt ten opzichte van huidig klimaat.
- De doelrealisatie natuur is op twee manieren berekend: op basis van de Waterwijzer Natuur en op basis van de grondwaterduurlijnen ter plaatse van de peilbuizen van het OGOR-meetnet. Op basis van de berekeningen met de Waterwijzer Natuur resulteert het HD₂₀₅₀ klimaatscenario in een geringe verslechtering van de doelrealisatie natuur. Daarentegen geeft de analyse op basis van de OGOR-methodiek een fors negatief effect op de doelrealisatie natuur. Volgens deze analyse neemt voor de gehele provincie Limburg het areaal met volledige doelrealisatie af van ongeveer 70% bij huidig klimaat tot ruim 40% bij klimaatscenario HD₂₀₅₀.
- Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt ten opzichte van huidig klimaat voor iets meer droogteschade en iets minder natschade. Over de gehele provincie bezien neemt het areaal met grotere droogteschade (> 10%) met enkele procenten toe en het areaal met grotere natschade (>10%) met enkele procenten af.
- De veranderingen in de droogval van natuurbeken zijn beperkt. Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt ten opzichte van huidig klimaat voor een marginale toename van de totale lengte natuurbeken met risico op droogval van enkele procenten.
- Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor enige afname van het areaal met risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied, van ongeveer 2,6% bij huidig klimaat naar ongeveer 2,2% bij klimaatscenario HD₂₀₅₀.
- Voor alle freatische grondwaterwinningen zorgt het klimaatscenario HD₂₀₅₀ voor een structurele verlaging van de stijghoogte in het freatische watervoerende pakket waaruit gewonnen wordt. Voor de freatische winningen uit het kalksteenpakket zijn hierdoor geringe tot matige risico's op droogval van putfilters te verwachten.
- Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor alle onderscheiden grondwaterlichamen voor structurele stijghoogteverlagingen van enkele decimeters tot lokaal meer dan 1 meter. Omdat de stijghoogten in de grondwaterlichamen in de huidige situatie door verschillende ingrepen al aanzienlijk lager zijn dan die in de natuurlijke situatie, zijn deze verlagingen als negatief aan te merken.

4.3 Nadere toelichting effecten klimaatscenario HD₂₀₅₀

4.3.1 Algemeen

De effecten van klimaatscenario HD₂₀₅₀ op het grondwaterregime zijn berekend met het regionale grondwatermodel IBRAHYMv2.1. In bijlage 3 van deze rapportage zijn alle kaarten opgenomen met de rekenresultaten voor het klimaatscenario HD₂₀₅₀. Onderstaande Tabel 4-2 geeft een overzicht van de uitgevoerde effectberekeningen en de bijbehorende kaarten in bijlage 3.

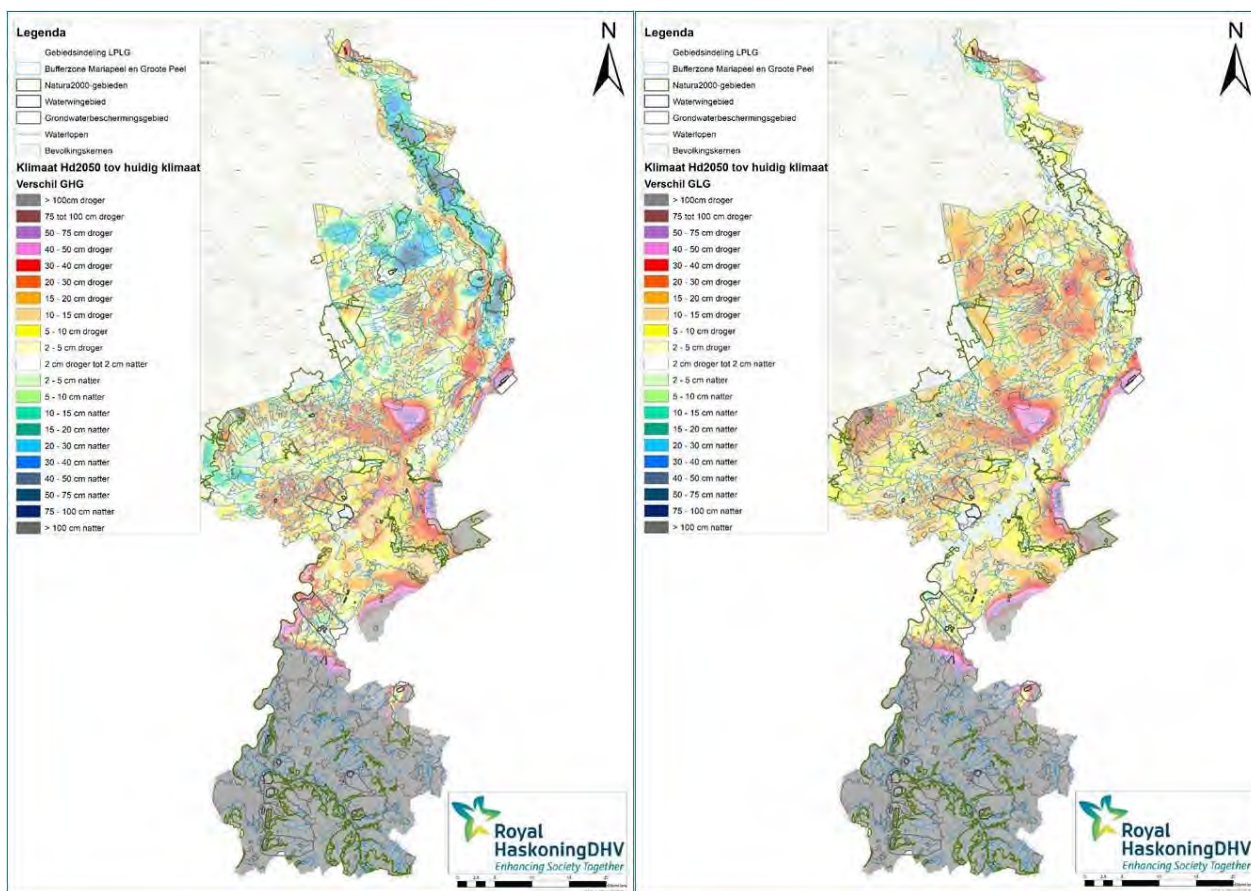
Tabel 4-2: Overzicht resultaten effectberekeningen klimaatscenario HD₂₀₅₀

	Huidige situatie, Huidig Klimaat	Huidige situatie, HD ₂₀₅₀
Grondwatereffecten		
GHG t.o.v. maaiveld	RefHK_1a	RefHD_1a
GLG t.o.v. maaiveld	RefHK_1b	RefHD_1b
GVG t.o.v. maaiveld	RefHK_1c	RefHD_1c
Verandering GHG t.o.v. huidig klimaat		RefHD_1d
Verandering GLG t.o.v. huidig klimaat		RefHD_1e
Verandering GVG t.o.v. huidig klimaat		RefHD_1f
Doelrealisatie natuur		
Doelgat GVG	RefHK1g	RefHD1g
Doelgat GLG	RefHK1h	RefHD1h
Doelrealisatie landbouw		
Droogteschade (%)	RefHK1i	RefHD1i
Natschade (%)	RefHK1j	RefHD1j
Droogvallende natuurbeken		
Droogvallende beken, langjarig gemiddeld	RefHK1k	RefHD1k
Droogvallende beken, droog jaar 2018	RefHK1l	
Risico grondwateroverlast bebouwing		
Risico grondwateroverlast bebouwing	RefHK1m	RefHD1m
Stijghoogten grondwaterlichamen		
Verandering stijghoogten ondiepe grondwaterlichamen, t.o.v. huidig klimaat		RefHD1n
Verandering stijghoogten diepe grondwaterlichamen, t.o.v. huidig klimaat		RefHD1o

4.3.2 Effecten op het grondwaterregime

Figuur 4-1 geeft de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer, in de huidige situatie, als gevolg van klimaatscenario HD₂₀₅₀ ten opzichte van huidig klimaat. De kaarten zijn in groter formaat opgenomen in bijlage 3 van dit rapport.

Het klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt in het centrale en zuidelijke deel van de provincie voor verlagingen van de GHG. In het noordelijke deel van de provincie, een groot deel van het Maasduinengebied en rondom het Weerterbos zorgt HD₂₀₅₀ juist voor een stijging van de GHG. Als gevolg van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ is over vrijwel de gehele provincie een verlaging van de GLG te verwachten.



Figuur 4-1: Verandering berekende GHG (links) en GLG (rechts) voor de huidige situatie. Klimaatscenario HD₂₀₅₀ t.o.v. Huidig Klimaat (HK)

Verder valt op dat het ruimtelijke beeld van de berekende veranderingen van GHG en GLG zeer grillig is. Dit heeft onder meer de volgende oorzaken:

- Verschillen in de afvoercapaciteit (doorlaatvermogen van de watervoerende pakketten in combinatie met drainagedichtheid). De klimaatverandering zorgt voor een verandering van de grondwateraanvulling (verschil tussen neerslag en werkelijke verdamping). In gebieden met weinig afvoer zorgt een verandering van de grondwateraanvulling voor veel meer verandering van de grondwaterstand dan in gebieden met veel drainage. De sterkste grondwaterstandsveranderingen treden op in de Zuid-Limburgse Plateaus, het Maasduinengebied, de Meinweg en het hoge Maasterras in de omgeving van Koningsbosch. De geringste grondwaterstandsveranderingen treden op in gebieden met relatief veel ontwatering, zoals de stroomgebieden van de Grootte Molenbeek, de Oostrumse Beek en de Loobeek.
- Variaties in de reactietijd op neerslag tussen verschillende deelgebieden. In grotere aaneengesloten infiltratiegebieden met diepe grondwaterstanden, zoals de Maasduinen, de Meinweg en de Zuid-Limburgse plateaus reageren de grondwaterstanden sterk vertraagd op de variaties in neerslag en verdamping, terwijl in gebieden met veel ontwatering en ondiepe grondwaterstanden de reactie van de grondwaterstanden op neerslag en verdamping veel sneller en directer is. De variatie in de neerslag en verdamping werkt niet voor het gehele gebied op dezelfde wijze door naar het grondwaterregime, maar is per deelgebied anders.
- Ruimtelijke variaties in de verandering van neerslag en verdamping als gevolg van het klimaatscenario HD₂₀₅₀. In het centrale en zuidelijke deel van de provincie zorgt HD₂₀₅₀ jaarrond voor een afname van de neerslag. In het noordelijke deel van de provincie is juist een flinke toename van

de neerslag in de herfst en de winter voorzien, die in de traag reagerende delen van het gebied (w.o. noordelijk deel Maasduinengebied) zorgt voor een verhoging van de GHG.

- Het klimaatscenario HD₂₀₅₀ is opgebouwd uit een andere weerreeks dan het huidige klimaat. Dit zorgt -in combinatie met de variaties in reactiesnelheid tussen verschillende gebieden- voor een grillig ruimtelijk beeld in de berekende grondwaterstandsveranderingen.

4.3.3 Doelrealisatie natuur

Tabel 4-3 en Tabel 4-4 geven de areaalverdeling weer van het doelgat GLG en GVG voor de huidige situatie met huidig klimaat en met HD₂₀₅₀. Het doelgat GLG en GVG is voor beide situaties berekend met de Waterwijzer Natuur. Net als in LIWA is dit gedaan voor alle grondwaterafhankelijke habitattypen binnen de Natura2000-gebieden.

Tabel 4-3: Areaalverdeling berekend doelgat GLG, voor huidige situatie met huidig klimaat en huidige situatie met HD₂₀₅₀

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Autonoom - Hd2050						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	0	0	0	127	9	20	982	0	0	0	119	9	19	990
Maasduinen	738	0	0	0	585	0	8	144	0	0	0	585	0	7	146
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	0	0	0	388	8	24	32	0	0	0	381	8	26	38
Zuid-Limburg	2023	4	1	0	1893	5	13	107	4	1	0	1896	6	12	104
TOTAAL LIMBURG	4352	4	1	0	2994	22	65	1265	5	1	0	2980	24	64	1278

Tabel 4-4: Areaalverdeling berekend doelgat GVG, voor huidige situatie met huidig klimaat en huidige situatie met HD₂₀₅₀

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Autonoom - Hd2050						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	1	10	12	147	69	312	586	1	5	6	133	35	268	691
Maasduinen	738	2	3	3	502	2	19	207	2	4	3	501	2	21	204
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	2	5	5	375	12	22	32	1	3	2	371	10	27	39
Zuid-Limburg	2023	20	14	8	1826	5	18	134	22	14	8	1825	6	18	129
TOTAAL LIMBURG	4352	24	31	28	2851	88	371	959	26	26	20	2830	53	334	1062

Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt ten opzichte van huidig klimaat voor een beperkte toename van het doelgat GLG en GVG. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is neemt toe van circa 1350 ha in de huidige situatie met huidig klimaat tot circa 1370 ha in de huidige situatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is neemt toe van circa 1420 ha in de huidige situatie met huidig klimaat tot circa 1450 ha in de huidige situatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀.

Tabel 4-5 geeft de areaalverdeling weer van de berekende percentages doelrealisatie voor alle Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, berekend op basis van OGOR-duurlijnen. Het linkerdeel van de tabel geeft de areaalverdeling weer voor de huidige situatie met huidig klimaat; het rechterdeel van de tabel geeft de areaalverdeling weer voor de huidige situatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀. De uitgevoerde analyse van de doelrealisatie op basis van de grondwaterduurlijnen ter plaatse van het Limburgse OGOR-meetnet wordt uitgebreid toegelicht in bijlage 17 van dit rapport.

Projectgerelateerd

Tabel 4-5: Areaalverdeling berekend percentage doelrealisatie in Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, voor huidige situatie met huidig klimaat en huidige situatie met HD₂₀₅₀

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Geen fit	Autonoom - Huidig					Autonoom - HD2050				
			<20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%	<20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%
De Peel	6888	392	292	338	440	783	4643	2176	1050	729	199	2343
Maasduinen	2252	961	239	0	119	67	866	199	52	230	198	612
Meinweg, Roer en Swalmdal	1766	155	202	268	53	0	1088	473	151	20	22	945
Zuid-Limburg	650	347	25	0	15	0	263	50	0	10	0	243
TOTAAL LIMBURG	11556	1855	758	606	627	850	6860	2898	1253	989	419	4143

Voor de huidige situatie geven beide methodes een redelijk vergelijkbaar beeld van de doelrealisatie. Volgens de OGOR-duurlijnenaanpak heeft ongeveer 70% van het areaal natte natuur in de huidige situatie volledige doelrealisatie, terwijl dit volgens Waterwijzer Natuur ongeveer 65% is (deel van het areaal zonder doelgat GVG en GLG). De effecten van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ werken in de aanpak met de OGOR-duurlijnen echter wezenlijk anders door; deze zijn veel forser dan bij de Waterwijzer Natuur. Dit komt omdat de methodes ook flink verschillend zijn, onder meer omdat:

- De selectie van gebieden verschillend is. De analyse met de Waterwijzer Natuur heeft alleen betrekking op de aangewezen grondwaterafhankelijke habitattypen in de Natura2000-gebieden, terwijl de OGOR-aanpak is toegepast voor het volledige areaal grondwaterafhankelijke natuur binnen de Natura2000-gebieden en de Natte Natuurparels.
- De rekenmethode verschillend is. In de Waterwijzer Natuur worden de doelrealisatie en doelgaten bepaald op basis van de GLG en GVG (zie toelichtend kader in paragraaf 2.3.1). In de OGOR-aanpak wordt het percentage doelrealisatie bepaald op basis van zogenoemde grondwaterduurlijnen ter plaatse van de OGOR-peilbuizen (zie toelichting in bijlage 17).

De analyse op basis van de OGOR-duurlijnen (Tabel 4-5) laat zien dat klimaatscenario HD₂₀₅₀ ten opzichte van huidig klimaat voor een aanzienlijke verslechtering zorgt van de doelrealisatie natuur. Gemiddeld over de gehele provincie neemt het areaal met volledige doelrealisatie af van ongeveer 70% bij huidig klimaat tot ruim 40% bij klimaatscenario HD₂₀₅₀. De arealen met geringe en gedeeltelijke doelrealisatie nemen juist toe. De sterkste verschuivingen worden berekend in deelgebied De Peel. Hier halveert het areaal met volledige doelrealisatie (bij benadering) en neemt het areaal met geringe doelrealisatie (<20%) met ongeveer een factor 8 toe. In de deelgebieden Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal zijn de verschuivingen minder, maar nog steeds substantieel. In het deelgebied Zuid-Limburg zijn de verschuivingen marginaal.

4.3.4 Doelrealisatie landbouw

De effecten van klimaatscenario HD₂₀₅₀ op de droogteschade en natschade voor de landbouw zijn weergegeven in Tabel 4-6 en Tabel 4-7. Beide tabellen geven de areaalverdeling weer van de berekende droogteschade en natschade weer, voor de huidige situatie met huidig klimaat (links) en met HD₂₀₅₀ (rechts).

Tabel 4-6: Areaalverdeling berekende droogteschade landbouw, voor huidige situatie met huidig klimaat (links) en huidige situatie met HD₂₀₅₀ (rechts)

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Autonoom - HD2050					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	38354	15095	4588	1805	1	0	36584	16431	5005	1822	1	0
Maasduinen	14943	6876	2794	3087	2101	86	0	6604	3042	3150	2065	83	0
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	11950	4334	1876	765	1	0	11712	4489	1949	774	1	0
Zuid-Limburg	36634	20592	15553	449	41	0	0	20740	15396	458	41	0	0
TOTAAL LIMBURG	130345	77771	37775	10000	4711	88	0	75640	39357	10562	4702	85	0

Tabel 4-7: Areaalverdeling berekende natschade landbouw, voor huidige situatie met huidig klimaat (links) en huidige situatie met HD₂₀₅₀ (rechts)

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Autonoom - HD2050					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	57415	916	516	749	137	110	58526	574	252	302	100	89
Maasduinen	14943	13171	638	264	518	162	191	13686	551	163	223	146	175
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	17032	871	259	403	172	188	17478	754	179	248	115	151
Zuid-Limburg	36634	34607	577	164	153	300	834	34450	596	176	168	329	916
TOTAAL LIMBURG	130345	122224	3002	1203	1822	771	1323	124140	2475	770	940	690	1330

Klimaatsscenario HD₂₀₅₀ zorgt ten opzichte van huidig klimaat voor iets meer droogteschade en iets minder natschade. Over de gehele provincie bezien neemt het areaal met geringe droogteschade (< 10%) met enkele procenten af, terwijl de arealen met grotere droogteschades met enkele procenten toenemen. De natschade (Tabel 4-7) laat een omgekeerd beeld zien. Het areaal met beperkte natschade (<10%) neemt met enkele procenten toe, terwijl de arealen met grotere natschade (>10%) met enkele procenten afnemen.

4.3.5 Droogval van natuurbeken

Tabel 4-8 geeft een overzicht van de totale lengte aan droogvallende natuurbeken, voor de verschillende LPLG-deelgebieden en de totale provincie Limburg, voor de huidige situatie met huidig klimaat en de huidige situatie met HD₂₀₅₀. Voor huidig klimaat is onderscheid gemaakt naar de droogval in een (langjarig) gemiddelde zomerperiode en in het extreem droge jaar 2018. Voor HD₂₀₅₀ is alleen de droogval in de langjarig gemiddelde situatie weergegeven.

Tabel 4-8: Berekende lengte droogvallende natuurbeken per deelgebied. Huidige situatie met huidig klimaat (langjarig gemiddelde en extreem droog jaar 2018) en huidige situatie met klimaatsscenario HD₂₀₅₀

Naam stroomgebied	Totale lengte natuurbeken (km)	Huidige situatie, huidig klimaat		Huidige situatie, HD ₂₀₅₀
		Langjarig gemiddeld	Droog jaar 2018	Langjarig gemiddeld
De Peel	273	19	29	24
Maasduinen	99	29	34	31
Meinweg, Roer en Swalmdal	200	73	87	80
Zuid-Limburg	530	177	170	168
Totale provincie Limburg	1102	298	320	303

In de huidige situatie heeft ongeveer 27% van de totale lengte van de natuurbeken risico op droogval. In de deelgebieden Maasduinen, Meinweg, Roer en Swalmdal en Zuid-Limburg is dit percentage wat hoger (ruim 30%) en in het deelgebied De Peel juist veel lager (minder dan 10%). Dit heeft te maken met de mogelijkheid tot wateraanvoer vanuit het kanalenstelsel in het Peelgebied.

Door klimaatsscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van de totale lengte natuurbeken met risico op droogval toe tot 27,5%. In paragraaf 9.4.2 wordt een aantal mogelijke redenen genoemd voor dit beperkte effect.

4.3.6 Effecten bebouwd gebied

Tabel 4-9 geeft een overzicht van het risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied in de huidige situatie met huidig klimaat en de verandering hierin als gevolg van klimaatverandering conform KNMI

2023 scenario HD₂₀₅₀. Uitgangspunt voor de analyse is dat er risico's op grondwateroverlast in bebouwd gebied optreden bij een GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld⁵. In de tabel zijn per deelgebied en per situatie de arealen bebouwd gebied weergegeven met een (berekende) GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld.

Tabel 4-9: Overzicht areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast (GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld). Huidige situatie met huidig klimaat en huidige situatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀

Naam stroomgebied	Totale oppervlakte bebouwd gebied (ha)	Oppervlakte bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast (ha):	
		Huidige situatie, huidig klimaat	Huidige situatie met HD ₂₀₅₀
De Peel	6779	61	48
Maasduinen	4187	113	97
Meinweg, Roer en Swalmdal	4648	42	28
Zuid-Limburg	18177	660	570
Totale provincie Limburg	33790	876	744

Volgens het toegepaste criterium (berekende GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld) is in de huidige situatie over ongeveer 2,6% van het areaal bebouwd gebied sprake van risico op grondwateroverlast. Zowel in absolute als in relatieve zin ligt het grootste deel van dit areaal in het deelgebied Zuid-Limburg.

Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor afname van het areaal met risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied, van ongeveer 2,6% bij huidig klimaat naar ongeveer 2,2% bij klimaatscenario HD₂₀₅₀. Dit effect is in overeenstemming met de berekende effecten op de GHG (zie Figuur 4-1). Het klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt over het grootste deel van Limburg voor dalingen van de GHG; alleen in het noordelijk deel van het Maasduinengebied, de omgeving Venray en de omgeving van Weert treden stijgingen van de GHG op.

4.3.7 Effecten drink- en industriewaterwinningen

Tabel 4-10 geeft voor alle freatische grondwaterwinningen voor drinkwatervoorziening het berekende effect op de stijghoogte weer van klimaatscenario HD₂₀₅₀ ten opzichte van het huidige klimaat. Specifiek voor de freatische winningen uit het kalksteen is op kwalitatieve wijze het risico op droogval beoordeeld.

Tabel 4-10: Berekende veranderingen stijghoogten en beoordeling risico droogval putfilters voor alle (vergunde) freatische grondwaterwinningen in Limburg (drink- en industriewater). Effecten huidige situatie HD₂₀₅₀ ten opzichte van Huidig Klimaat

Naam grondwaterwinning	Type winning	Berekend effect stijghoogte (in cm, HD ₂₀₅₀ t.o.v. HK)	Effect op risico droogval (kwalitatieve inschatting)
Waterbedrijf Heel	oeverwinning, grindpakket	-4	geen
PS Beegden	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	-22	geen
PS Roosteren	oeverwinning, grindpakket	-4	geen
PS Waterval	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	-24	gering
PS IJzeren Kuilen	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	-38	matig
PS De Tombe	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	-53	matig
PS Heer-Vroendaal	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	-48	matig
PS Roodborn	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	-37	matig
PS Craubeek	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	-104	matig
PS Plasmolen	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	-28	geen
PS Bergen	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	-11	geen

Voor alle freatische grondwaterwinningen zorgt het klimaatscenario HD₂₀₅₀ voor een structurele verlaging van de stijghoogte in het freatische watervoerende pakket waaruit gewonnen wordt. Voor de freatische

⁵ Dit is een algemeen gebruikte droogleggingsnorm voor bebouwd gebied. Eerder toegepast in LIWA maar ook in tal van andere waterhuishoudkundige effectstudies. De norm is gebaseerd op de ervaringskennis dat er geen grondwateroverlast optreedt als de GHG minimaal 30 cm onder de onderkant van de kruipruimte blijft. De GHG moet dan minimaal 100 cm onder het bouwpeil van de woningen liggen en 70 cm onder het wegniveau.

winningen uit het grindpakket zorgt dit niet voor risico's op droogval van de putfilters. Voor de freatische winningen uit het kalksteenpakket zijn, afhankelijk van de inrichting van de putten, de lokale situatie en de berekende verlaging, geringe tot matige risico's op droogval van putfilters te verwachten.

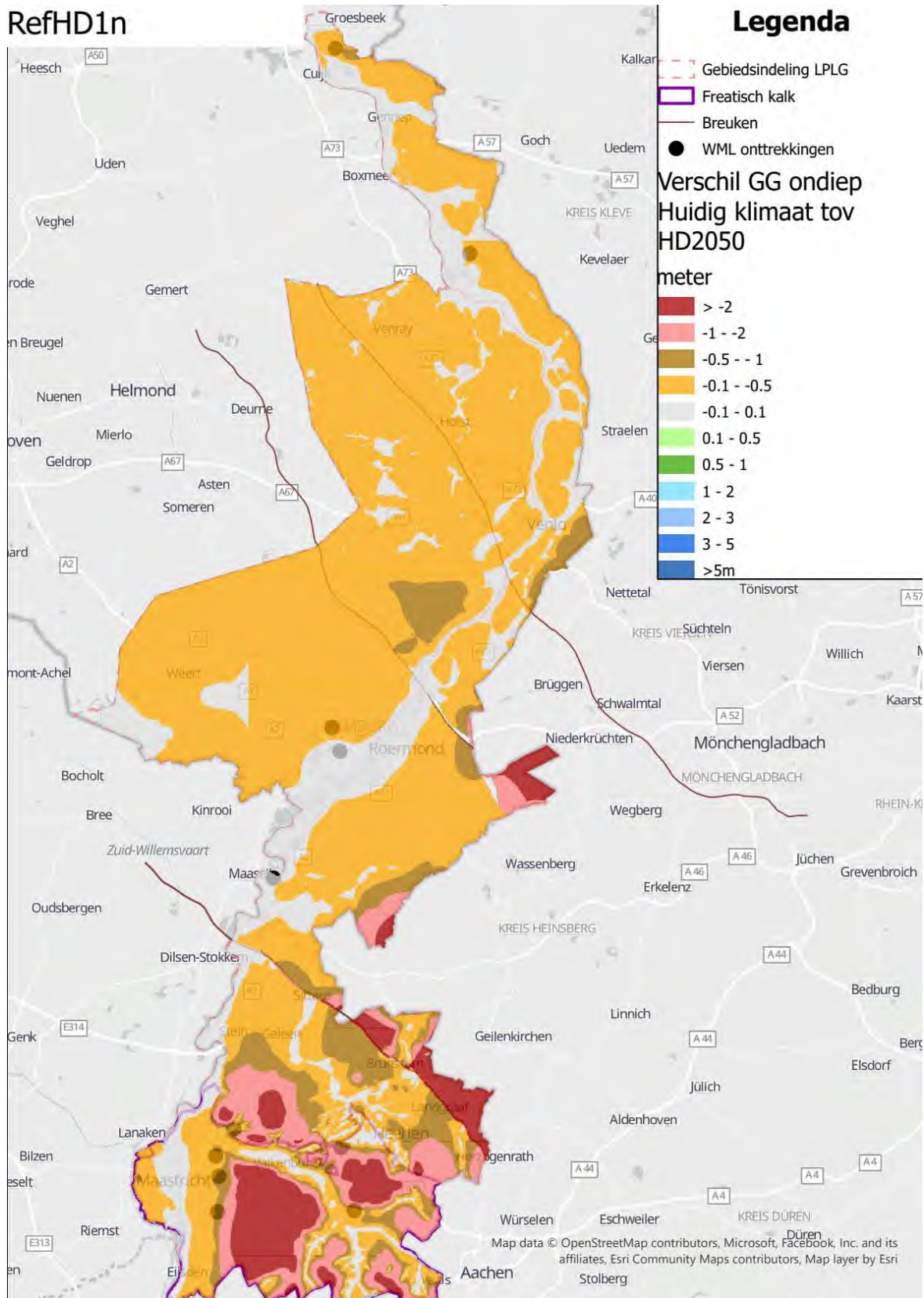
4.3.8 Effecten stijghoogten in grondwaterlichamen

Figuur 4-2 en Figuur 4-3 geven de berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen weer, in de huidige situatie, als gevolg van klimaatscenario HD₂₀₅₀ ten opzichte van Huidig Klimaat.

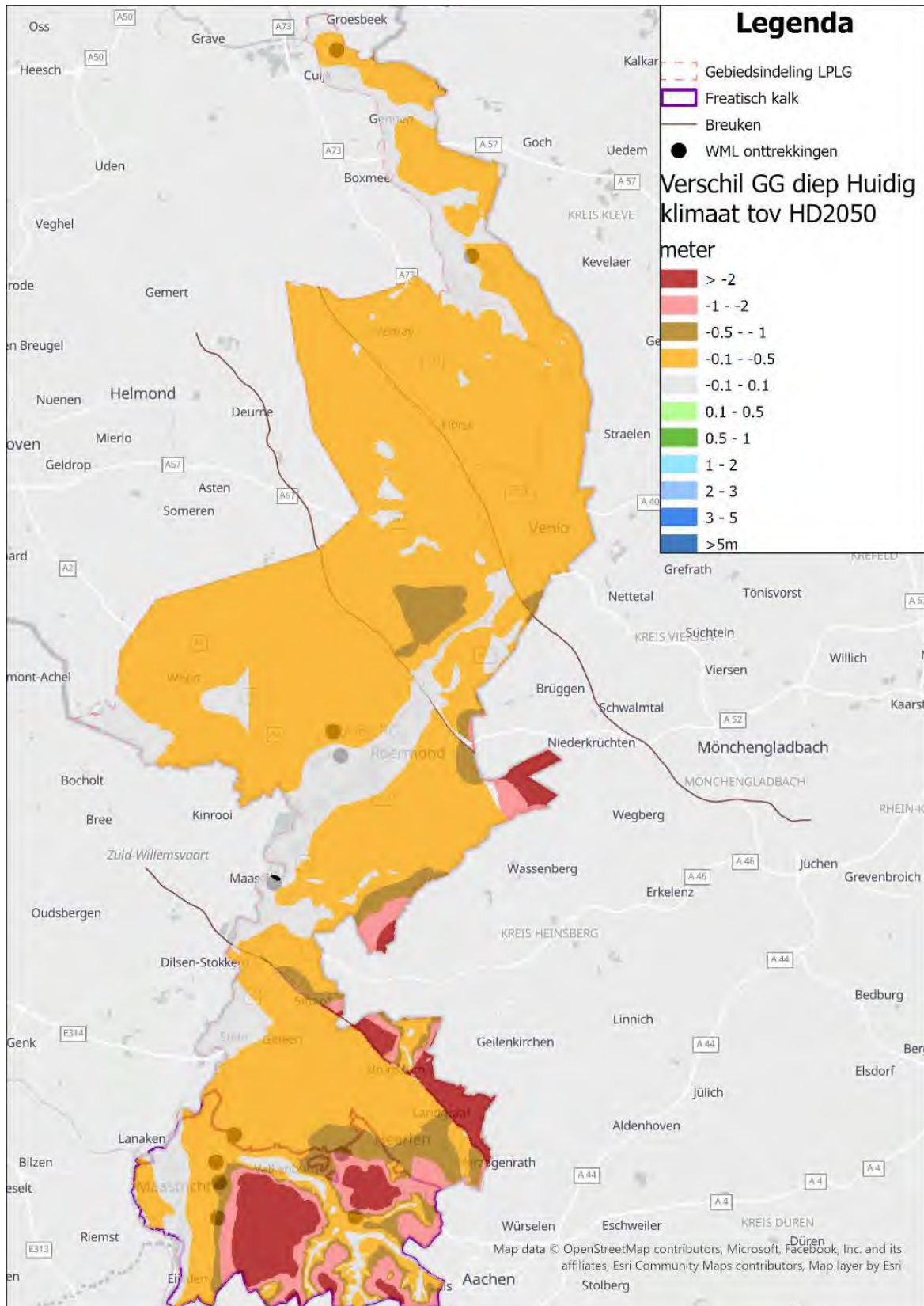
Figuur 4-2 geeft de berekende effecten weer voor de ondiepe grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in grondwaterlichaam Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloölietformatie in de Roerdalslenk en het ondiepe watervoerende pakket in de Venloschol).

Figuur 4-3 geeft de berekende effecten weer voor de diepere grondwaterlichamen (kalksteenpakket in Krijt-Maas, het onderste deel van de Kiezeloölietformatie in de Roerdalslenk en het diepe watervoerende pakket in de Venloschol). De kaarten zijn in groter formaat opgenomen in bijlage 3 van dit rapport.

Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor alle onderscheiden grondwaterlichamen voor structurele stijghoogteverlagingen van enkele decimeters tot lokaal meer dan 1 meter. Voor de ondiepe watervoerende pakketten in de grondwaterlichamen heeft dit naar verwachting geen gevolgen. Voor de diepere watervoerende pakketten, zowel het kalksteenpakket in het grondwaterlichaam Krijt-Maas als de diepere watervoerende pakketten in de Roerdalslenk en de Venloschol geldt dat de huidige grondwaterwinningen reeds zorgen voor structureel sterk verlaagde stijghoogten (ten opzichte van het natuurlijke systeem). De extra verlagingen als gevolg van klimaatscenario HD₂₀₅₀ zijn in dit licht gezien als negatief te beoordelen.



Figuur 4-2: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Huidige situatie met HD₂₀₅₀ ten opzichte van Huidig Klimaat. Berekende effecten in ondiepe pakketten grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloëlietformatie in Roerdalslenk en ondiep watervoerend pakket Venloschol)



Figuur 4-3: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Huidige situatie met HD₂₀₅₀ ten opzichte van Huidig Klimaat. Berekende effecten in diepe pakketten grondwaterlichamen (Kalksteenpakket in Krijt-Maas, onderste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en diep watervoerend pakket Venloschol)

5 Pijler 1: Water lokaal vasthouden

5.1 Algemeen

Binnen de pijler 1, water lokaal vasthouden zijn maatregelen geanalyseerd waarmee het water zoveel mogelijk lokaal wordt vastgehouden of vertraagd wordt afgevoerd. Als er in de natte periode voldoende water opgeslagen kan worden in de ondergrond, zal in de droge periode nog voldoende water aanwezig zijn voor natuur en landbouw (als het water niet te snel wordt afgevoerd). Om dit te kunnen realiseren zijn er diverse maatregelen denkbaar om water minder snel af te voeren (bijvoorbeeld waterlopen dempen of bodemverhoging), maatregelen waarmee meer neerslagwater in het grondwater wordt geborgen (bijvoorbeeld afkoppelen en infiltreren van hemelwaterafvoer) of maatregelen waarmee water tijdelijk wordt geborgen (bijvoorbeeld klimaatbuffers, stuwmuren of compartimenten binnen natuurgebieden). Tabel 3-1 geeft een overzicht van de verschillende geïnventariseerde bouwstenen binnen pijler 1.

Paragraaf 5.2 geeft een overzicht en beschrijving van de onderzochte maatregelpakketten voor pijler 1. Paragraaf 5.3 geeft voor alle onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 1 een samenvattend overzicht van de effecten op de waterbeschikbaarheid. In paragraaf 5.4 volgt een uitgebreide beschrijving van de berekende effecten als gevolg van deze maatregelpakketten.

5.2 Geïnterpreteerde en onderzochte maatregelen

Op basis van de -als effectief beoordeelde- bouwstenen van pijler 1 (zie blauw gemarkeerde bouwstenen in Tabel 3-1) zijn de volgende 5 maatregelpakketten gedefinieerd en geanalyseerd:

- 1.1 Drainagebasis verhogen in natte natuur (Natura2000 en Natte Natuurparels);
- 1.2 Drainagebasis verhogen in landbouwgebied;
- 1.3 Drainagebasis verhogen in landbouwgebied met tijdelijke peilverlaging in voorjaar;
- 1.4 Afkoppelen en infiltreren hemelwaterafvoer stedelijk gebied;
- 1.5 Drainagebasis verhogen en afkoppelen en infiltreren stedelijk gebied.

Hieronder volgt een nadere toelichting op deze maatregelpakketten. Kaarten met overzichten van de maatregelen per maatregelpakket zijn opgenomen in paragraaf 5.4 en in bijlage 4 (kaarten Mk1.1, Mk1.2, Mk1.3, Mk1.4 en Mk1.5).

Maatregelpakket 1.1: Drainagebasis verhogen in en rondom natte natuur (Natura2000 en Natte Natuurparels)

De focus van dit maatregelpakket ligt op de natte natuur (de natte natuurparels en Natura 2000-gebieden). In de hydrologische bufferzones (1500 meter) rondom de Mariapeel en Groote Peel wordt een zogenoemde lagg-zone ingericht, zowel aan de Limburgse als aan de Brabantse zijde van deze Peelgebieden. Dit betekent dat in de bufferzones rond de Mariapeel en de Groote Peel de drainagebasis van alle watergangen (primair, secundair en tertiair) wordt verhoogd naar 50 cm boven maaiveld. In de bufferzones (500m) rondom de overige natuurgebieden wordt de drainagebasis verhoogd tot aan maaiveld (zie Figuur 5-1).

In dit maatregelpakket zijn de bouwstenen B1.2, B1.3, B1.4 en B1.10 uit Tabel 3-1 opgenomen.

Maatregelpakket 1.2: Drainagebasis gebiedsdekkend verhogen in landbouw en natuur

De focus van dit maatregelpakket ligt op het gehele watersysteem, waarbij geen rekening wordt gehouden met de wens om landbouwpercelen (tijdelijk) te draineren zodat de agrariërs het land op kunnen. In dit pakket ligt de drainagebasis van het primaire, secundaire en tertiaire oppervlaktewater op maaiveld voor heel Limburg (zie Figuur 5-3).

In dit maatregelpakket zijn de bouwstenen B1.2, B1.3 en B1.4 uit Tabel 3-1 opgenomen.

Maatregelpakket 1.3: Drainagebasis gebiedsdekkend verhogen in landbouw en natuur, tijdelijke peilverlaging in landbouwgebied in het voorjaar

De focus van dit maatregelpakket ligt op het gehele watersysteem, waarbij wel rekening wordt gehouden met de wens om landbouwpercelen (tijdelijke) te draineren zodat de agrariërs het land op kunnen. De drainagebasis van het primaire, secundaire en tertiaire oppervlaktewater ligt gedurende het gehele jaar op maaiveld, behalve wanneer agrariërs het land opgaan (maart, april, september, oktober, november), dan wordt deze tijdelijk verlaagd naar 50 cm onder maaiveld (zie Figuur 5-5).

In dit maatregelpakket zijn de bouwstenen B1.2, B1.3 en B1.4 uit Tabel 3-1 opgenomen.

Maatregelpakket 1.4: Afkoppelen en infiltreren hemelwaterafvoer stedelijk gebied

De focus van dit maatregelpakket ligt op het stedelijke gebied. Over 100% van het stedelijke gebied wordt alle verharding afgekoppeld en lokaal geïnfiltreerd in het grondwater (zie Figuur 5-8).

In dit maatregelpakket is bouwsteen B1.12 uit Tabel 3-1 opgenomen.

Maatregelpakket 1.5: Drainagebasis gebiedsdekkend verhogen in landbouw en natuur en afkoppelen en infiltreren stedelijk gebied

Dit maatregelpakket is een combinatie van maatregelpakketten 1.1, 1.2 en 1.4. Dit betekent dat jaarrond, voor het gehele landelijke gebied de drainagebasis verhoogd wordt tot aan maaiveld en in de lagg-zone rondom de Mariapeel en Groote Peel zelfs tot 50 cm boven maaiveld. Daarnaast wordt het volledige stedelijk gebied afgekoppeld en geïnfiltreerd (zie Figuur 5-10).

In dit maatregelpakket zijn de bouwstenen B1.2, B1.3, B1.4, B1.10 en B1.12 uit Tabel 3-1 opgenomen.

5.3 Overzicht effecten per maatregelpakket

Tabel 5-1 geeft een overzicht van de berekende effecten van alle 5 maatregelpakketten binnen pijler 1. Per maatregelpakket zijn de berekende effecten op het grondwaterregime en de doelrealisatie natuur en landbouw vertaald naar kwalitatieve scores, die zijn weergegeven als kleuren, variërend van donkerblauw (zeer positief) tot rood (zeer negatief), zie de legenda onderaan Tabel 5-1. In de toegekende scores is onderscheid gemaakt naar de 4 NPLG-deelgebieden. In bijlage 2 is een verklaring van de toegekende scores opgenomen. De effecten voor deelgebied Zuid-Limburg zijn ingeschat op basis van expert-judgement, niet op basis van modelberekeningen.

Projectgerelateerd

Tabel 5-1: Samenvattend overzicht berekende effecten maatregelpakketten binnen pijler 1, water lokaal vasthouden

Maatregelpakketten	Maatregelpakket 1.1: Drainagebasis verhogen natuur				Maatregelpakket 1.2: Drainagebasis verhogen landbouw				Maatregelpakket 1.3: Drainagebasis verhogen landbouw, peilverlaging voorjaar				Maatregelpakket 1.4: Afkoppelen stedelijk gebied				Maatregelpakket 1.5: Drainagebasis verhogen en afkoppelen stedelijk gebied			
Deelgebieden LPLG	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg
Grondwatereffecten huidig klimaat																				
Verandering GHG t.o.v. referentie																				
Verandering GVG t.o.v. referentie																				
Verandering GLG t.o.v. referentie																				
Grondwatereffecten HD₂₀₅₀																				
Verandering GHG t.o.v. referentie																				
Verandering GVG t.o.v. referentie																				
Verandering GLG t.o.v. referentie																				
Doelrealisatie natuur (huidig klimaat)																				
Verandering doelgat GVG																				
Verandering doelgat GLG																				
Doelrealisatie landbouw (huidig klimaat)																				
Verandering droogteschade																				
Verandering natschade																				

	zeer positief effect
	positief effect
	matig positief effect
	beperkt positief effect
	geen significant effect
	beperkt negatief effect
	matig negatief effect
	negatief effect
	zeer negatief effect

Samenvattend zorgen de onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 1, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
 - Het verhogen van de drainagebasis in natuur- en landbouwgebieden leidt tot zeer aanzienlijke grondwaterstandsverhogingen. De GHG kan in grote gebieden met meer dan één meter worden verhoogd. De GLG stijgt gemiddeld over de provincie met 30 à 40 cm. Lokaal rond de natuurgebieden zijn stijgingen van de GLG van 50 tot 75 cm haalbaar.
 - Afkoppelen en infiltreren van hemelwater in stedelijk gebied leidt lokaal tot forse verhogingen van de grondwaterstanden, van circa 20 tot 50 cm in de winter en het voorjaar (GHG en GVG) tot circa 10 tot 20 cm in de zomerperiode (GLG). Deze verhogingen in stedelijke gebieden werken enkel door in de directe omgeving en slechts in geringe mate in natuur- en landbouwgebieden die vaak op enige afstand liggen.
- Doelrealisatie natuur:
 - Het verhogen van de drainagebasis in natuurgebieden (en de bufferzones) en landbouwgebieden zorgt voor een aanzienlijke verbetering van de doelrealisatie natuur. Ondanks deze verbetering in doelrealisatie worden ook na maximale verhoging van de drainagebasis in delen van de Natura2000-gebieden grondwaterstanden berekend die nog niet optimaal zijn voor de aangewezen habitattypen. Dit geldt vooral voor de GLG.

- Het afkoppelen en infiltreren van hemelwater in stedelijk gebied heeft slechts geringe effecten voor de doelrealisatie natuur. Dit komt omdat de grondwatereffecten als gevolg van het afkoppelen vooral beperkt blijven tot de bebouwde gebieden zelf en relatief weinig uitstraling hebben naar de omgeving.
- De effecten voor de doelrealisatie natuur zijn alleen berekend met de Waterwijzer Natuur. Voor de samengestelde scenario's zijn de effecten op de doelrealisatie natuur ook berekend op basis van grondwaterduurlijnen ter plaatse van de peilbuizen van het provinciale OGOR-meetnet. Deze analyse levert aanzienlijk andere resultaten op dan de Waterwijzer Natuur.
- Doelrealisatie landbouw:
 - De onderzochte maximale verhoging van de drainagebasis zorgt in de landbouwgebieden voor een afname van de droogteschade van enkele procenten tot maximaal 10 à 20%. In het overgrote deel van het landbouwareaal neemt de natschade veel sterker toe; gemiddeld met 20 tot 50% en lokaal meer dan 50%. Voor het grootste deel van het bestaande landbouwareaal werkt de onderzochte maximale verhoging van de drainagebasis zeer negatief uit; de berekende afname van droogteschade staat niet in verhouding tot de toename van de natschade.
 - Het afkoppelen en infiltreren van hemelwater in stedelijk gebied heeft slechts geringe effecten voor de doelrealisatie landbouw. Dit komt omdat de grondwatereffecten als gevolg van het afkoppelen vooral beperkt blijven tot de bebouwde gebieden zelf en relatief weinig uitstraling hebben naar de omgeving.

Om de effectiviteit van de maatregelenpakketten te kunnen inschatten is ook inzicht in de kosten van de maatregelen nodig. De eenheidsprijzen van de geanalyseerde maatregelen zijn samengevat in Tabel 9-30 in paragraaf 9.5.1.

5.4 Effecten per maatregelpakket

5.4.1 Algemeen

Van alle maatregelpakketten binnen pijler 1 zijn met het regionale grondwatermodel IBRAHYMv2.1 de effecten berekend op de grondwaterstanden (GHG, GLG en GVG) in het huidige klimaat. Voor de meeste maatregelpakketten zijn eveneens de grondwatereffecten berekend voor het klimaatscenario HD₂₀₅₀ en zijn de effecten op de doelrealisatie natuur en landbouw berekend.

In bijlage 4 van deze rapportage zijn alle kaarten opgenomen met de rekenresultaten van de maatregelpakketten binnen pijler 1.

Tabel 5-2 geeft een overzicht van de uitgevoerde effectberekeningen voor de maatregelpakketten binnen pijler 1 en de bijbehorende kaarten in bijlage 4.

In bijlage 5 van deze rapportage zijn de resultaten van de berekende effecten op de doelrealisatie natuur en landbouw voor de verschillende maatregelpakketten binnen pijler 1 in tabelvorm weergegeven. In deze tabellen is onderscheid gemaakt naar de 4 LPLG-deelgebieden: De Peel, Maasduinen, Meinweg, Roer en Swalmdal en Zuid-Limburg.

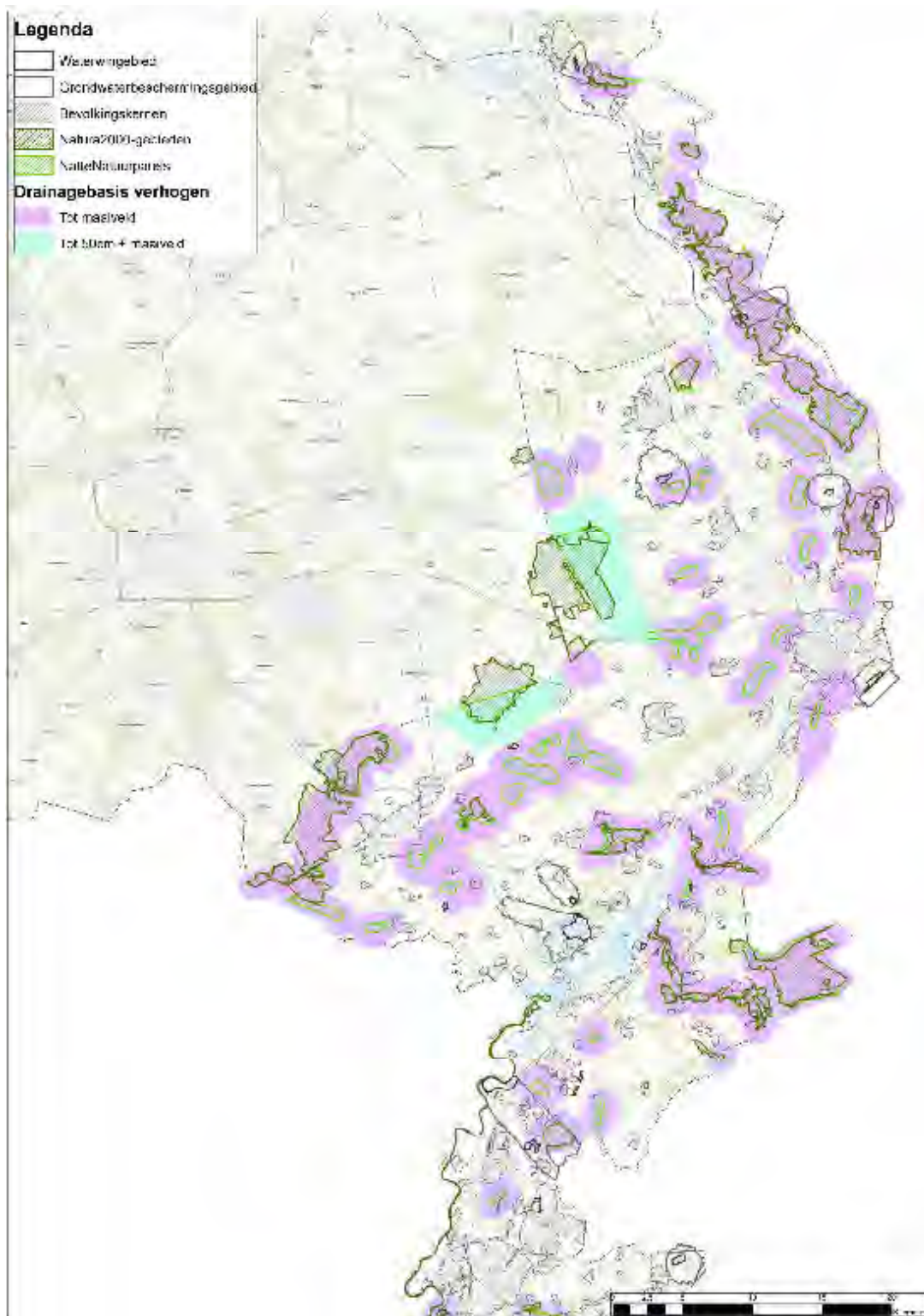
In de beschrijving van de effecten van maatregelpakketten 1.1 tot en met 1.5 in de onderstaande paragrafen is een deel van de resultaatkaarten en -tabellen uit bijlagen 4 en 5 ter illustratie opgenomen.

Tabel 5-2: Overzicht effectberekeningen en resultaatkaarten in bijlage 5 voor maatregelpakketten pijler 1, water lokaal vasthouden

	1.1 Drainage-basis verhogen natuur	1.2 Drainage-basis verhogen landbouw	1.3 Drainage-basis verhogen landbouw, peilverlaging voorjaar	1.4 Afkoppelen stedelijk gebied	1.5 Drainage-basis verhogen en afkoppelen stedelijk gebied
Overzichtskaarten maatregelen	Mk1.1	Mk1.2	Mk1.3	Mk1.4	Mk1.5
Grondwatereffecten huidig klimaat					
GHG t.o.v. maaiveld	1.1a	1.2a	1.3a	1.4a	1.5a
GLG t.o.v. maaiveld	1.1b	1.2b	1.3b	1.4b	1.5b
GVG t.o.v. maaiveld	1.1c	1.2c	1.3c	1.4c	1.5c
Verandering GHG t.o.v. referentie	1.1d	1.2d	1.3d	1.4d	1.5d
Verandering GLG t.o.v. referentie	1.1e	1.2e	1.3e	1.4e	1.5e
Verandering GVG t.o.v. referentie	1.1f	1.2f	1.3f	1.4f	1.5f
Grondwatereffecten HD₂₀₅₀					
GHG t.o.v. maaiveld	1.1g	1.2g	1.3g	1.4g	-
GLG t.o.v. maaiveld	1.1h	1.2h	1.3h	1.4h	-
GVG t.o.v. maaiveld	1.1i	1.2i	1.3i	1.4i	-
Verandering GHG t.o.v. referentie	1.1j	1.2j	1.3j	1.4j	-
Verandering GLG t.o.v. referentie	1.1k	1.2k	1.3k	1.4k	-
Verandering GVG t.o.v. referentie	1.1l	1.2l	1.3l	1.4l	-
Doelrealisatie natuur (HK)					
Doelgat GVG	1.1m	1.2m	1.3m	1.4m	1.5m
Doelgat GLG	1.1n	1.2n	1.3n	1.4n	1.5n
Doelrealisatie landbouw (HK)					
Droogteschade (%)	1.1o	1.2o	1.3o	1.4o	1.5o
Natschade (%)	1.1p	1.2p	1.3p	1.4p	1.5p

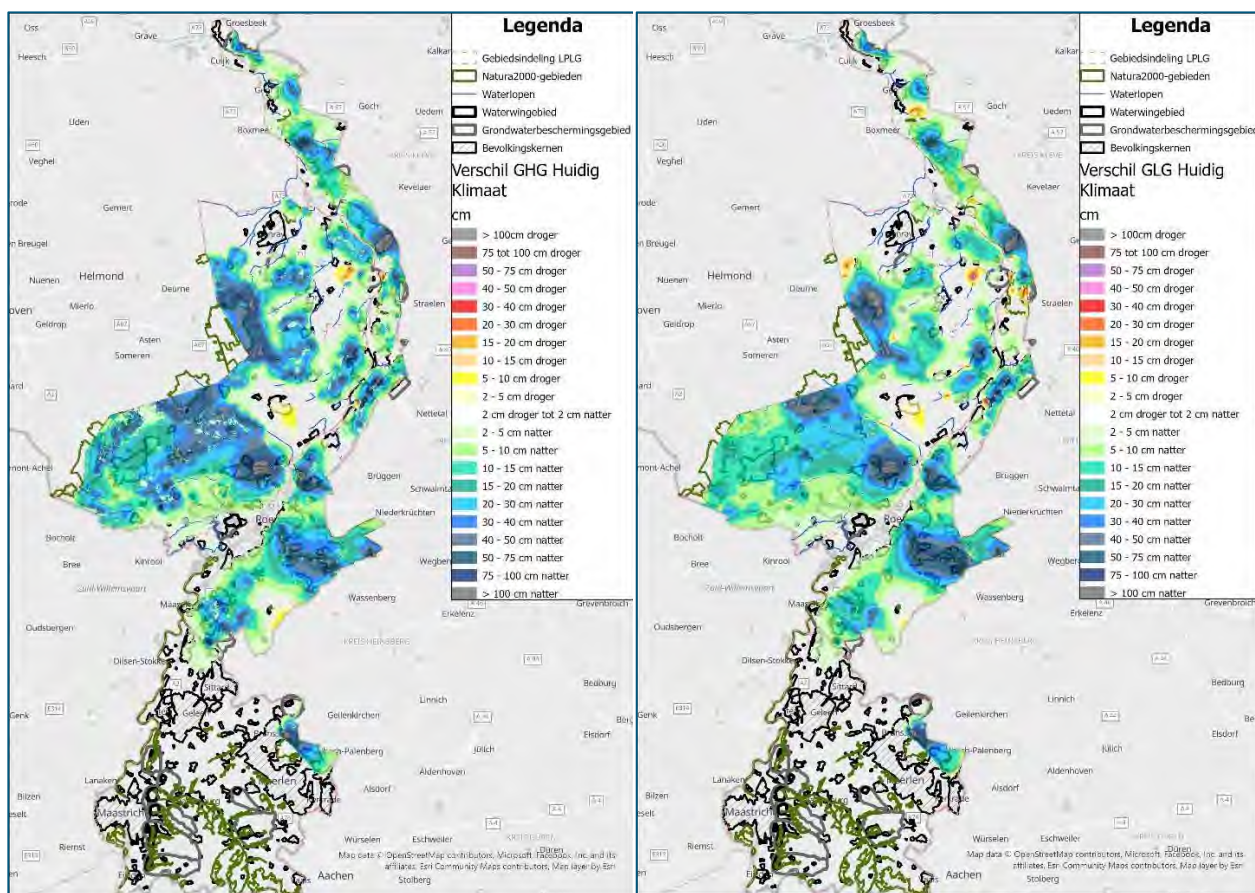
5.4.2 Maatregelpakket 1.1: Drainagebasis verhogen in natte natuur (Natura2000 en Natte Natuurparels)

De maatregelen binnen maatregelpakket 1.1 zijn weergegeven in Figuur 5-1.



Figuur 5-1: Overzicht maatregelen maatregelpakket 1.1: Drainagebasis verhogen in natte natuur (Natura2000 en Natte Natuurparels) en hydrologische bufferzones

Verhoging van de drainagebasis rondom de natuurgebieden leidt tot verhoging van de grondwaterstanden van ongeveer 40 cm rondom de natuurgebieden. Dit geldt voor zowel voor de GHG- als GLG-situatie, zie Figuur 5-2. Lokaal rond de Mariapeel en Groote Peel wordt circa 50 tot 75 cm vernatting berekend.



Figuur 5-2: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 1.1 (huidig klimaat)

De berekende vernatting na het verhogen van de drainagebasis rondom de natuurgebieden leidt tot verbetering van de doelrealisatie natuur. Dit is te zien in een afname van het doelgat GLG en GVG in de natuurgebieden, zie Tabel 5-3 en Tabel 5-4. Deze tabellen geven de veranderingen in de areaalverdeling weer voor het doelgat GLG en GVG, voor het gebied ten noorden van de Feldbissbreuk. De arealen in deze tabellen (en vergelijkbare tabellen verderop in dit rapport) hebben betrekking op de totale oppervlakte grondwaterafhankelijke habitattypen binnen de Natura2000-gebieden. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 1050 ha na maatregelpakket 1.1. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is neemt af van circa 1270 ha in de huidige situatie tot circa 920 ha na maatregelpakket 1.1. Ondanks dat het totale areaal met een doelgat GLG of GVG afneemt en er ook een duidelijke verschuiving is van areaal met een groot doelgat (>50 cm) naar een kleiner doelgat (0-50 cm), blijft er ook na maatregelpakket 1.1 een flink areaal bestaan met een doelgat GLG of GVG.

De hoogste afnames van het doelgat GLG worden berekend in de Mariapeel (50-100 cm), Groote Peel (tot circa 140 cm), Meinweg (10-25 cm) en Maasduinen (10-20 cm). In Weerterbos en Boschhuizerbergen neemt het doelgat GLG lokaal tot 10 cm af. Na de vernattingsmaatregelen blijft er een doelgat GLG voor te droge omstandigheden over in het Sarsven (25-50 cm), in Weerterbos (25-50 cm) en het zuiden van de Mariapeel (50-100 cm). In het noorden van de Mariapeel en grote delen in de Groote Peel leiden de maatregelen mogelijk zelfs tot te natte omstandigheden in het winterhalfjaar; voor de GVG wordt hier een positief doelgat berekend van circa 25 tot 50 cm. In praktijk kunnen deze te natte omstandigheden worden

Projectgerelateerd

voorkomen door het handhaven van maximale overloop-peilen in de compartimenten in genoemde natuurgebieden.

Tabel 5-3: Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 1.1

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 1.1 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	0	0	0	116	7	15	999	0	0	0	265	23	115	735
Maasduinen	738	0	0	0	585	0	4	148	0	0	0	588	0	13	136
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	0	0	0	374	9	31	40	0	0	0	423	2	6	22
Zuid-Limburg	27	0	0	0	24	0	0	3	0	0	0	25	0	1	1
TOTAAL LIMBURG	2356	0	0	0	1099	16	50	1190	0	0	0	1301	26	134	894

Tabel 5-4: Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 1.1

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 1.1 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	1	10	12	147	69	312	586	17	179	58	220	86	404	174
Maasduinen	738	2	3	3	502	2	20	206	3	12	3	502	5	34	179
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	2	5	5	375	12	23	32	5	16	18	377	4	9	24
Zuid-Limburg	27	0	0	0	21	1	1	5	0	1	0	22	0	0	3
TOTAAL LIMBURG	2356	4	18	20	1046	84	355	828	25	207	79	1121	96	447	380

Tabel 5-5 en 5-6 geven de veranderingen in berekende droogteschade en natschade voor de landbouw weer, in de vorm van veranderingen in de areaalverdeling met verschillende schadeklassen. De arealen in deze tabellen (en vergelijkbare tabellen verderop in dit rapport) hebben betrekking op de totale oppervlakte landbouwgebied.

De verhoging van de drainagebasis rondom de natuurgebieden leidt tot een verlaging van de droogteschade voor de landbouw rondom de natuurgebieden, zie Tabel 5-5. Rondom de Groote Peel, Mariapeel, Sarsven en De Banen, Leudal, Maasduinen en Meinweg worden afnames van de droogteschade van circa 5 tot 10% (procentpunten⁶) berekend. Enkele locaties laten zelfs afnames van 15% zien, bijvoorbeeld aan de zuidkant van de Mariapeel. De natschade neemt sterk toe, waar eerst nauwelijks natschade (<5%) werd berekend rondom de natuurgebieden, loopt het percentage natschade rondom het Weerterbos, Groote Peel, Mariapeel en Sarsven en De Banen op tot 90%, zie Tabel 5-6.

Tabel 5-5: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 1.1

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 1.1 - Huidig						
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	
De Peel	59843	38354	15095	4588	1805	1	0		38148	11538	3544	1731	1	0	
Maasduinen	14943	6876	2794	3087	2101	86	0		7600	2656	3364	2152	87	0	
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	11950	4334	1876	765	1	0		12195	4312	1645	759	0	0	
Zuid-Limburg	36634	20592	15553	449	41	0	0		2168	1609	62	13	0	0	
TOTAAL LIMBURG	130345	77771	37775	10000	4711	88	0		60110	20114	8615	4655	88	0	

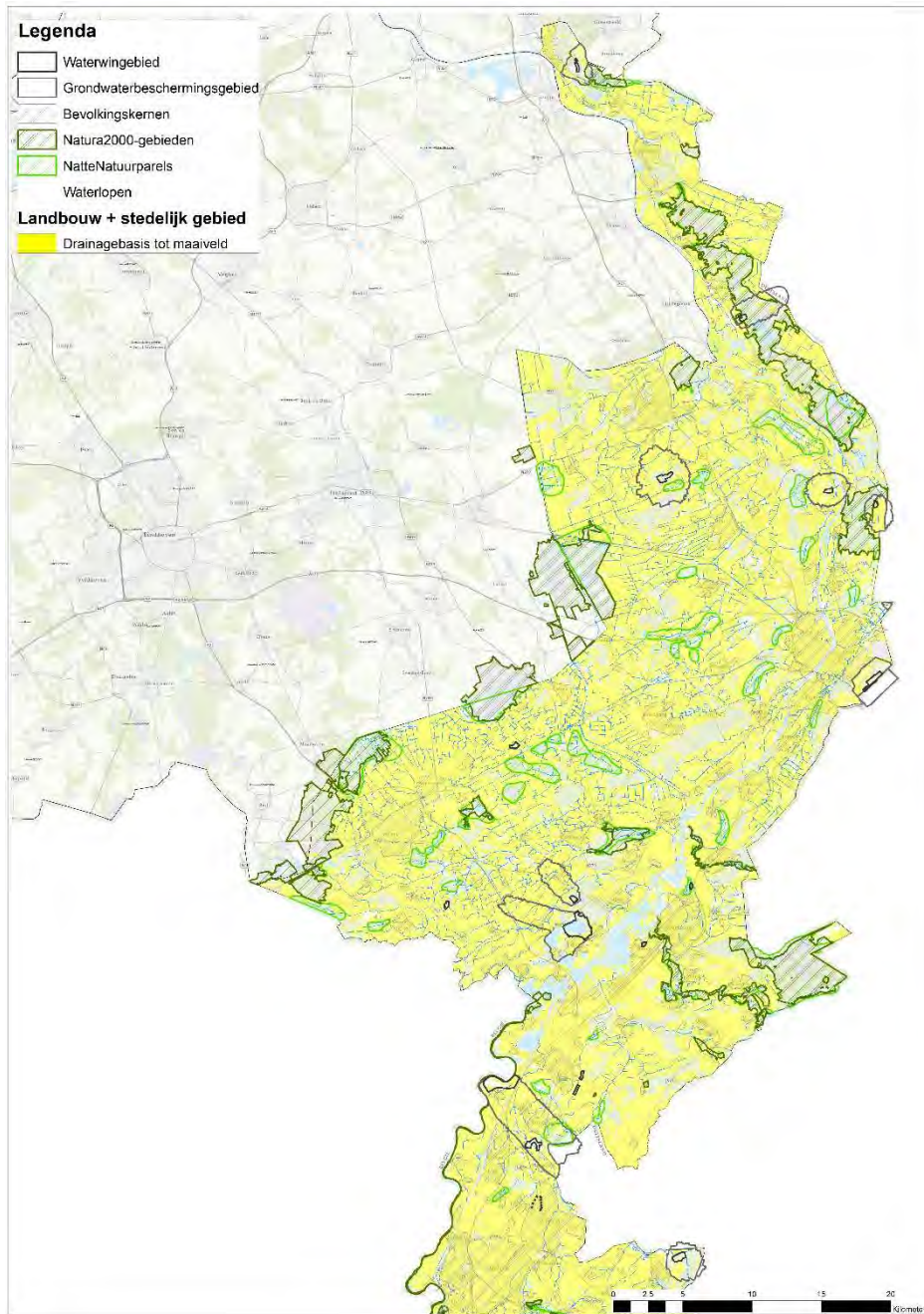
Tabel 5-6: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 1.1

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 1.1 - Huidig						
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	
De Peel	59843	57415	916	516	749	137	110		47107	1456	1513	3630	686	571	
Maasduinen	14943	13171	638	264	518	162	191		13514	708	374	807	200	256	
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	17032	871	259	403	172	188		16298	895	356	673	343	347	
Zuid-Limburg	36634	34607	577	164	153	300	834		3745	29	13	24	16	24	
TOTAAL LIMBURG	130345	122224	3002	1203	1822	771	1323		80662	3088	2256	5133	1245	1198	

⁶ Overall in dit rapport waar gesproken wordt over toe- of afnames van droogteschade of natschade met x% wordt bedoeld x procentpunten

5.4.3 Maatregelpakket 1.2: Drainagebasis verhogen in landbouwgebied

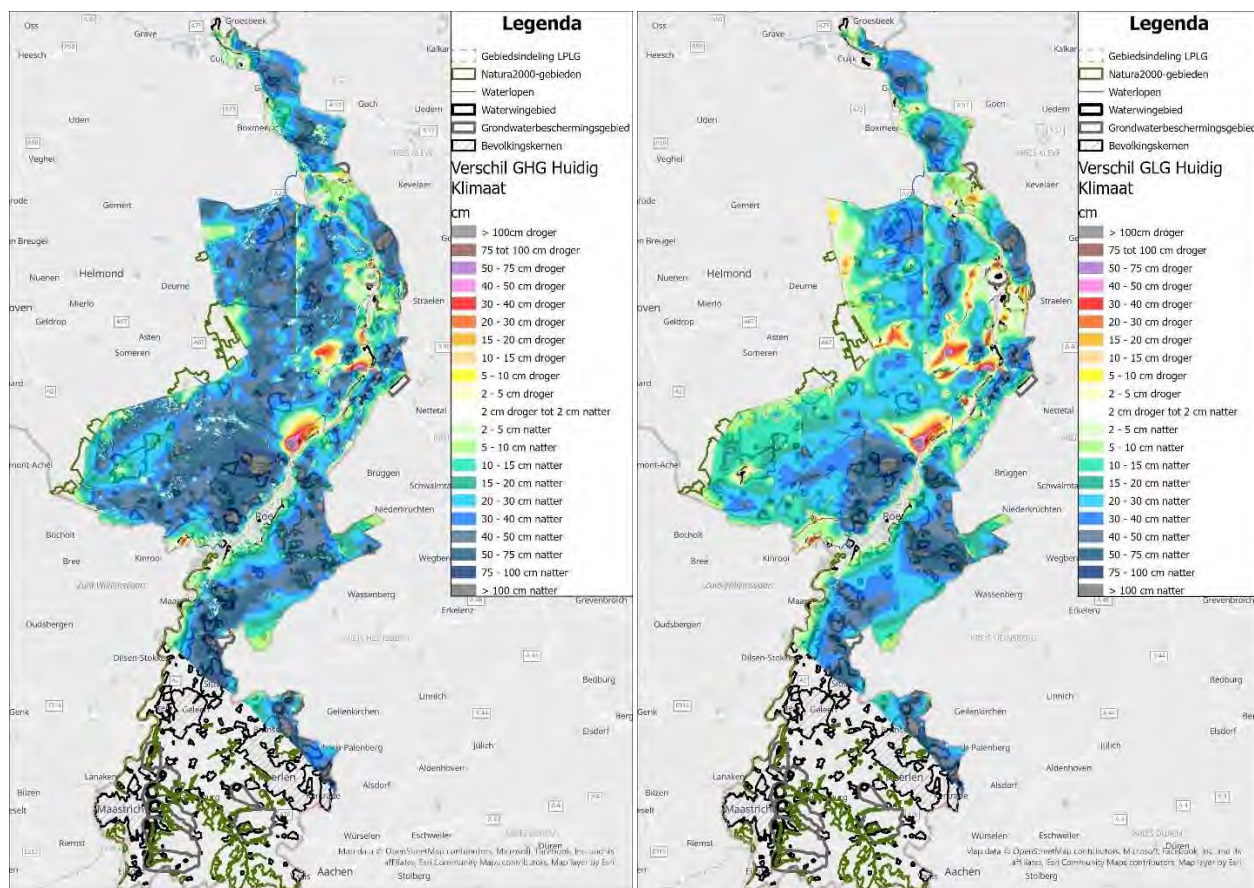
De maatregelen binnen maatregelpakket 1.2 zijn weergegeven in Figuur 5-3.



Figuur 5-3: Overzicht maatregelen maatregelpakket 1.2: Drainagebasis verhogen in landbouwgebied

Het verhogen van de volledige drainagebasis in heel Limburg tot aan het maaiveld leidt tot verhoging van de grondwaterstanden met 40 tot 100 cm in de GHG-situatie en 15 tot 50 cm in de GLG-situatie, zie Figuur 5-4. Met name rond het Leudal en de Roer wordt de sterkste vernatting berekend. Rond de Maas wordt als gevolg van maatregelpakket 1.2 weinig vernatting berekend. In een aantal gebieden worden ook verlagingen van de GLG en GHG berekend. Dit zijn gebieden waar in de huidige situatie jaarrond veel infiltratie van aangevoerd oppervlaktewater naar het grondwater plaatsvindt. In het maatregelenpakket zijn

de beken uit de modelschematisatie verwijderd. Daardoor verdwijnt de mogelijkheid voor infiltratie en worden op plaatsen waar deze infiltratie in de huidige situatie op grote schaal optreedt, netto verlagingen berekend van de GHG en GLG.



Figuur 5-4: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 1.2 (huidig klimaat)

De veranderingen in het doelgat GLG en GVG zijn weergegeven in Tabellen 5-7 en 5-8. Deze tabellen geven de veranderingen in de areaalverdeling weer voor het doelgat GLG en GVG, voor het gebied ten noorden van de Feldbissbreuk. De arealen in deze tabellen hebben betrekking op de totale oppervlakte grondwaterafhankelijke habitattypen binnen de Natura2000-gebieden. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 1070 ha na maatregelpakket 1.2. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is neemt af van circa 1270 ha in de huidige situatie tot circa 1170 ha na maatregelpakket 1.2. Ondanks dat het totale areaal met een doelgat GLG of GVG afneemt en er ook een duidelijke verschuiving is van areaal met een groot doelgat (>50 cm) naar een kleiner doelgat (0-50 cm), blijft er ook na maatregelpakket 1.2 een flink areaal bestaan met een doelgat GLG of GVG.

Door de drainagebasis in de landbouwgebieden te verhogen tot aan maaiveld neemt het doelgat GLG 5 tot 10 cm af in Weerterbos, Mariapeel en Groote Peel. Voor Sarsven en de Banen, Leudal, Meinweg en Broekhuizerbergen en delen van Maasduinen neemt het doelgat GLG met 50 tot 100 cm af. Hetzelfde beeld zien we in de GVG. Uitzondering hierop zijn de Mariapeel en Groote Peel; daar neemt het doelgat GVG met 10 tot 25 cm af. Ondanks de grootschalige vernattingsmaatregelen wordt nog steeds een aanzienlijk doelgat GLG en GVG (meer dan 1 meter) berekend in onder meer Weerterbos, Groote Peel, Mariapeel en Sarsven en de Banen. Het doelgat GVG neemt in het Weerterbos en Groote Peel af tot circa 10 cm, terwijl in Mariapeel en Sarsven en de Banen het doelgat GVG 50 tot 100 cm blijft.

Projectgerelateerd

Tabel 5-7: Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 1.2

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 1.2 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	0	0	0	116	7	15	999	0	0	0	150	6	41	941
Maasduinen	738	0	0	0	585	0	4	148	0	0	0	588	1	15	133
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	0	0	0	374	9	31	40	0	0	0	424	2	5	22
Zuid-Limburg	27	0	0	0	24	0	0	3	0	0	0	25	0	1	1
TOTAAL LIMBURG	2356	0	0	0	1099	16	50	1190	0	0	0	1187	9	62	1097

Tabel 5-8: Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 1.2

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 1.2 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	1	10	12	147	69	312	586	12	20	25	169	80	391	442
Maasduinen	738	2	3	3	502	2	20	206	4	12	5	500	6	35	176
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	2	5	5	375	12	23	32	5	16	18	376	4	9	24
Zuid-Limburg	27	0	0	0	21	1	1	5	0	1	0	22	0	0	3
TOTAAL LIMBURG	2356	4	18	20	1046	84	355	828	21	49	49	1067	89	436	645

Tabellen 5-9 en 5-10 geven de veranderingen in de berekende droogteschade en natschade aan de landbouw weer, in de vorm van veranderingen in de areaalverdeling met verschillende schadeklassen.

De droogteschade neemt bijna in heel Limburg met 2 tot 5% af; lokaal worden afnames tot 10% berekend. De sterkste afnames van droogteschade worden berekend op de flanken van de beekdalen. De natschade neemt met name toe in de beekdalen van de Roer (20-40%) en de Groote Molenbeek (35-45%) en het gebied tussen Weerterbos en Groote Peel (35-45%). Ten westen van Venray (40-50%) en in het landbouwgebied ten oosten van de Maasduinen neemt de natschade eveneens toe (circa 25%).

Tabel 5-9: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 1.2

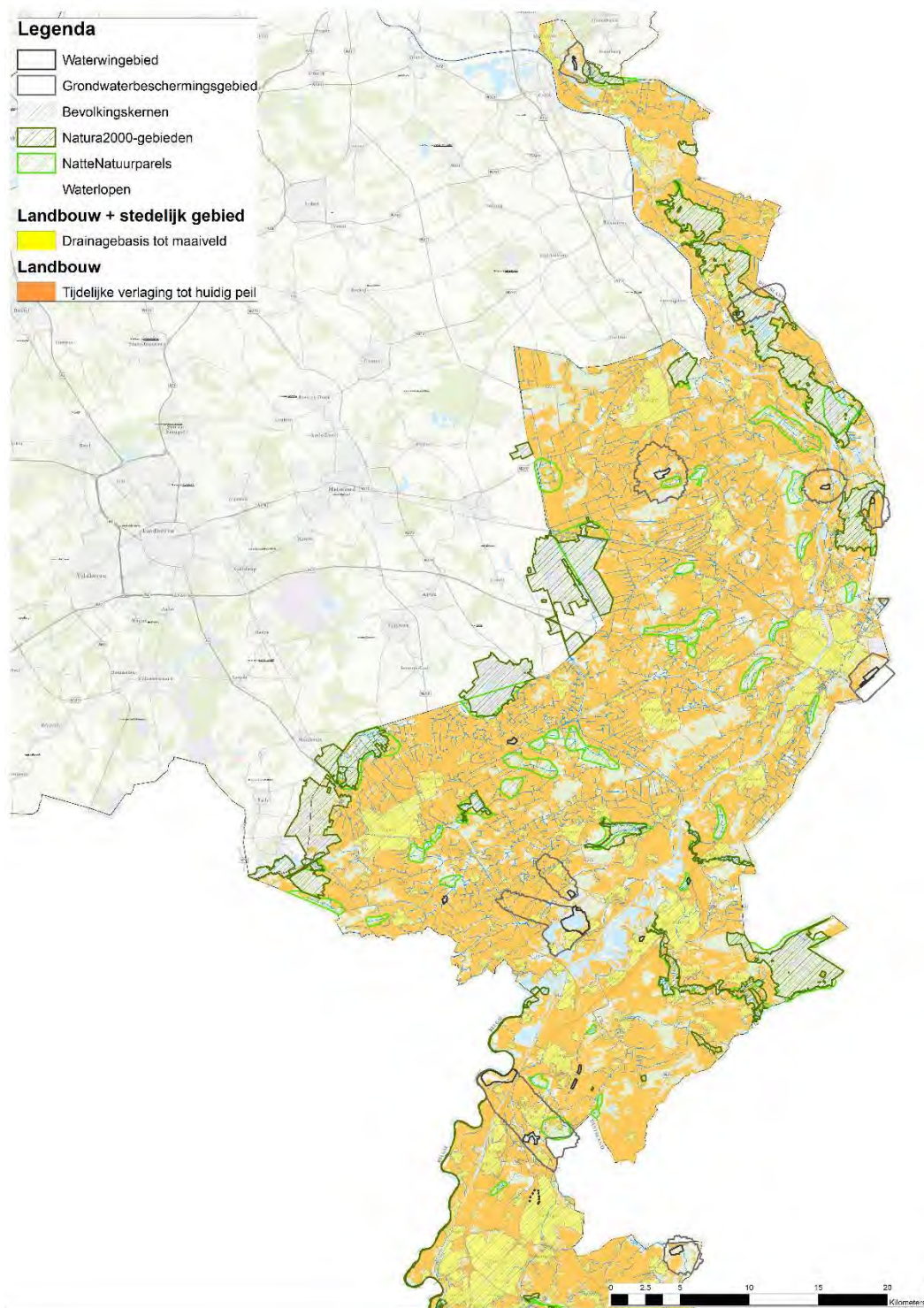
Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Maatregelpakket 1.2 - Huidig					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10	10-20	20-30	30-50	50-75	75-100
De Peel	59843	38354	15095	4588	1805	1	0	39765	10526	3164	1507	1	0
Maasduinen	14943	6876	2794	3087	2101	86	0	8212	2332	3188	2044	82	0
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	11950	4334	1876	765	1	0	12657	3958	1568	730	0	0
Zuid-Limburg	36634	20592	15553	449	41	0	0	2183	1605	51	12	0	0
TOTAAL LIMBURG	130345	77771	37775	10000	4711	88	0	62816	18419	7971	4293	83	0

Tabel 5-10: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 1.2

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Maatregelpakket 1.2 - Huidig					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	57415	916	516	749	137	110	42000	2488	3130	6277	640	428
Maasduinen	14943	13171	638	264	518	162	191	12135	778	579	1654	300	412
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	17032	871	259	403	172	188	15279	931	492	1212	500	499
Zuid-Limburg	36634	34607	577	164	153	300	834	3676	39	16	33	31	56
TOTAAL LIMBURG	130345	122224	3002	1203	1822	771	1323	73088	4236	4216	9176	1471	1395

5.4.4 Maatregelpakket 1.3: Drainagebasis verhogen in landbouwgebied, tijdelijke peilverlaging voorjaar

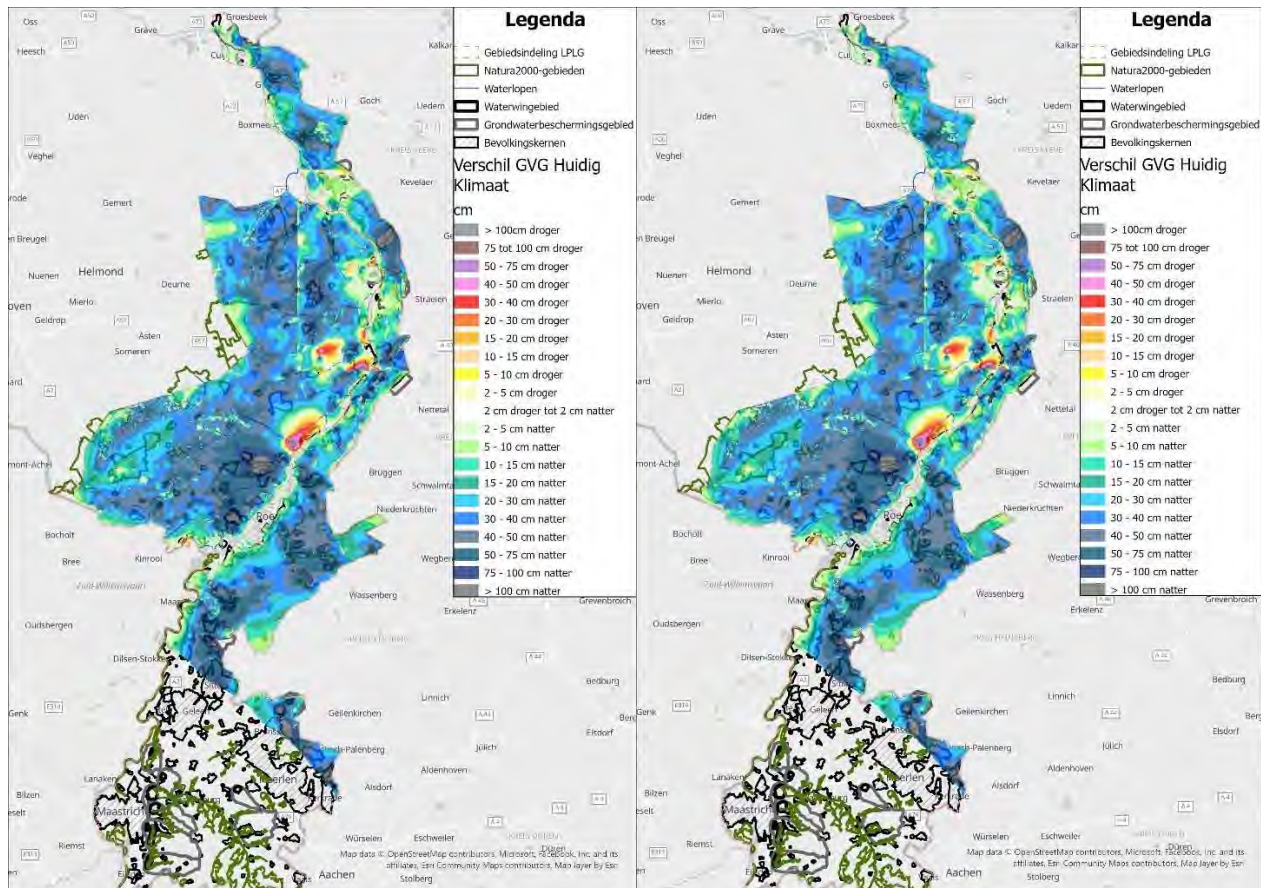
De maatregelen binnen maatregelpakket 1.3 zijn weergegeven in Figuur 5-5.



Figuur 5-5: Maatregelen binnen maatregelpakket 1.3: Drainagebasis verhogen in landbouwgebied, tijdelijke peilverlaging voorjaar

De peilen worden verlaagd in het voorjaar en najaar, dit om de mogelijkheden voor agrarisch gebruik te verbeteren ten opzichte van maatregelpakket 1.2. Dit leidt op het oog tot vergelijkbare veranderingen in grondwaterstanden (GHG, GLG, GVG) t.o.v. de huidige situatie. Bij dit maatregelpakket is het vooral interessant om een vergelijking te maken met de berekende effecten als gevolg van maatregelpakket 1.2. Figuur 5-6 laat de vergelijking zien tussen de berekende GVG-verandering als gevolg van

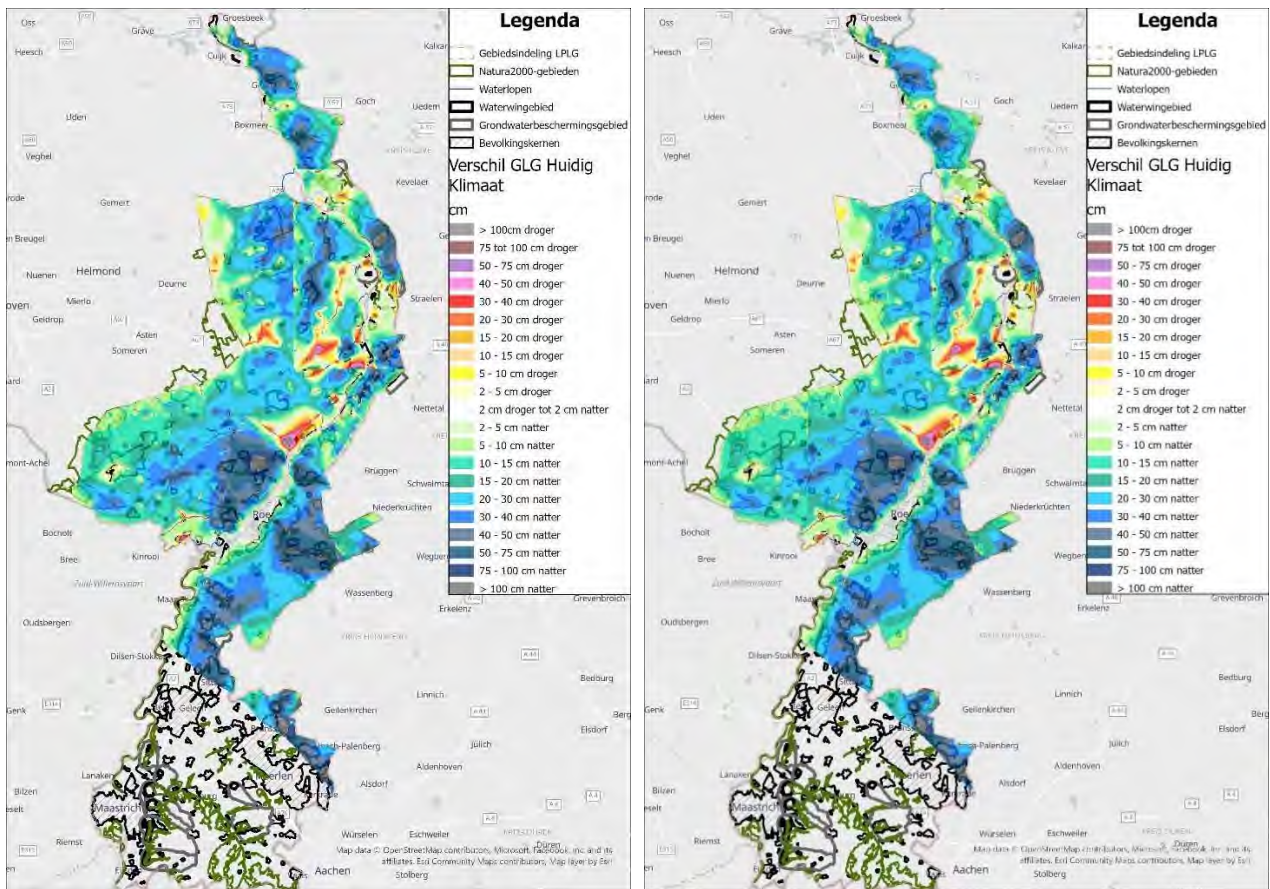
maatregelpakketten 1.2 (links) en 1.3 (rechts). Figuur 5-7 geeft hetzelfde weer maar dan voor de berekende GLG-veranderingen. De figuren laten zien dat het tijdelijk verlagen van de peilen in het voorjaar betrekkelijk weinig effect heeft op de berekende grondwaterstandsveranderingen. Dit geldt zowel voor de GVG als de GLG.



Figuur 5-6: Berekende verandering GVG als gevolg van maatregelpakket 1.2 (links) en 1.3 (rechts)

Ten opzichte van maatregelpakket 1.2 zijn de effecten op de doelrealisatie natuur zeer beperkt. Het doelgat GLG en GVG neemt in de meeste natuurgebieden met circa 1 cm toe ten opzichte van maatregelpakket 1.2. Dit geldt voor Mariapeel, Groote Peel, Maasduinen. Voor Leudal en Sarsven en de Banen wordt een verminderde afname van het doelgat GLG en GVG van circa 10 cm berekend. Voor Meinweg en Weerterbos is de verandering in de afname van het doelgat GLG en GVG vrijwel nihil.

Projectgerelateerd



Figuur 5-7: Berekende verandering GLG als gevolg van maatregelpakket 1.2 (links) en 1.3 (rechts)

Tabel 5-11 en Tabel 5-12 geven de veranderingen in de berekende droogteschade en natschade aan de landbouw weer als gevolg van maatregelpakket 1.3, in de vorm van veranderingen in de areaalverdeling met verschillende schadeklassen. De verandering van de droogteschade is vrijwel gelijk aan maatregelpakket 1.2. Maatregelpakket 1.3 resulteert voor vrijwel de gehele provincie in een afname van de droogteschade met circa 2 tot 5%; lokaal worden afnames tot circa 10% berekend. Ten opzichte van maatregelpakket 1.2 wordt wel minder natschade berekend. Verspreid over Limburg wordt 2 tot 10% minder natschade berekend. Ten opzichte van de totale berekende toenames van natschade zijn deze verminderingen gering.

Tabel 5-11: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 1.3

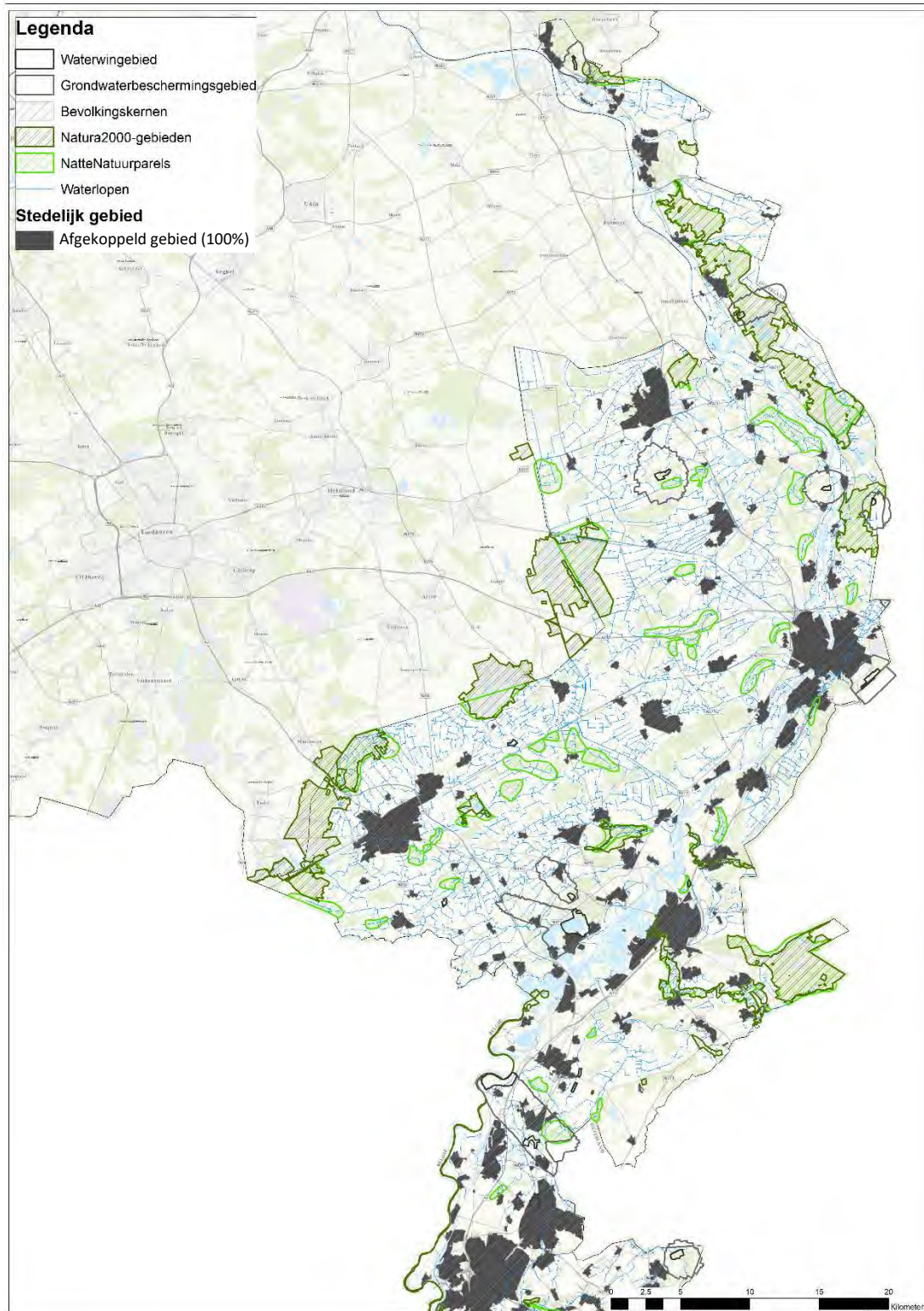
		Autonoom - Huidig						Maatregelpakket 1.3 - Huidig					
Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	38354	15095	4588	1805	1	0	39594	10637	3209	1521	1	0
Maasduinen	14943	6876	2794	3087	2101	86	0	8151	2354	3208	2063	83	0
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	11950	4334	1876	765	1	0	12629	3978	1574	731	0	0
Zuid-Limburg	36634	20592	15553	449	41	0	0	2183	1604	52	12	0	0
TOTAAL LIMBURG	130345	77771	37775	10000	4711	88	0	62556	18573	8043	4327	84	0

Tabel 5-12: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 1.3

		Autonoom - Huidig						Maatregelpakket 1.3 - Huidig					
Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	57415	916	516	749	137	110	42490	2556	3104	5827	598	386
Maasduinen	14943	13171	638	264	518	162	191	12238	777	590	1581	301	372
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	17032	871	259	403	172	188	15347	939	511	1160	475	481
Zuid-Limburg	36634	34607	577	164	153	300	834	3680	40	13	34	32	52
TOTAAL LIMBURG	130345	122224	3002	1203	1822	771	1323	73754	4312	4218	8601	1405	1291

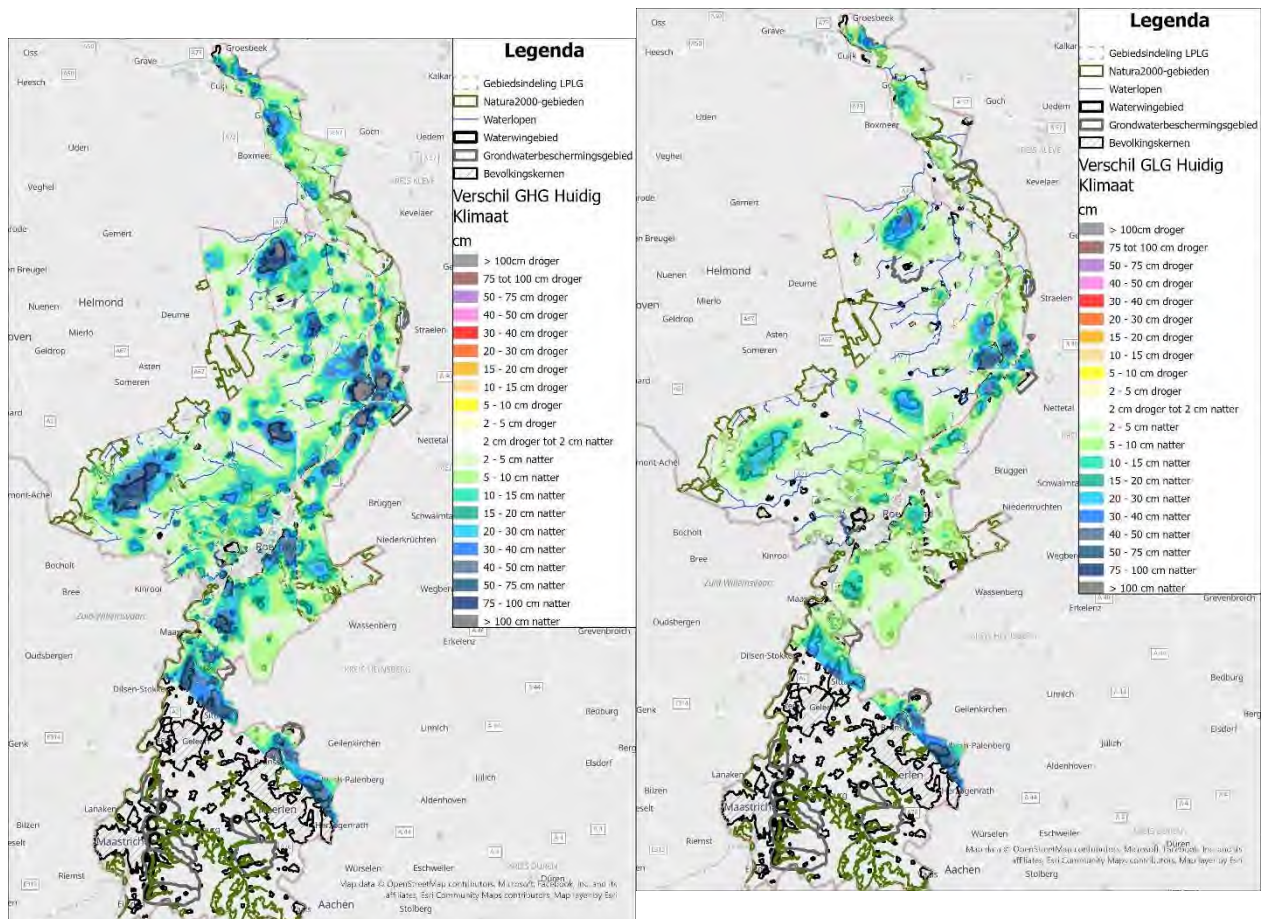
5.4.5 Maatregelpakket 1.4: Afkoppelen en infiltreren hemelwaterafvoer stedelijk gebied

De maatregelen binnen maatregelpakket 1.4 zijn weergegeven in Figuur 5-8.



Figuur 5-8: Maatregelen binnen maatregelpakket 1.4: afkoppelen en infiltreren hemelwaterafvoer stedelijk gebied (100%)

Figuur 5-9 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. Het 100% afkoppelen van stedelijk gebied leidt tot verhogingen van de GHG van circa 50 tot 75 cm in de grotere steden zoals Weert, Venray, Roermond en Sittard en in de kleinere stedelijke kernen tot verhogingen van circa 20 tot 40 cm. De GLG stijgt in de grotere steden met circa 20 tot 30 cm en in de kleinere stedelijke kernen met circa 5 tot 10 cm. Deze verhogingen in stedelijke gebieden werken enkel door in de directe omgeving en slechts in geringe mate in natuur- en landbouwgebieden die vaak op enige afstand liggen.



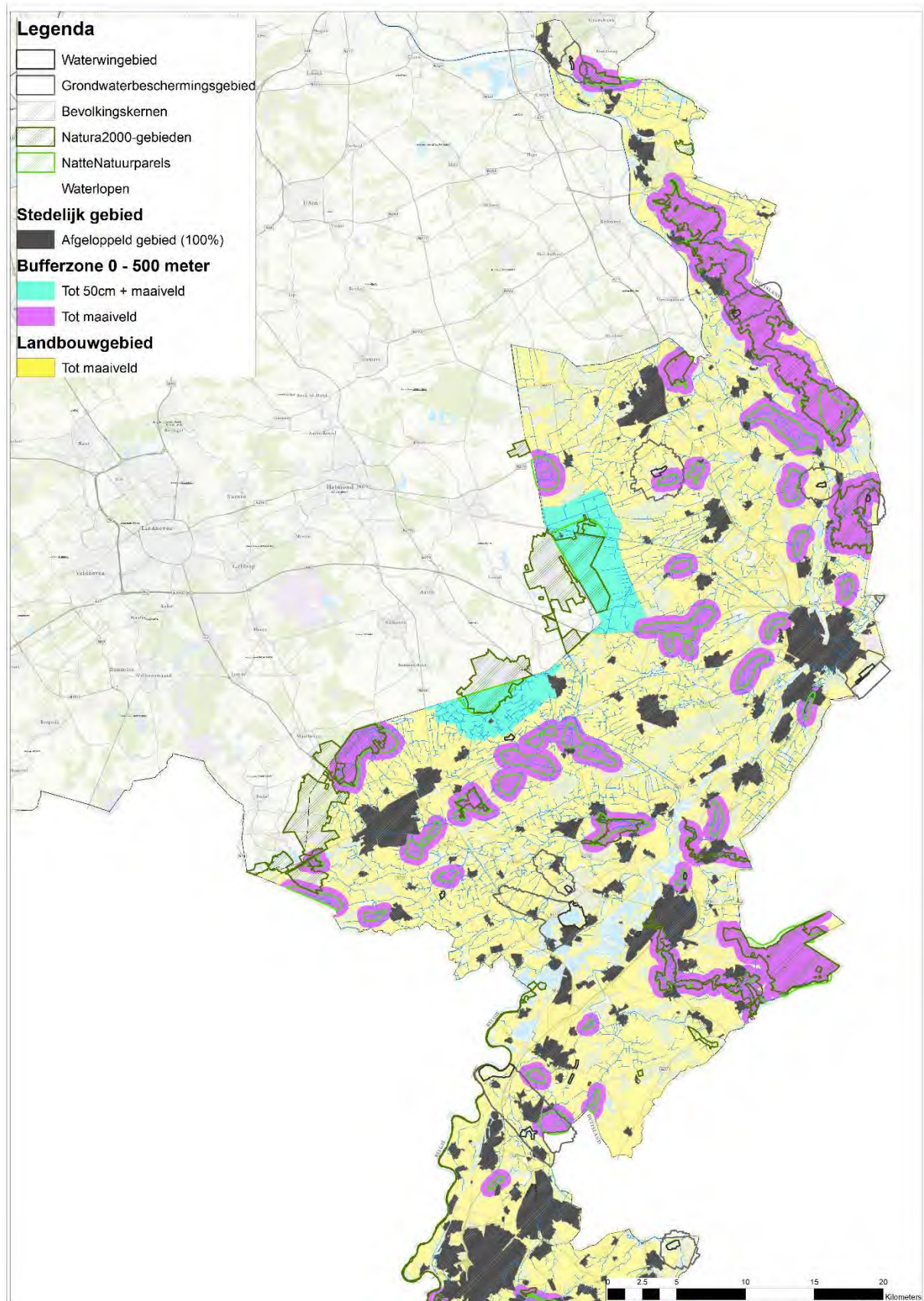
Figuur 5-9: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 1.4 (huidig klimaat)

Maatregelpakket 1.4 resulteert in zeer beperkte veranderingen van de doelrealisatie natuur. Het doelgat GLG en GVG neemt ten opzichte van de huidige situatie met 1 tot 2 cm af in Weeterbos, Sarsven en de Banen, Leudal, Groote Peel en Maasduinen.

De effecten op de doelrealisatie landbouw zijn eveneens zeer beperkt. Zowel de berekende droogteschade als de berekende natschade blijft nagenoeg gelijk aan de huidige situatie.

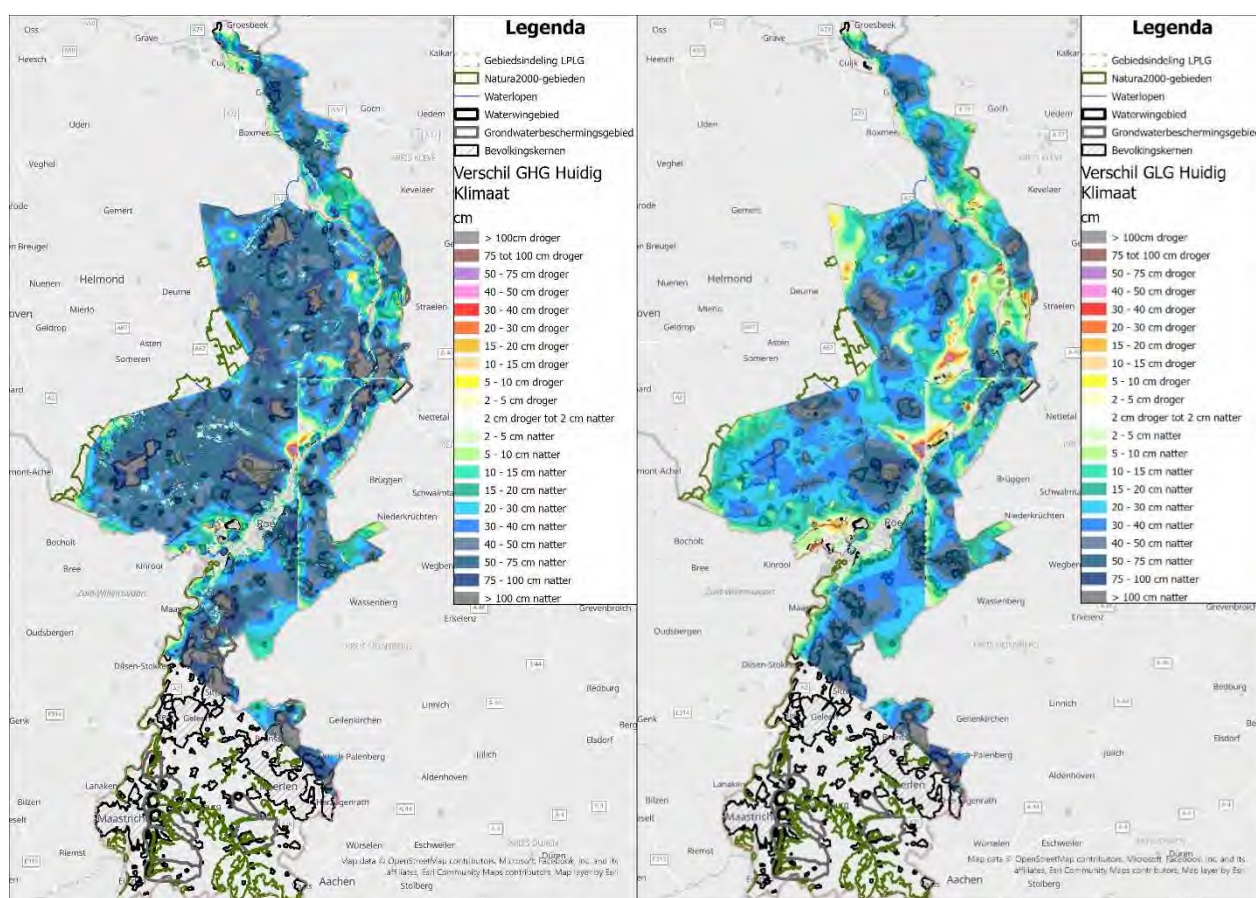
5.4.6 Maatregel 1.5: Drainagebasis verhogen en afkoppelen stedelijk gebied

De maatregelen binnen maatregelpakket 1.5 zijn weergegeven in Figuur 5-10.



Figuur 5-10: Maatregelen binnen maatregelpakket 1.5: drainagebasis verhogen en afkoppelen stedelijk gebied

Figuur 5-11 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. De combinatie van de bovenstaande maatregelpakketten leidt in vrijwel geheel Limburg tot verhogingen van de GHG van circa 50 tot 75 cm. Lokaal worden GHG-stijgingen van meer dan 100 cm berekend. De GLG stijgt met gemiddeld circa 30 tot 40 cm. Met name rond het Leudal, de Groote Peel, de Mariapeel en in de omgeving van Venray worden de grootste GLG-stijgingen berekend, circa 50 tot 75 cm. In een aantal gebieden worden ook verlagingen van de GLG en GHG berekend. Dit zijn gebieden waar in de huidige situatie jaarrond veel infiltratie van aangevoerd oppervlaktewater naar het grondwater plaatsvindt. In het maatregelenpakket zijn de beken uit de modelschematisatie verwijderd. Daardoor verdwijnt de mogelijkheid voor infiltratie en worden op plaatsen waar deze infiltratie in de huidige situatie op grote schaal optreedt, netto verlagingen berekend van de GHG en GLG.



Figuur 5-11: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 1.5 (huidig klimaat)

De berekende vernatting als gevolg van maatregelpakket 1.5 leidt tot verbetering van de doelrealisatie natuur. Dit is te zien in een afname van het doelgat GLG en GVG in de natuurgebieden, zie Tabel 5-13 en Tabel 5-14. Deze tabellen geven de veranderingen in de areaalverdeling weer voor het doelgat GLG en GVG, voor het gebied ten noorden van de Feldbissbreuk. De arealen in deze tabellen hebben betrekking op de totale oppervlakte grondwaterafhankelijke habitattypen binnen de Natura2000-gebieden. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 1050 ha na maatregelpakket 1.5. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is neemt af van circa 1270 ha in de huidige situatie tot circa 920 ha na maatregelpakket 1.5. Ondanks dat het totale areaal met een doelgat GLG of GVG afneemt en er ook een duidelijke verschuiving is van areaal met een groot doelgat (>50 cm)

Projectgerelateerd

naar een kleiner doelgat (0-50 cm), blijft er ook na maatregelpakket 1.5 een flink areaal bestaan met een doelgat GLG of GVG.

Het doelgat GLG neemt in alle natuurgebieden af. In Groote Peel, Sarsven en de Banen en Leudal wordt een afname van het doelgat GLG berekend van meer dan 100 cm. Voor Mariapeel, Boschhuizerbergen en Maasduinen bedraagt de berekende afname van het doelgat GLG circa 50 tot 100 cm. In de Meinweg en het Weerterbos neemt het doelgat GLG met circa 5 tot 15 cm af. Ondanks de sterke vernatting blijft in de meeste natuurgebieden een doelgat GLG bestaan (de GLG voldoet nog steeds niet aan de vereisten vanuit de aangewezen habitattypen). In het zuiden van de Mariapeel blijft een doelgat GLG bestaan van meer dan 100 cm. In Weerterbos, het westelijke deel van de Groote Peel en Sarsven en de Banen blijft een doelgat GLG bestaan tussen 50 en 100 cm. In het zuiden van de Groote Peel wordt het doelgat GLG door maatregelpakket 1.5 vrijwel geheel opgeheven; het berekende doelgat GLG bedraagt hier minder dan 10 cm.

Ook het doelgat GVG verdwijnt na maatregelpakket 1.5 niet overal; met name in het zuiden van de Mariapeel en in Sarsven en de Banen wordt na vernatting nog steeds een doelgat GVG berekend. In het noorden van de Mariapeel en grote delen in de Groote Peel leidt maatregelpakket 1.5 mogelijk zelfs tot te natte omstandigheden in het winterhalfjaar; voor de GVG wordt hier een positief doelgat berekend van circa 25 tot 50 cm. In praktijk kunnen deze te natte omstandigheden worden voorkomen door het handhaven van maximale overloop-peilen in de compartimenten in genoemde natuurgebieden.

Tabel 5-13: Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 1.5

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 1.5 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	0	0	0	116	7	15	999	0	0	0	275	16	125	723
Maasduinen	738	0	0	0	585	0	4	148	0	0	0	588	1	16	132
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	0	0	0	374	9	31	40	0	0	0	423	2	5	23
Zuid-Limburg	27	0	0	0	24	0	0	3	0	0	0	25	0	1	1
TOTAAL LIMBURG	2356	0	0	0	1099	16	50	1190	0	0	0	1311	19	147	879

Tabel 5-14: Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 1.5

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 1.5 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	1	10	12	147	69	312	586	19	182	59	213	84	376	207
Maasduinen	738	2	3	3	502	2	20	206	4	13	5	500	6	35	175
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	2	5	5	375	12	23	32	5	17	18	376	3	9	25
Zuid-Limburg	27	0	0	0	21	1	1	5	0	1	0	22	1	0	3
TOTAAL LIMBURG	2356	4	18	20	1046	84	355	828	28	212	82	1111	94	420	410

Tabel 5-15 en Tabel 5-16 geven de veranderingen in de berekende droogteschade en natschade aan de landbouw weer als gevolg van maatregelpakket 1.5, in de vorm van veranderingen in de areaalverdeling met verschillende schadeklassen.

De droogteschade neemt bijna in heel Limburg met 2 tot 5% af; lokaal worden afnames tot 10% à 20% berekend. De natschade neemt sterk toe in de beekdalen en in het gebied vanaf Weerterbos via Groote Peel richting Mariapeel en Venray. Ook in het beekdal van de Roer en Vlootbeek neemt de natschade fors toe. In genoemde gebieden neemt de berekende natschade met meer dan 30% toe, met lokale uitschieters van 80%.

Projectgerelateerd

Tabel 5-15: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 1.5

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Maatregelpakket 1.5 - Huidig					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	38354	15095	4588	1805	1	0	41074	9632	2872	1384	1	0
Maasduinen	14943	6876	2794	3087	2101	86	0	8333	2345	3110	1990	80	0
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	11950	4334	1876	765	1	0	12758	3878	1551	726	0	0
Zuid-Limburg	36634	20592	15553	449	41	0	0	2203	1589	47	12	0	0
TOTAAL LIMBURG	130345	77771	37775	10000	4711	88	0	64367	17443	7579	4112	81	0

Tabel 5-16: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 1.5

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Maatregelpakket 1.5 - Huidig					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	57415	916	516	749	137	110	39152	2562	3248	7844	1184	972
Maasduinen	14943	13171	638	264	518	162	191	11791	814	630	1876	316	432
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	17032	871	259	403	172	188	15108	919	515	1366	516	488
Zuid-Limburg	36634	34607	577	164	153	300	834	3600	64	29	62	40	56
TOTAAL LIMBURG	130345	122224	3002	1203	1822	771	1323	69651	4359	4421	11148	2056	1948

6 Pijler 2: Water aanvoeren van elders

6.1 Algemeen

Binnen de pijler 2, water aanvoeren van elders zijn maatregelen geanalyseerd waarmee water van elders wordt aangevoerd en wordt ingezet om ter plaatse de waterbeschikbaarheid te verbeteren. Tabel 3-2 geeft een overzicht van de verschillende geïnventariseerde bouwstenen binnen pijler 2. Mogelijke bronnen van aan te voeren water zijn rivieren, beken, kanalen maar ook afgekoppeld hemelwater vanuit bebouwd gebied of RWZI-effluent. Het aangevoerde water kan op verschillende manieren worden ingezet om de waterbeschikbaarheid te verbeteren, bijvoorbeeld door oppervlakkige infiltratie op maaiveld, subirrigatie door middel van peilgestuurde drainagesystemen of gebruik van infiltratieputten.

Bepalend voor de haalbaarheid van maatregelen binnen deze pijler zijn de beschikbaarheid van extern aan te voeren water in relatie tot de watervraag (met name ook in de tijd bezien), de infiltratiecapaciteit en de doorlatendheid van de bodem, de afstand waarover het water moet worden aangevoerd en vooral ook de kwaliteit van het aangevoerde water.

Paragraaf 6.2 geeft een overzicht en beschrijving van de onderzochte maatregelpakketten voor pijler 2. Paragraaf 6.3 geeft voor alle onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 2 een samenvattend overzicht van de effecten op de waterbeschikbaarheid. In paragraaf 6.4 volgt een uitgebreide beschrijving van de berekende effecten als gevolg van deze maatregelpakketten.

6.2 Geïnventariseerde en onderzochte maatregelen

Op basis van de -als effectief beoordeelde- bouwstenen van pijler 2 (zie blauw gemarkeerde bouwstenen in Tabel 3-2) zijn de volgende 4 maatregelpakketten gedefinieerd en geanalyseerd:

- 2.1 Directe reductie droogteschade d.m.v. infiltratie vanuit grotere waterlopen;
- 2.2 Directe reductie droogteschade d.m.v. infiltratie van hemelwater vanuit afgekoppeld bebouwd gebied;
- 2.3 Creëren van tegendruk in zones rond Peelgebieden d.m.v. wateraanvoer vanuit kanalen en beken;
- 2.4 Creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden.

Hieronder volgt een nadere toelichting op deze maatregelpakketten. Kaarten met overzichten van de maatregelen per maatregelpakket zijn opgenomen in paragraaf 6.4 en bijlage 6 (kaarten Mk2.1, Mk2.2, Mk2.3 en Mk2.4).

Maatregelpakket 2.1: directe reductie droogteschade door infiltratie vanuit grotere waterlopen

De focus van dit maatregelpakket ligt op directe reductie van de droogteschade voor de landbouw. In maatregelpakket 2.1 wordt in de wintermaanden (1 oktober – 1 april) extra water onttrokken uit de kanalen en grotere waterlopen en geïnfiltrated binnen een zone van 1 km breedte aan weerszijden van deze kanalen en grotere watergangen. De landbouwpercelen die in de huidige situatie meer dan 5% droogteschade hebben, worden gedurende het winterhalfjaar voorzien van minimaal 2 mm/d aan infiltratiewater. De infiltratiehoeveelheid gedurende het winterhalfjaar is gemaximeerd op 20% van de gemiddelde winterafvoer van de kanalen en grotere watergangen. In gebieden waar relatief veel kanalen en watergangen voorkomen en relatief weinig landbouwpercelen met droogteschade, is voldoende debiet beschikbaar om gedurende het winterhalfjaar een aanzienlijk hogere infiltratiehoeveelheid te hanteren, lokaal tot meer dan 10 mm/d. Maatregelpakket 2.1 is alleen toegepast voor de kanalen en watergangen, waarvan de gemiddelde winterafvoer bekend is. Dit is het geval voor het grootste deel van de kanalen en watergangen (meer dan 80%).

In dit maatregelpakket zijn de bouwstenen B2.1 en B2.5 uit Tabel 3-2 opgenomen.

Maatregelpakket 2.2: Directe reductie droogteschade door infiltratie van afgekoppeld hemelwater

De focus van dit maatregelpakket ligt op directe reductie van de droogteschade voor de landbouw. In maatregelpakket 2.2 wordt gedurende het gehele jaar afgekoppeld hemelwater uit stedelijke gebied en geïnfiltreerd binnen zones van 1 km rondom de stedelijke bevolkingskernen. De landbouwpercelen binnen deze zones die in de huidige situatie meer dan 5% droogteschade hebben, worden jaarrond voorzien van circa 0,5 mm/d aan infiltratiewater. De exacte infiltratiehoeveelheid is afhankelijk van de verhouding tussen landbouwpercelen met droogteschade en de oppervlakte bebouwd gebied die afgekoppeld kan worden en kan oplopen tot circa 1 mm/d, maar ligt lokaal ook lager dan 0,5 mm/d.

In dit maatregelpakket zijn de bouwstenen B2.1 en B2.4 uit Tabel 3-2 opgenomen.

Maatregelpakket 2.3: Tegendruk rond Peelgebieden door wateraanvoer vanuit kanalen en beken

Het doel van dit maatregelpakket is om te analyseren of er door de inzet van extra aanvoerwater vanuit de kanalen en grotere watergangen meer hydrologische tegendruk kan worden gecreëerd in de beleidsmatig vastgestelde bufferzones rondom de Groote Peel en de Mariapeel. In maatregelpakket 2.3 is er van uitgegaan dat het volledige voor Limburg beschikbare aanvoerdebiet vanuit de Peelkanalen (2,7 m³/s) jaarrond wordt geïnfiltreerd in de bufferzones rond de Groote Peel en de Mariapeel. Dit resulteert in een infiltratie van 4,7 mm/d in de bufferzone rond de Groote Peel en 6,0 mm/d in de bufferzone rond de Mariapeel.

In dit maatregelpakket is bouwsteen B2.5 uit Tabel 3-2 opgenomen.

Maatregelpakket 2.4: Creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden

Met dit maatregelenpakket is onderzocht of het technisch haalbaar is om door middel van extra infiltratie van aangevoerd water grondwatervoorraden te creëren, waaruit in de zomerperiode door de landbouw kan worden beregend. In het maatregelenpakket wordt gedurende het winterhalfjaar (1 oktober – 1 april) 2 mm/d extern aangevoerd water geïnfiltreerd in een aantal hooggelegen infiltratiezones. De infiltratiezones zijn aaneengesloten gebieden met diepe grondwaterstanden (GHG dieper dan 2 m onder maaiveld) en een geringe verticale bodemweerstand in de bovenste 10 m van de bodem (minder dan 200 d). Dit zijn gebieden waar relatief veel bergingsruimte in de bodem beschikbaar is, waar het water effectief in de bodem kan worden geïnfiltreerd en waar hogere grondwaterstanden niet snel zullen zorgen voor extra natschade.

In dit maatregelpakket zijn de bouwstenen B2.1, B2.6 en B2.8 uit Tabel 3-2 opgenomen.

6.3 Overzicht effecten per maatregelpakket

Tabel 6-1 geeft een overzicht van de berekende effecten van alle 4 maatregelpakketten binnen pijler 2. Per maatregelpakket zijn de berekende effecten op het grondwaterregime en de doelrealisatie natuur en landbouw vertaald naar kwalitatieve scores, die zijn weergegeven als kleuren, variërend van donkerblauw (zeer positief) tot rood (zeer negatief), zie de legenda onderaan Tabel 6-1. In de toegekende scores is onderscheid gemaakt naar de 4 NPLG-deelgebieden. In bijlage 2 is een verklaring van de toegekende scores opgenomen. De effecten voor deelgebied Zuid-Limburg zijn ingeschat op basis van expert-judgement, niet op basis van modelberekeningen. Maatregelpakketten 2.2 en 2.4 zijn alleen doorgerekend voor Huidig Klimaat en niet voor klimaatscenario HD₂₀₅₀. De grondwaterstandsveranderingen voor HD₂₀₅₀ zijn voor deze maatregelpakketten daarom niet ingevuld.

Tabel 6-1: Samenvattend overzicht berekende effecten maatregelpakketten binnen pijler 2, water aanvoeren van elders

Maatregelpakketten	Maatregelpakket 2.1: Reductie droogteschade door infiltratie vanuit grotere waterlopen				Maatregelpakket 2.2: Reductie droogteschade door infiltratie van afgekoppeld hemelwater				Maatregelpakket 2.3: Tegendruk rond Peelgebieden door wateraanvoer vanuit kanalen en beken				Maatregelpakket 2.4: Creëren van grondwater-vorraden in infiltratiegebieden			
Deelgebieden LPLG	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg
Grondwatereffecten huidig klimaat																
Verandering GHG t.o.v. referentie	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Verandering GVG t.o.v. referentie	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Verandering GLG t.o.v. referentie	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Grondwatereffecten HD₂₀₅₀																
Verandering GHG t.o.v. referentie	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Verandering GVG t.o.v. referentie	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Verandering GLG t.o.v. referentie	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Doelrealisatie natuur (huidig klimaat)																
Verandering doelgat GVG	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Verandering doelgat GLG	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Doelrealisatie landbouw (huidig klimaat)																
Verandering droogteschade	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Verandering natschade	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■	zeer positief effect
■	positief effect
■	matig positief effect
■	beperkt positief effect
■	geen significant effect
■	beperkt negatief effect
■	matig negatief effect
■	negatief effect
■	zeer negatief effect

Samenvattend zorgen de onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 2, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
 - Het vlakdekkend infiltreren water uit kanalen en grotere waterlopen gedurende de winterperiode in zones van één kilometer aan weerszijden van de kanalen en grotere waterlopen zorgt voor aanzienlijke verhogingen van de GHG en GLG in deze zones zelf, maar ook in aanliggende landbouw- en natuurgebieden.
 - Vlakdekkende infiltratie van afgekoppeld water vanuit de stedelijke kernen in 1 km-zones rondom de stedelijke kernen leidt tot forse verhogingen van de berekende GHG en GLG in de zones rondom de stedelijke kernen, variërend van enkele decimeters tot lokaal meer dan één meter.
- Doelrealisatie natuur:
 - Het vlakdekkend infiltreren van water uit kanalen en grotere waterlopen gedurende het winterhalfjaar (in zones van één kilometer aan weerszijden van de kanalen en watergangen, buiten de natuurgebieden, zorgt in de meeste Natura2000-gebieden voor een aanzienlijke verbetering van de doelrealisatie (afname doelgat GVG en GLG van enkele centimeters tot

- maximaal circa 50 cm). Ondanks deze verbetering is in de meeste Natura2000-gebieden geen sprake van volledig hydrologisch herstel.
- Het infiltreren van afgekoppeld hemelwater uit bebouwd gebied in 1 km-zones rondom de stedelijke kernen heeft slechts beperkte effecten op de doelrealisatie natuur. In de meeste Natura2000-gebieden nemen het doelgat GVG en GLG met enkele centimeters af. De grondwatereffecten van deze maatregel werken slechts beperkt door tot in de Natura2000-gebieden.
 - Het maximaal inzetten van wateraanvoer om tegendruk te creëren in de bufferzones rondom de Peelgebieden zorgt voor een zeer positief effect op de doelrealisatie voor de natuur. Met name het doelgat GLG neemt sterk af, met maximaal circa 160 cm in de Groote Peel en maximaal circa 200 cm in de Mariapeel. Dit is zeer gunstig voor het herstel van hoogveen.
 - Maatregelpakket 2.4, het creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden, heeft slechts geringe effecten voor de doelrealisatie natuur.
 - De effecten voor de doelrealisatie natuur zijn alleen berekend met de Waterwijzer Natuur. Voor de samengestelde scenario's zijn de effecten op de doelrealisatie natuur ook berekend op basis van grondwaterduurlijnen ter plaatse van de peilbuizen van het provinciale OGOR-meetnet. Deze analyse levert aanzienlijk andere resultaten op dan de Waterwijzer Natuur.
 - Doelrealisatie landbouw:
 - Beide maatregelen met infiltratie van aangevoerd water in landbouwgebieden (vanuit kanalen, grotere watergangen of afgekoppeld hemelwater) hebben tot doel om de waterbeschikbaarheid voor de landbouw te verbeteren. De effectberekeningen voor beide scenario's laten een afname van droogteschade zien, maar tegelijkertijd op veel plaatsen een nog grotere toename van natschade.
 - Maatregel 2.3, het maximaal vernatten van de bufferzones rond de Peelgebieden met aangevoerd water, leidt in deze bufferzones tot een natschade van meer dan 60 %. Buiten de bufferzones zijn de effecten voor de landbouw beperkt.
 - In maatregel 2.4 is gekeken naar de mogelijkheden om in hogere gebieden in de winterperiode grondwatervoorraden op te bouwen, die in droge perioden kunnen worden benut voor het beregenen van landbouwgewassen. De uitgevoerde effectberekeningen tonen geen duidelijke meerwaarde aan van deze maatregel. Ook voor deze maatregel geldt dat deze alleen effectief is uit te werken en toe te passen op lokale schaal, rekening houdend met gebiedsspecifieke omstandigheden.

Bij alle maatregelen gericht op het aanvoeren en infiltreren van water van elders is het van belang om de effecten op grond- en oppervlaktewaterkwaliteit goed te beoordelen en af te wegen. Daarbij gaat het enerzijds om de eisen die het ontvangend gebied en de functies/gebruikers daarvan stellen aan de waterkwaliteit. Anderzijds gaat het om de kwaliteit van het beschikbare water voor wateraanvoer, en hoe dit water zich verspreidt en doorwerkt op de grondwaterkwaliteit. Een goede beoordeling en afweging van de effecten op de waterkwaliteit is alleen gebiedsspecifiek in te vullen, op basis van concrete informatie over de waterkwaliteit van het aan te voeren water en de concrete gebruiksfuncties in het gebied.

Om de effectiviteit van de maatregelenpakketten te kunnen inschatten is ook inzicht in de kosten van de maatregelen nodig. De eenheidsprijzen van de geanalyseerde maatregelen zijn samengevat in Tabel 9-30 in paragraaf 9.5.1.

6.4 Effecten per maatregel

6.4.1 Algemeen

Van alle maatregelpakketten binnen pijler 2 zijn met het regionale grondwatermodel IBRAHYMv2.1 de effecten berekend op de grondwaterstanden (GHG, GLG en GVG) in het huidige klimaat. Voor een deel

Projectgerelateerd

van de maatregelpakketten zijn eveneens de grondwatereffecten berekend voor het klimaatscenario HD₂₀₅₀. Voor alle maatregelpakketten zijn de effecten op de doelrealisatie natuur en landbouw berekend, uitgaande van de grondwaterstanden bij huidig klimaat.

In bijlage 6 van deze rapportage zijn alle kaarten opgenomen met de rekenresultaten van de maatregelpakketten binnen pijler 2. Tabel 6-2 geeft een overzicht van de uitgevoerde effectberekeningen voor de maatregelpakketten binnen pijler 2 en de bijbehorende kaarten in bijlage 6.

In bijlage 7 van deze rapportage zijn de resultaten van de berekende effecten op de doelrealisatie natuur en landbouw voor de verschillende maatregelpakketten binnen pijler 2 in tabelvorm weergegeven. In deze tabellen is onderscheid gemaakt naar de 4 LPLG-deelgebieden: De Peel, Maasduinen, Meinweg, Roer en Swalmdal en Zuid-Limburg.

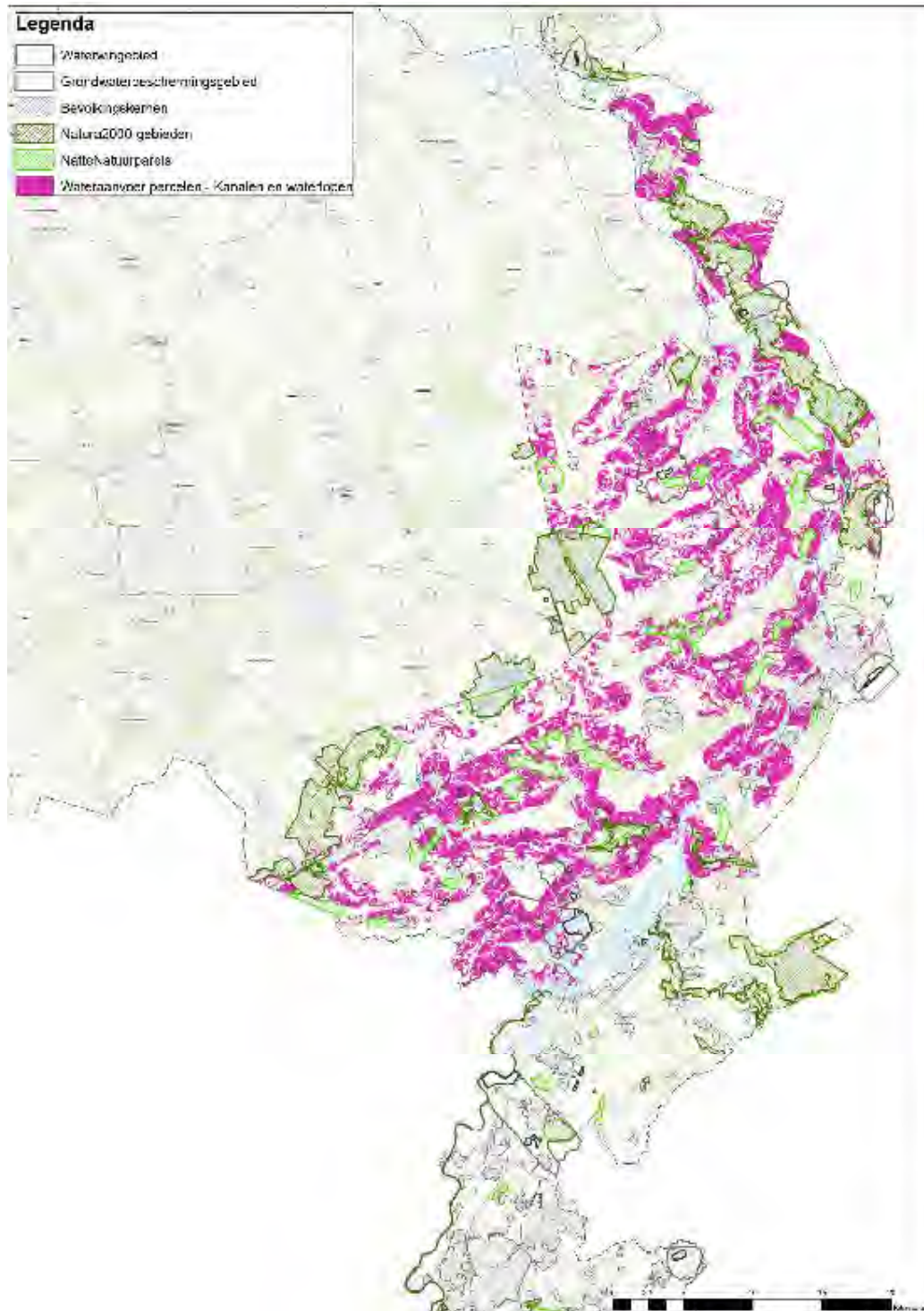
In de beschrijving van de effecten van maatregelpakketten 2.1 tot en met 2.4 in de onderstaande paragrafen is een deel van de resultaatkaarten en -tabellen uit bijlagen 6 en 7 ter illustratie opgenomen.

Tabel 6-2: Overzicht effectberekeningen en resultaatkaarten in bijlage 6 voor maatregelpakketten pijler 2, water aanvoeren van elders

	2.1 Reductie droogteschade door infiltratie vanuit grotere waterlopen	2.2 Reductie droogteschade door infiltratie van afgekoppeld hemelwater	2.3 Tegendruk rond Peelgebieden door wateraanvoer vanuit kanalen en beken	2.4 Creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden
Overzichtskaarten maatregelen	MK2.1	MK2.2	MK2.3	MK2.4
Grondwatereffecten huidig klimaat				
GHG t.o.v. maaiveld	2.1a	2.2a	2.3a	2.4a
GLG t.o.v. maaiveld	2.1b	2.2b	2.3b	2.4b
GVG t.o.v. maaiveld	2.1c	2.2c	2.3c	2.4c
Verandering GHG t.o.v. referentie	2.1d	2.2d	2.3d	2.4d
Verandering GLG t.o.v. referentie	2.1e	2.2e	2.3e	2.4e
Verandering GVG t.o.v. referentie	2.1f	2.2f	2.3f	2.4f
Grondwatereffecten HD₂₀₅₀				
GHG t.o.v. maaiveld	2.1g	-	2.3g	-
GLG t.o.v. maaiveld	2.1h	-	2.3h	-
GVG t.o.v. maaiveld	2.1i	-	2.3i	-
Verandering GHG t.o.v. referentie	2.1j	-	2.3j	-
Verandering GLG t.o.v. referentie	2.1k	-	2.3k	-
Verandering GVG t.o.v. referentie	2.1l	-	2.3l	-
Doelrealisatie natuur (HK)				
Doelgat GVG	2.1m	2.2m	2.3m	2.4m
Doelgat GLG	2.1n	2.2n	2.3n	2.4n
Doelrealisatie landbouw (HK)				
Droogteschade (%)	2.1o	2.2o	2.3o	2.4o
Natschade (%)	2.1p	2.2p	2.3p	2.4p

6.4.2 Maatregel 2.1: Directe reductie droogteschade door infiltratie vanuit grotere waterlopen

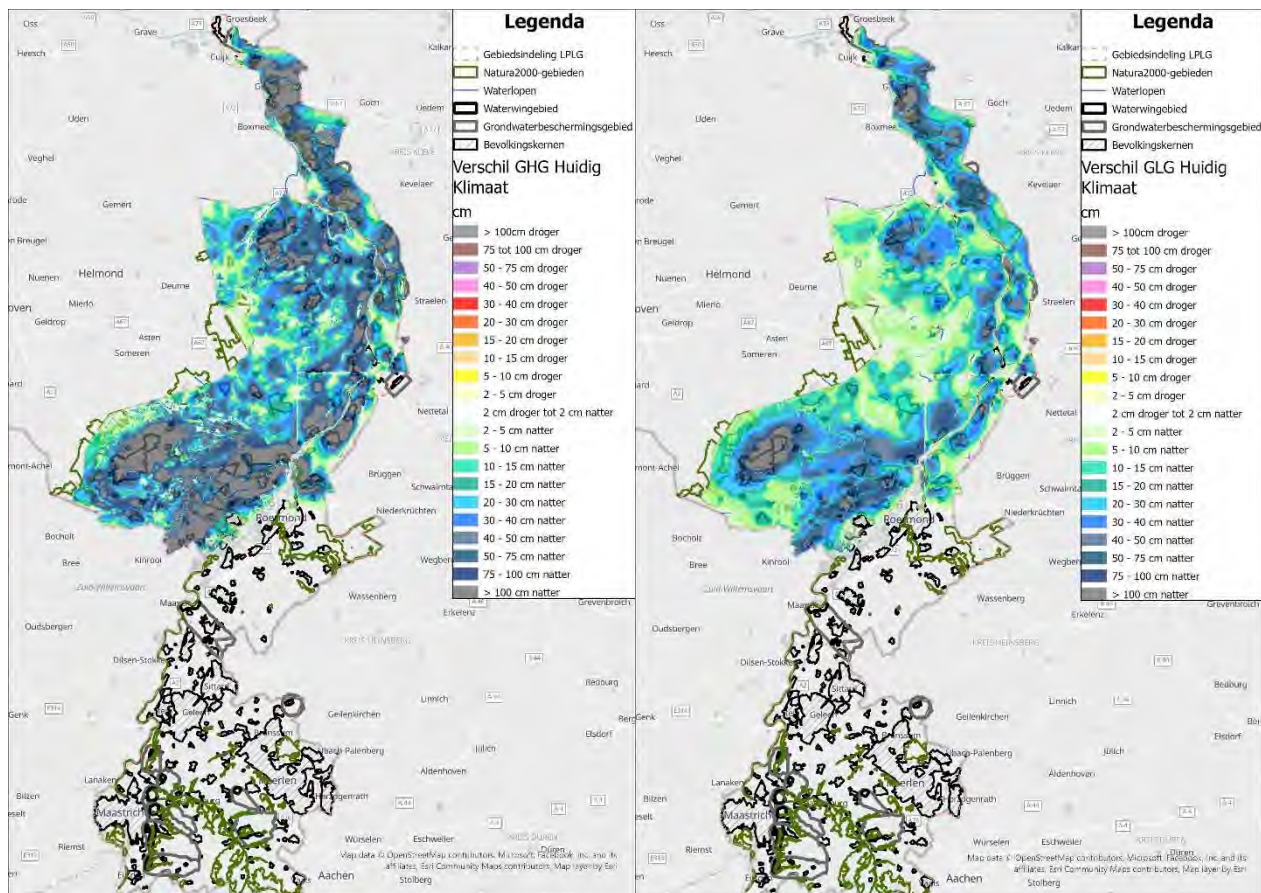
De maatregelen binnen maatregelpakket 2.1 zijn weergegeven in Figuur 6-1.



Figuur 6-1: Maatregelen binnen maatregelpakket 2.1: Directe reductie droogteschade door infiltratie vanuit grotere waterlopen

Figuur 6-2 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. Het infiltreren van water vanuit de kanalen en waterlopen leidt berekende verhogen van de GHG van meer

dan 100 cm in de omgeving van de kanalen, de Tungelroysche beek en de Niers. In de andere beekdalen worden in het algemeen GHG-verhogingen berekend van circa 30 tot 40 cm. Voor wat betreft de GLG worden over het gehele gebied verhogingen worden berekend van circa 10 tot 15 cm. Rondom Weert en in het stroomgebied van de Tungelroysebeek worden verhogingen van de GLG tot meer dan 100 cm berekend. Ook rond de Niers en in de omgeving van Venray worden sterkere verhogingen van de GLG berekend, tot circa 30 tot 40 cm.



Figuur 6-2: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 2.1 (huidig klimaat)

De berekende vernatting als gevolg van maatregelpakket 2.1 leidt tot enige verbetering van de doelrealisatie natuur. Dit is te zien in een afname van het doelgat GLG en GVG in de natuurgebieden, zie Tabel 6-3 en Tabel 6-4. Deze tabellen geven de veranderingen in de areaalverdeling weer voor het doelgat GLG en GVG, voor het gebied ten noorden van de Feldbissbreuk. De arealen in deze tabellen hebben betrekking op de totale oppervlakte grondwaterafhankelijke habitattypen binnen de Natura2000-gebieden. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 1220 ha na maatregelpakket 2.1. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is neemt af van circa 1270 ha in de huidige situatie tot circa 1220 ha na maatregelpakket 2.1. Ondanks dat het totale areaal met een doelgat GLG of GVG iets afneemt en er ook een verschuiving is van areaal met een groot doelgat (>50 cm) naar een kleiner doelgat (0-50 cm), blijft er na maatregelpakket 2.1 een flink areaal bestaan met een doelgat GLG of GVG.

Het doelgat GLG neemt in alle natuurgebieden af, maar de grootte van de afname varieert per natuurgebied. In het Weerterbos wordt een afname van het doelgat GLG berekend van circa 5 tot 10 cm, in de Groote Peel circa 10 tot 15 cm, in de Mariapeel van circa 2 tot 5 cm, in Maasduinen circa 10 tot 25 cm, in Sarsven en de Banen circa 2 tot 30 cm en in het Leudal circa 10 tot 30 cm. Voor het doelgat GVG

Projectgerelateerd

is het beeld net iets anders. In het Weerterbos wordt een afname berekend van circa 2 tot 10cm, in de Groote Peel van 2 tot 25 cm, in de Mariapeel circa 2 tot 10 cm, in Maasduinen circa 15 tot 50 cm, in Sarsven en de Banen circa 2 tot 30 cm en in het Leudal circa 35 tot 50 cm. Ondanks de vernatting blijft ook na maatregelpakket 2.1 in de meeste natuurgebieden een doelgat GLG en GVG bestaan. Alleen in het zuidelijk deel van de Groote Peel en het noordelijk deel van de Mariapeel wordt het doelgat GVG teruggebracht tot minder dan 10 cm.

Tabel 6-3: Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 2.1

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 2.1 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	0	0	0	116	7	15	999	0	0	0	134	8	27	969
Maasduinen	738	0	0	0	585	0	4	148	0	0	0	586	1	9	142
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	0	0	0	374	9	31	40	0	0	0	389	9	24	31
Zuid-Limburg	27	0	0	0	24	0	0	3	0	0	0	24	0	0	3
TOTAAL LIMBURG	2356	0	0	0	1099	16	50	1190	0	0	0	1133	18	60	1145

Tabel 6-4: Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 2.1

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 2.1 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	1	10	12	147	69	312	586	3	15	18	170	84	354	495
Maasduinen	738	2	3	3	502	2	20	206	6	12	6	493	4	27	190
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	2	5	5	375	12	23	32	2	6	5	375	11	22	31
Zuid-Limburg	27	0	0	0	21	1	1	5	0	0	0	21	1	1	5
TOTAAL LIMBURG	2356	4	18	20	1046	84	355	828	11	33	29	1060	100	404	720

Tabellen 6-5 en 6-6 geven de veranderingen in de berekende droogteschade en natschade aan de landbouw weer als gevolg van maatregelpakket 2.1, in de vorm van veranderingen in de areaalverdeling met verschillende schadeklassen.

In grote delen van Limburg resulteert de infiltratie vanuit kanalen en grotere waterlopen tot een afname van de droogteschade van circa 2 tot 10%. Sterkere afnames worden berekend in de omgeving van de Maasduinen en rond de Maas; hier worden afnames van de droogteschade berekend tot circa 15 à 30%. In veel gebieden neemt door de extra infiltratie ook de natschade sterk toe. Dit is met name het geval in het gebied tussen het Weerterbos, Sarsven en de Banen en Groote Peel, rondom de Niers en ten noorden van de Maasduinen. Hier neemt de natschade lokaal toe met 40%.

Tabel 6-5: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 2.1

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 2.1 - Huidig						
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	
De Peel	59843	38354	15095	4588	1805	1	0		39867	10776	2993	1324	2	0	
Maasduinen	14943	6876	2794	3087	2101	86	0		8607	3054	2573	1557	67	0	
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	11950	4334	1876	765	1	0		12116	4373	1670	753	1	0	
Zuid-Limburg	36634	20592	15553	449	41	0	0		2166	1610	62	13	0	0	
TOTAAL LIMBURG	130345	77771	37775	10000	4711	88	0		62757	19813	7297	3647	69	0	

Tabel 6-6: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 2.1

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Maatregelpakket 2.1 - Huidig					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	57415	916	516	749	137	110	45057	2177	1840	5120	350	419
Maasduinen	14943	13171	638	264	518	162	191	10279	774	457	3232	552	565
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	17032	871	259	403	172	188	16599	865	300	640	253	255
Zuid-Limburg	36634	34607	577	164	153	300	834	3749	29	12	23	15	23
TOTAAL LIMBURG	130345	122224	3002	1203	1822	771	1323	75684	3845	2609	9016	1169	1261

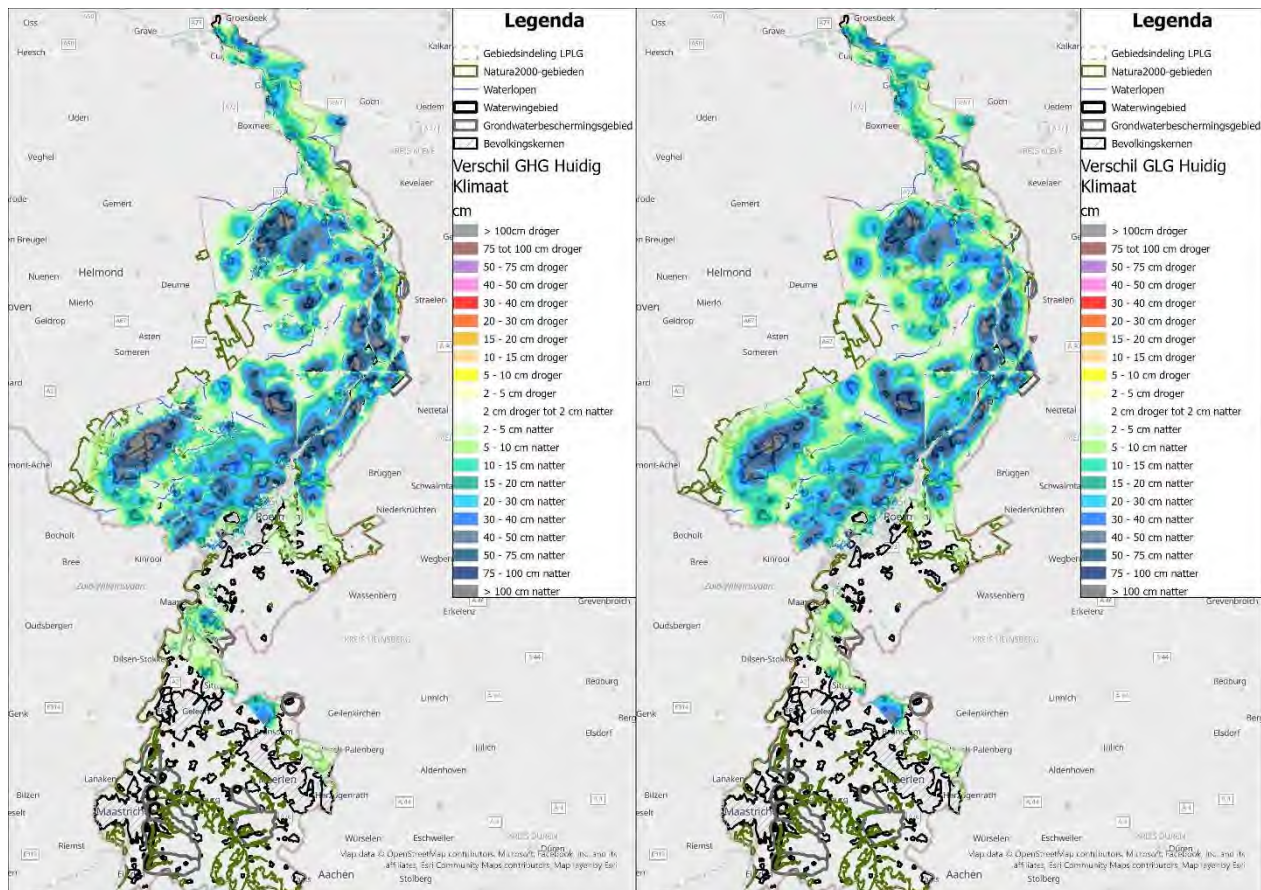
6.4.3 Maatregel 2.2: Directe reductie droogteschade door infiltratie van afgekoppeld hemelwater

De maatregelen binnen maatregelpakket 2.2 zijn weergegeven in Figuur 6-3.



Figuur 6-3: Maatregelen binnen maatregelpakket 2.2: Directe reductie droogteschade door infiltratie van afgekoppeld hemelwater

Figuur 6-4 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. Infiltratie van afgekoppeld water vanuit de stedelijke kernen leidt tot verhogingen van de berekende GHG van circa 50 tot 75 cm in en direct rondom de stedelijke kernen. Rondom de grotere stedelijke kernen wordt meer geïnfilteerd omdat meer afgekoppeld water beschikbaar is. Dit is onder meer te zien rond Weert en Venray, waar GHG-verhogingen van meer dan 100 cm worden berekend. In de meeste zones rondom de stedelijke kernen worden verhogingen van de GLG van circa 40 tot 50 cm berekend. Rond Weert en Venray bedragen ook de GLG-verhogingen meer dan 100 cm.



Figuur 6-4: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 2.2 (huidig klimaat)

De veranderingen in het doelgat GLG en GVG zijn weergegeven in Tabel 6-7 en Tabel 6-8. Deze tabellen geven de veranderingen in de areaalverdeling weer voor het doelgat GLG en GVG, voor het gebied ten noorden van de Feldbissbreuk. De arealen in deze tabellen hebben betrekking op de totale oppervlakte grondwaterafhankelijke habitattypen binnen de Natura2000-gebieden.

Maatregelpakket 2.2 leidt tot een beperkte verbetering van de doelrealisatie natuur. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 1230 ha na maatregelpakket 2.2. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is neemt af van circa 1270 ha in de huidige situatie tot circa 1250 ha na maatregelpakket 2.2. Ondanks dat het totale areaal met een doelgat GLG of GVG iets afneemt en er ook een verschuiving is van areaal met een groot doelgat (>50 cm) naar een kleiner doelgat (0-50 cm), blijft er na maatregelpakket 2.2 een flink areaal bestaan met een doelgat GLG of GVG.

Projectgerelateerd

Het doelgat GLG vermindert met circa 30 tot 40 cm in Boschhuizerbergen. In het Weerterbos, het noorden van de Mariapeel en grote delen van Maasduinen bedraagt de afname van het doelgat GLG circa 1 tot 5 cm. In de Groote Peel, Sarsven en de Banen en Leudal neemt het berekende doelgat GLG circa 5 tot 15 cm af. Opvallend is dat in het zuidelijk deel van de Mariapeel geen afname van het doelgat GLG wordt berekend. De berekende afnames van het doelgat GVG zijn grotendeels gelijk aan de afnames van het doelgat GLG. Ook het doelgat GVG neemt in het zuidelijk deel van de Mariapeel niet af. Ondanks de vernatting blijft na maatregelpakket 2.2 in de meeste natuurgebieden een aanzienlijk doelgat GLG en GVG bestaan.

Tabel 6-7 Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 2.2

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 2.2 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	0	0	0	116	7	15	999	0	0	0	130	10	22	976
Maasduinen	738	0	0	0	585	0	4	148	0	0	0	586	1	9	142
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	0	0	0	374	9	31	40	0	0	0	389	9	24	31
Zuid-Limburg	27	0	0	0	24	0	0	3	0	0	0	24	0	0	3
TOTAAL LIMBURG	2356	0	0	0	1099	16	50	1190	0	0	0	1128	20	55	1153

Tabel 6-8 Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 2.2

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 2.2 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	1	10	12	147	69	312	586	1	13	13	163	72	333	542
Maasduinen	738	2	3	3	502	2	20	206	2	4	3	502	3	19	205
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	2	5	5	375	12	23	32	2	6	5	375	13	21	31
Zuid-Limburg	27	0	0	0	21	1	1	5	0	0	0	21	1	1	5
TOTAAL LIMBURG	2356	4	18	20	1046	84	355	828	5	23	20	1062	89	374	783

Tabellen 6-9 en 6-10 geven de veranderingen in de berekende droogteschade en natschade aan de landbouw weer als gevolg van maatregelpakket 2.2, in de vorm van veranderingen in de areaalverdeling met verschillende schadeklassen.

Met name in de landbouwgebieden ten noorden van Weert, ten zuiden van de Mariapeel en ten westen van Venray worden afnames van de droogteschade berekend van circa 2 tot 5% en lokaal 5 tot 10%. In veel gebieden neemt door de extra infiltratie ook de natschade sterk toe. Dit geldt vooral voor het gebied ten westen van Venray en ten zuiden van de Groote Peel, waar toenames van natschade tot 25 à 35% worden berekend.

Tabel 6-9 Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 2.2

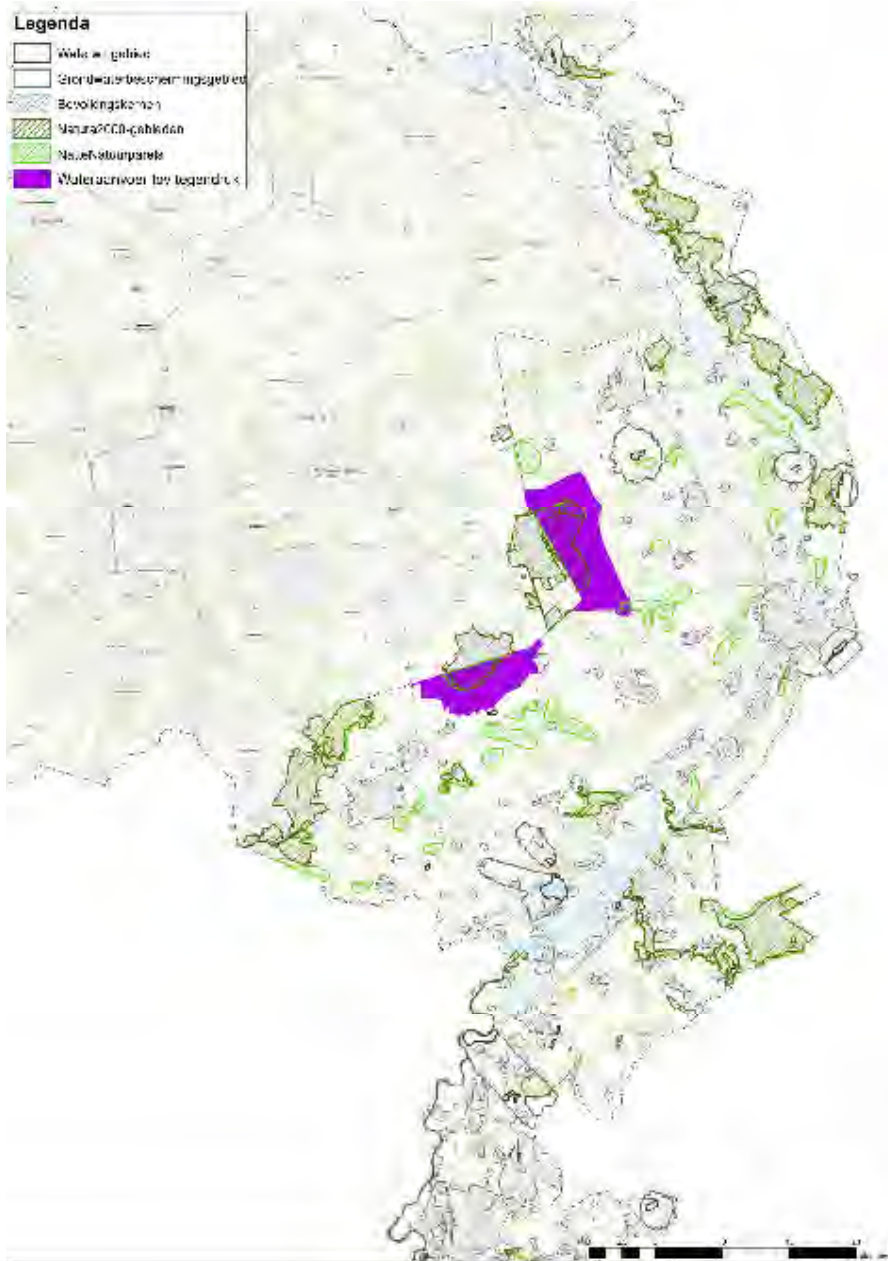
Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 2.2 - Huidig						
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	
De Peel	59843	38354	15095	4588	1805	1	0		37397	12089	3828	1646	2	0	
Maasduinen	14943	6876	2794	3087	2101	86	0		7495	2609	3464	2201	88	0	
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	11950	4334	1876	765	1	0		12100	4365	1689	758	1	0	
Zuid-Limburg	36634	20592	15553	449	41	0	0		2169	1609	61	13	0	0	
TOTAAL LIMBURG	130345	77771	37775	10000	4711	88	0		59161	20672	9041	4618	91	0	

Tabel 6-10: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 2.2

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Maatregelpakket 2.2 - Huidig					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	57415	916	516	749	137	110	51075	1309	808	1369	252	151
Maasduinen	14943	13171	638	264	518	162	191	13555	734	388	764	194	222
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	17032	871	259	403	172	188	16834	861	291	534	196	197
Zuid-Limburg	36634	34607	577	164	153	300	834	3742	27	14	23	16	29
TOTAAL LIMBURG	130345	122224	3002	1203	1822	771	1323	85206	2930	1500	2690	658	598

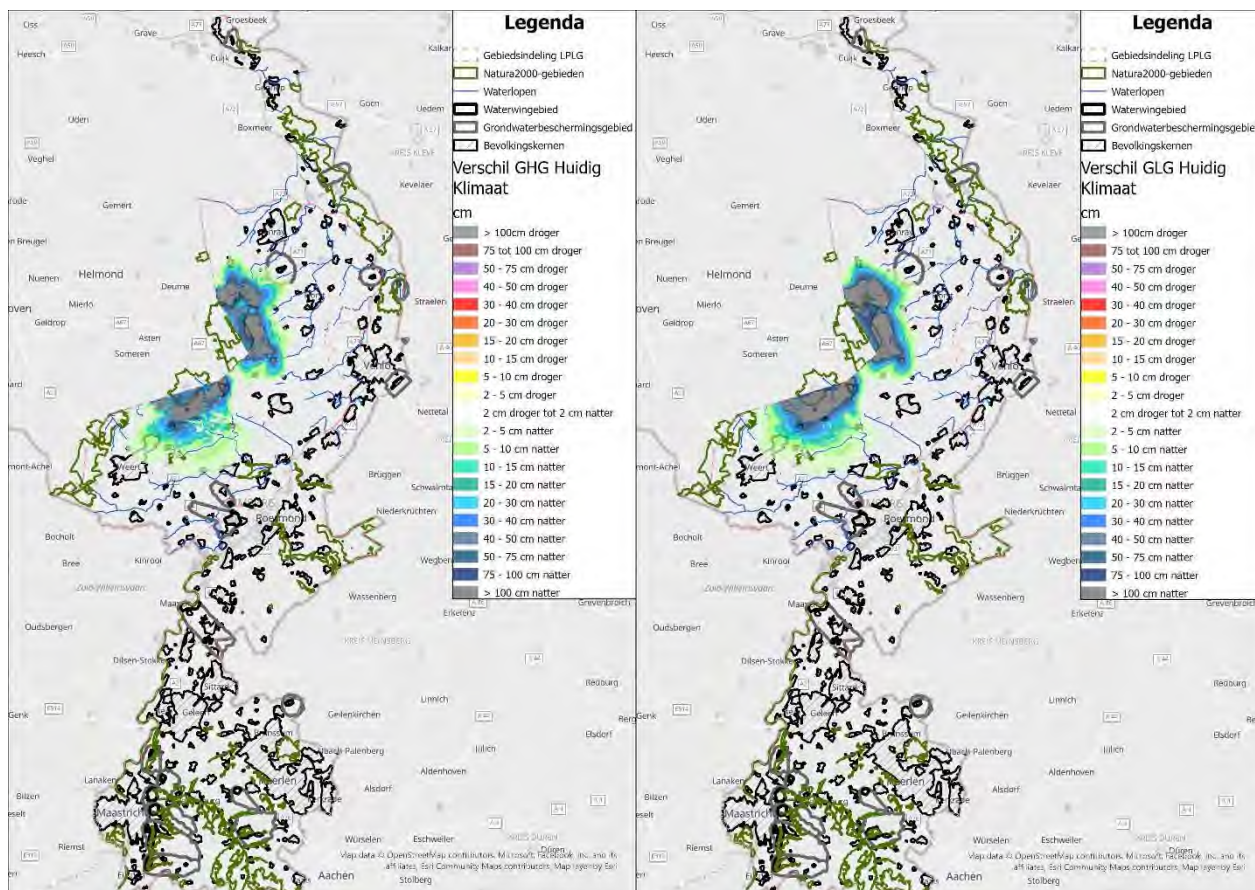
6.4.4 Maatregel 2.3: Tegendruk rond Peelgebieden door wateraanvoer vanuit kanalen en beken

De maatregelen binnen maatregelpakket 2.3 zijn weergegeven in Figuur 6-5.



Figuur 6-5: Maatregelen binnen maatregelpakket 2.3: Tegendruk in 2 km bufferzones rond Mariapeel en Groote Peel door wateraanvoer vanuit kanalen en beken

Figuur 6-6 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. De maatregelen om tegendruk te creëren voor de Peelgebieden worden alleen rondom de Groote Peel en Mariapeel uitgevoerd. Het effect van het vernatten van de bufferzones rondom de Peelgebieden (zie Figuur 6-5) leidt tot verhogingen van zowel de GHG als de GLG van meer dan 100 cm. In de natuurgebieden zelf worden verhogingen van de GHG en de GLG berekend van circa 50 tot lokaal meer dan 100 cm.



Figuur 6-6: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 2.3 (huidig klimaat)

De veranderingen in het doelgat GLG en GVG zijn weergegeven in Tabel 6-11 en Tabel 6-12. Deze tabellen geven de veranderingen in de areaalverdeling weer voor het doelgat GLG en GVG, voor het gebied ten noorden van de Feldbissbreuk. De arealen in deze tabellen hebben betrekking op de totale oppervlakte grondwaterafhankelijke habitattypen binnen de Natura2000-gebieden.

Maatregelpakket 2.3 leidt tot verbetering van de doelrealisatie natuur. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is neemt -gerekend over de gehele provincie Limburg- af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 790 ha na maatregelpakket 2.3. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is neemt af van circa 1270 ha in de huidige situatie tot circa 530 ha na maatregelpakket 2.3. Ondanks dat het totale areaal met een doelgat GLG of GVG iets afneemt en er ook een verschuiving is van areaal met een groot doelgat (>50 cm) naar een kleiner doelgat (0-50 cm), blijft er na maatregelpakket 2.3 een flink areaal bestaan met een doelgat GLG of GVG.

De grootste effecten worden berekend voor de Peelgebieden. In de Groote Peel neemt het doelgat GLG met circa 90 tot 160 cm af. In de Mariapeel wordt een afname van het doelgat GLG van circa 40 tot 200

Projectgerelateerd

cm berekend. Na de vernattingsmaatregelen neemt het doelgat GLG in het grootste deel van de Groote Peel, het noordelijke deel van de Mariapeel en het Grauwveen af tot minder dan 10 cm. Alleen in de zone van de Groote Peel tegen de provinciegrens met Noord-Brabant en het zuidelijke deel van de Mariapeel wordt het doelgat GLG niet opgeheven; hier blijft een doelgat GLG van circa 50 tot 100 cm bestaan.

Het doelgat GVG neemt in de Groote Peel af met circa 10 tot 70 cm en in de Mariapeel met circa 15 tot 120 cm. Na de vernattingsmaatregelen wordt het doelgat GVG in het grootste deel van de Peelgebieden ongedaan gemaakt. Alleen in het zuidelijk deel van de Mariapeel blijft de GVG circa 25 tot 50 cm te laag. In delen van de Peelgebieden worden zelfs te hoge GVG-waarden berekend. In praktijk kunnen deze te natte omstandigheden worden voorkomen door het handhaven van maximale overloop-peilen in de compartimenten in de natuurgebieden.

Tabel 6-11: Effecten op het berekende doelgat GLG als gevolg van maatregelpakket 2.3

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 2.3 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	0	0	0	116	7	15	999	0	0	0	360	52	169	548
Maasduinen	738	0	0	0	585	0	4	148	0	0	0	0	0	0	0
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	0	0	0	374	9	31	40	0	0	0	21	6	8	2
Zuid-Limburg	27	0	0	0	24	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
TOTAAL LIMBURG	2356	0	0	0	1099	16	50	1190	0	0	0	381	58	177	550

Tabel 6-12: Effecten op het berekende doelgat GVG als gevolg van maatregelpakket 2.3

Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 2.3 - Huidig						
		> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	1	10	12	147	69	312	586	26	258	85	250	111	277	124
Maasduinen	738	2	3	3	502	2	20	206	0	0	0	0	0	0	0
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	2	5	5	375	12	23	32	1	1	2	17	6	9	1
Zuid-Limburg	27	0	0	0	21	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0
TOTAAL LIMBURG	2356	4	18	20	1046	84	355	828	27	259	87	266	117	285	125

Tabellen 6-13 en 6-14 geven de veranderingen in de berekende droogteschade en natschade aan de landbouw weer als gevolg van maatregelpakket 2.3, in de vorm van veranderingen in de areaalverdeling met verschillende schadeklassen.

De droogteschade neemt in de omgeving van de Peelgebieden af met circa 10 tot 15% en in de wijdere omgeving met circa 2 tot 5%. De natschade neemt in de bufferzones rond de Peelgebieden met circa 60 tot 100% toe.

Tabel 6-13: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van maatregel 2.3

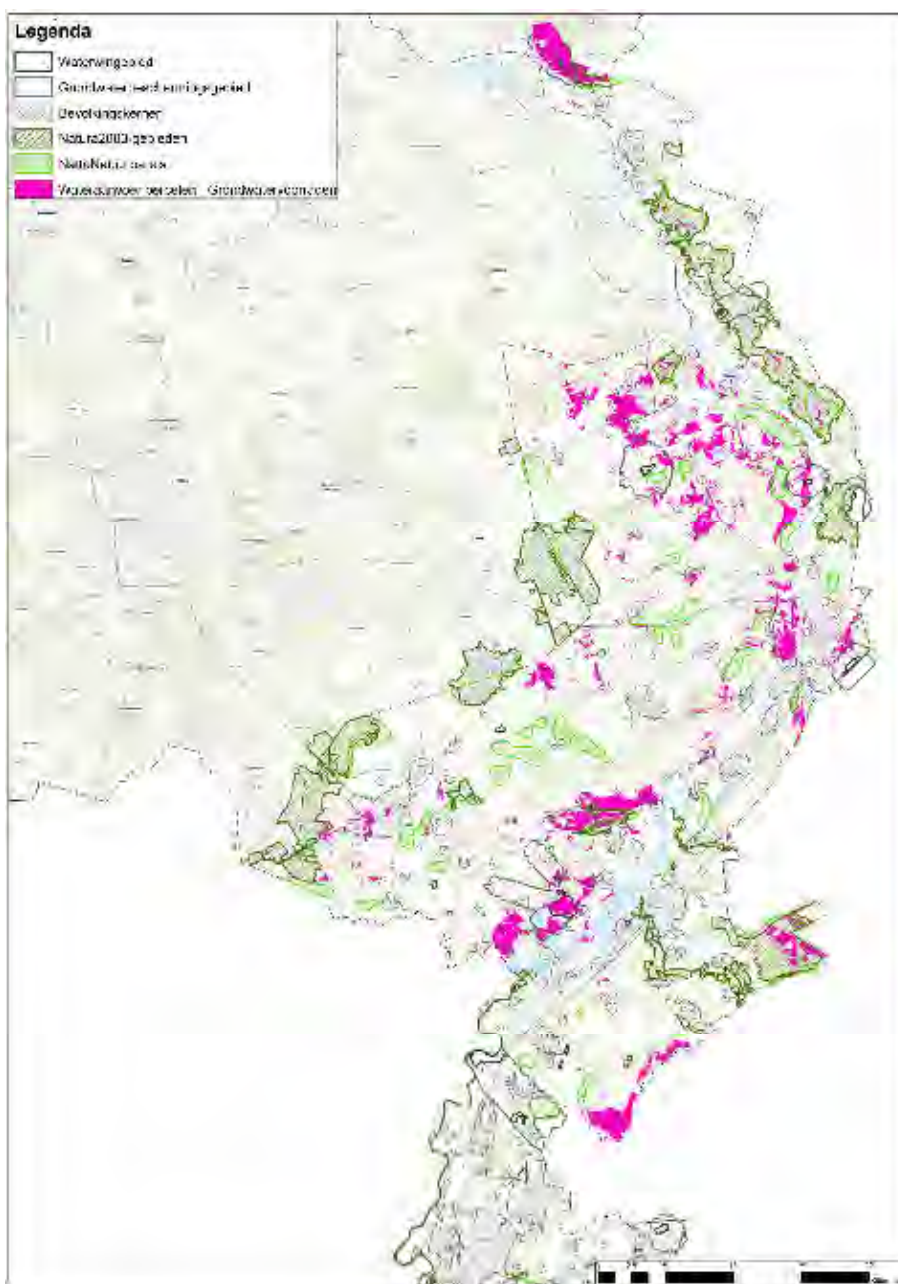
Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig							Maatregelpakket 2.3 - Huidig						
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %
De Peel	59843	38354	15095	4588	1805	1	0	28945	8732	2643	1191	0	0	0	0
Maasduinen	14943	6876	2794	3087	2101	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	11950	4334	1876	765	1	0	6540	2697	1006	460	0	0	0	0
Zuid-Limburg	36634	20592	15553	449	41	0	0	3	23	0	0	0	0	0	0
TOTAAL LIMBURG	130345	77771	37775	10000	4711	88	0	35488	11451	3648	1651	0	0	0	0

Tabel 6-14: Effecten op natschade landbouw als gevolg van maatregel 2.3

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Maatregelpakket 2.3 - Huidig					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	57415	916	516	749	137	110	36321	702	476	777	1433	1802
Maasduinen	14943	13171	638	264	518	162	191	0	0	0	0	0	0
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	17032	871	259	403	172	188	9664	525	129	228	84	73
Zuid-Limburg	36634	34607	577	164	153	300	834	26	0	0	0	0	0
TOTAAL LIMBURG	130345	122224	3002	1203	1822	771	1323	46011	1226	605	1005	1517	1875

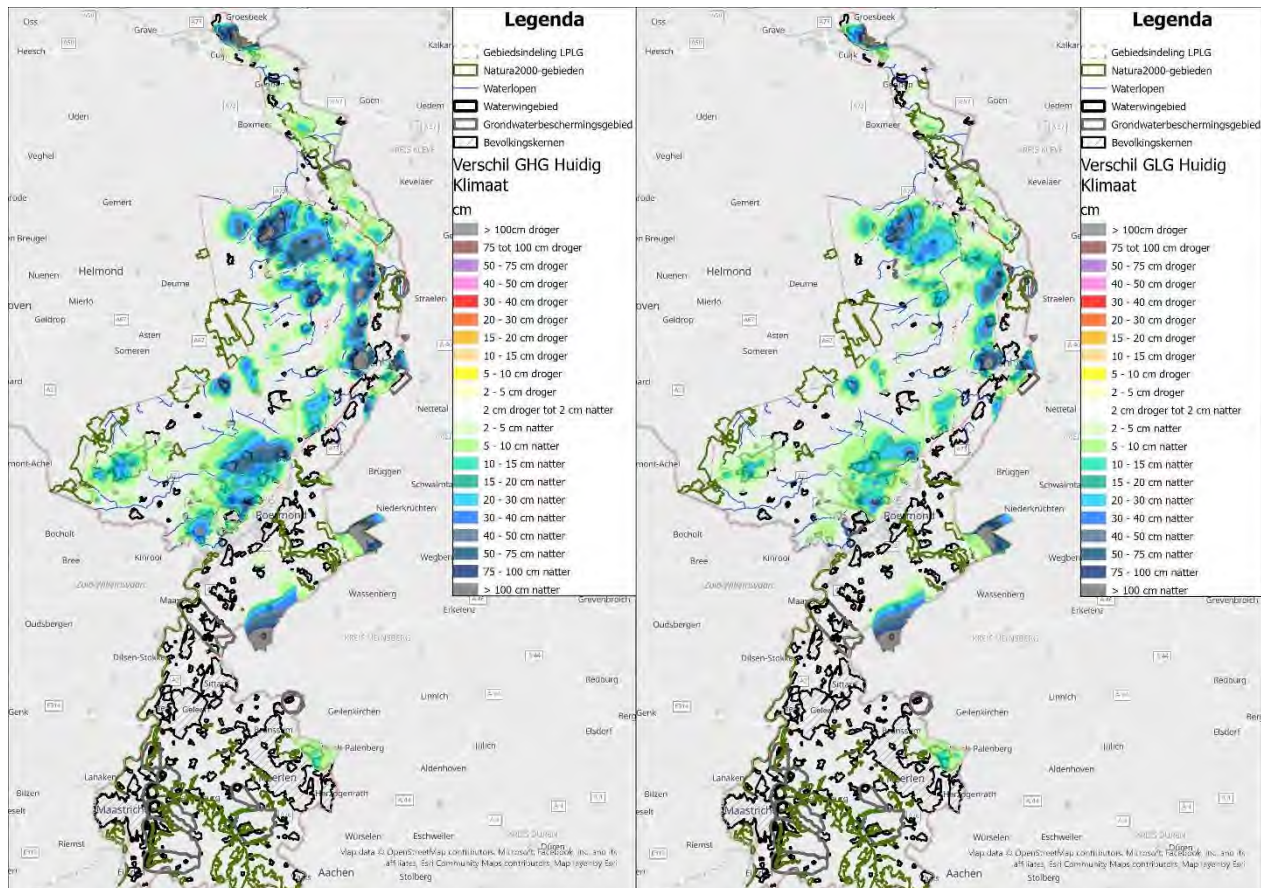
6.4.5 Maatregel 2.4: Creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden

De maatregelen binnen maatregelpakket 2.4 zijn weergegeven in Figuur 6-7.



Figuur 6-7: Maatregelen binnen maatregelpakket 2.4: Creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden

Figuur 6-8 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. Ter plaatse van de grondwatervoorraadgebieden stijgt de GHG met gemiddeld tussen de 50 en 100 cm. De stijging van de GLG is in het algemeen minder, gemiddeld tussen de 20 en 50 cm. Alleen in het gebied rond Venray en rond Koningbosch worden sterkere verhogingen van de GLG berekend.



Figuur 6-8: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 2.4 (huidig klimaat)

Maatregelpakket 2.4 heeft slechts beperkte effecten voor de doelrealisatie natuur. De grondwaterstandsstijgingen ter plaatse van de infiltratiegebieden werken slechts beperkt door tot in de natte natuurgebieden. Alleen in de gebieden Maasduinen en Boschhuizerbergen en Meinweg worden verminderingen van het doelgat GLG en GVG berekend van circa 2 tot 10 cm.

Ook de effecten op droogteschade en natschade voor de landbouw zijn beperkt. Alleen ten westen van Venray wordt enige toename van de natschade berekend van circa 5 tot 10%.

7 Pijler 3: Functiewijzigingen

7.1 Algemeen

Binnen de pijler 3, functiewijziging is geanalyseerd op welke wijze de waterbeschikbaarheid is te verbeteren door aanpassingen aan de gebruiksfuncties. Door de functies zo te situeren dat deze beter passen bij het natuurlijke water- en bodemsysteem, kan de waterbeschikbaarheid worden verbeterd. Voorbeelden van gerichte functieaanpassingen zijn om droogtegevoelige gewassen niet in de hoogste delen van het gebied te verbouwen of om de meest droogtegevoelige landbouwgronden om te zetten naar natuur, bos of bebouwd gebied. Ook het omzetten van intensieve teelten naar meer extensieve teelten valt onder functieverandering.

Paragraaf 7.2 geeft een overzicht en beschrijving van de onderzochte maatregelpakketten voor pijler 3. Paragraaf 7.3 geeft voor alle onderzochte maatregelpakketten (combinaties van functiewijzigingen) binnen pijler 3 een samenvattend overzicht van de effecten op de waterbeschikbaarheid. In paragraaf 7.4 volgt een uitgebreide beschrijving van de berekende effecten als gevolg van deze maatregelpakketten (combinaties van functiewijzigingen).

7.2 Geïnterpreteerde en onderzochte maatregelen

Op basis van de -als effectief beoordeelde- bouwstenen van pijler 3 (zie blauw gemarkeerde bouwstenen in Tabel 3-3) zijn de volgende 3 maatregelpakketten gedefinieerd en geanalyseerd:

3.1 Beekdalbrede aanpak;

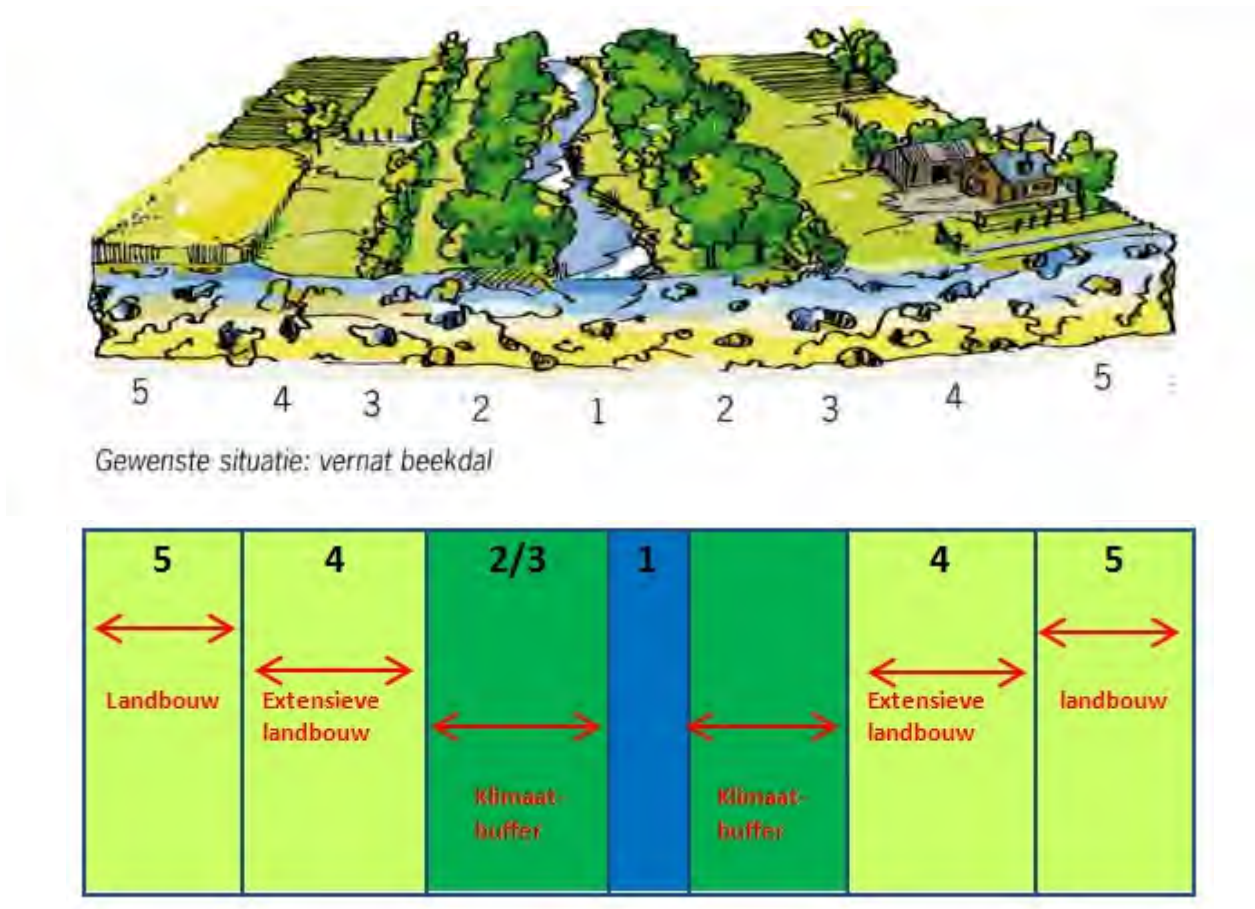
3.2 Landbouwgronden met de meeste droogteschade omzetten naar extensieve gewassen met weinig verdamping;

3.3 Droog productiebos omzetten naar vegetatie met weinig verdamping (heide).

Hieronder volgt een nadere toelichting op de maatregelpakketten binnen pijler 3. Kaarten met overzichten van de maatregelen per maatregelpakket zijn opgenomen in paragraaf 7.4 en bijlage 8 (kaarten Mk3.1, Mk3.2 en Mk3.3).

Maatregelpakket 3.1: Beekdalbrede aanpak

In dit maatregelpakket worden alle natuurbeken in Limburg heringericht volgens het concept van de beekdalbrede aanpak, zie Figuur 7-1. De beekdalbrede aanpak is een onderdeel van het watersysteemherstel als geheel. Het idee van beekdalbrede aanpak is om het bodemniveau van de beken flink te verhogen en een brede zone langs de beek (zone 1) te reserveren voor de herinrichting en ecologische ontwikkeling van de beek en eventuele waterberging. Zones 2 en 3 daarnaast (richting de flank van het beekdal) worden ingericht als boszone en kunnen tevens worden ingezet als klimaatbuffer. Nog verder richting de flank van het beekdal volgen zone 4 met extensieve landbouw en zone 5 met reguliere landbouw. De grootschalige vernatting van de beekdalen zorgt voor duurzaam ecologisch herstel van de beken en geeft extra ruimte om water te bergen in natte perioden. Grote delen van de beekdalen worden ongeschikt voor reguliere landbouw, maar de structurele vernatting van de beekdalen zorgt ervoor dat de grondwaterstanden op de flanken van de beekdalen en de dekzandruggen tussen de beken omhoog gaan, waardoor de droogteschade hier minder wordt. In de modellering is ervan uitgegaan dat de beekpeilen (waterstanden in de beken) structureel worden verhoogd tot aan maaiveld. In de hogere delen van de beekdalen is uitgegaan van een drainageniveau van 30 cm onder maaiveld.



Figuur 7-1: Concept van de beekdalbrede aanpak

In dit maatregelpakket is bouwsteen B3.1 uit Tabel 3-3 opgenomen. Beekdalbrede inrichting leidt ook tot een toename van het areaal bos in de beekdalen en verwijderen van intensieve teelten uit het laagste deel van de beekdalen. Bouwstenen B3.2 en B3.5 zijn dus deels ook meegenomen in dit maatregelpakket.

Maatregelpakket 3.2: Landbouwgronden met de meeste droogteschade omzetten naar extensieve gewassen met weinig verdamping

De focus van dit maatregelpakket ligt op het omvormen van de landbouwpercelen met de hoogste droogteschade (>30%) naar vegetatie die weinig verdampt. Voor de effectberekeningen met het grondwatermodel is uitgegaan van omzetting naar het landgebruikstype heide. Concreet betekent dit dat in dit maatregelpakket 13% van het volledige Limburgse landbouwareaal wordt omgevormd naar een vegetatie met geringe verdamping (waarbij in de modellering is uitgegaan van het landgebruikstype heide).

In dit maatregelpakket is bouwsteen B3.4 uit Tabel 3-3 opgenomen.

Maatregelpakket 3.3: Droog productiebos omzetten naar heide.

In dit maatregelpakket worden alle gebieden met het beheertype droog productiebos omgezet naar vegetatie die weinig verdampt. Voor de effectberekeningen met het grondwatermodel is uitgegaan van omzetting naar het landgebruikstype heide. Door deze omzetting neemt de verdamping af, neemt de grondwateraanvulling op de hoger gelegen dekzandruggen toe en zal de waterbeschikbaarheid in aanliggende gebieden verbeteren (door hogere grondwaterstanden en/of toename van kwel).

Dit maatregelpakket is een uitwerking van bouwsteen B3.2 uit Tabel 3-3.

7.3 Overzicht effecten per maatregelpakket

Tabel 7-1 geeft een overzicht van de berekende effecten van alle 3 maatregelpakketten binnen pijler 3. Per maatregelpakket zijn de berekende effecten op het grondwaterregime en de doelrealisatie natuur en landbouw vertaald naar kwalitatieve scores, die zijn weergegeven als kleuren, variërend van donkerblauw (zeer positief) tot rood (zeer negatief), zie legenda onderaan Tabel 7-1. In de toegekende scores is onderscheid gemaakt naar de 4 NPLG-deelgebieden. In bijlage 2 is een verklaring van de toegekende scores opgenomen. De effecten voor deelgebied Zuid-Limburg zijn ingeschat op basis van expert-judgement, niet op basis van modelberekeningen. Maatregelpakketten 3.2 en 3.3 zijn alleen doorgerekend voor Huidig Klimaat en niet voor klimaatscenario HD₂₀₅₀. De grondwaterstandsveranderingen voor HD₂₀₅₀ zijn voor deze maatregelpakketten daarom niet ingevuld.

Tabel 7-1: Samenvattend overzicht berekende effecten maatregelpakketten binnen pijler 3, functiewijzigingen

Maatregelpakketten	Maatregelpakket 3.1: Beekdalbrede aanpak				Maatregelpakket 3.2: Omvormen landbouwpercelen met >30% droogteschade				Maatregelpakket 3.3: Omvormen droog productiebos naar heide			
Deelgebieden LPLG	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg
Grondwatereffecten huidig klimaat												
Verandering GHG t.o.v. referentie												
Verandering GVG t.o.v. referentie												
Verandering GLG t.o.v. referentie												
Grondwatereffecten HD₂₀₅₀												
Verandering GHG t.o.v. referentie												
Verandering GVG t.o.v. referentie												
Verandering GLG t.o.v. referentie												
Doelrealisatie natuur (huidig klimaat)												
Verandering doelgat GVG												
Verandering doelgat GLG												
Doelrealisatie landbouw (huidig klimaat)												
Verandering droogteschade												
Verandering natschade												

	zeer positief effect
	positief effect
	matig positief effect
	beperkt positief effect
	geen significant effect
	beperkt negatief effect
	matig negatief effect
	negatief effect
	zeer negatief effect

Samenvattend zorgen de onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 3, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
 - Beekdalbrede aanpak zorgt voor forse verhogingen van de GHG en GLG in de beekdalen, variërend van enkele decimeters tot lokaal maximaal 100 cm in de benedenstroomse delen van onder meer de Tungelroysebeek, de Groote Molenbeek, de Niers en de Loobeek.
 - Het omvormen van landbouwpercelen met een hoog percentage droogteschade naar minder intensieve teelten en het omvormen van droog productiebos naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide) leidt lokaal tot grondwaterstandsverhogingen, die weinig uitstralen naar de omliggende gebieden.
- Doelrealisatie natuur:
 - De beekdalbrede aanpak zorgt in de meeste Natura2000-gebieden voor een beperkte verbetering van de doelrealisatie natuur; het doelgat GVG en GLG neemt hier met enkele centimeters tot ongeveer 10 cm af. Dit is niet vreemd, omdat de beekdalbrede aanpak erop gericht is om de beekdalen optimaal in te richten voor de ecologische ontwikkeling van de beken en het vasthouden van water. De meeste Natura2000-gebieden liggen op ruime afstand van de beekdalzones. Alleen in het Natura2000-gebied Leudal, dat wordt gevormd door de beekdalen van de Tungelroysebeek en de Roggelse Beek, is een sterke verbetering van de doelrealisatie te verwachten; hier worden afnames van het doelgat GLG en GVG berekend van circa 100 tot 150 cm.
 - De maatregelen omvormen van landbouwpercelen naar minder intensieve teelten en omvormen van droog productiebos naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide) hebben weinig effect op de doelrealisatie van de Natura2000-gebieden. Lokaal zorgen deze maatregelen voor verhogingen van de GLG en GVG, maar deze werken zeer beperkt door tot in de natte natuur binnen de Natura2000-gebieden.
 - De effecten voor de doelrealisatie natuur zijn alleen berekend met de Waterwijzer Natuur. Voor de samengestelde scenario's zijn de effecten op de doelrealisatie natuur ook berekend op basis van grondwaterduurlijnen ter plaatse van de peilbuizen van het provinciale OGOR-meetnet. Deze analyse levert aanzienlijk andere resultaten op dan de Waterwijzer Natuur.
- Doelrealisatie landbouw:
 - Toepassen van de beekdalbrede aanpak zorgt in de directe omgeving van de beekdalen voor afname van de berekende droogteschade met circa 2 tot 10%. In de beekdalen zelf neemt de natschade met tientallen procenten toe.
 - De maatregelen omvormen van landbouwpercelen naar minder intensieve teelten en omvormen van droog productiebos naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide) hebben weinig effect op de droogte- en natschade voor de landbouw.

Om de effectiviteit van de maatregelenpakketten te kunnen inschatten is ook inzicht in de kosten van de maatregelen nodig. De eenheidsprijzen van de geanalyseerde maatregelen zijn samengevat in Tabel 9-30 in paragraaf 9.5.1.

7.4 Effecten per maatregel

7.4.1 Algemeen

Van alle maatregelpakketten binnen pijler 3 zijn met het regionale grondwatermodel IBRAHYMv2.1 de effecten berekend op de grondwaterstanden (GHG, GLG en GVG) in het huidige klimaat. Voor maatregelpakket 3.1 (beekdalbrede aanpak) zijn eveneens de grondwatereffecten berekend voor het

Projectgerelateerd

klimaatscenario HD₂₀₅₀. Voor alle maatregelpakketten zijn de effecten op de doelrealisatie natuur en landbouw berekend, uitgaande van de grondwaterstanden bij huidig klimaat. De effecten van de maatregelpakketten binnen pijler 3 zijn alleen doorgerekend voor het gebied ten noorden van de Feldbissbreuk.

In bijlage 8 van deze rapportage zijn alle kaarten opgenomen met de rekenresultaten van de maatregelpakketten binnen pijler 3.

Tabel 7-2 geeft een overzicht van de uitgevoerde effectberekeningen voor de maatregelpakketten binnen pijler 3 en de bijbehorende kaarten in bijlage 8.

In bijlage 9 van deze rapportage zijn de resultaten van de berekende effecten op de doelrealisatie natuur en landbouw voor de verschillende maatregelpakketten binnen pijler 3 in tabelvorm weergegeven. In deze tabellen is onderscheid gemaakt naar de 4 LPLG-deelgebieden: De Peel, Maasduinen, Meinweg, Roer en Swalmdal en Zuid-Limburg.

In de beschrijving van de effecten van maatregelpakketten 3.1 tot en met 3.3 in de onderstaande paragrafen is een deel van de resultaatkaarten en -tabellen uit bijlagen 8 en 9 ter illustratie opgenomen.

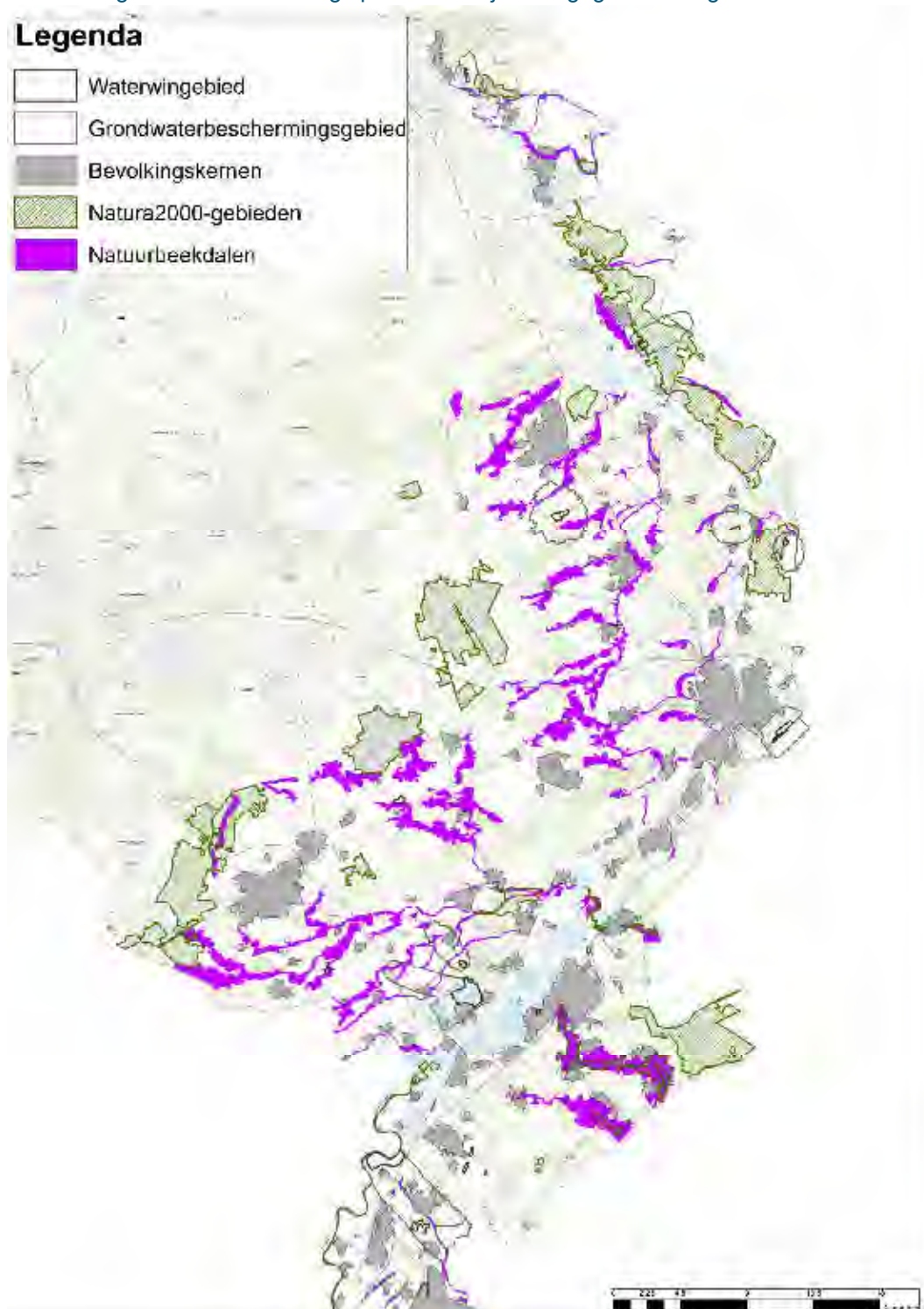
Tabel 7-2: Overzicht effectberekeningen en resultaatkaarten in bijlage 8 voor maatregelpakketten pijler 3, functiewijzigingen

	3.1 Beekdalbrede aanpak	3.2 Landbouwgronden met meeste droogteschade omzetten naar extensieve gewassen	3.3 Droog productiebos omzetten naar heide
Overzichtskaarten maatregelen / functiewijzigingen	MK3.1	MK3.2	MK3.3
Grondwatereffecten huidig klimaat			
GHG t.o.v. maaiveld	3.1a	3.2a	3.3a
GLG t.o.v. maaiveld	3.1b	3.2b	3.3b
GVG t.o.v. maaiveld	3.1c	3.2c	3.3c
Verandering GHG t.o.v. referentie	3.1d	3.2d	3.3d
Verandering GLG t.o.v. referentie	3.1e	3.2e	3.3e
Verandering GVG t.o.v. referentie	3.1f	3.2f	3.3f
Grondwatereffecten HD₂₀₅₀			
GHG t.o.v. maaiveld	3.1g	-	-
GLG t.o.v. maaiveld	3.1h	-	-
GVG t.o.v. maaiveld	3.1i	-	-
Verandering GHG t.o.v. referentie	3.1j	-	-
Verandering GLG t.o.v. referentie	3.1k	-	-
Verandering GVG t.o.v. referentie	3.1l	-	-
Doelrealisatie natuur (HK)			
Doelgat GVG	3.1m	3.2m	3.3m
Doelgat GLG	3.1n	3.2n	3.3n
Doelrealisatie landbouw (HK)			
Droogteschade (%)	3.1o	3.2o	3.3o

Natschade (%)	3.1p	3.2p	3.3p
---------------	------	------	------

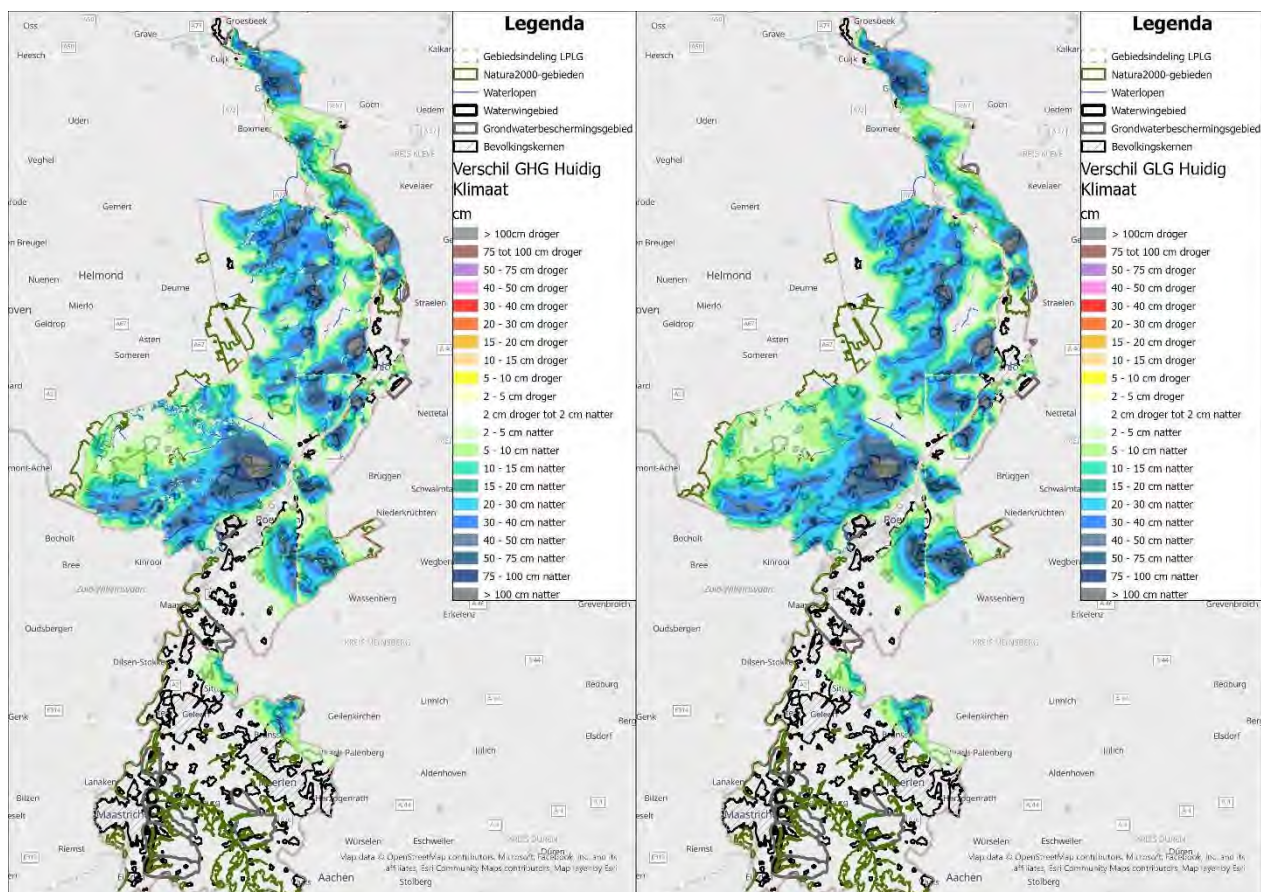
7.4.2 Maatregel 3.1: Beekdalbrede aanpak

De maatregelen binnen maatregelpakket 3.1 zijn weergegeven in Figuur 7-2.



Figuur 7-2: Maatregelen binnen maatregelpakket 3.1: Beekdalbrede aanpak

Figuur 7-3 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. De grootste effecten van beekdalbrede aanpak zien we in de omgeving van de Tungelroysebeek, Groote Molenbeek, Niers en Loobeek. In de benedenstroomse delen van deze beekdalen worden stijgingen van de GHG en GLG berekend van circa 50 tot 100 cm. In de bovenstroomse delen van de beekdalen bedragen de berekende GHG-stijgingen circa 30 tot 50 cm en de GLG-stijgingen circa 20 tot 30 cm.



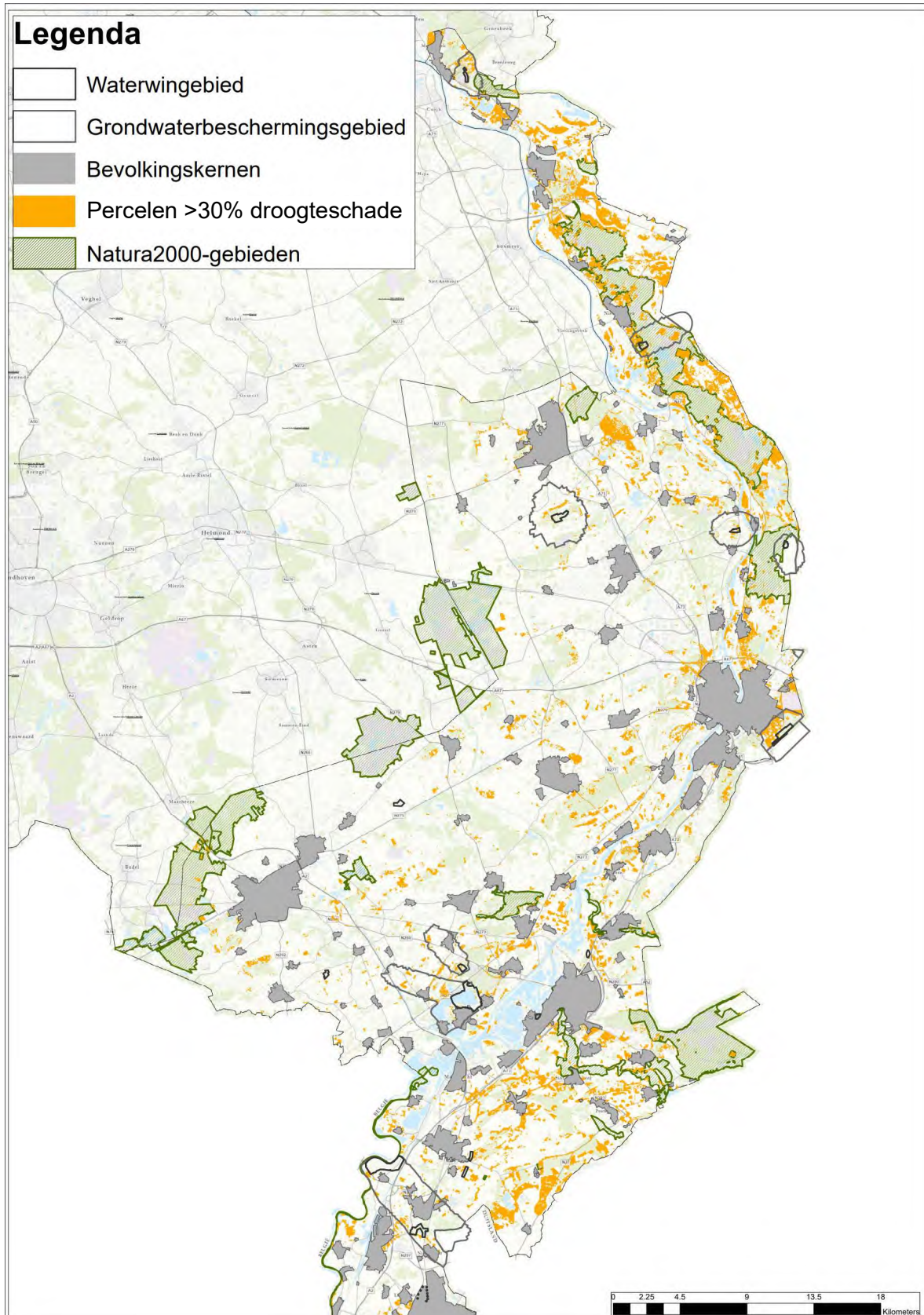
Figuur 7-3: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 3.1 (huidig klimaat)

De beekdalbrede aanpak resulteert in afnames van het doelgat GLG en GVG van enkele centimeters tot 10 cm in onder meer Weerterbos, de Groote Peel en Sarsven en de Banen. In het Natura2000-gebied Leudal, dat wordt gevormd door de beekdalen van de Tungelroysebeek en de Roggelse Beek, worden afnames van het doelgat GLG en GVG berekend van circa 100 tot 150 cm.

In de omgeving rond alle beekdalen neemt de berekende droogteschade af met circa 2 tot 10%. In de beekdalen zelf neemt de natschade met tientallen procenten toe. Dit is niet vreemd, omdat de beekdalbrede aanpak erop gericht is om de beekdalen optimaal in te richten voor de ecologische ontwikkeling van de beken en het vasthouden van water. Buiten de beekdalen worden nauwelijks toenames van natschade berekend.

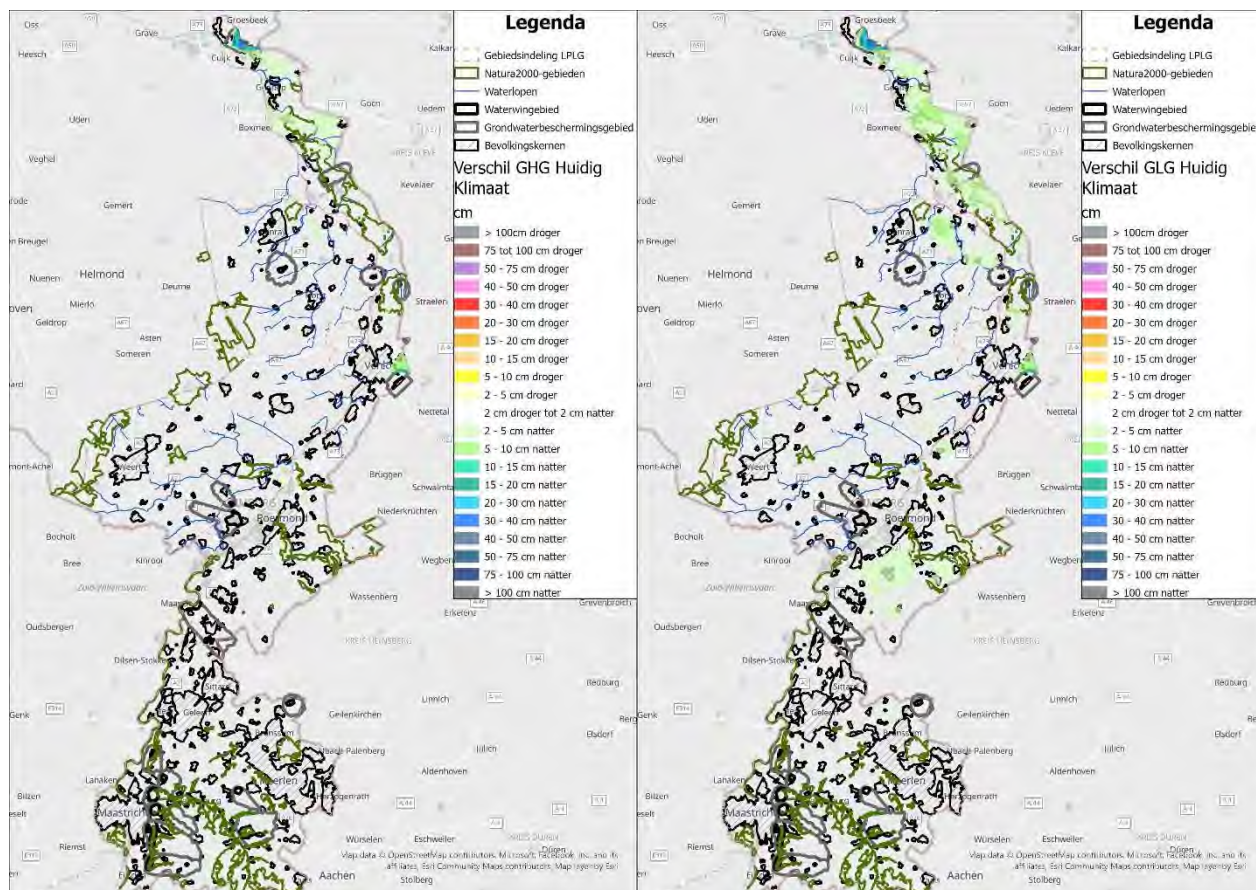
7.4.3 Maatregel 3.2: landbouw met meeste droogteschade omzetten naar gewassen met weinig verdamping

De maatregelen binnen maatregelpakket 3.2 zijn weergegeven in Figuur 7-4.



Figuur 7-4: Maatregelen binnen maatregelpakket 3.2: landbouw met droogteschade meer dan 30% omzetten naar extensieve gewassen met weinig verdamping

Figuur 7-5 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. De percelen met de grootste droogteschade in de huidige situatie liggen met name rondom de Maasduinen. Het effect van deze percelen uit de landbouw halen resulteert in een stijging van de GHG in die omgeving van circa 2 tot 5 cm en een stijging van de GLG van circa 2 tot 10 cm. In de GLG-situatie worden ook in andere gebieden stijgingen berekend, zoals rondom de Vlootbeek en de Oostrumse beek.



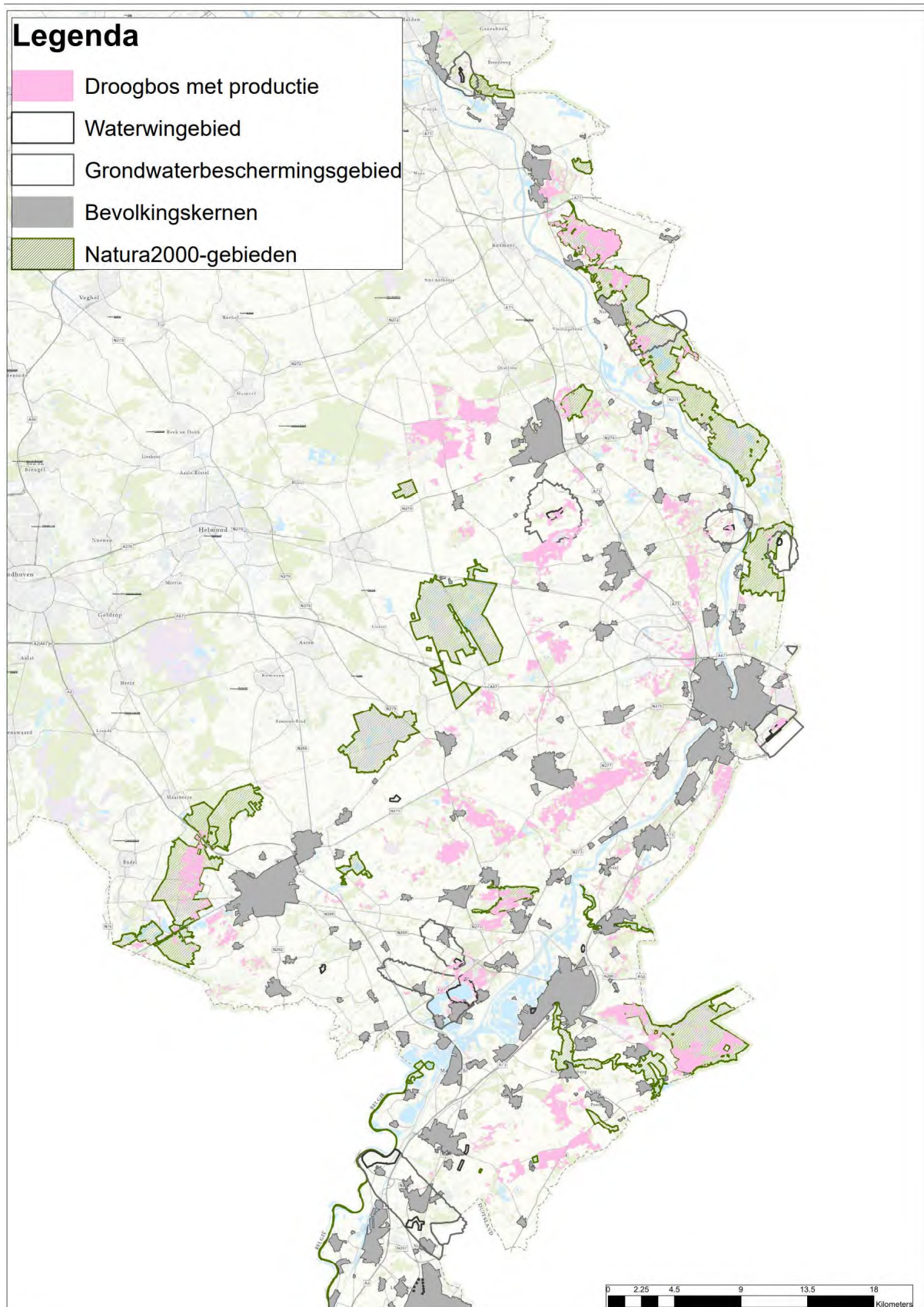
Figuur 7-5: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 3.2 (huidig klimaat)

De berekende grondwaterstandsveranderingen werken slechts in beperkte mate door tot in de natte natuur binnen de Natura2000-gebieden. De effecten voor de doelrealisatie van de natte natuur zijn daardoor gering. In het Natura2000-gebied Maasduinen wordt wel een positief effect berekend. Zowel het doelgat GLG als GVG nemen hier af met circa 2 tot 5 cm.

Als gevolg van maatregelpakket 3.2 worden geen significante veranderingen in droogte- en natschade voor de landbouw berekend.

7.4.4 Maatregel 3.3: droog productiebos omzetten naar heide

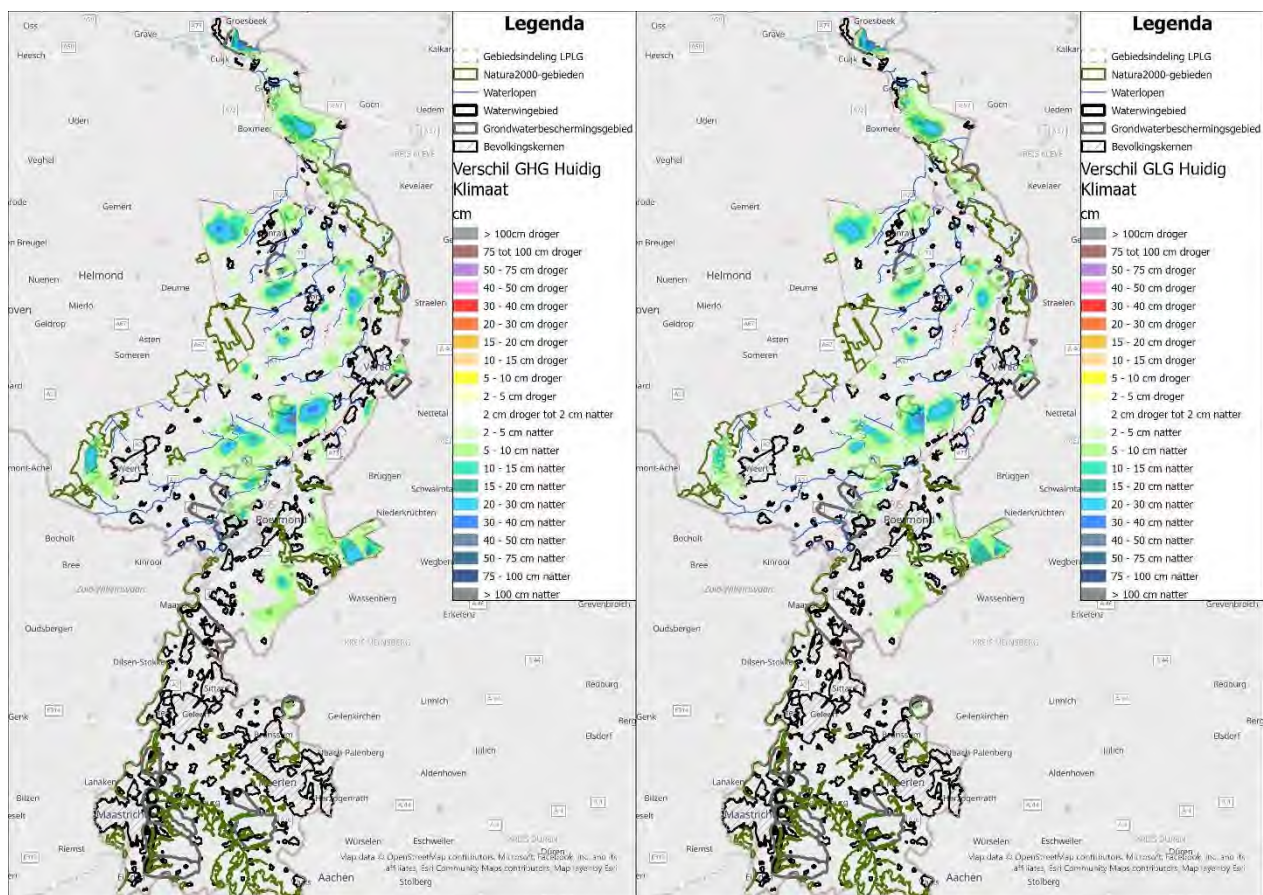
De maatregelen binnen maatregelpakket 3.3 zijn weergegeven in Figuur 7-6.



Figuur 7-6: Maatregelen binnen maatregelpakket 3.3: droog productiebos omzetten naar heide

Figuur 7-7 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. Op de locaties waar droog productiebos wordt omgezet naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide) worden GHG-stijgingen van circa 20 tot 40 cm berekend en GLG-stijgingen van circa 10 tot 20 cm. Het uitstralingseffect naar de omgeving is klein; buiten de gebieden waar productiebos wordt omgezet blijven de veranderingen van de GHG en de GLG beperkt tot enkele centimeters. Veranderingen van de doelrealisatie natuur worden alleen berekend in de Natura2000-gebieden Maasduinen en Leudal, waar het doelgat GLG en GVG afneemt met circa 1 tot 5 cm.

Als gevolg van maatregelpakket 3.3 worden geen significante veranderingen in droogte- en natschade voor de landbouw berekend.



Figuur 7-7: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 3.3 (huidig klimaat)

8 Pijler 4: Beperking watergebruik

8.1 Algemeen

Binnen pijler 4, beperking watergebruik zijn de effecten geanalyseerd van maatregelen gericht op het verminderen van de watervraag. Bij het beperken van het watergebruik is gekeken naar drie gebruiksgroepen; drinkwater, industriële winningen en grondwateronttrekkingen voor beregening van land- en tuinbouw.

Paragraaf 8.2 geeft een overzicht en beschrijving van de onderzochte maatregelpakketten voor pijler 4. Paragraaf 8.3 geeft voor alle onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 4 een samenvattend overzicht van de effecten op de waterbeschikbaarheid. In paragraaf 8.4 volgt een uitgebreide beschrijving van de berekende effecten als gevolg van deze maatregelpakketten.

8.2 Geïnterpreteerde en onderzochte maatregelen

Eerder zijn in het kader van LIWA verschillende reductiescenario's van grondwaterwinningen in Limburg doorgerekend en geanalyseerd. Met het IBRAHYM 2.1 model zijn toen voor de gehele provincie Limburg de grondwatereffecten berekend van verschillende varianten voor reductie van de grondwateronttrekkingen voor drinkwater, industriewatervoorziening, glastuinbouw en beregening (Bonnema et al., 2020). Een selectie van deze rekenresultaten is opgenomen in bijlage 18 van deze rapportage:

1. Reductie drinkwaterwinningen met 20%, effecten op stijghoogten in het freatische pakket;
2. Reductie drinkwaterwinningen met 20%, effecten op stijghoogten in het niet-freatische watervoerende pakket;
3. Reductie industriële grondwaterwinningen met 20%, effecten op stijghoogten in het freatische pakket;
4. Reductie industriële grondwaterwinningen met 20%, effecten op stijghoogten in het niet-freatische pakket;
5. Reductie grondwaterwinningen glastuinbouw met 20%, effecten op stijghoogten in het freatische pakket;
6. Reductie grondwaterwinningen glastuinbouw met 20%, effecten op stijghoogten in het niet-freatische pakket;
7. Reductie grondwateronttrekkingen voor beregening door de landbouw met 20%. Effecten op de GLG.
8. Reductie grondwateronttrekkingen voor beregening door de landbouw met 20%. Effecten op de grondwaterstand in een extreem droge zomer (2018).

Aanvullend op deze eerder doorgerekende bouwstenen zijn binnen pijler 4 de volgende 3 maatregelpakketten gedefinieerd en geanalyseerd:

- 4.1 Stopzetten van grondwaterwinning t.b.v. drinkwater gedurende winterhalfjaar en overgaan op oppervlaktewater (Maas)
- 4.2 Stopzetten van grondwaterwinning t.b.v. industrie gedurende winterhalfjaar en overgaan op oppervlaktewater (kanalen, grotere waterlopen);
- 4.3 Stopzetten beregening in de bufferzones, in natte laagtes en in de grondwaterbeschermingsgebieden aangevuld met 5% vermindering beregening in het overige gebied. Dit leidt tot een totale reductie van 30%.

Hieronder volgt een nadere toelichting op de maatregelpakketten binnen pijler 4. Kaarten met overzichten van de maatregelen per maatregelpakket zijn opgenomen in paragraaf 8.4 en bijlage 10 (kaarten Mk4.1, Mk4.2 en Mk4.3).

Maatregelpakket 4.1: stopzetten grondwaterwinning drinkwater in winterhalfjaar

De focus van dit maatregelpakket ligt op het verminderen van grondwateronttrekkingen voor drinkwater. Tijdens de wintermaanden (1 oktober – 1 maart) wordt er geen grondwater onttrokken voor drinkwater (zowel freatische als diepe winningen) en wordt de drinkwaterbehoefte gedekt door de oeverwinningen in Heel en Roosteren en aangevuld met winning van oppervlaktewater uit de Maas.

Maatregelpakket 4.2: stopzetten grondwaterwinning industrie in winterhalfjaar

De focus van dit maatregelpakket ligt op het verminderen van de industriële onttrekkingen gedurende de wintermaanden. De industriële winningen die binnen een straal van 1 km liggen van een kanaal of grotere waterloop worden gedurende het winterhalfjaar stopgezet. De waterbehoefte wordt dan gedekt door onttrekking van oppervlaktewater uit kanalen of grotere waterlopen.

Maatregelpakket 4.3: verminderen beregend areaal met 30%

De focus van dit maatregelpakket ligt op het verminderen van de grondwateronttrekking voor beregening. De totale vermindering van beregening is 30% (aansluitend bij NPLG). Het verwijderen van de beregening in beekdalen en natte laagtes en de hydrologische bufferzones resulteert in een afname van 22%. Aanvullend wordt ook de beregening in grondwaterbeschermingszones en waterwingebieden uitgezet (3%) en wordt de overige 5% gehaald door alle overige beregening te verminderen met 5%.

8.3 Overzicht effecten per maatregelpakket

Tabel 8-1 geeft een overzicht van de berekende effecten van alle 3 maatregelpakketten binnen pijler 4. Per maatregelpakket zijn de berekende effecten op het grondwaterregime en de doelrealisatie natuur en landbouw vertaald naar kwalitatieve scores, die zijn weergegeven als kleuren, variërend van donkerblauw (zeer positief) tot rood (zeer negatief), zie legenda onderaan Tabel 8-1. In de toegekende scores is onderscheid gemaakt naar de 4 NPLG-deelgebieden. In bijlage 2 is een verklaring van de toegekende scores opgenomen. De effecten voor deelgebied Zuid-Limburg zijn ingeschat op basis van expert-judgement, niet op basis van modelberekeningen. Maatregelpakketten 4.1 en 4.2 zijn alleen doorgerekend voor Huidig Klimaat en niet voor klimaatscenario HD₂₀₅₀. De grondwaterstandsveranderingen voor HD₂₀₅₀ zijn voor deze maatregelpakketten daarom niet ingevuld.

Samenvattend zorgen de onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 4, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
Zowel het stopzetten van de grondwaterwinningen voor drinkwater en industrie gedurende het winterhalfjaar (en overschakelen op oppervlaktewaterwinning) als het verminderen van het beregend areaal met 30% leiden -op het schaalniveau van de gehele provincie Limburg en de onderscheiden LPLG-deelgebieden - niet tot grote grondwaterstandsveranderingen. Lokaal zorgen grondwateronttrekkingen wel voor ongewenste grondwatereffecten, met name in het zomerhalfjaar (GLG) en kan het beperken van drink- en industriewaterwinningen of grondwateronttrekkingen voor beregening wel van belang zijn, bijvoorbeeld voor het volledig realiseren van de duurzame staat van instandhouding van grondwaterafhankelijke habitattypen in de Natura2000-gebieden (bijvoorbeeld voor herstellend hoogveen in de Peelgebieden).
- Doelrealisatie natuur:
De onderzochte maatregelpakketten hebben over het algemeen een gering effect op de doelrealisatie van Natura2000-gebieden. Lokaal kan het beperken van grondwateronttrekkingen wel essentieel zijn voor het realiseren van volledige doelrealisatie van grondwaterafhankelijke habitattypen in de Natura2000-gebieden.
- Doelrealisatie landbouw:
De onderzochte maatregelpakketten en de daardoor veroorzaakte veranderingen in GHG en GLG hebben over het algemeen een gering effect op droogte- en natschade voor de landbouw. Het

stopzetten van beregening over 30% van het landbouwareaal zorgt wel voor een flinke toename van droogteschade, maar deze is in deze analyse niet beschouwd.

Tabel 8-1: Samenvattend overzicht berekende effecten maatregelpakketten binnen pijler 4, beperking watergebruik

Maatregelpakketten	Maatregelpakket 4.1: Stopzetten drinkwater- onttrekkingen uit grondwater in wintermaanden				Maatregelpakket 4.2: Stopzetten industriële onttrekkingen uit grondwater in wintermaanden				Maatregelpakket 4.3: Verminderen van beregengings-areaal met 30%			
Deelgebieden LPLG	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg
Grondwatereffecten huidig klimaat												
Verandering GHG t.o.v. referentie												
Verandering GVG t.o.v. referentie												
Verandering GLG t.o.v. referentie												
Grondwatereffecten HD₂₀₅₀												
Verandering GHG t.o.v. referentie												
Verandering GVG t.o.v. referentie												
Verandering GLG t.o.v. referentie												
Doelrealisatie natuur (huidig klimaat)												
Verandering doelgat GVG												
Verandering doelgat GLG												
Doelrealisatie landbouw (huidig klimaat)												
Verandering droogteschade												
Verandering natschade												

	zeer positief effect
	positief effect
	matig positief effect
	beperkt positief effect
	geen significant effect
	beperkt negatief effect
	matig negatief effect
	negatief effect
	zeer negatief effect

8.4 Effecten per maatregel

8.4.1 Algemeen

Van alle maatregelpakketten binnen pijler 4 zijn met het regionale grondwatermodel IBRAHYMv2.1 de effecten berekend op de GHG, GLG en GVG in het huidig klimaat. Maatregelpakket 4.3 (verminderen beregend areaal) is ook doorgerekend voor klimaatscenario HD₂₀₅₀. Voor alle maatregelpakketten zijn de effecten op de doelrealisatie natuur en landbouw berekend, uitgaande van huidig klimaat.

In bijlage 10 van deze rapportage zijn alle kaarten opgenomen met de rekenresultaten van de maatregelpakketten binnen pijler 4. Tabel 8-2 geeft een overzicht van de uitgevoerde effectberekeningen voor de maatregelpakketten binnen pijler 4 en de bijbehorende kaarten in bijlage 10.

In bijlage 11 van deze rapportage zijn de resultaten van de berekende effecten op de doelrealisatie natuur en landbouw voor de verschillende maatregelpakketten binnen pijler 4 in tabelvorm weergegeven. In deze tabellen is onderscheid gemaakt naar de 4 LPLG-deelgebieden: De Peel, Maasduinen, Meinweg, Roer en Swalmdal en Zuid-Limburg. In de beschrijving van de effecten van maatregelpakketten 4.1 tot en met 4.3 In de onderstaande paragrafen is een deel van de resultaatkaarten en -tabellen uit bijlagen 8 en 9 ter illustratie opgenomen.

Tabel 8-2: Overzicht effectberekeningen en resultaatkaarten in bijlage 8 voor maatregelpakketten pijler 4, beperking watergebruik

	4.1 Stopzetten grondwaterwinning drinkwater winterhalfjaar	4.2 Stopzetten grondwaterwinning industrie in winterhalfjaar	4.3 Verminderen beregend areaal met 30%
Overzichtskaarten maatregelpakketten	MK4.1	MK4.2	MK4.3
Grondwatereffecten huidig klimaat			
GHG t.o.v. maaiveld	4.1a	4.2a	4.3a
GLG t.o.v. maaiveld	4.1b	4.2b	4.3b
GVG t.o.v. maaiveld	4.1c	4.2c	4.3c
Verandering GHG t.o.v. referentie	4.1d	4.2d	4.3d
Verandering GLG t.o.v. referentie	4.1e	4.2e	4.3e
Verandering GVG t.o.v. referentie	4.1f	4.2f	4.3f
Grondwatereffecten HD₂₀₅₀			
GHG t.o.v. maaiveld		-	4.3g
GLG t.o.v. maaiveld		-	4.3h
GVG t.o.v. maaiveld		-	4.3i
Verandering GHG t.o.v. referentie		-	4.3j
Verandering GLG t.o.v. referentie		-	4.3k
Verandering GVG t.o.v. referentie		-	4.3l
Doelrealisatie natuur (HK)			
Doelgat GVG	4.1m	4.2m	4.3m
Doelgat GLG	4.1n	4.2n	4.3n
Doelrealisatie landbouw (HK)			
Droogteschade (%)	4.1o	4.2o	4.3o
Natschade (%)	4.1p	4.2p	4.3p

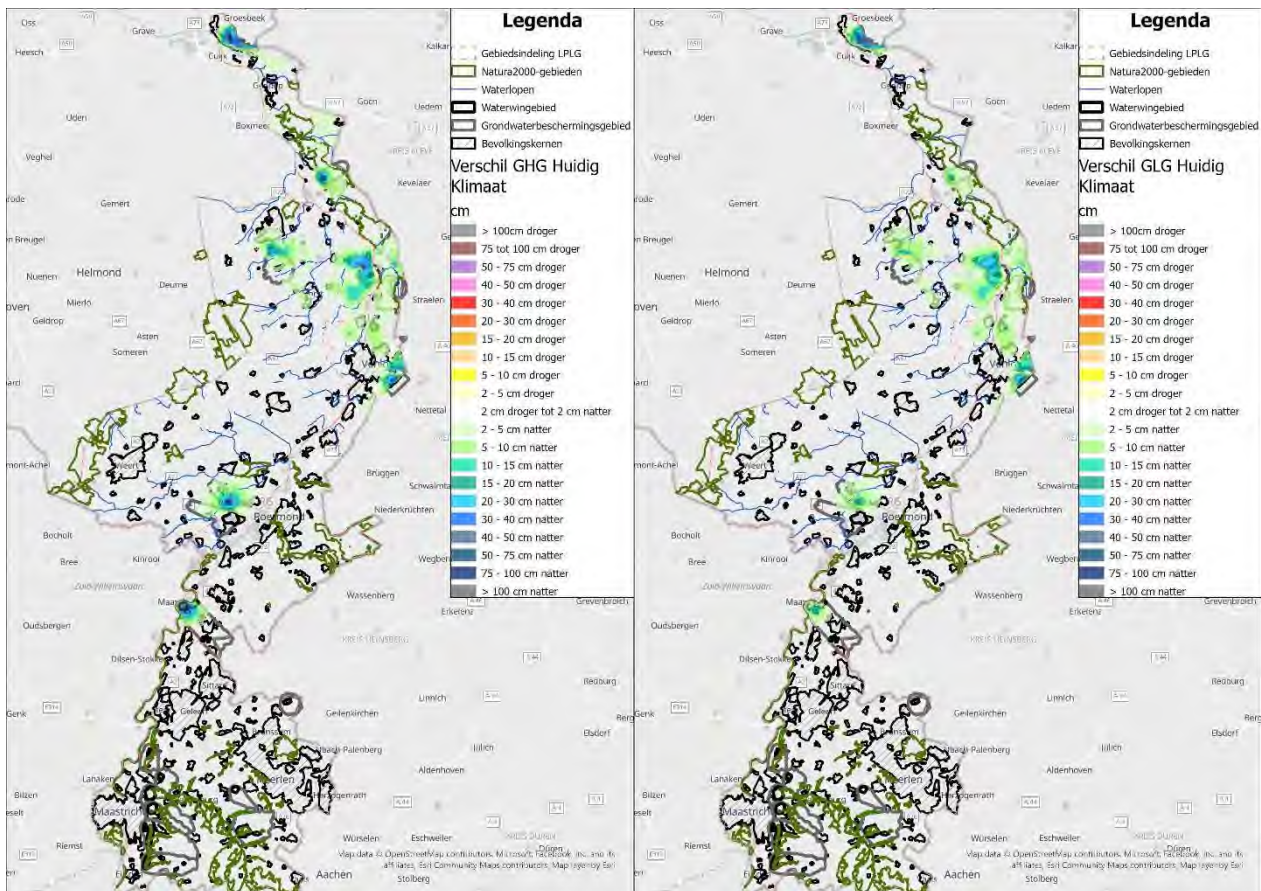
8.4.2 Maatregel 4.1: Stopzetten grondwaterwinning drinkwater in winterhalfjaar

In Figuur 8-1 zijn de drinkwaterwinningen weergegeven, die in maatregelpakket 4.1 gedurende het winterhalfjaar worden stopgezet.



Figuur 8-1: Overzicht grondwaterwinningen die in maatregelpakket 4.1 gedurende winterhalfjaar worden stopgezet

Figuur 8-2 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. Het stoppen van de drinkwaterwinningen in de wintermaanden resulteert in een stijging van de GHG van meer dan 100 cm ter plaatse van de drinkwaterwinningen. Deze stijgingen werken gedeeltelijk door tot in de zomer. De berekende GLG-stijgingen ter plaatse van de drinkwaterwinningen variëren tussen circa 10 en 30 cm.



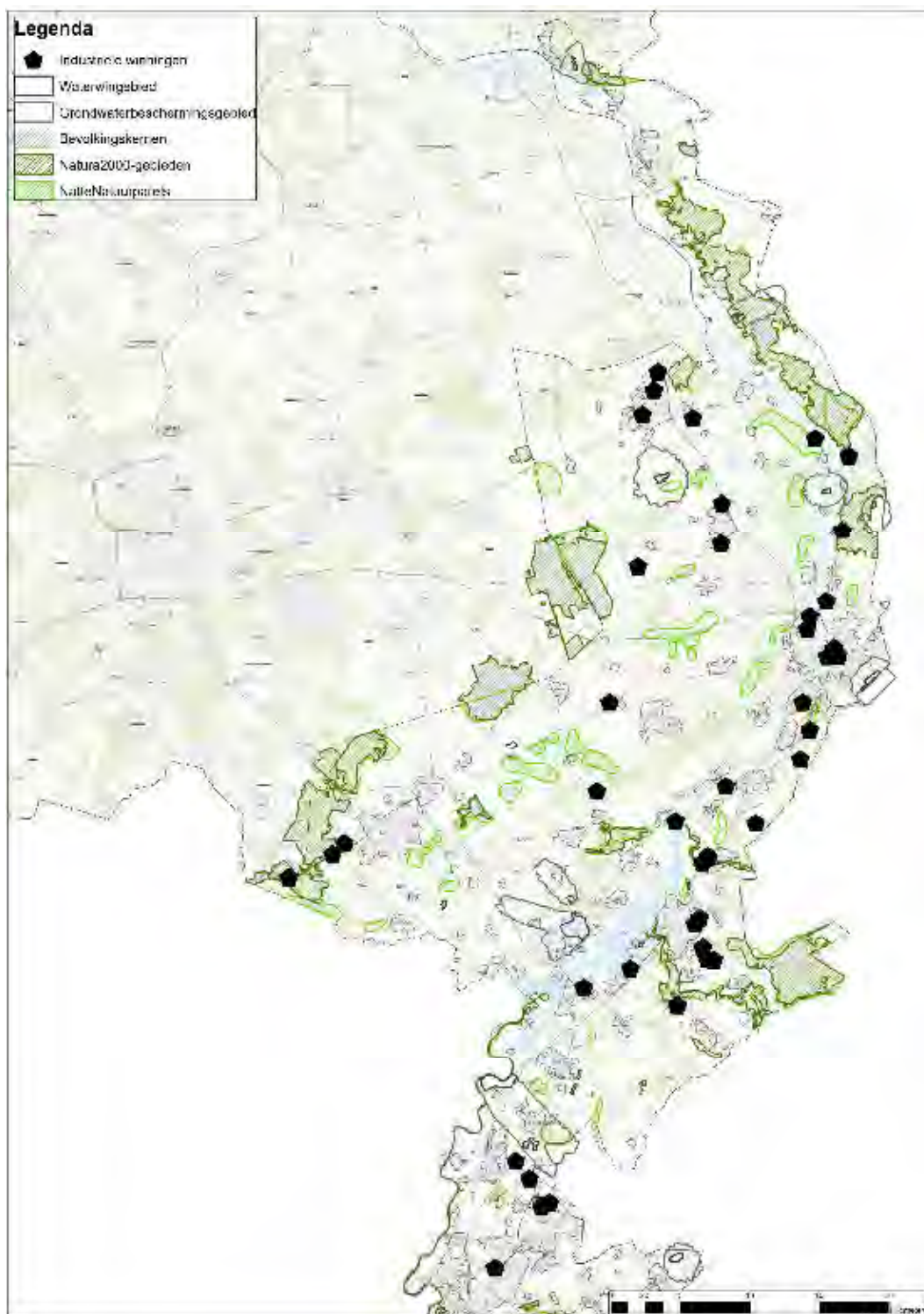
Figuur 8-2: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 4.1 (huidig klimaat)

De effecten op de doelrealisatie natuur zijn beperkt. Alleen het Natura2000-gebied Maasduinen wordt beïnvloed (door de drinkwaterwinning Bergen). Hier worden afnames van het doelgat GLG en GVG berekend van circa 2 tot 10 cm.

Het uitzetten van de drinkwaterwinningen in de wintermaanden heeft geen significant effect op de droogte- en natschade voor de landbouw.

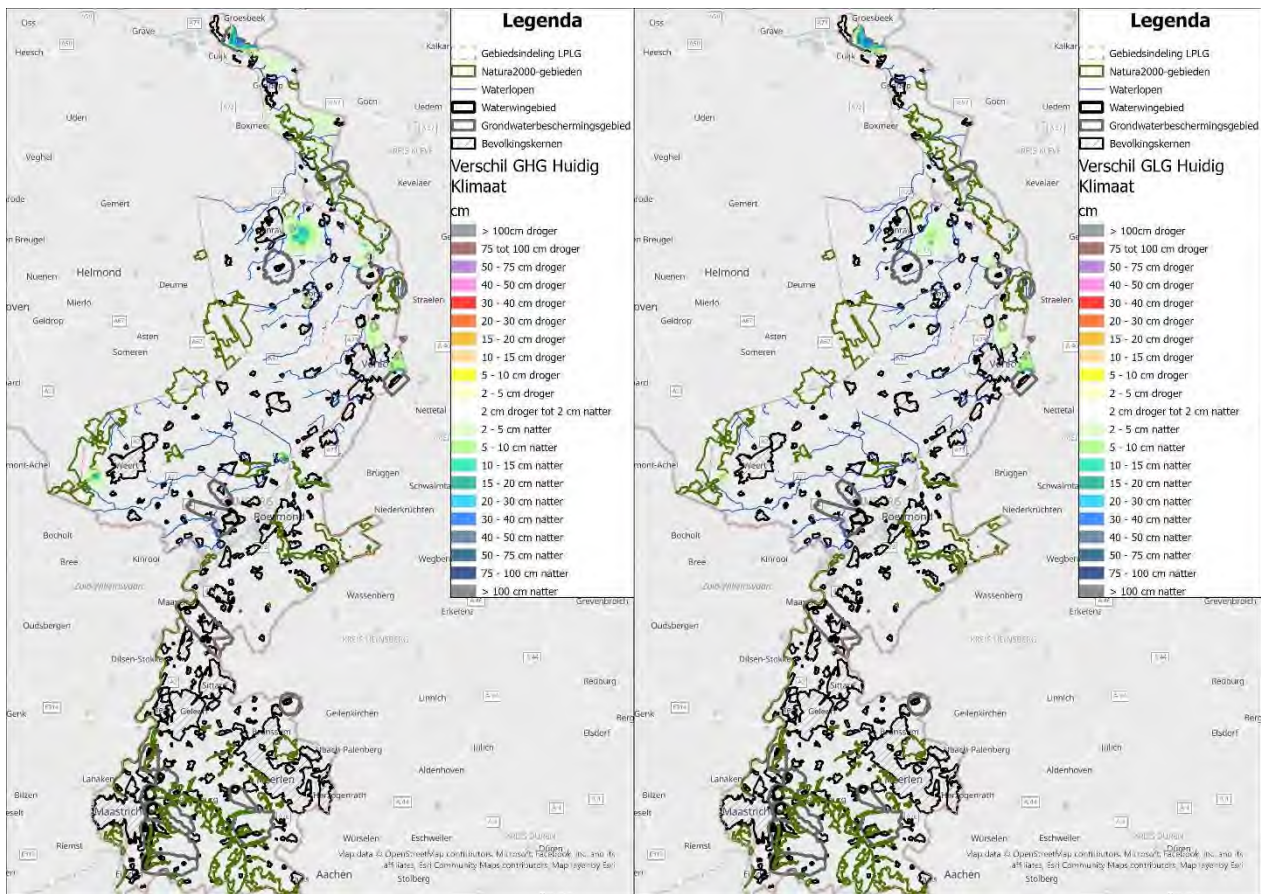
8.4.3 Maatregel 4.2: Stopzetten grondwaterwinning industrie in winterhalfjaar

In Figuur 8-3 zijn de industriële grondwaterwinningen weergegeven, die in maatregelpakket 4.2 gedurende het winterhalfjaar worden stopgezet.



Figuur 8-3: Overzicht industriële grondwaterwinningen die in maatregelpakket 4.2 gedurende het winterhalfjaar worden stopgezet

Figuur 8-4 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. Het stoppen van de industriële winningen in de wintermaanden resulteert in een stijging van de GHG van circa 15 tot 20 cm in de directe omgeving van de industriële onttrekkingen. Deze stijgingen werken beperkt door tot in de zomer. De berekende GLG-stijgingen in de omgeving van de industriële onttrekkingen variëren tussen circa 2 en 10 cm.

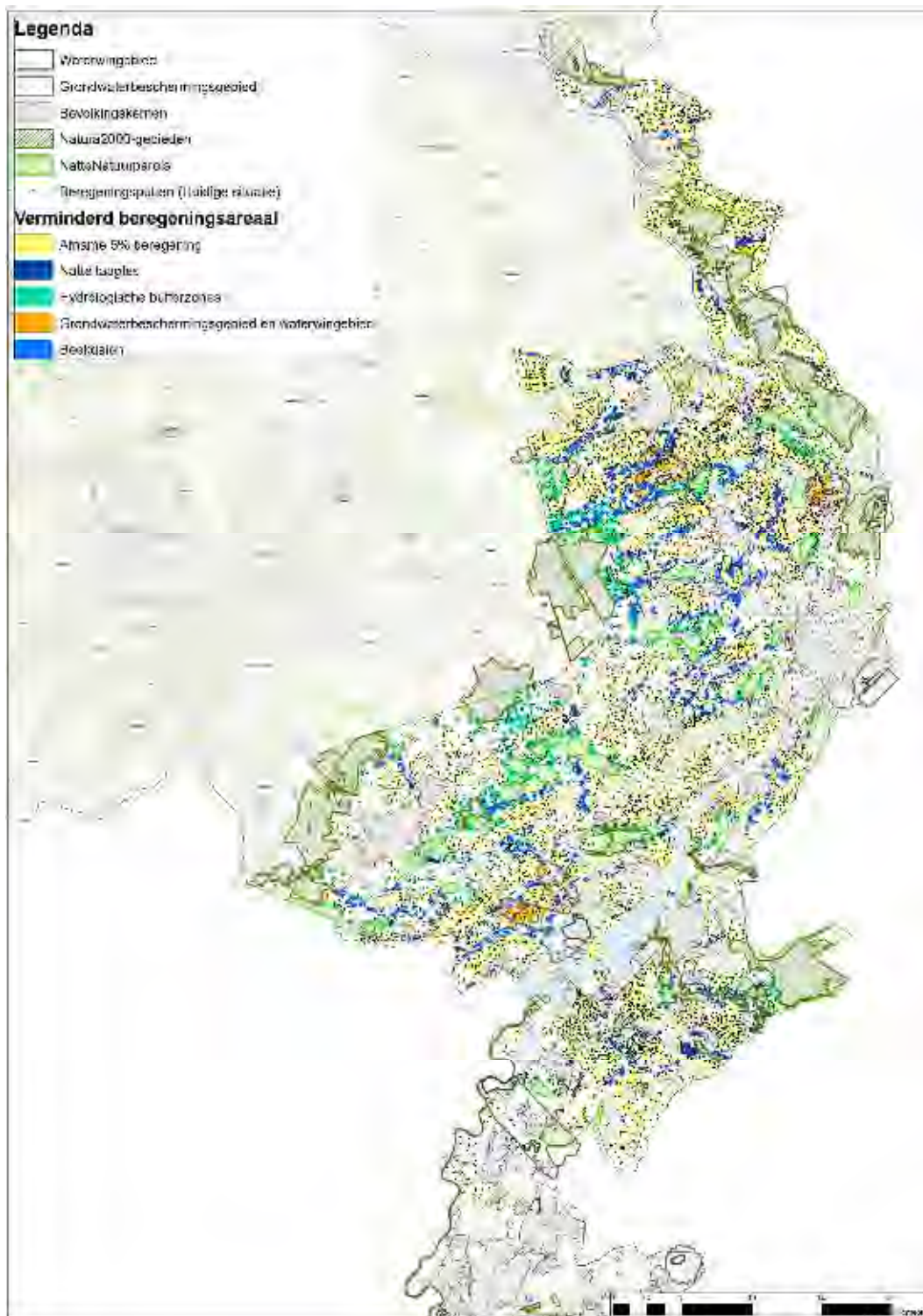


Figuur 8-4: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 4.2 (huidig klimaat)

Maatregelpakket 4.2 heeft geen substantiële effecten op de doelrealisatie natuur en de droogte- en natschade voor de landbouw.

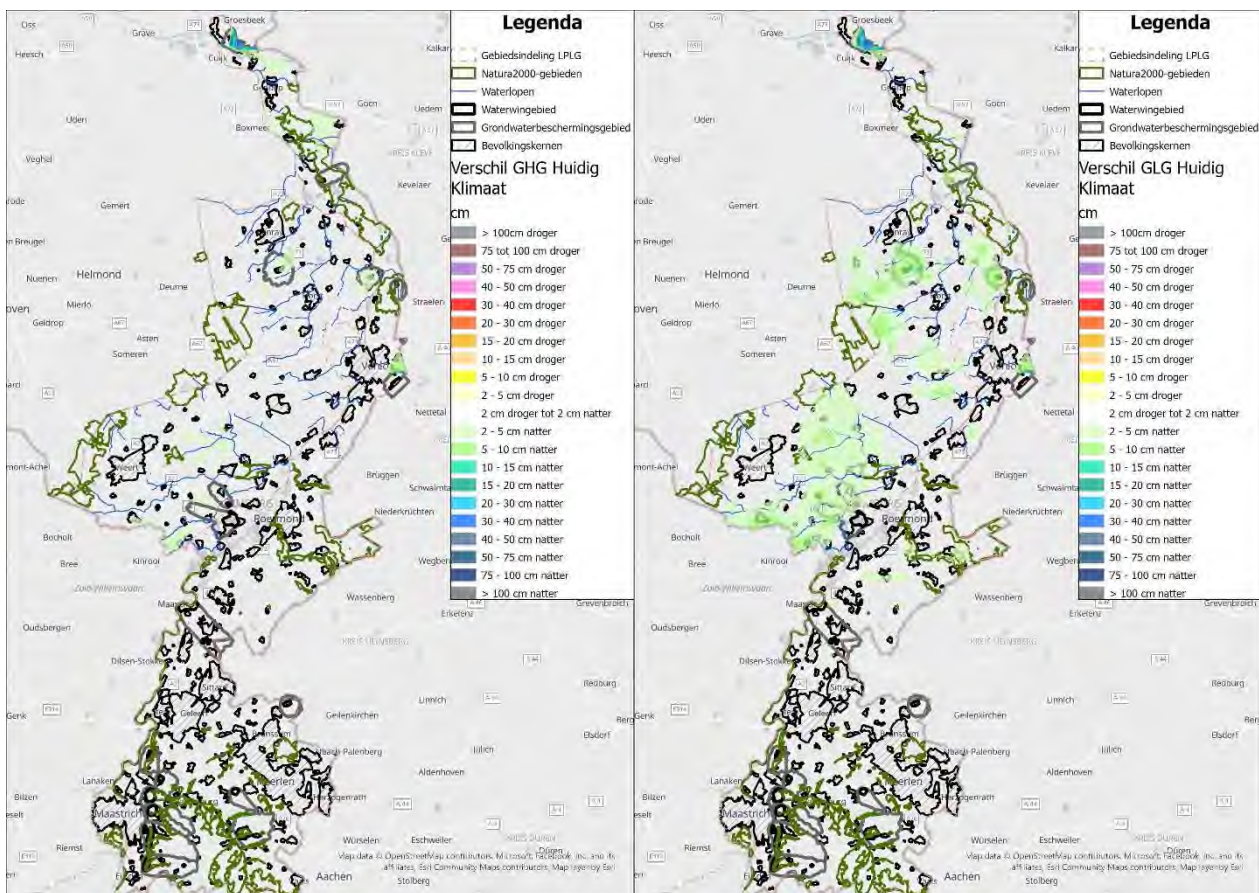
8.4.4 Maatregel 4.3: Verminderen beregend areaal met 30%

De maatregelen van dit maatregelpakket zijn weergegeven in Figuur 8-5.



Figuur 8-5: Overzicht maatregelen binnen maatregelpakket 4.3: Verminderen beregend areaal met 30%

Figuur 8-6 geeft voor dit maatregelpakket de berekende veranderingen van de GHG en GLG weer. Het verminderen van beregening heeft met name effect op de GLG-situatie. In de beekdalen en bufferzones rond natuurgebieden worden GLG-stijgingen van circa 2 tot 15 cm berekend. De effecten op de GHG zijn beperkter; lokaal worden GHG-stijgingen van circa 2 tot 5 cm berekend.



Figuur 8-6: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van maatregelpakket 4.3 (huidig klimaat)

De reductie van de beregening zorgt in de Natura2000-gebieden Mariapeel, Groote Peel en Maasduinen voor een vermindering van het doelgat GLG van circa 2 tot 5 cm. Het doelgat GVG neemt in deze gebieden met circa 1 à 2 cm af. Deze afnames zijn zeer beperkt in verhouding tot het totale doelgat GLG en GVG in deze gebieden, dat lokaal meer dan 100 cm bedraagt. Dit is ook in lijn met eerdere onderzoeken naar effecten van beregening en andere grondwateronttrekkingen op de Natura2000-gebieden, zie o.m. de rapportage Bepaling invloedgebieden grondwateronttrekkingen rond de Natura-2000 gebieden (Sweco, 2020, opgenomen in bijlage 18 van dit rapport) en LIWA (Sweco en Royal HaskoningDHV, 2020).

Het verminderen van de beregeningspercelen en de daardoor veroorzaakte veranderingen in GHG en GLG hebben over het algemeen een gering effect op droogte- en natschade voor de landbouw. Het stopzetten van beregening over 30% van het landbouwareaal zorgt wel voor een flinke toename van droogteschade, maar deze is in deze analyse niet beschouwd.

9 Samengestelde scenario's

9.1 Algemeen

In deze fase zijn drie samengestelde scenario's gedefinieerd, waarin de -als effect beoordeelde- maatregelen per pijler vanuit drie verschillende invalshoeken zijn gecombineerd. Van deze samengestelde scenario's zijn de effecten op het grondwaterregime en aan grondwater gerelateerde functies berekend en geanalyseerd en zijn de kosten op globale wijze gekwantificeerd.

In paragraaf 9.2 worden de drie samengestelde scenario's gepresenteerd en toegelicht.

Paragraaf 9.3 geeft een samenvattend overzicht van de effecten voor de drie samengestelde scenario's.

In paragraaf 9.4 volgt per samengesteld scenario een beschrijving van de berekende effecten op het grondwaterregime, de doelrealisatie natuur en landbouw en eventuele grondwateroverlast in bebouwde gebieden. Alle effecten zijn berekend voor zowel het huidige klimaat (HK) als klimaatverandering volgens het klimaatscenario HD2050 (KNMI, 2023).

Tot slot gaat paragraaf 9.5 in op de geraamde kosten voor de drie samengestelde scenario's.

9.2 Opstellen scenario's

9.2.1 Algemeen

Op basis van de analyse van de resultaten van de afzonderlijke pijlers zijn de volgende drie scenario's opgesteld:

1. **Maximaal gestapeld scenario.** In het maximaal gestapelde scenario zijn de meest effectieve maatregelen uit de verschillende pijlers gecombineerd. Daarbij is alleen geselecteerd op fysieke haalbaarheid en niet op financiële haalbaarheid of maatschappelijke meerwaarde of wenselijkheid. Doel van dit samengestelde scenario is om het maximale (fysieke) handelingsperspectief voor het verbeteren van de waterbeschikbaarheid in beeld te brengen.
2. **Scenario Huidige Functie Leidend.** Dit samengestelde scenario gaat uit van technische oplossingen en maatregelen om de waterbeschikbaarheid te verbeteren, waarbij de huidige functietoekenning de basis vormt.
3. **Scenario Watersysteem Leidend.** Dit samengestelde scenario gaat uit van het principe dat water en bodem sturend dienen te zijn in de verbetering van de waterbeschikbaarheid. Maatregelen zijn gericht op het herstel van het functioneren van het natuurlijke watersysteem. Waar nodig wordt de functietoekenning aangepast op de randvoorwaarden vanuit water en bodem.

9.2.2 Maximaal gestapeld scenario

Het Maximaal Gestapeld Scenario omvat de meest effectieve maatregelen uit de 4 onderzochte pijlers. Het is een theoretisch ingestoken stapeling van maatregelen, die tot doel heeft om het maximale (fysieke) handelingsperspectief voor het verbeteren van de waterbeschikbaarheid in beeld te brengen.

Tabel 9-1 geeft een overzicht van de maatregelen in het maximaal gestapelde scenario. De maatregelen zijn gerangschikt naar de pijler en het deelgebied waarvoor de maatregel toegepast is.

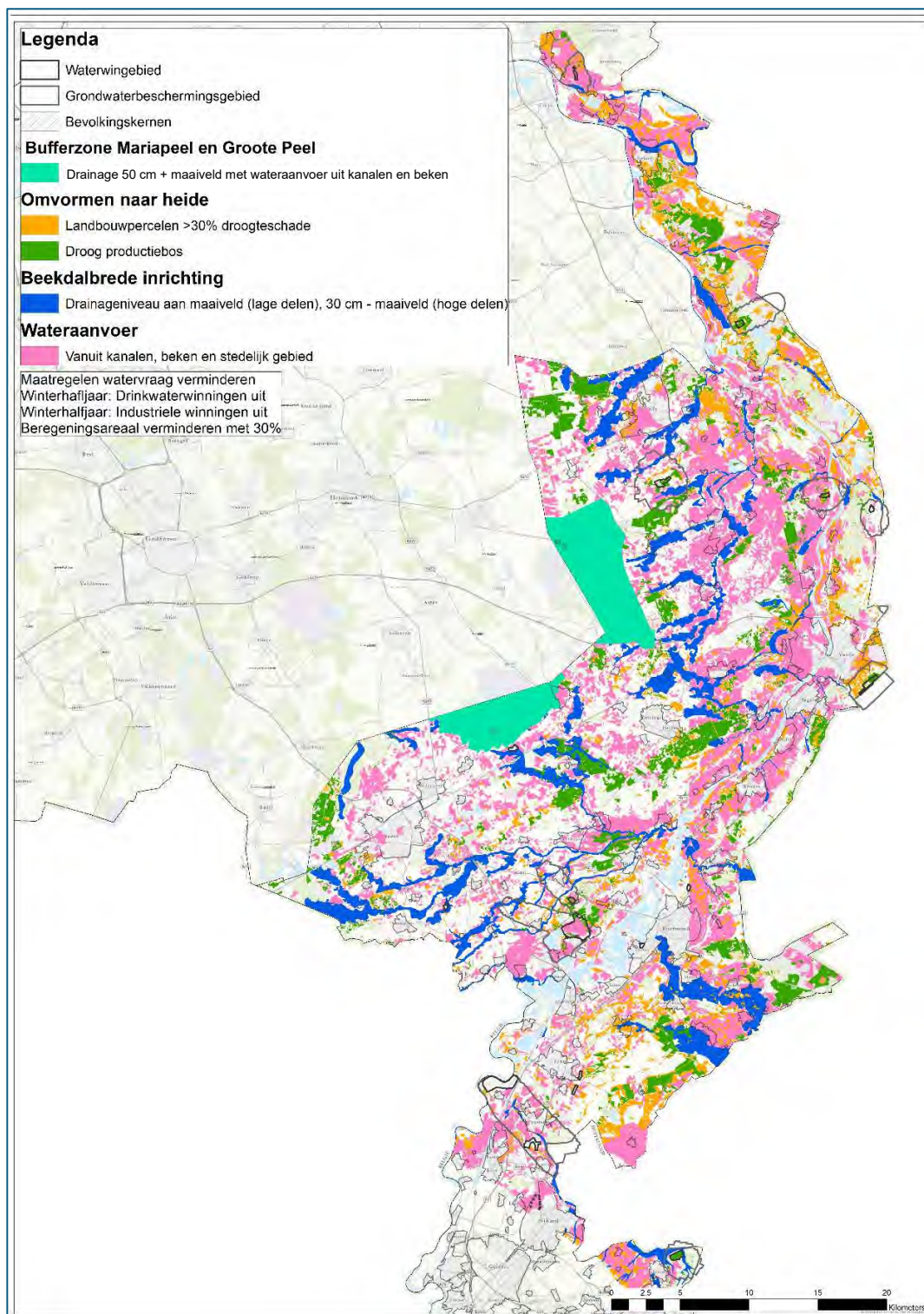
Projectgerelateerd

Tabel 9-1: Overzicht maatregelen maximaal gestapeld scenario

Pijler	Deelgebied	Maatregel
Water lokaal vasthouden	Geheel Limburg	Beekdalbrede inrichting in alle beekdalen en overige laagtes: • Drainagebasis van de beken naar maaiveld; • Alle overige drainage en greppels verwijderen.
Water lokaal vasthouden	Peelgebied	Bufferzones (2 km) rond Groote Peel en Mariapeel: drainagebasis verhogen tot 50 cm boven maaiveld.
Water lokaal vasthouden	N-en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Alle overige primaire, secundaire en tertiaire watergangen (buiten beekdalen en bufferzones rond Peelgebieden) verwijderen. Alle buisdrainage verwijderen.
Water lokaal vasthouden	Heuvelland	Afkoppelen en in het grondwater infiltreren van hemelwaterafvoer van het volledige verharde oppervlak: al het stedelijk gebied en alle overige verharde oppervlakken (bijvoorbeeld kassen, parkeerplaatsen, wegen).
Water lokaal vasthouden	Heuvelland	Voorkomen oppervlakkige afstroming door verruwing van hellingen en akkers. Totale post oppervlakkige afstroming laten infiltreren.
Water v elders aanvoeren	Peelgebied	Wateraanvoer vanuit kanalen naar bufferzones (2 km) rond Groote Peel en Mariapeel, waardoor peil van 50 cm boven maaiveld permanent gehandhaafd wordt.
Water v. elders aanvoeren	N- en Midden-Limburg: Beekdal-landschap en Peelgebied	Aanvoeren en infiltreren van water vanuit kanalen en grotere waterlopen (winterafvoer > 0,2 m³/s): • Voor percelen die ook na maximaal water vasthouden (pijler 1) meer dan 5% droogteschade hebben. • In een zone tot 1 km aan weerszijden van de kanalen en grotere waterlopen. • Gedurende het winterhalfjaar (1 oktober tot 1 april).
Water v. elders aanvoeren	Noord- en Midden-Limburg: Beekdal-landschap en Peelgebied	Aanvoeren en infiltreren van afgekoppeld hemelwater vanuit stedelijk gebied: • Buiten zones 1 km aan weerszijden van de kanalen en grotere waterlopen (zie hierboven). • Binnen een zone van 1 km rondom stedelijke kernen. • Voor percelen die na maximaal water vasthouden (pijler 1) meer dan 5% droogteschade hebben. • Gedurende het hele jaar.
Functieverandering	N- en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Alle landbouwpercelen met meer dan 30% droogteschade omzetten naar extensieve gewassen met weinig verdamping.
Functieverandering	N- en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Alle droge bossen met houtproductie omzetten naar heide.
Verminderen watervraag	N- en M-Limburg: Beekdal-landschap en Peelgebied	Alle grondwaterwinningen van de WML (m.u.v. ondiepe putten PS Heel) worden gedurende het winterhalfjaar (1 oktober tot 1 april) vervangen door oppervlaktewaterwinning uit de Maas. In het zomerhalfjaar handhaven van de grondwateronttrekking.
Verminderen watervraag	N- en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Alle industriële grondwaterwinningen binnen 1 km van de Maas, kanalen of grotere waterlopen gedurende het winterhalfjaar (1 oktober tot 1 april) vervangen door oppervlaktewaterwinning. In het zomerhalfjaar handhaven van de grondwateronttrekking.
Verminderen watervraag	Noord- en Midden-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Vermindering beregeningsareaal met 30%: • Om te beginnen verwijderen beregening uit beekdalen en natte laagtes (POL2014) en hydrologische bufferzones rond natuurgebieden. Dit zorgt voor vermindering van areaal met 22%. • Vervolgens verwijderen beregening uit alle grondwaterbeschermingsgebieden en waterwingebieden. Dit zorgt voor 3% extra vermindering van het areaal, dus tot 25%.

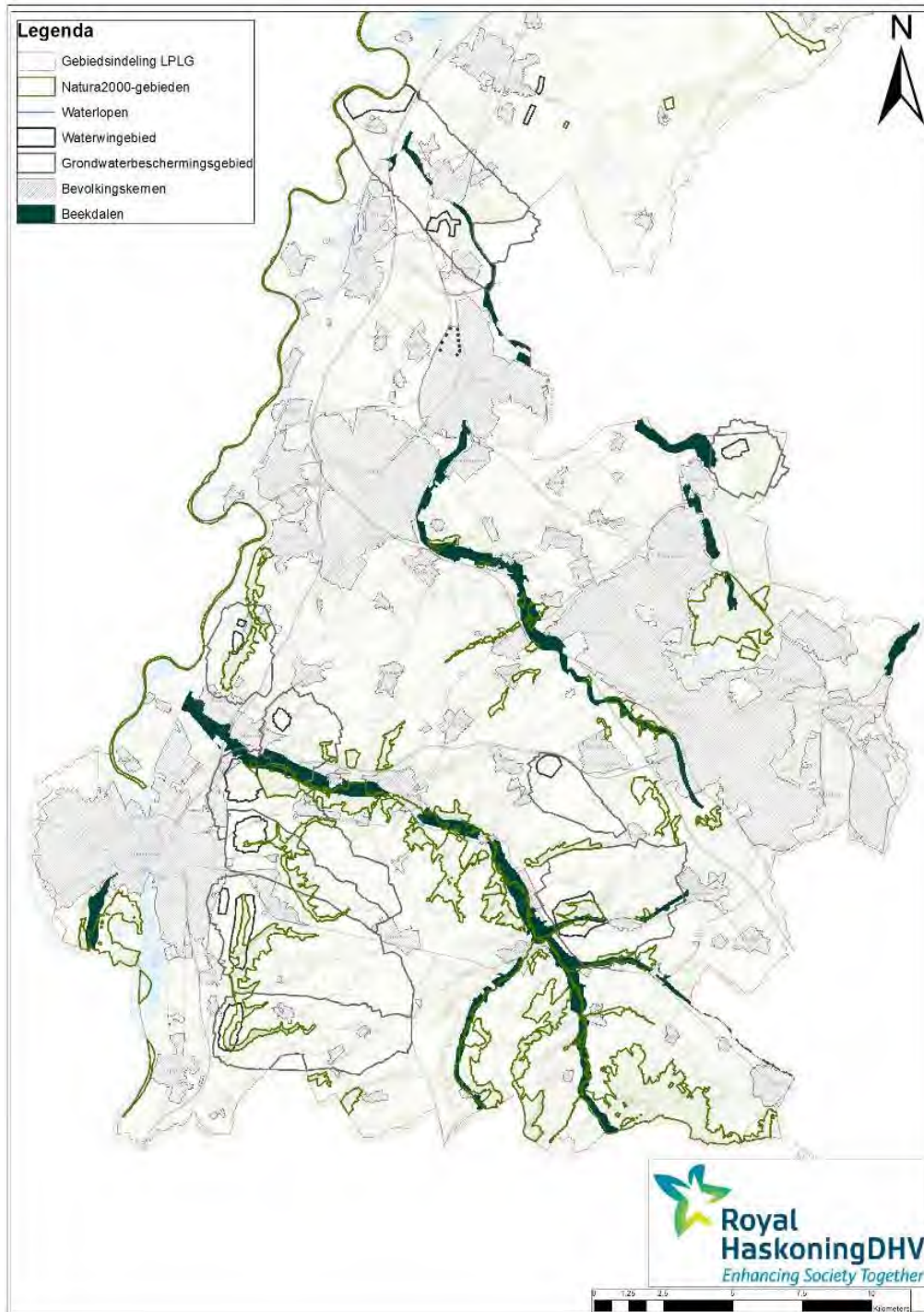
Projectgerelateerd

Pijler	Deelgebied	Maatregel
		Resterende 5% reductie beregeningsareaal random zoeken binnen 250 m bufferzones rond de KRW-beken.



Figuur 9-1: Overzicht maatregelen uit pijler 2 (water aanvoeren van elders) en pijler 3 (functieverandering), zoals opgenomen in Maximaal Gestapeld Scenario. Noord- en Midden-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied

Verhoging van de drainagebasis tot aan maaiveld vindt plaats in geheel Noord- en Midden-Limburg (deelgebieden Beekdallandschap en Peelgebied) en in de beekdalen in het Heuvelland. Figuur 9-1 geeft voor Noord- en Midden-Limburg een overzicht van de gebieden waar de maatregelen uit pijler 2 (water aanvoeren van elders) en pijler 3 (functiewijziging) zijn toegepast. Figuur 9-2 geeft hetzelfde weer voor Zuid-Limburg.



Figuur 9-2: Overzicht maatregelen uit pijler 2 (water aanvoeren van elders) en pijler 3 (functieverandering), zoals opgenomen in Maximaal Gestapeld Scenario - Heuvelland

9.2.3 Scenario Huidige Functies Leidend

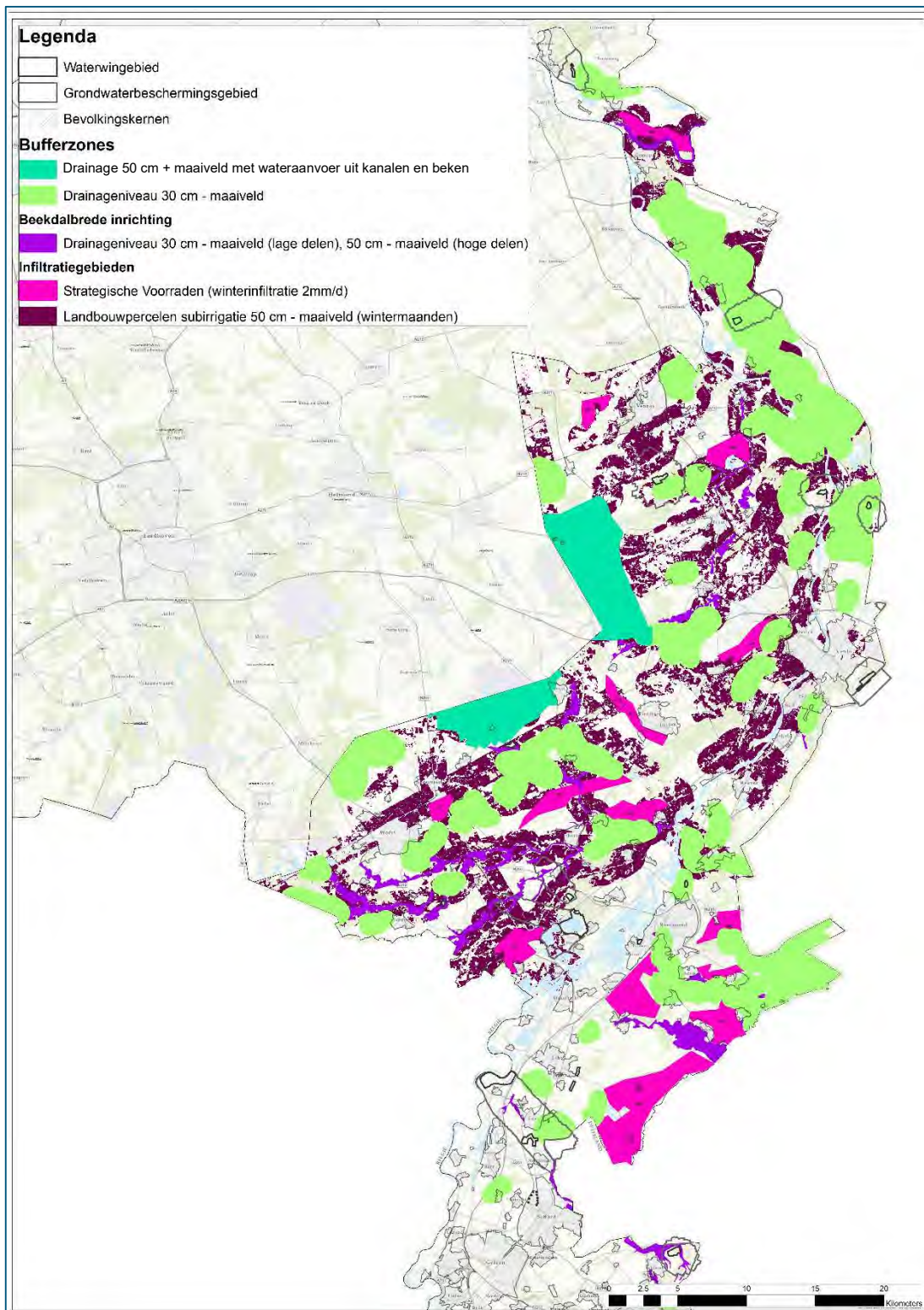
Het samengestelde scenario Huidige Functies Leidend gaat uit van technische oplossingen en maatregelen om de waterbeschikbaarheid te verbeteren, waarbij de huidige functietoekenning de basis vormt. Het geeft een beeld van het maximale handelingsperspectief van technische maatregelen zonder grootschalige aanpassing van functies. Tabel 9-2 geeft een overzicht van de maatregelen in het scenario Huidige Functies Leidend. De maatregelen zijn gerangschikt naar de pijler en het deelgebied waarvoor de maatregel toegepast is. Figuur 9-3 geeft de maatregelen van het scenario op kaart weer. Samengesteld scenario Huidige Functies Leidend is niet doorgerekend en geanalyseerd voor deelgebied Zuid-Limburg.

Tabel 9-2: Overzicht maatregelen samengesteld scenario Huidige Functies Leidend

Pijler	Deelgebied	Maatregel
Water lokaal vasthouden	Geheel Limburg	Beekdalbrede inrichting in de in LIWA geselecteerde natuurbeken: • Drainagebasis van de lage delen van het beekdal naar 30cm - maaiveld; • Drainagebasis van de hoge delen van het beekdal naar 50cm - maaiveld
Water lokaal vasthouden	Peelgebied	Bufferzones (2 km) rond Groote Peel en Mariapeel: drainagebasis verhogen tot 50 cm boven maaiveld. Landbouwkundig gebruik is in deze zones niet meer mogelijk. De bufferzones worden optimaal ingericht ter ondersteuning van de natuurfunctie binnen de Peelgebieden.
Water lokaal vasthouden	N-en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Buffers rond overige N2000 en Natte natuurgebieden: • Drainagebasis naar 30cm – maaiveld in de bufferzones (500m)
Water lokaal vasthouden	N-en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Alle overige primaire, secundaire en tertiaire watergangen (buiten beekdalen en bufferzones rond Peelgebieden): drainagebasis verhogen tot 50 cm - maaiveld.
Water lokaal vasthouden	N-en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Afkoppelen en in het grondwater infiltreren van hemelwaterafvoer van het 25% van het verharde oppervlak: het stedelijk gebied en overige verharde oppervlakken (bijvoorbeeld kassen, parkeerplaatsen, wegen).
Water v elders aanvoeren	Peelgebied	Wateraanvoer vanuit kanalen naar bufferzones (2 km) rond Groote Peel en Mariapeel, waardoor peil van 50 cm boven maaiveld permanent gehandhaafd wordt.
Water v. elders aanvoeren	N- en Midden-Limburg: Beekdal-landschap en Peelgebied	Aanvoeren en infiltreren van water vanuit kanalen en grotere waterlopen (winterafvoer > 0,2 m³/s): • Voor percelen die ook na maximaal water vasthouden (pijler 1) meer dan 5% droogteschade hebben. • In een zone tot 1 km aan weerszijden van de kanalen en grotere waterlopen. • Gedurende het winterhalfjaar (1 oktober tot 1 april).
Water v. elders aanvoeren	N- en Midden-Limburg: Beekdal-landschap en Peelgebied	Realisatie grondwatervoorraadgebieden: Aanvoeren en infiltreren van water vanuit kanalen en grotere waterlopen (winterafvoer > 0,2 m³/s): • Grotere aaneengesloten gebieden 1000 ha of groter • GHG dieper dan 2 m onder maaiveld; • In winterhalfjaar kanaalwater, beekwater of effluent infiltreren in de bodem (2 mm/d); • In de zomer water oppompen voor beregening; • Alle beregeningsonttrekkingen tot 5 km buiten voorraadgebieden verplaatsen naar voorraadgebieden
Verminderen watervraag	N- en M-Limburg: Beekdal-landschap en Peelgebied	Alle grondwaterwinningen van de WML worden verminderd met 20%.
Verminderen watervraag	N- en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Alle industriële grondwaterwinningen worden verminderd met 20%
Verminderen watervraag	Noord- en Midden-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Verwijderen grondwateronttrekkingen voor beregening uit: • Beekdalen en natte laagten (POL-kaart, gebieden waar beekdalbrede inrichting wordt toegepast); • Hydrologische bufferzones rond Natura2000 en Natte natuurgebieden • Grondwaterbeschermingsgebieden en waterwingebieden

Projectgerelateerd

Pijler	Deelgebied	Maatregel
		Verplaatsen onttrekkingen naar grondwatervoorraadgebieden (mits deze op minder dan 5 km afstand liggen)



Figuur 9-3: Overzicht maatregelen samengesteld scenario Huidige Functies Leidend

Samenvattend zorgen de onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 4, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
Zowel het stopzetten van de grondwaterwinningen voor drinkwater en industrie gedurende het winterhalfjaar (en overschakelen op oppervlaktewaterwinning) als het verminderen van het beregend areaal met 30% leiden -op het schaalniveau van de gehele provincie Limburg en de onderscheiden LPLG-deelgebieden - niet tot grote grondwaterstandsveranderingen. Lokaal zorgen grondwateronttrekkingen wel voor ongewenste grondwatereffecten, met name in het zomerhalfjaar (GLG) en kan het beperken van drink- en industriewaterwinningen of grondwateronttrekkingen voor beregening wel van belang zijn, bijvoorbeeld voor het volledig realiseren van de duurzame staat van instandhouding van grondwaterafhankelijke habitattypen in de Natura2000-gebieden (bijvoorbeeld voor herstellend hoogveen in de Peelgebieden).
- Doelrealisatie natuur:
De onderzochte maatregelpakketten hebben over het algemeen een gering effect op de doelrealisatie van Natura2000-gebieden. Lokaal kan het beperken van grondwateronttrekkingen wel essentieel zijn voor het realiseren van volledige doelrealisatie van grondwaterafhankelijke habitattypen in de Natura2000-gebieden.
- Doelrealisatie landbouw:
De onderzochte maatregelpakketten hebben over het algemeen een gering effect op droogte- en natschade voor de landbouw.

9.2.4 Scenario Watersysteem Leidend

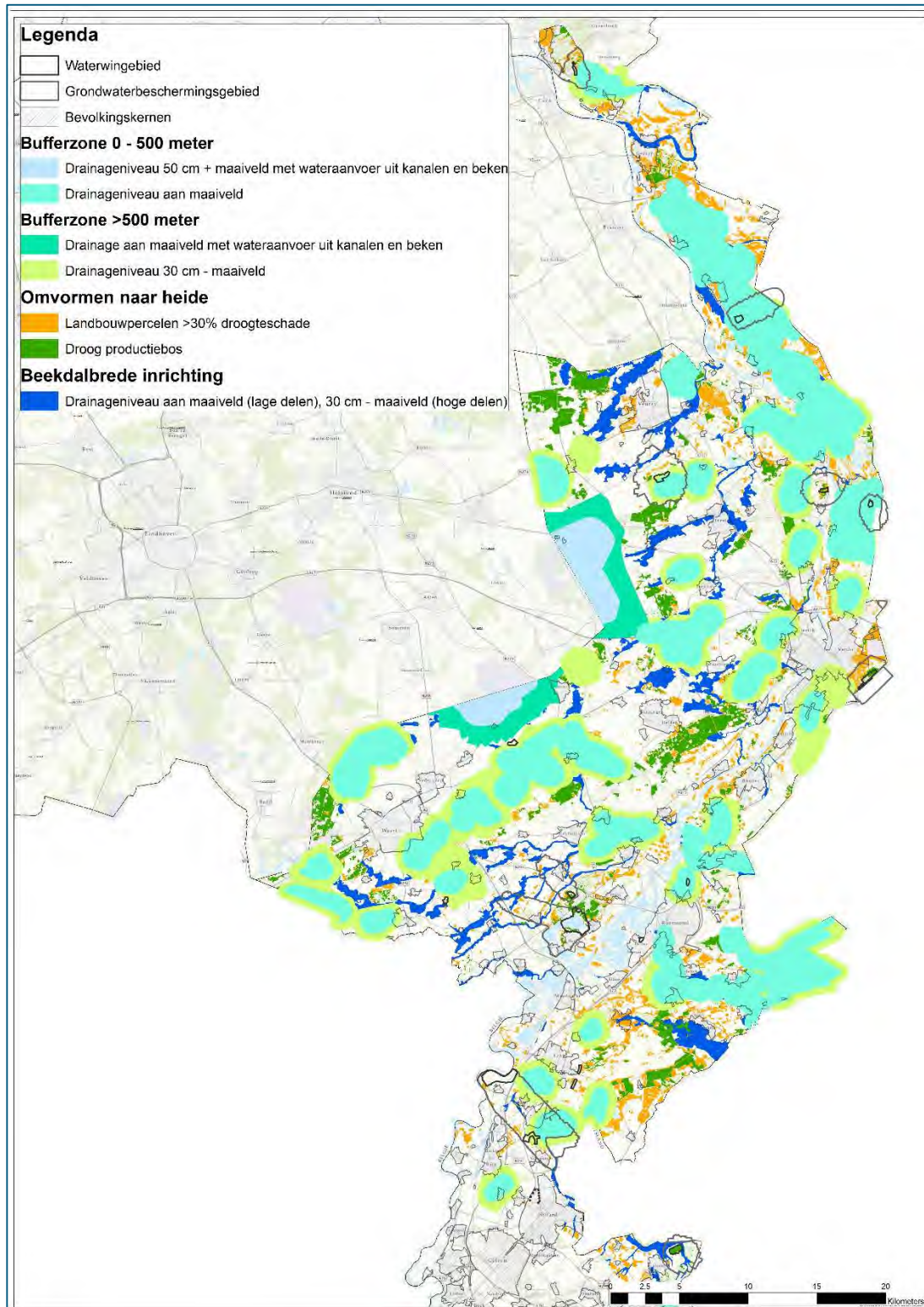
Het samengestelde scenario Watersysteem Leidend gaat uit van het principe dat water en bodem sturend dienen te zijn in de verbetering van de waterbeschikbaarheid. Maatregelen zijn gericht op het herstel van het functioneren van het natuurlijke watersysteem. Waar nodig wordt de functietoekenning aangepast op de randvoorwaarden vanuit water en bodem. Tabel 9-3 geeft een overzicht van de maatregelen in het scenario Watersysteem Leidend. De maatregelen zijn gerangschikt naar de pijler en het deelgebied waarvoor de maatregel toegepast is. Figuur 9-4 geeft de maatregelen van het scenario op kaart weer. Samengesteld scenario Watersysteem Leidend is niet doorgerekend en geanalyseerd voor deelgebied Zuid-Limburg.

Tabel 9-3: Overzicht maatregelen samengesteld scenario Watersysteem Leidend

Pijler	Deelgebied	Maatregel
Water lokaal vasthouden	Geheel Limburg	Beekdalbrede inrichting in alle natuurbeken en natte laagtes: • Drainagebasis van de lage delen van het beekdal naar 30cm - maaiveld; • Drainagebasis van de hoge delen van het beekdal naar 50cm - maaiveld
Water lokaal vasthouden	Peelgebied	Bufferzones (500m) rond Groote Peel en Mariapeel: drainagebasis verhogen tot 50 cm boven maaiveld. Rest van de bufferzone (tot 2km) rondom Groote Peel en Mariapeel: drainagebasis verhogen tot maaiveld.
Water lokaal vasthouden	N-en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Buffers rond overige N2000 en Natte natuurparels: • Drainagebasis tot maaiveld in de bufferzones (500m) • Drainagebasis naar 30cm – maaiveld in de bufferzones (500-1000m)
Water lokaal vasthouden	N-en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Alle overige primaire, secundaire en tertiaire watergangen (buiten beekdalen en bufferzones rond Peelgebieden): drainagebasis verhogen tot 50 cm - maaiveld.
Water lokaal vasthouden	N-en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Afkoppelen en in het grondwater infiltreren van hemelwaterafvoer van het 25% van het verharde oppervlak: het stedelijk gebied en overige verharde oppervlakken (bijvoorbeeld kassen, parkeerplaatsen, wegen).

Projectgerelateerd

Pijler	Deelgebied	Maatregel
Water v elders aanvoeren	Peelgebied	Wateraanvoer vanuit kanalen naar bufferzones (2 km) rond Groote Peel en Mariapeel, waardoor peil van 50 cm boven maaiveld permanent gehandhaafd wordt in de binnenste zones van 500 m en een peil aan maaiveld gehandhaafd wordt in het resterende deel van de bufferzones.
Functie-verandering	N- en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Alle landbouwpercelen met meer dan 30% droogteschade omzetten naar extensieve gewassen met weinig verdamping.
Functie-verandering	N- en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Alle droge bossen met houtproductie omzetten naar heide.
Verminderen watervraag	N- en M-Limburg: Beekdal-landschap en Peelgebied	Alle grondwaterwinningen van de WML worden verminderd met 20%.
Verminderen watervraag	N- en M-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Alle industriële grondwaterwinningen worden verminderd met 20%
Verminderen watervraag	Noord- en Midden-Limburg: Beekdallandschap en Peelgebied	Verwijderen grondwateronttrekkingen voor beregening uit: • Beekdalen en natte laagten (POL-kaart, gebieden waar beekdalbrede inrichting wordt toegepast); • Hydrologische bufferzones rond Natura2000 en Natte natuurparels • Grondwaterbeschermingsgebieden en waterwingebieden • Landbouwpercelen met meer dan 30% droogteschade, die uit productie worden genomen.



Figuur 9-4: Overzicht maatregelen samengesteld scenario Watersysteem Leidend

9.3 Samenvattend overzicht effecten samengestelde scenario's

Tabel 9-4 geeft een overzicht van de berekende effecten van alle drie de samengestelde scenario's. Per samengesteld scenario zijn de berekende effecten op het grondwaterregime en de effecten voor de

Projectgerelateerd

verschillende functies vertaald naar kwalitatieve scores, die zijn weergegeven als kleuren, variërend van donkerblauw (zeer positief) tot rood (zeer negatief), zie legenda onderaan Tabel 9-4. In de toegekende scores is onderscheid gemaakt naar de 4 NPLG-deelgebieden. In bijlage 2 is een verklaring van de toegekende scores opgenomen. De effecten voor deelgebied Zuid-Limburg zijn grotendeels ingeschat op basis van expert-judgement.

Tabel 9-4: Samenvattend overzicht berekende effecten samengestelde scenario's

Scenario's	Maximaal Gestapeld				Huidige Functies leidend				Watersysteem Leidend			
	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg	De Peel	Maasduinen	Meinweg, Roer, Swalmdal	Zuid-Limburg
Deelgebieden LPLG												
Grondwatereffecten huidig klimaat												
Verandering GHG t.o.v. referentie												
Verandering GVG t.o.v. referentie												
Verandering GLG t.o.v. referentie												
Grondwatereffecten HD₂₀₅₀												
Verandering GHG t.o.v. referentie												
Verandering GVG t.o.v. referentie												
Verandering GLG t.o.v. referentie												
Doelrealisatie natuur (huidig klimaat)												
Verandering doelgat GVG												
Verandering doelgat GLG												
Verandering areaal volledige doelrealisatie (OGOR-meetnet)												
Doelrealisatie natuur (HD₂₀₅₀)												
Verandering doelgat GVG												
Verandering doelgat GLG												
Verandering areaal volledige doelrealisatie (OGOR-meetnet)												
Doelrealisatie landbouw (huidig klimaat)												
Verandering droogteschade												
Verandering natschade												
Doelrealisatie landbouw (HD₂₀₅₀)												
Verandering droogteschade												
Verandering natschade												
Droogval natuurbeken												
Verandering droogval natuurbeken bij huidig klimaat												
Verandering droogval natuurbeken HK, droog jaar 2018												
Verandering droogval natuurbeken HD ₂₀₅₀												
Grondwateroverlast bebouwing												
Risico op grondwateroverlast bebouwing (huidig klimaat)												
Risico op grondwateroverlast bebouwing (HD ₂₀₅₀)												
Drink- en industriewaterwinningen												
Effect op freatische winningen, huidig klimaat (HK)												
Effect op freatische winningen, (HD ₂₀₅₀)												
Stijghoogten in KRW-grondwaterlichamen												
Effect stijghoogten KRW-grondwaterlichamen, huidig klimaat												
Effect stijghoogten KRW-grondwaterlichamen, HD ₂₀₅₀												

Projectgerelateerd

	zeer positief effect
	positief effect
	matig positief effect
	beperkt positief effect
	geen significant effect
	beperkt negatief effect
	matig negatief effect
	negatief effect
	zeer negatief effect

Samenvattend zorgen de drie onderzochte samengestelde scenario's voor de volgende effecten.

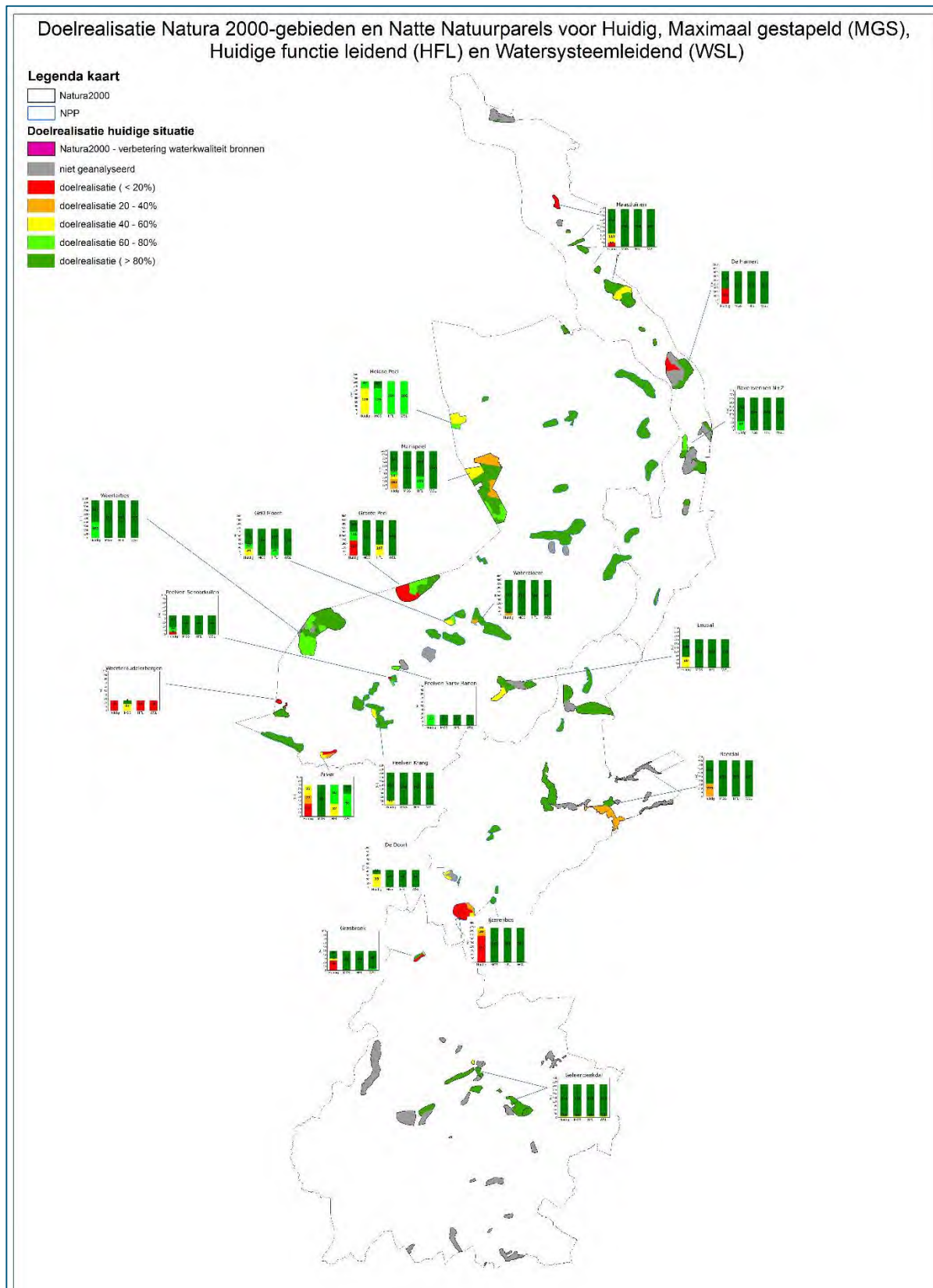
Grondwaterregime

- Het Maximaal gestapelde scenario leidt voor vrijwel de gehele provincie tot berekende grondwaterstandsstijgingen van circa 75 tot 100 cm, zowel bij Huidig Klimaat (HK) als in geval van klimaatverandering volgens het klimaatscenario HD₂₀₅₀.
- Het scenario Huidige Functies Leidend leidt zowel in het huidige klimaat als in geval van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ tot vernatting in vrijwel de gehele provincie. Gemiddeld over de provincie worden grondwaterstandsstijgingen berekend van 75 tot 100 cm.
- Het scenario Watersysteem Leidend leidt zowel in het huidige klimaat als in geval van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ tot vernatting in vrijwel de gehele provincie in de GHG situatie en in grote delen in de GLG situatie. Gemiddeld over de provincie worden grondwaterstandsstijgingen berekend van circa 40 tot 75 cm.

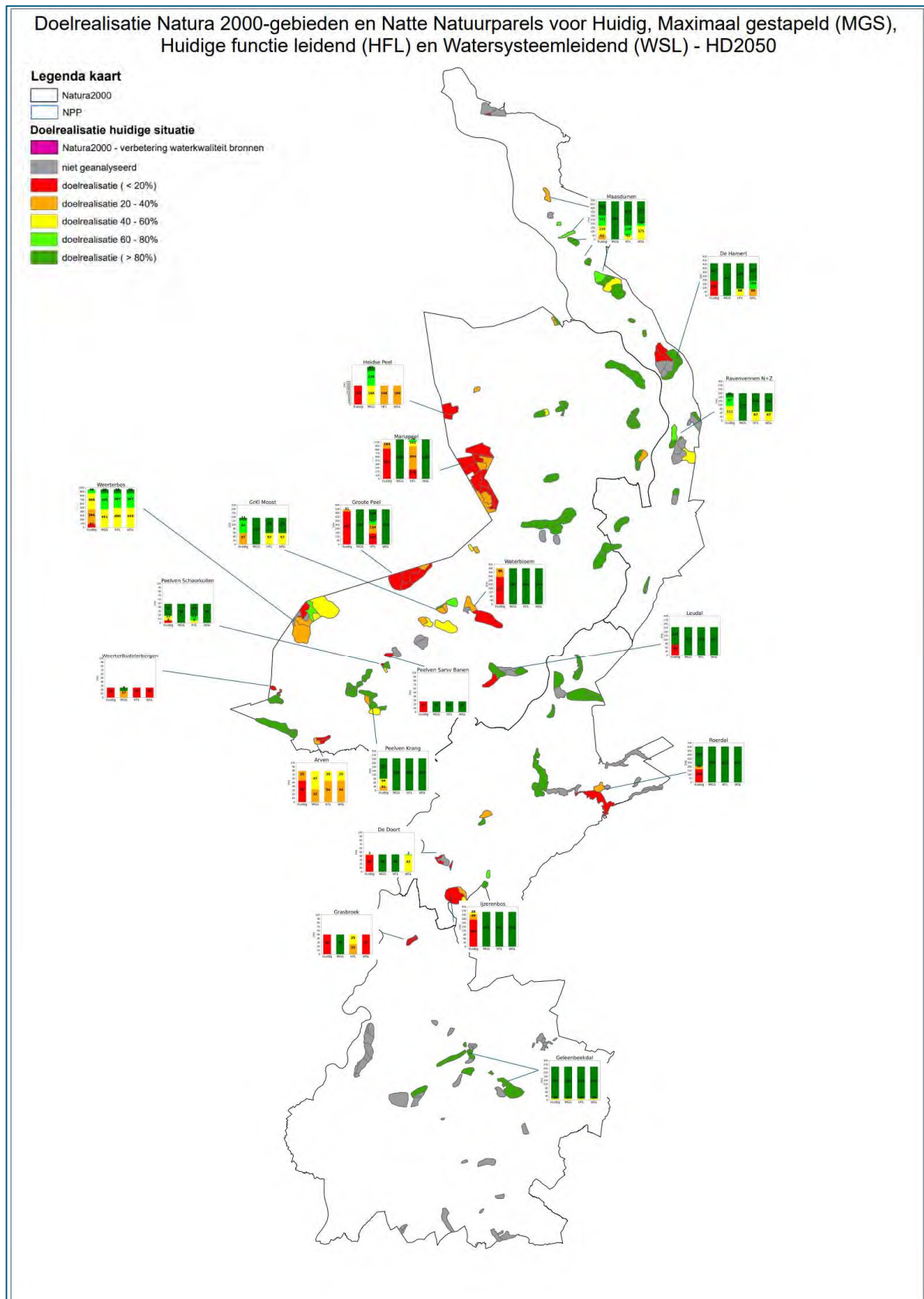
Doelrealisatie natte natuur

- De effecten voor de doelrealisatie natuur zijn berekend met de Waterwijzer Natuur en op basis van berekende grondwaterduurlijnen ter plaatse van de peilbuizen van het provinciale OGOR-meetnet. Beide analyses leveren verschillende resultaten op; over het algemeen resulteert de OGOR-aanpak in meer en vooral ook gunstigere effecten op de doelrealisatie natuur.
- Effecten doelrealisatie berekend met Waterwijzer Natuur:
 - De effecten van het Maximaal Gestapelde Scenario zijn in de meeste Natura2000-gebieden positief. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is⁷ neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 620 ha in het Maximaal Gestapelde Scenario. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is⁵ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 460 ha in het Maximaal Gestapelde Scenario.
 - Het scenario Huidige Functies Leidend zorgt in de meeste Natura2000-gebieden eveneens voor positieve effecten op de doelrealisatie natuur, maar de effecten zijn minder positief dan bij het Maximaal gestapelde scenario. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is⁵ neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 1100 ha in het scenario Huidige Functies Leidend. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is⁵ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 970 ha in het scenario Huidige Functies Leidend.
 - Het scenario Watersysteem Leidend resulteert in de meeste Natura2000-gebieden voor zeer positieve effecten, die -zeker voor het Peelgebied- nog positiever zijn als het Maximaal Gestapelde Scenario. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is⁵ neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 640 ha in het scenario Watersysteem Leidend. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is⁵ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 490 ha in het scenario Watersysteem Leidend.
 - De drastische vernattingsmaatregelen, die voor de Peelgebieden en het Weerterbos ook aan de Brabantse zijde zijn doorgevoerd, leiden tot aanzienlijke verbetering van het doelbereik. In alle drie de scenario's blijft echter in sommige Natura2000-gebieden over een deel van het areaal een doelgat GLG en GVG bestaan (zie arealen per scenario hierboven).

⁷ Gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal (geheel Limburg excl. deelgebied Zuid-Limburg)



Figuur 9-5: Berekende doelrealisatie natte natuur binnen Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels. Berekend op basis van OGOR-methode voor huidig klimaat: Huidige situatie met huidig klimaat en drie samengestelde scenario's met huidig klimaat



Figuur 9-6: Berekende doelrealisatie natte natuur binnen Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels. Berekend op basis van OGOR-methode voor klimaatscenario HD₂₀₅₀: Huidige situatie met HD₂₀₅₀ en drie samengestelde scenario's met HD₂₀₅₀

- Effecten doelrealisatie berekend op basis van OGOR-aanpak:
 - De resultaten van de berekende effecten van de samengestelde scenario's op de doelrealisatie in de Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels zijn weergegeven in Figuren 9-5 en 9-6.
 - Figuur 9-5 geeft de berekende doelrealisatie voor de natte natuur binnen de Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, op basis van de OGOR-methode (zie bijlage 17) en uitgaande van huidig klimaat. Per gebied zijn in staafdiagrammen de percentages doelrealisatie weergegeven voor de huidige situatie met huidig klimaat en de drie samengestelde scenario's met huidig klimaat. De ingekleurde vlakken geven de berekende doelrealisatie weer voor de huidige situatie met huidig klimaat.
 - Figuur 9-6 geeft hetzelfde weer, maar dan voor klimaatscenario HD₂₀₅₀. Per gebied zijn in staafdiagrammen de percentages doelrealisatie weergegeven voor de huidige situatie met HD₂₀₅₀ en de drie samengestelde scenario's met HD₂₀₅₀. De ingekleurde vlakken geven de berekende doelrealisatie weer voor de huidige situatie met HD₂₀₅₀.
- Het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ leidt tot een zeer sterke verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ wordt ruimschoots ongedaan gemaakt:
 - Het areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie neemt -over de gehele provincie gezien- toe van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat (40% in de huidige situatie met HD₂₀₅₀) tot ongeveer 88% in geval van het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met HD₂₀₅₀.
 - Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt zelfs af tot 0% (versus 8% in de huidige situatie). De sterkste verbeteringen worden berekend in het deelgebied De Peel.
- Het Scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor enige verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ wordt ruimschoots ongedaan gemaakt:
 - Over de gehele provincie gezien neemt areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie iets af van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat (40% in de huidige situatie met HD₂₀₅₀) tot ongeveer 67% in geval van het Scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met HD₂₀₅₀.
 - Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt duidelijk af tot ongeveer 5% (versus 8% in de huidige situatie). Opvallend is dat het scenario in deelgebied De Peel tot een verslechtering van de doelrealisatie leidt, terwijl in de andere deelgebieden een duidelijke verbetering wordt berekend.
- Het Scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor een forse verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ wordt ruimschoots ongedaan gemaakt:
 - Over de gehele provincie gezien neemt areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie toe van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat (40% in de huidige situatie met HD₂₀₅₀) tot ongeveer 81% in geval van het Scenario Watersysteem Leidend in combinatie met HD₂₀₅₀.
 - Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt met ongeveer een factor 10 af, van ongeveer 8% in de huidige situatie tot ongeveer 0,8% in geval van Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀. De effecten zijn redelijk evenwichtig verdeeld over de verschillende deelgebieden.

Doelrealisatie landbouw

- De drie samengestelde scenario's hebben sterk vergelijkbare effecten op de doelrealisatie voor de landbouw: tegenover relatief beperkte afnames van de droogteschade staat in alle scenario's een aanzienlijk grotere toename van de natschade.

- In alle scenario's worden voor het grootste deel van het landbouwareaal afnames van droogteschade berekend van 1 tot 10%. Lokaal worden grotere afnames berekend van 10 tot 25%.
- Voor alle scenario's wordt over een groot deel van het bestaande landbouwareaal een toename van natschade berekend van 20 tot 25% en lokaal (bijvoorbeeld rond de Peelgebieden en andere Natura2000-gebieden) nog aanzienlijk meer (tot meer dan 50%).
- De doorgerekenende vernattingsmaatregelen zorgen ervoor dat in grote delen van het bestaande landbouwareaal de huidige intensieve vorm van landbouw niet meer haalbaar is en alleen nog veel extensievere vormen van landbouw mogelijk zijn.

Droogval natuurbeken

- Ondanks de sterke stijgingen van de grondwaterstanden neemt in alle drie de samengestelde scenario's de totale lengte aan natuurbeken met risico op droogval slechts in beperkte mate af. In paragraaf 9.4.2 wordt een aantal mogelijke redenen hiervoor benoemd.
- In de huidige situatie heeft ongeveer 27% van de totale lengte van de natuurbeken risico op droogval.
 - In geval van het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 18,2%. Het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 20,1%.
 - In geval van het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 25,4%. Het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 24,9%.
 - In geval van het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 26,0%. Het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 26,6%.

Grondwateroverlast bebouwing

- Het Maximaal Gestapelde Scenario zorgt in alle deelgebieden voor een toename van het risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied. In de huidige situatie is over ongeveer 2,6% van het totale bebouwde oppervlak van Limburg sprake van risico op grondwateroverlast. Door het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 15,3%. In het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 13,5%.
- In de scenario's Huidige Functies Leidend en Watersysteem Leidend zijn alleen de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal geanalyseerd en is deelgebied Zuid-Limburg niet beschouwd. In de huidige situatie is gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal over ongeveer 1,4% van het totale bebouwde oppervlak sprake van risico op grondwateroverlast.
 - Door het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 7,2%. In het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 7,9%.
- Door het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 4,2%. In het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 3,5%.

Drink- en industriewaterwinningen

- Het Maximaal Gestapelde Scenario zorgt ter plaatse van alle freatische grondwaterwinningen in Limburg voor structureel hogere stijghoogten, zowel bij huidig klimaat als bij klimaatscenario HD₂₀₅₀. Er zijn geen extra risico's op droogval van putfilters te verwachten.

- In de scenario's Huidige Functies Leidend en Watersysteem Leidend is het deelgebied Zuid-Limburg ten zuiden van de Feldbissbreuk buiten beschouwing gebleven. Voor de freatische grondwaterwinningen ten noorden van de Feldbiss zijn als gevolg van deze scenario's geen effecten of risico's te verwachten.

Grondwaterlichamen

- Het Maximaal Gestapelde Scenario en het Scenario Huidige Functies Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgen ten opzichte van de huidige situatie voor alle onderscheiden grondwaterlichamen voor structurele verhogingen van de stijghoogten van enkele decimeters tot op veel plaatsen meer dan één meter. De berekende stijgheighteverhogingen zijn als positief te beoordelen, met name voor de diepere watervoerende pakketten van de grondwaterlichamen, waar de stijghoogtes door verschillende ingrepen sterk verlaagd zijn ten opzichte van de natuurlijke situatie (zonder menselijke ingrepen).
- In het Scenario Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀ blijven de stijghoogten in de grondwaterlichamen gemiddeld over de grondwaterlichamen redelijk gelijk aan die in de huidige situatie. Dit scenario werkt daardoor neutraal uit voor de toestand van de grondwaterlichamen.

9.4 Effecten samengestelde scenario's

9.4.1 Algemeen

Van alle samengestelde maatregelpakketten zijn met het regionale grondwatermodel IBRAHYMv2.1 de effecten berekend op de GHG, GLG en GVG, zowel voor huidig klimaat (HK) als voor klimaatscenario HD₂₀₅₀. Aansluitend zijn de effecten voor de natte natuur, landbouw, natuurbeken, bebouwing, drink- en industriewaterwinningen en de grondwaterlichamen in beeld gebracht.

In bijlage 12 van deze rapportage zijn alle kaarten opgenomen met de rekenresultaten van de samengestelde scenario's. Tabel 9-5 geeft een overzicht van de uitgevoerde effectberekeningen voor de samengestelde scenario's en de bijbehorende kaarten in bijlage 12. In bijlage 13 van deze rapportage zijn de resultaten van de berekende effecten op de doelrealisatie natuur en landbouw en de risico's op grondwateroverlast in bebouwd gebied voor de verschillende samengestelde scenario's in tabelvorm weergegeven. In deze tabellen is onderscheid gemaakt naar de 4 LPLG-deelgebieden: De Peel, Maasduinen, Meinweg, Roer en Swalmdal en Zuid-Limburg. In de beschrijving van de effecten van de samengestelde scenario's in de onderstaande paragrafen is een deel van de resultaatkaarten en -tabellen uit bijlagen 12 en 13 ter illustratie opgenomen.

Tabel 9-5: Overzicht effectberekeningen en resultaatkaarten voor samengestelde scenario's

	Maximaal Gestapeld Scenario	Huidige Functies Leidend	Watersysteem Leidend
Overzichtskaarten maatregelen samengestelde scenario's	MGS_maatregelen	HFL_maatregelen	WSL_maatregelen
Grondwatereffecten huidig klimaat			
GHG t.o.v. maaiveld	MGS1	HFL1	WSL1
GLG t.o.v. maaiveld	MGS2	HFL2	WSL2
GVG t.o.v. maaiveld	MGS3	HFL3	WSL3
Verandering GHG t.o.v. referentie	MGS4	HFL4	WSL4
Verandering GVG t.o.v. referentie	MGS5	HFL5	WSL5
Verandering GLG t.o.v. referentie	MGS6	HFL6	WSL6
Grondwatereffecten HD₂₀₅₀			

Projectgerelateerd

	Maximaal Gestapeld Scenario	Huidige Functies Leidend	Watersysteem Leidend
GHG t.o.v. maaiveld	MGS7	HFL7	WSL7
GLG t.o.v. maaiveld	MGS8	HFL8	WSL8
GVG t.o.v. maaiveld	MGS9	HFL9	WSL9
Verandering GHG t.o.v. referentie	MGS10	HFL10	WSL10
Verandering GVG t.o.v. referentie	MGS11	HFL11	WSL11
Verandering GLG t.o.v. referentie	MGS12	HFL12	WSL12
Doelrealisatie natuur			
Doelgat GVG – Huidig Klimaat (HK)	MGS13	HFL13	WSL13
Doelgat GLG – Huidig Klimaat (HK)	MGS14	HFL14	WSL14
Doelrealisatie o.b.v. OGOR-duurlijnen – Huidig klimaat	DROGOR_HK	DROGOR_HK	DROGOR_HK
Doelgat GVG – HD ₂₀₅₀	MGS15	HFL15	WSL15
Doelgat GLG – HD ₂₀₅₀	MGS16	HFL16	WSL16
Doelrealisatie o.b.v. OGOR-duurlijnen – klimaatscenario HD ₂₀₅₀	DROGOR_HD2050	DROGOR_HD2050	DROGOR_HD2050
Doelrealisatie landbouw (HK)			
Droogteschade (%) – Huidig Klimaat (HK)	MGS17	HFL17	WSL17
Natschade (%) – Huidig Klimaat (HK)	MGS18	HFL18	WSL18
Droogteschade (%) – HD ₂₀₅₀	MGS19	HFL19	WSL19
Natschade (%) - HD ₂₀₅₀	MGS20	HFL20	WSL20
Droogvallende natuurbeken			
Droogvallende natuurbeken – Huidig klimaat, langjarig gemiddelde	MGS23	HFL23	WSL23
Droogvallende natuurbeken – Huidig klimaat, droog jaar 2018	MGS24	HFL24	WSL24
Droogvallende natuurbeken – HD ₂₀₅₀ , langjarig gemiddelde	MGS25	HFL25	WSL25
Risico grondwateroverlast bebouwing			
Risico gw..overlast – Huidig Klimaat (HK)	MGS21	HFL21	WSL21
Risico grondwateroverlast - HD ₂₀₅₀	MGS22	HFL22	WSL22
Stijghoogten grondwaterlichamen			
Verandering stijghoogten ondiepe grondwaterlichamen, huidig klimaat (HK)	MGS26	HFL26	WSL26
Verandering stijghoogten diepe grondwaterlichamen, huidig klimaat (HK)	MGS27	HFL27	WSL27
Verandering stijghoogten ondiepe grondwaterlichamen, HD ₂₀₅₀	MGS28	HFL28	WSL28
Verandering stijghoogten diepe grondwaterlichamen, HD ₂₀₅₀	MGS29	HFL29	WSL29

9.4.2 Effecten Maximaal gestapeld scenario

Effecten grondwaterregime

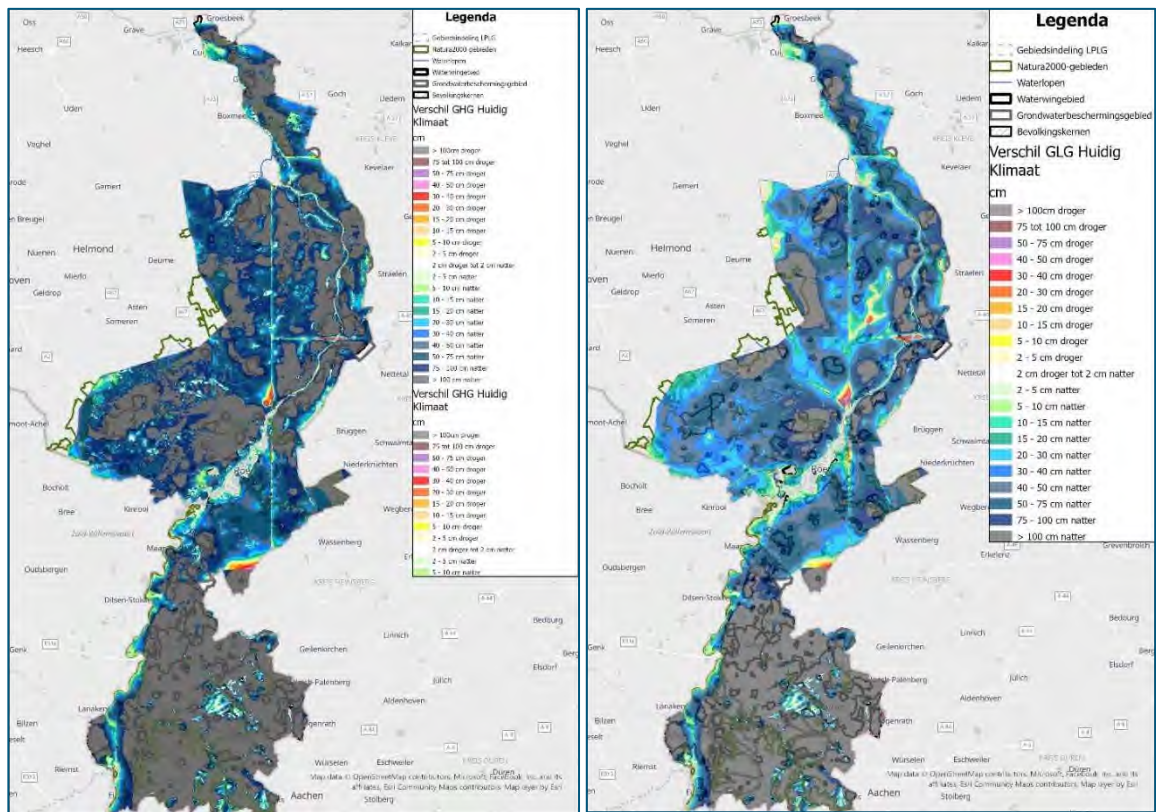
Figuur 9-7 geeft de berekende veranderingen in GHG en GLG weer, als gevolg van het maximaal gestapelde scenario, voor het huidige klimaat (HK). Figuur 9-8 geeft de berekende veranderingen in GHG en GLG als gevolg van het maximaal gestapelde scenario weer, in geval van klimaatverandering volgens klimaatscenario HD₂₀₅₀.

Zowel in het huidige klimaat als in geval van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ leidt het maximaal gestapelde scenario tot vernatting in vrijwel de gehele provincie. Gemiddeld over de provincie worden grondwaterstandsstijgingen berekend van 75 tot 100 cm. In de GHG-situatie leidt het op veel plekken tot stijging van de grondwaterstand van meer dan één meter. In de GLG-situatie leidt het tot een stijging van 75 tot 100 cm. In een aantal gebieden worden ook verlagingen van de GLG en GHG berekend. Dit zijn gebieden waar in de huidige situatie jaarrond veel infiltratie van aangevoerd oppervlaktewater naar het grondwater plaatsvindt. Dit is onder meer het geval waar de beken de (Maas)terrasovergangen doorsnijden. Hier treedt jaarrond forse infiltratie van de beken naar de ondergrond plaats. In het Maximaal Gestapelde Scenario zijn de beken uit de modelschematisatie verwijderd. Daardoor verdwijnt de mogelijkheid voor infiltratie en worden op plaatsen waar deze infiltratie in de huidige situatie op grote schaal optreedt, netto verlagingen berekend van de GHG en GLG.

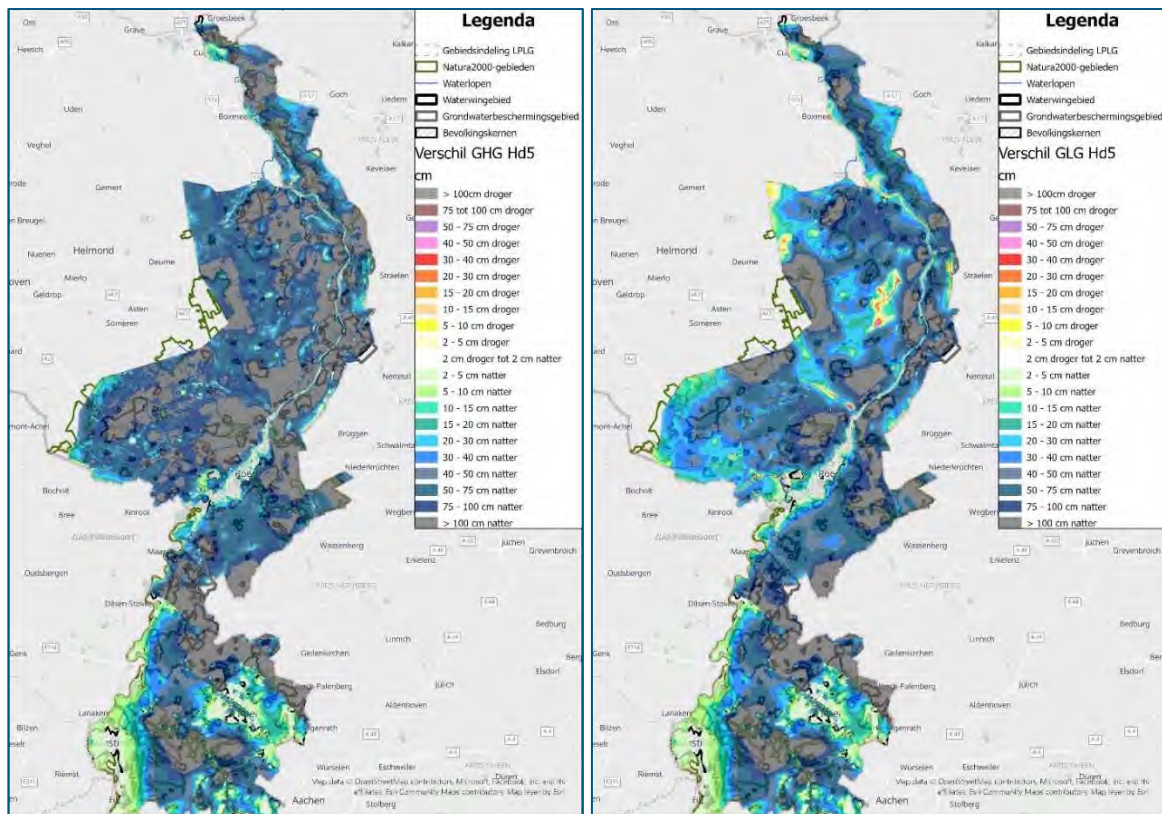
In het Heuvelland leiden de maatregelen vrijwel overal tot grondwaterstandsstijgingen van meer dan één meter.

In algemene zin komen de grondwatereffecten als gevolg van het maximaal vernattingsscenario tussen huidige klimaat en het klimaatscenario HD₂₀₅₀ met elkaar overeen. Dit geldt zowel voor de orde van grootte als het globale ruimtelijke patroon van de berekende effecten en het geldt voor zowel de GHG als de GLG en de GVG. Lokaal zijn er wel verschillen in de berekende grondwatereffecten tussen HK en HD₂₀₅₀; deze worden voornamelijk veroorzaakt door het feit dat de veranderingen in grondwaterstanden als gevolg van HD₂₀₅₀ ten opzichte van HK niet uniform verdeeld zijn over de provincie, zie paragraaf 4.3.

Projectgerelateerd



Figuur 9-7: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van het maximaal gestapelde scenario (huidig klimaat)



Figuur 9-8: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van het maximaal gestapelde scenario (HD₂₀₅₀)

Doelrealisatie natuur

Tabel 9-6 en Tabel 9-7 geven de areaalverdelingen weer van het doelgat GLG en GVG in de huidige situatie, voor het maximaal gestapelde scenario met huidig klimaat (HK) en voor het maximaal gestapelde scenario met klimaatscenario (HD₂₀₅₀). Het maximaal gestapelde scenario leidt tot een forse afname van de arealen met een doelgat GLG en GVG. Het klimaatscenario HD₂₀₅₀ heeft juist een verdrogend effect (zie hoofdstuk 4 van dit rapport). Het maximaal gestapelde scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ leidt daarom tot minder afnames van de doelgaten GLG en GVG.

De effecten van het Maximaal Gestapelde Scenario zijn in de meeste Natura2000-gebieden positief:

- Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is⁸ neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 620 ha in het Maximaal Gestapelde Scenario. Door het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het areaal met een te lage GLG weer iets toe tot circa 650 ha.
- Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is⁶ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 460 ha in het Maximaal Gestapelde Scenario. Door het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het areaal met een te lage GVG weer toe tot circa 490 ha.

In de Peelgebieden, Maasduinen, Meinweg, Sarsven en de Banen en Leudal leidt het maximaal gestapelde scenario tot een verkleining van het doelgat GLG en GVG van meer dan 100 cm. In Weerterbos neemt het doelgat GLG met circa 15 cm af en het doelgat GVG met circa 2 tot 10 cm. In de verschillende deelgebieden is een areaalverschuiving te zien van grote doelgaten (> 50 cm) naar geringere doelgaten (10-50 cm en < 10 cm). Desondanks blijft in alle deelgebieden over substantiële arealen een doelgat GLG en GVG bestaan.

Tabel 9-6: Effecten op het berekende doelgat GLG (HK en HD₂₀₅₀) als gevolg van het maximaal gestapelde scenario

		Autonoom - Huidig							Maximaal gestapeld - Huidig							Maximaal gestapeld - Hd2050						
Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	0	0	0	127	9	20	982	0	0	0	693	68	223	154	0	0	0	659	74	210	195
Maasduinen	738	0	0	0	585	0	8	144	0	0	0	594	2	22	120	0	0	0	592	2	17	126
Meinweg, Roer en Swalmldal	453	0	0	0	388	8	24	32	0	0	0	426	2	4	21	0	0	0	423	2	5	22
Zuid-Limburg	2023	4	1	0	1893	5	13	107	10	4	1	1914	4	9	81	9	3	1	1914	6	9	82
TOTAAL LIMBURG	4352	4	1	0	2994	22	65	1265	10	4	1	3626	76	258	376	9	3	1	3588	84	241	426

Tabel 9-7: Effecten op het berekende doelgat GVG (HK en HD₂₀₅₀) als gevolg van het maximaal gestapelde scenario

		Autonoom - Huidig							Maximaal gestapeld - Huidig							Maximaal gestapeld - Hd2050						
Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	>50 cm te nat	10-50 cm te nat	<10 cm te nat	Geen doelgat	<10 cm te droog	10-50 cm te droog	>50 cm te droog	>50 cm te nat	10-50 cm te nat	<10 cm te nat	Geen doelgat	<10 cm te droog	10-50 cm te droog	>50 cm te droog	>50 cm te nat	10-50 cm te nat	<10 cm te nat	Geen doelgat	<10 cm te droog	10-50 cm te droog	>50 cm te droog
De Peel	1138	1	10	12	147	69	312	586	70	527	109	203	50	142	38	72	521	102	199	43	151	49
Maasduinen	738	2	3	3	502	2	19	207	11	24	8	495	9	44	148	10	26	8	492	11	46	146
Meinweg, Roer en Swalmldal	453	2	5	5	375	12	22	32	7	17	20	374	3	10	22	5	16	20	373	4	7	27
Zuid-Limburg	2023	20	14	8	1826	5	18	134	41	28	13	1820	5	17	99	39	27	13	1821	6	17	100
TOTAAL LIMBURG	4352	24	31	28	2851	88	371	959	129	596	150	2891	66	213	307	126	590	143	2885	65	221	322

Tabel 9-8 geeft de areaalverdeling weer van de berekende percentages doelrealisatie voor alle Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, berekend op basis van OGOR-duurlijnen. In de tabel wordt onderscheid gemaakt naar de huidige situatie met huidig klimaat (links), het Maximaal Gestapelde Scenario met huidig klimaat (midden) en het Maximaal Gestapelde Scenario met klimaatscenario HD₂₀₅₀. De uitgevoerde analyse van de doelrealisatie op basis van de grondwaterduurlijnen ter plaatse van het Limburgse OGOR-meetnet wordt uitgebreid toegelicht in bijlage 17 van dit rapport. Figuren 9-5 en 9-6

⁸ Gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmldal (geheel Limburg excl. deelgebied Zuid-Limburg)

Projectgerelateerd

geven de effecten op de doelrealisatie weer voor alle drie de samengestelde scenario's, voor achtereenvolgens huidig klimaat en klimaatscenario HD₂₀₅₀.

Tabel 9-8: Areaalverdeling berekend percentage doelrealisatie in Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, voor huidige situatie met huidig klimaat, Maximaal Gestapeld Scenario met huidig klimaat en Maximaal gestapeld scenario met HD₂₀₅₀

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)		Autonoom - Huidig					Maximaal gestapeld - Huidig					Maximaal gestapeld - HD2050				
			<20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%	<20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%	<20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%
De Peel	6888	392	292	338	440	783	4643	0	0	17	129	6352	0	49	664	406	5378
Maasduinen	2252	961	239	0	119	67	866	0	0	0	0	1291	0	0	0	0	1291
Meinweg, Roer en Swalmdal	1766	155	202	268	53	0	1088	0	0	0	0	1611	0	0	0	0	1611
Zuid-Limburg	650	347	25	0	15	0	263	0	0	10	0	293	0	0	10	0	293
TOTAAL LIMBURG	11556	1855	758	606	627	850	6860	0	0	27	129	9547	0	49	674	406	8573

Op basis van de analyse van de duurlijnen ter plaatse van de OGOR-peilbuizen zorgt het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ voor een zeer sterke verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ (zie hoofdstuk 4) wordt door de maximale vernattingsmaatregelen ruimschoots ongedaan gemaakt:

- Het areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie neemt toe van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat (40% in de huidige situatie met HD₂₀₅₀) tot ongeveer 88% in geval van het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met HD₂₀₅₀.
- Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt zelfs af tot 0% (versus 8% in de huidige situatie). De sterkste verbeteringen worden berekend in het deelgebied De Peel.

Met de duurlijnenaanpak worden aanzienlijk meer effecten berekend dan met de Waterwijzer Natuur. De berekende effecten door het Maximaal Gestapelde Scenario zijn bij de duurlijnenaanpak ook veel gunstiger dan bij de Waterwijzer Natuur. Dit is te verklaren uit de (aanzienlijke) verschillen in rekenaanpak, zie ook hoofdstuk 4 van dit rapport.

Doelrealisatie landbouw

Tabellen 9-9 en 9-10 geven de berekende droogteschade respectievelijk natschade weer voor de huidige situatie, voor het maximaal gestapelde scenario met huidig klimaat (HK) en voor het maximaal gestapelde scenario met klimaatscenario HD₂₀₅₀, in de vorm van veranderingen in de areaalverdeling met verschillende schadeklassen.

Door de vernattingsmaatregelen neemt de droogteschade over het algemeen beperkt af: meestal tussen de 1 en 10% en lokaal 10 - 25%. Dit is vooral het geval in de omgeving van de Peelgebieden en Maasduinen. De natschade neemt als gevolg van het Maximaal Gestapeld Scenario in grote delen van de provincie met 20 tot 25 % toe en lokaal (bijvoorbeeld rond de Peelgebieden) met meer dan 75%. De doorgerekende vernattings-maatregelen zorgen ervoor dat in grote delen van het bestaande landbouwareaal de huidige intensieve vorm van landbouw niet meer haalbaar is en alleen nog veel extensievere vormen van landbouw mogelijk zijn.

Tabel 9-9: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van het maximaal gestapelde scenario

		Autonoom - Huidig						Maximaal gestapeld - Huidig						Maximaal gestapeld - HD2050					
Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	38354	15095	4588	1805	1	0	48906	7991	2046	898	1	0	45801	11440	2018	613	0	0
Maasduinen	14943	6876	2794	3087	2101	86	0	9246	2574	1803	1260	60	0	7937	4376	2183	469	0	0
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	11950	4334	1876	765	1	0	13157	3443	1615	709	0	0	11381	5503	1356	717	0	0
Zuid-Limburg	36634	20592	15553	449	41	0	0	21105	15067	424	39	0	0	1243	1540	476	2	0	0
TOTAAL LIMBURG	130345	77771	37775	10000	4711	88	0	92413	29075	5888	2907	62	0	66362	22858	6032	1800	0	0

Tabel 9-10: Effecten op natschade landbouw als gevolg van het maximaal gestapelde scenario

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Maximaal gestapeld - Huidig						Maximaal gestapeld - HD2050					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	57415	916	516	749	137	110	33283	3579	5157	12992	2426	2407	39776	3181	3573	9856	1577	1908
Maasduinen	14943	13171	638	264	518	162	191	7332	991	1098	4418	536	568	8484	896	1023	3606	502	455
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	17032	871	259	403	172	188	13904	922	618	2174	695	611	15036	713	565	1812	384	446
Zuid-Limburg	36634	34607	577	164	153	300	834	33342	725	246	410	483	1429	2919	70	46	146	33	48
TOTAAL LIMBURG	130345	122224	3002	1203	1822	771	1323	87861	6217	7119	19994	4139	5014	66214	4859	5206	15420	2496	2857

Droogval van natuurbeken

Tabel 9-11 geeft een overzicht van de totale lengte aan droogvallende natuurbeken, voor de verschillende LPLG-deelgebieden en de totale provincie Limburg, voor de huidige situatie met huidig klimaat, het Maximaal Gestapelde Scenario met huidig klimaat en het Maximaal Gestapelde Scenario met HD₂₀₅₀. Voor huidig klimaat is onderscheid gemaakt naar de droogval in een (langjarig) gemiddelde zomerperiode en in het extreem droge jaar 2018. Voor HD₂₀₅₀ is alleen de droogval in de langjarig gemiddelde situatie weergegeven.

Tabel 9-11: Berekende lengte droogvallende natuurbeken per deelgebied. Huidige situatie met huidig klimaat, Maximaal Gestapeld Scenario met huidig klimaat en Maximaal gestapeld scenario met klimaatscenario HD₂₀₅₀

Naam stroomgebied	Totale lengte natuurbeken (km)	Lengte droogvallende natuurbeken (km):				
		Huidige situatie, huidig klimaat		Maximaal Gestapeld, huidig klimaat		Maximaal Gestapeld, HD ₂₀₅₀
		Langjarig gemiddeld	Droog jaar 2018	Langjarig gemiddeld	Droog jaar 2018	Langjarig gemiddeld
De Peel	273	19	29	15	28	22
Maasduinen	99	29	34	20	22	20
Meinweg, Roer en Swalmdal	200	73	87	36	66	39
Zuid-Limburg	530	177	170	130	171	141
Totale provincie Limburg	1102	298	320	201	288	222

Ondanks de sterke stijgingen van de grondwaterstanden neemt de totale lengte aan natuurbeken met risico op droogval slechts beperkt af. Mogelijke redenen voor het beperkte effect op droogval zijn benoemd in onderstaand kader.

In de huidige situatie heeft ongeveer 27% van de totale lengte van de natuurbeken risico op droogval. In geval van het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 18,2%. Het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 20,1%.

Mogelijke redenen voor het relatief beperkte effect van maatregelen op het risico op droogval:

- De meeste beken in Noord- en Midden-Limburg doorkruisen de overgangen tussen de verschillende Maasterrassen. Deze terrasovergangen zijn fors (vaak 5 à 10 m), waardoor de GLG aan de hoge zijde van de terrasovergang in de huidige situatie vaak vele meters onder de beekbodem ligt. De berekende GLG-verhogingen zorgen daardoor voor relatief weinig vermindering van de lengte met risico op droogval.
- Het risico op droogval is nu uitsluitend bepaald op basis van vergelijking van de GLG met de beekbodem. Als er voldoende afvoer is van bovenstrooms, zal een beek niet direct droogvallen als de GLG lager wordt dan de beekbodem. De beek zal water verliezen naar de ondergrond, maar hoeft niet direct droog te vallen. In de uitgevoerde analyse is al rekening gehouden met beken met een groot bovenstrooms stroomgebied, zoals de Niers, de Swalm en de Roer. Voor deze beken / rivieren is aangenomen dat er geen risico op droogval is. In praktijk zal dit ook van toepassing zijn voor een groter aantal beken, waardoor de ingeschatte lengte aan mogelijk droogvallende beken waarschijnlijk te hoog is ingeschat, zowel in de huidige situatie als in de situatie na maatregelen.
- Veel bronbeken, vooral aan de oostzijde van de Maas, beginnen als bron of kwelzone in een schijnspiegelsysteem. De berekende GLG ligt hier per definitie lager dan de beekbodem, terwijl in werkelijkheid geen droogval plaatsvindt. Ook deze bronsituaties zorgen ervoor dat de lengte aan droogvallende beken mogelijk te hoog is ingeschat.
- Droogval is niet voor alle natuurbeken een probleem. Voor de meeste bovenlopen is droogval een natuurlijk verschijnsel. De uitgevoerde analyse suggereert dat droogval voor alle natuurbeken een probleem is.

Effecten bebouwd gebied

Tabel 9-12 geeft een overzicht van het risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied in de huidige situatie met huidig klimaat, het Maximaal Gestapeld Scenario met huidig klimaat en het Maximaal Gestapeld Scenario met HD₂₀₅₀. Uitgangspunt voor de analyse is dat er risico's op grondwateroverlast in bebouwd gebied optreden bij een GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld. In de tabel zijn per deelgebied en per situatie de arealen bebouwd gebied weergegeven met een (berekende) GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld.

Tabel 9-12: Areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast (GHG ondieper dan 70 cm onder mv). Huidige situatie met huidig klimaat, Maximaal Gestapeld Scenario met huidig klimaat en Maximaal Gestapeld Scenario met klimaatscenario HD₂₀₅₀

Naam stroomgebied	Totale oppervlakte bebouwd gebied (ha)	Oppervlakte bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast		
		Huidige situatie, huidig klimaat	Maximaal Gestapeld Scenario, Huidig Klimaat	Maximaal Gestapeld Scenario, HD ₂₀₅₀
De Peel	6779	61	1729	1447
Maasduinen	4187	113	917	953
Meinweg, Roer en Swalmdal	4648	42	507	428
Zuid-Limburg	18177	660	2003	1727
Totale provincie Limburg	33790	876	5156	4554

Het risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied neemt in alle deelgebieden fors toe. Over de gehele provincie Limburg zorgt het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met HD₂₀₅₀ voor een toename van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast van circa 3700 ha. In de huidige situatie is over ongeveer 2,6% van het totale bebouwde oppervlak sprake van risico op grondwateroverlast. Door het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 15,3%. In het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 13,5%.

Effecten drink- en industriewaterwinningen

Tabel 9-13 geeft voor alle freatische grondwaterwinningen voor drinkwater en industriële watervoorziening het berekende effect op de stijghoogte weer van het Maximaal Gestapelde Scenario met Huidig Klimaat en HD₂₀₅₀ ten opzichte van de Huidige Situatie met Huidig Klimaat. Specifiek voor de freatische winningen uit het kalksteen is op kwalitatieve wijze het risico op droogval beoordeeld.

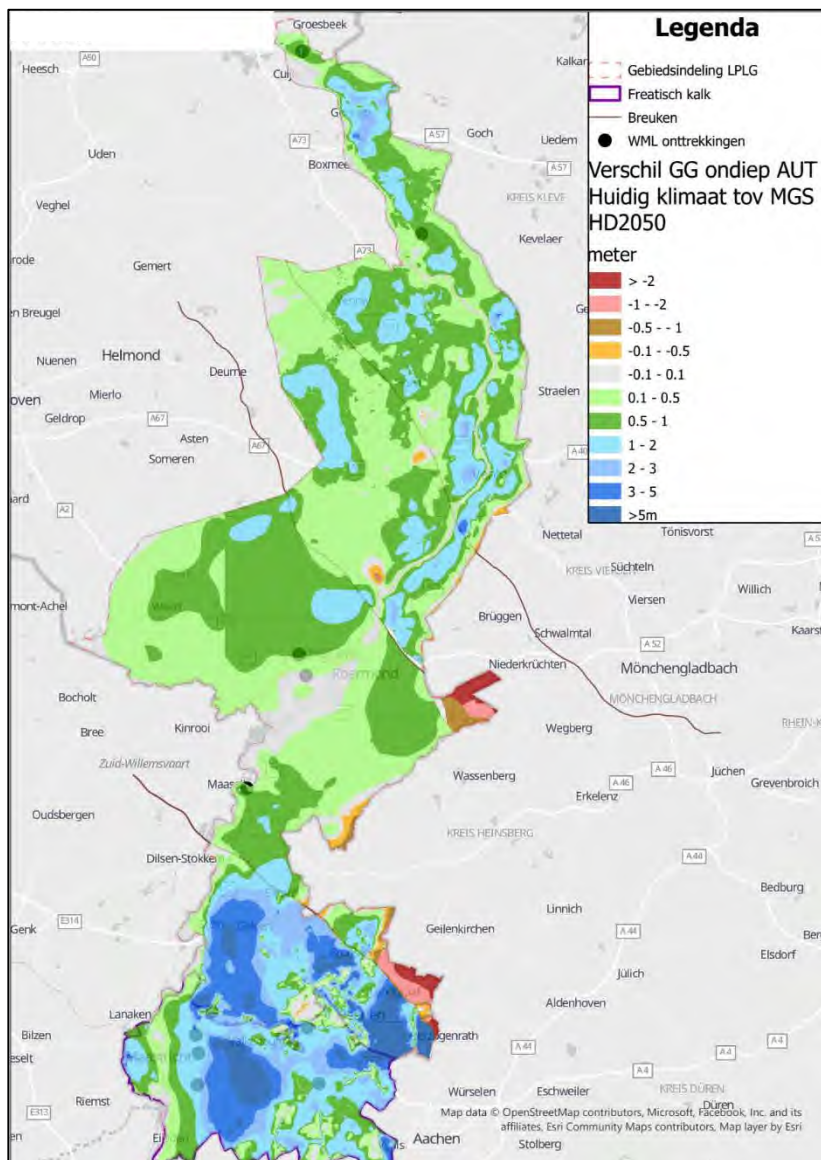
Tabel 9-13: Berekende veranderingen stijghoogten en beoordeling risico droogval putfilters voor alle (vergunde) freatische grondwaterwinningen in Limburg (drink- en industriewater). Effecten Maximaal Gestapeld Scenario met Huidig Klimaat en HD2050 ten opzichte van Huidige Situatie met Huidig Klimaat

Naam grondwaterwinning	Type winning	Berekend effect stijghoogte (in cm, Maximaal Gestapeld met HK t.o.v. huidige situatie met HK)	Berekend effect stijghoogte (in cm, Maximaal Gestapeld met HD ₂₀₅₀ t.o.v. huidige situatie met HK)	Effect op risico droogval (kwalitatieve inschatting)
Waterbedrijf Heel	oeverwinning, grindpakket	14	10	geen
PS Beegden	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	80	57	geen
PS Roosteren	oeverwinning, grindpakket	44	42	geen
PS Waterval	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	68	43	geen
PS IJzeren Kuilen	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	201	159	geen
PS De Tombe	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	229	174	geen
PS Heer-Vroendaal	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	193	140	geen
PS Roodborn	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	144	111	geen
PS Craubeek	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	232	153	geen
PS Plasmolen	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	99	69	geen
PS Bergen	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	70	78	geen

Voor alle freatische grondwaterwinningen zorgt het Maximaal Gestapelde Scenario voor structureel hogere stijghoogten, zowel bij huidig klimaat als bij klimaatscenario HD₂₀₅₀. Er zijn geen extra risico's op droogval van putfilters te verwachten.

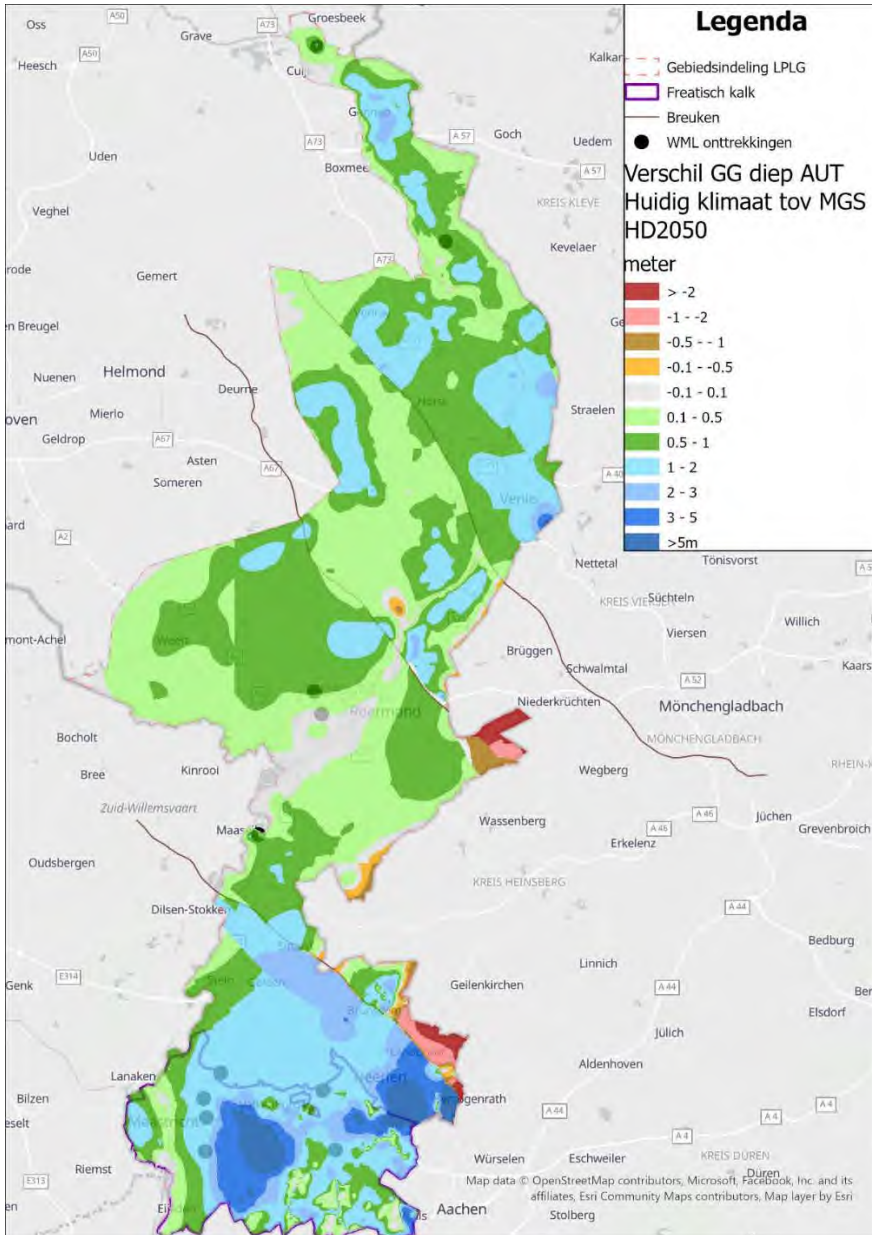
Effecten stijghoogten in grondwaterlichamen

Figuren 9-9 en 9-10 geven de berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen weer, in het Maximaal Gestapelde Scenario met HD₂₀₅₀ ten opzichte van de huidige situatie met huidig klimaat (HK). Figuur 9-9 geeft de berekende effecten weer voor de ondiepe grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in grondwaterlichaam Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloölietformatie in de Roerdalslenk en het ondiepe watervoerende pakket in de Venloschol). Figuur 9-10 geeft de berekende effecten weer voor de diepere grondwaterlichamen (kalksteenpakket in Krijt-Maas, het onderste deel van de Kiezeloölietformatie in de Roerdalslenk en het diepe watervoerende pakket in de Venloschol). De kaarten zijn in groter formaat opgenomen in bijlage 12 van dit rapport. In de bijlage zijn tevens verschil-kaarten opgenomen met de effecten in geval van huidig klimaat.



Figuur 9-9: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Maximaal Gestapeld Scenario HD₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in ondiepe pakketten grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en ondiep watervoerend pakket Venloschol)

Projectgerelateerd



Figuur 9-10: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Maximaal Gestapeld Scenario HD₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in diepe pakketten grondwaterlichamen (Kalksteenpakket in Krijt-Maas, onderste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en diep watervoerend pakket Venloschol)

Het Maximaal Gestapelde Scenario met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt ten opzichte van de huidige situatie voor alle onderscheiden grondwaterlichamen voor structurele verhogingen van de stijghoogten van enkele decimeters tot op veel plaatsen meer dan één meter. Voor de ondiepe watervoerende pakketten in de grondwaterlichamen heeft dit naar verwachting geen grote gevolgen. Voor de diepere watervoerende pakketten, zowel het kalksteenpakket in het grondwaterlichaam Krijt-Maas als de diepere watervoerende pakketten in de Roerdalslenk en de Venloschol geldt dat de huidige grondwaterwinningen reeds zorgen voor structureel sterk verlaagde stijghoogten (ten opzichte van het natuurlijke systeem). De berekende verhogingen als gevolg van het scenario zijn in dit licht gezien als positief te beoordelen.

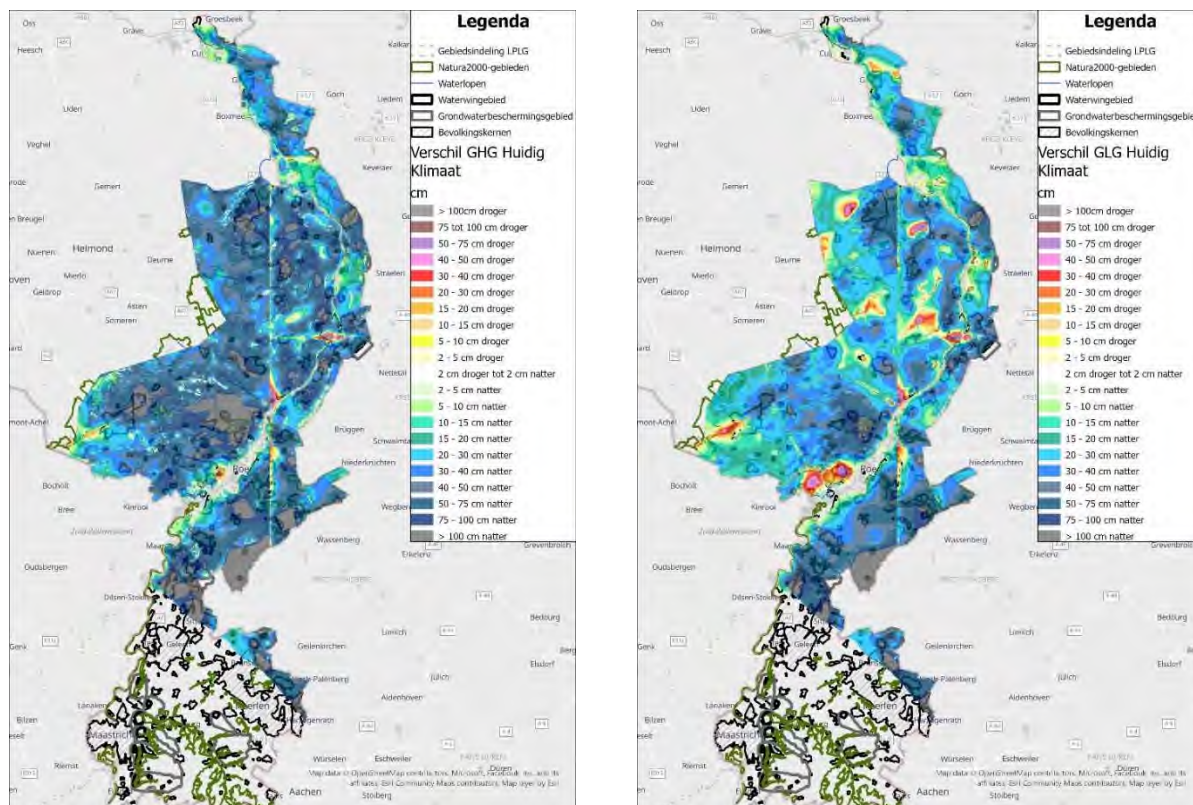
9.4.3 Effecten Huidige Functies Leidend

Effecten grondwaterregime

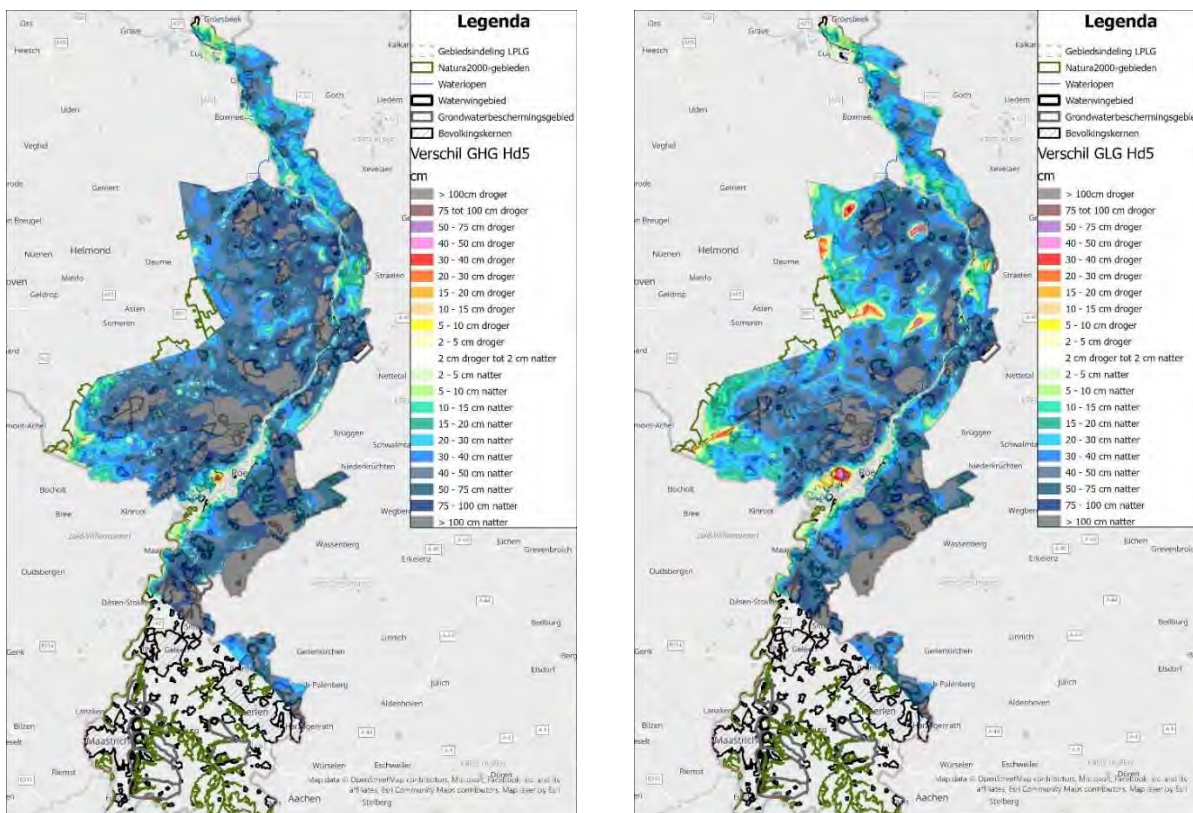
Figuur 9-11 geeft de berekende veranderingen in GHG en GLG weer, als gevolg van het huidige functies leidend gestapelde scenario, voor het huidige klimaat (HK). Figuur 9-12 geeft de berekende veranderingen in GHG en GLG als gevolg van het huidige functies leidend scenario weer, in geval van klimaatverandering volgens klimaatscenario HD₂₀₅₀.

Zowel in het huidige klimaat als in geval van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ leidt het scenario Huidige Functies Leidend tot vernatting in vrijwel de gehele provincie. Gemiddeld over de provincie worden grondwaterstandsstijgingen berekend van 75 tot 100 cm. In de GHG-situatie leidt het op veel plekken tot stijging van de grondwaterstand van meer dan één meter. In de GLG-situatie leidt het tot een stijging van circa 30 tot 40 cm. In een aantal gebieden worden ook verlagingen van de GLG en GHG berekend. Dit zijn gebieden waar in de huidige situatie jaarrond veel infiltratie van aangevoerd oppervlaktewater naar het grondwater plaatsvindt. Dit is onder meer het geval waar de beken de (Maas)terrassovertgangen doorsnijden. Hier treedt jaarrond forse infiltratie van de beken naar de ondergrond plaats. In het scenario Huidige Functies Leidend zijn de beken uit de modelschematisatie verwijderd. Daardoor verdwijnt de mogelijkheid voor infiltratie en worden op plaatsen waar deze infiltratie in de huidige situatie op grote schaal optreedt, netto verlagingen berekend van de GHG en GLG.

In geval van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ leidt het scenario Huidige Functies Leidend tot verdere stijging van de GLG. In de berekening met huidig klimaat resulteert het in een stijging van circa 30 tot 40 cm en in de berekening met klimaatscenario HD₂₀₅₀ circa 50 tot 75 cm. Voor de GHG-situatie zit er weinig verschil tussen huidig klimaat (HK) en het klimaatscenario HD₂₀₅₀.



Figuur 9-11: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend (HK)



Figuur 9-12: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend (HD₂₀₅₀)

Doelrealisatie natuur

Tabel 9-14 en Tabel 9-15 geven de areaalverdelingen weer van het doelgat GLG en GVG in de huidige situatie, voor scenario Huidige Functies Leidend met huidig klimaat (HK) en voor het scenario Huidige Functies Leidend met klimaatscenario (HD₂₀₅₀). Het scenario Huidige Functies Leidend scenario leidt tot een forse afname van het doelgat GVG en GLG. Het klimaatscenario HD₂₀₅₀ heeft juist een verdrogend effect (zie hoofdstuk 4 van dit rapport). Het Scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ leidt daarom tot minder afnames van de doelgaten GLG en GVG.

De effecten van het Scenario Huidige Functies Leidend zijn in de meeste Natura2000-gebieden positief:

- Het scenario Huidige Functies Leidend zorgt in de meeste Natura2000-gebieden eveneens voor positieve effecten op de doelrealisatie natuur, maar de effecten zijn minder positief dan bij het Maximaal gestapelde scenario. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is⁹ neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 1100 ha in het scenario Huidige Functies Leidend. Door het Scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het areaal met een te lage GLG weer iets toe tot circa 1160 ha.
- Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is⁷ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 970 ha in het scenario Huidige Functies Leidend. Door het Scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het areaal met een te lage GVG weer iets toe tot circa 1050 ha.

In de Groote Peel wordt een afname van het doelgat GLG berekend van meer dan 100 cm. In de gebieden Maasduinen, Meinweg en Boschhuizerbroek zijn de berekende afnames circa 25 cm tot lokaal meer dan 50 cm. In de Mariapeel worden in het noorden afnames van het doelgat GLG van circa 40 cm

⁹ Gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal (geheel Limburg excl. deelgebied Zuid-Limburg)

Projectgerelateerd

berekend, maar in het zuiden gaat het slechts over een verkleining van circa 5 tot 10 cm. Weerterbos heeft een doelgat GLG verkleining van circa 15 tot 20 cm. Voor wat betreft het doelgat GVG wordt voor de meeste natuurgebieden een afname van circa 40 cm. Een uitzondering hierop is het Weerterbos; hier wordt een afname van ongeveer 10 cm berekend.

In alle deelgebieden is ook een areaalverschuiving te zien van grote doelgaten (> 50 cm) naar geringere doelgaten (10-50 cm en minder dan 10 cm). Desondanks blijft in alle deelgebieden over substantiële arealen een doelgat GVG en GLG bestaan.

Tabel 9-14: Effecten op het berekende doelgat GLG (HK en HD₂₀₅₀) als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend

		Autonoom - Huidig							Huidige functies leidend - Huidig							Huidige functies leidend - Hd2050						
Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	0	0	0	127	9	20	982	0	0	0	209	21	160	749	0	0	0	163	13	92	870
Maasduinen	738	0	0	0	585	0	8	144	0	0	0	589	2	23	124	0	0	0	588	1	16	132
Meinweg, Roer en Swalmadal	453	0	0	0	388	8	24	32	0	0	0	422	3	5	22	0	0	0	419	3	6	25
Zuid-Limburg	2023	4	1	0	1893	5	13	107	0	0	0	25	0	1	1	0	0	0	24	0	1	1
TOTAAL LIMBURG	4352	4	1	0	2994	22	65	1265	0	0	0	1245	26	189	895	0	0	0	1195	17	115	1028

Tabel 9-15: Effecten op het berekende doelgat GVG (HK en HD₂₀₅₀) als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend

		Autonoom - Huidig							Huidige functies leidend - Huidig							Huidige functies leidend - Hd2050						
Gebied	Areaal GW afhankelijk (ha)	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	1	10	12	147	69	312	586	15	143	52	214	80	424	211	14	104	46	190	84	404	297
Maasduinen	738	2	3	3	502	2	19	207	5	14	6	499	7	37	169	4	13	6	499	5	41	170
Meinweg, Roer en Swalmadal	453	2	5	5	375	12	22	32	6	16	16	375	5	11	23	4	16	16	376	5	9	29
Zuid-Limburg	2023	20	14	8	1826	5	18	134	0	0	0	22	0	1	3	0	0	0	22	0	1	4
TOTAAL LIMBURG	4352	24	31	28	2851	88	371	959	26	174	74	1110	92	473	407	21	133	68	1086	94	455	499

Tabel 9-16 geeft de areaalverdeling weer van de berekende percentages doelrealisatie voor alle Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, berekend op basis van OGOR-duurlijnen. In de tabel wordt onderscheid gemaakt naar de huidige situatie met huidig klimaat (links), het Scenario Huidige Functies Leidend met huidig klimaat (midden) en het Scenario Huidige Functies Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀. De uitgevoerde analyse van de doelrealisatie op basis van de grondwaterduurlijnen ter plaatse van het Limburgse OGOR-meetnet wordt uitgebreid toegelicht in bijlage 17 van dit rapport. Figuur 9-5 en Figuur 9-6 geven de effecten op de doelrealisatie weer voor alle drie de samengestelde scenario's, voor achtereenvolgens huidig klimaat en klimaatscenario HD₂₀₅₀.

Tabel 9-16: Areaalverdeling berekend percentage doelrealisatie in Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, voor huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Huidige Functies Leidend met huidig klimaat en Scenario Huidige Functies Leidend met HD₂₀₅₀

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Geen fit	Autonoom - Huidig					Huidige functies leidend - Huidig					Huidige functies leidend - HD2050				
			<20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%	<20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%	<20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%
De Peel	6888	392	292	338	440	783	4643	25	0	199	634	5640	468	1048	719	541	3721
Maasduinen	2252	961	239	0	119	67	866	0	0	0	0	1291	0	11	207	119	954
Meinweg, Roer en Swalmadal	1766	155	202	268	53	0	1088	0	0	0	0	1611	0	0	0	0	1611
Zuid-Limburg	650	347	25	0	15	0	263	0	0	10	0	293	0	25	35	0	243
TOTAAL LIMBURG	11556	1855	758	606	627	850	6860	25	0	209	634	8835	468	1084	961	660	6529

Op basis van de analyse van de duurlijnen ter plaatse van de OGOR-peilbuizen zorgt het Scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ voor enige verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ (zie hoofdstuk 4) wordt door de vernattingsmaatregelen ruimschoots ongedaan gemaakt:

- Over de gehele provincie gezien neemt areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie iets af van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat tot ongeveer 67% in geval van het Scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met HD₂₀₅₀.

Projectgerelateerd

- Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt duidelijk af tot ongeveer 5% (versus 8% in de huidige situatie). Opvallend is dat het scenario in deelgebied De Peel tot een verslechtering van de doelrealisatie leidt, terwijl in de andere deelgebieden een duidelijke verbetering wordt berekend.

Met de duurlijnenaanpak worden wezenlijk andere effecten berekend dan met de Waterwijzer Natuur. Dit is te verklaren uit de (aanzienlijke) verschillen in rekenaanpak, zie ook paragraaf 4.3.3 van dit rapport.

Doelrealisatie landbouw

Tabellen 9-17 en 9-18 geven de berekende droogteschade respectievelijk natschade weer voor de huidige situatie, voor het scenario Huidige Functies Leidend met huidig klimaat (HK) en voor het scenario Huidige Functies Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀, in de vorm van veranderingen in de areaalverdeling met verschillende schadeklassen.

Door de vernattingsmaatregelen neemt de droogteschade over het algemeen beperkt af: meestal tussen de 1 en 10%. Alleen in het zuiden van Maasduinen neemt de droogteschade af met 25%. De natschade neemt als gevolg van het maximale vernattingsscenario in grote delen van de provincie met 20 tot 25 % toe.

Tabel 9-17: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Huidige functies leidend - Huidig						Huidige functies leidend - HD2050					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	38354	15095	4588	1805	1	0	41099	9780	2781	1301	1	0	44230	11436	2967	1210	1	0
Maasduinen	14943	6876	2794	3087	2101	86	0	8401	2278	3100	1997	82	0	8017	2511	2572	1769	75	0
Meinweg, Roer en Swaïmdal	18924	11950	4334	1876	765	1	0	12892	3802	1494	725	0	0	12803	3729	1653	740	0	0
Zuid-Limburg	36634	20592	15553	449	41	0	0	2238	1558	43	12	0	0	2146	1034	46	13	0	0
TOTAAL LIMBURG	130345	77771	37775	10000	4711	88	0	64629	17416	7418	4035	84	0	67196	18710	7236	3732	76	0

Tabel 9-18: Effecten op natschade landbouw als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Huidige functies leidend - Huidig						Huidige functies leidend - HD2050					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	57415	916	516	749	137	110	40426	3386	3522	6564	647	418	49378	3452	2520	3564	521	409
Maasduinen	14943	13171	638	264	518	162	191	11915	890	637	1727	321	369	11655	1023	577	1030	321	337
Meinweg, Roer en Swaïmdal	18924	17032	871	259	403	172	188	14982	953	547	1404	532	495	15200	1045	564	1088	523	505
Zuid-Limburg	36634	34607	577	164	153	300	834	3551	75	35	91	34	66	3055	51	23	56	20	35
TOTAAL LIMBURG	130345	122224	3002	1203	1822	771	1323	70873	5303	4740	9785	1534	1347	79289	5570	3683	5739	1384	1285

Droogval van natuurbeken

Tabel 9-19 geeft een overzicht van de totale lengte aan droogvallende natuurbeken, voor de verschillende LPLG-deelgebieden en de totale provincie Limburg, voor de huidige situatie met huidig klimaat, het Scenario Huidige Functies Leidend met huidig klimaat en het Scenario Huidige Functies Leidend met HD₂₀₅₀. Voor huidig klimaat is onderscheid gemaakt naar de droogval in een (langjarig) gemiddelde zomerperiode en in het extreem droge jaar 2018. Voor HD₂₀₅₀ is alleen de droogval in de langjarig gemiddelde situatie weergegeven.

Projectgerelateerd

Tabel 9-19: Berekende lengte droogvallende natuurbeken per deelgebied. Huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Huidige Functies Leidend met huidig klimaat en Scenario Huidige Functies Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀.

Naam stroomgebied	Totale lengte natuurbeken (km)	Lengte droogvallende natuurbeken (km):				
		Huidige situatie, huidig klimaat		Huidige Functies Leidend, huidig klimaat		Huidige Functies Leidend, HD ₂₀₅₀
		Langjarig gemiddeld	Droog jaar 2018	Langjarig gemiddeld	Droog jaar 2018	Langjarig gemiddeld
De Peel	273	19	29	20	34	17
Maasduinen	99	29	34	25	28	24
Meinweg, Roer en Swalmdal	200	73	87	56	66	63
Zuid-Limburg	530	177	170	179	172	170
Totale provincie Limburg	1102	298	320	280	300	274

Ondanks de sterke stijgingen van de grondwaterstanden neemt de totale lengte aan natuurbeken met risico op droogval slechts beperkt af. In paragraaf 9.4.2 wordt hiervoor een aantal redenen genoemd. In de huidige situatie heeft ongeveer 27% van de totale lengte van de natuurbeken risico op droogval. In geval van het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 25,4%. Het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 24,9%.

Effecten bebouwd gebied

Tabel 9-20 geeft een overzicht van het risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied in de huidige situatie met huidig klimaat, het Scenario Huidige Functies Leidend met huidig klimaat en het Scenario Huidige Functies Leidend met HD₂₀₅₀. Uitgangspunt voor de analyse is dat er risico's op grondwateroverlast in bebouwd gebied optreden bij een GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld. In de tabel zijn per deelgebied en per situatie de arealen bebouwd gebied weergegeven met een (berekende) GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld.

Tabel 9-20: Areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast (GHG ondieper dan 70 cm onder mv). Huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Huidige Functies Leidend met huidig klimaat en Scenario Huidige Functies Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀

Naam stroomgebied	Totale oppervlakte bebouwd gebied (ha)	Oppervlakte bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast		
		Huidige situatie, huidig klimaat	Huidige Functies Leidend, Huidig Klimaat	Huidige Functies Leidend, HD ₂₀₅₀
De Peel	6779	61	658	802
Maasduinen	4187	113	224	234
Meinweg, Roer en Swalmdal	4648	42	248	205
Zuid-Limburg	18177	660	200	112
Totale provincie Limburg	33790	876	1330	1352

Het risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied neemt in de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal flink toe. Deelgebied Zuid-Limburg is in dit scenario niet beschouwd.

In de huidige situatie is gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal over ongeveer 1,4% van het totale bebouwde oppervlak sprake van risico op grondwateroverlast. Door het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 7,2%. In het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met

klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 7,9%.

Effecten drink- en industriewaterwinningen

Tabel 9-21 geeft voor alle freatische grondwaterwinningen voor drinkwater en industriële watervoorziening het berekende effect op de stijghoogte weer van het Scenario Huidige Functies Leidend met Huidig Klimaat en HD₂₀₅₀ ten opzichte van de Huidige Situatie met Huidig Klimaat. Specifiek voor de freatische winningen uit het kalksteen is op kwalitatieve wijze het risico op droogval beoordeeld.

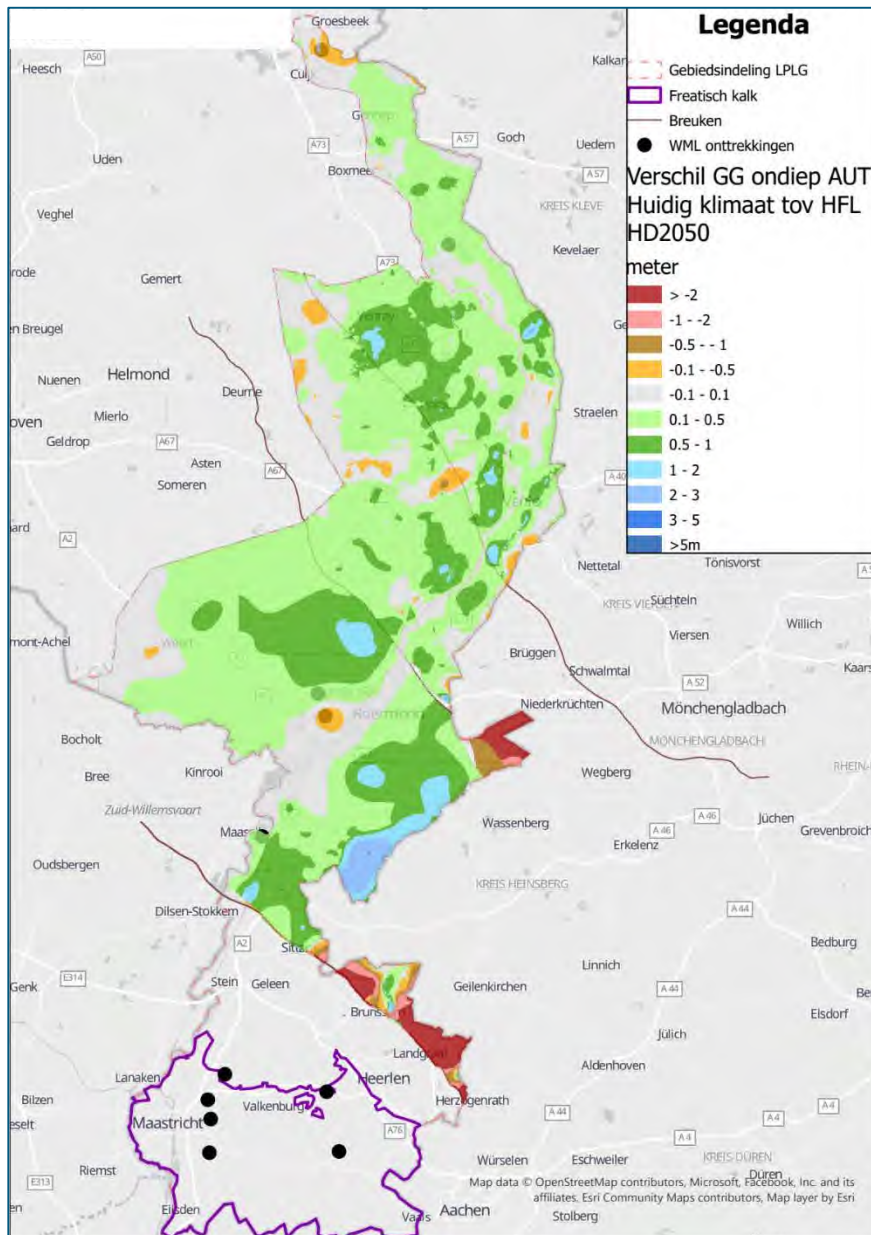
Tabel 9-21: Berekende veranderingen stijghoogten en beoordeling risico droogval putfilters voor alle (vergunde) freatische grondwaterwinningen in Limburg (drink- en industriewater). Effecten Scenario Huidige Functies Leidend met Huidig Klimaat en HD₂₀₅₀ ten opzichte van Huidige Situatie met Huidig Klimaat

Naam grondwaterwinning	Type winning	Berekend effect stijghoogte (in cm, Huidige Functies Leidend met HK t.o.v. huidige situatie met HK)	Berekend effect stijghoogte (in cm, Huidige Functies Leidend met HD ₂₀₅₀ t.o.v. huidige situatie met HK)	Effect op risico droogval (kwalitatieve inschatting)
Waterbedrijf Heel	oeverwinning, grindpakket	-18	-20	geen
PS Beegden	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	37	35	geen
PS Roosteren	oeverwinning, grindpakket	28	23	geen
PS Waterval	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS IJzeren Kuilen	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS De Tombe	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS Heer-Vroendaal	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS Roodborn	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS Craubeek	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS Plasmolen	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	25	-14	geen
PS Bergen	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	27	26	geen

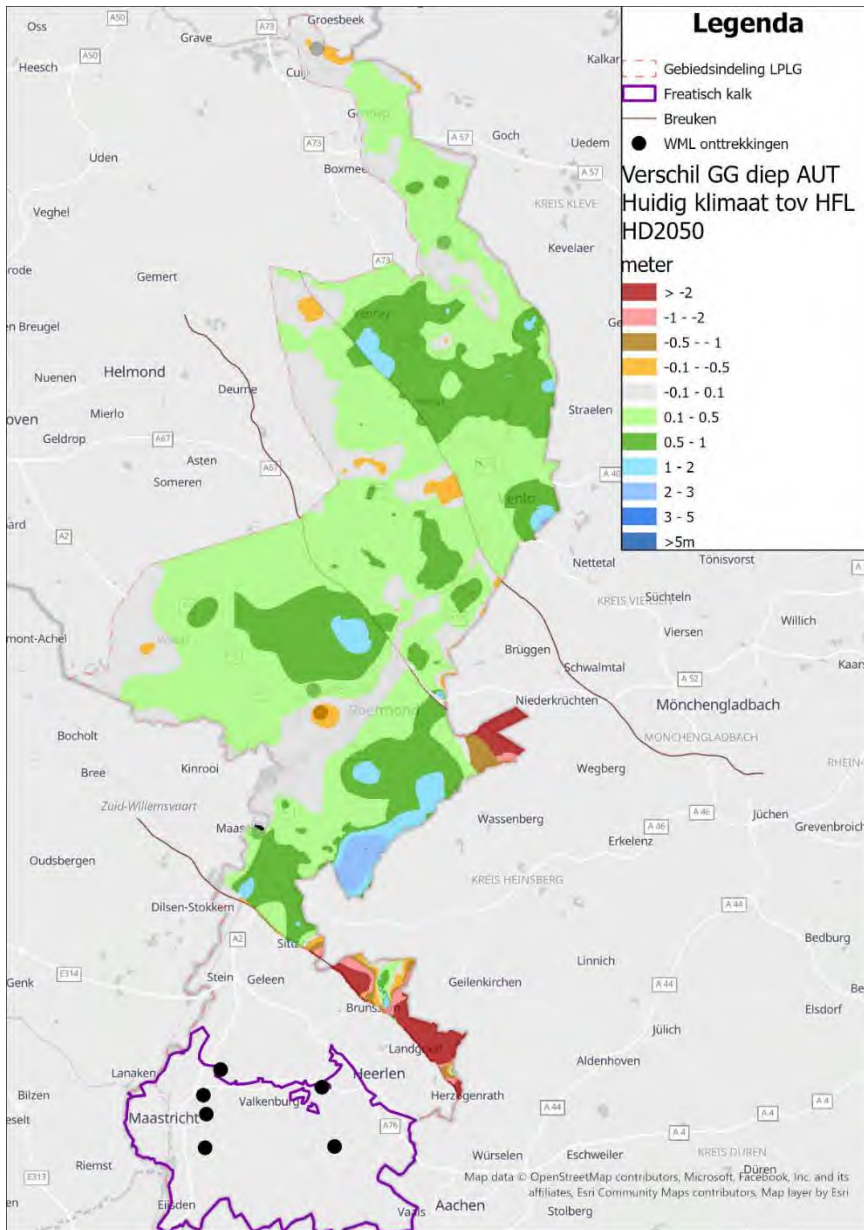
De stijghoogteveranderingen ter plaatse van de freatische grondwaterwinningen uit het grindpakket zijn zeer beperkt. De berekende veranderingen hebben naar verwachting geen effecten of risico's tot gevolg. Voor dit scenario is het deelgebied Zuid-Limburg, ten zuiden van de Feldbissbreuk, niet doorgerekend. Er zijn dus geen effecten bepaald ter plaatse van de grondwaterwinningen uit het kalksteen.

Effecten stijghoogten in grondwaterlichamen

Figuren 9-13 en 9-14 geven de berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen weer, in het Scenario Huidige Functies Leidend met HD₂₀₅₀ ten opzichte van de huidige situatie met huidig klimaat (HK). Figuur 9-13 geeft de berekende effecten weer voor de ondiepe grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in grondwaterlichaam Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloölietformatie in de Roerdalslenk en het ondiepe watervoerende pakket in de Venloschol). Figuur 9-14 geeft de berekende effecten weer voor de diepere grondwaterlichamen (kalksteenpakket in Krijt-Maas, het onderste deel van de Kiezeloölietformatie in de Roerdalslenk en het diepe watervoerende pakket in de Venloschol). De kaarten zijn in groter formaat opgenomen in bijlage 12 van dit rapport. In de bijlage zijn tevens verschilkaarten opgenomen met de effecten in geval van huidig klimaat.



Figuur 9-13: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Scenario Huidige Functies Leidend met HD₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in ondiepe pakketten grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en ondiep watervoerend pakket Venloschol)



Figuur 9-14: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Scenario Huidige Functies Leidend met HD₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in diepe pakketten van de grondwaterlichamen (Kalksteenpakket in Krijt-Maas, onderste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en diep watervoerend pakket Venloschol)

Het Scenario Huidige Functies Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt ten opzichte van de huidige situatie voor de grondwaterlichamen Roerdalslenk en Venloschol voor structurele verhogingen van de stijghoogten van enkele decimeters tot op veel plaatsen meer dan 1 meter. Het grondwaterlichaam Krijt-Maas is voor dit scenario niet doorgerekend. Voor de ondiepe watervoerende pakketten in de grondwaterlichamen hebben de berekende stijgingen naar verwachting geen grote gevolgen. Voor de diepere watervoerende pakketten, zowel de diepere watervoerende pakketten in de Roerdalslenk als die in de Venloschol geldt dat de huidige grondwaterwinningen reeds zorgen voor structureel sterk verlaagde stijghoogten (ten opzichte van het natuurlijke systeem). De berekende verhogingen als gevolg van het scenario zijn in dit licht bezien als positief te beoordelen.

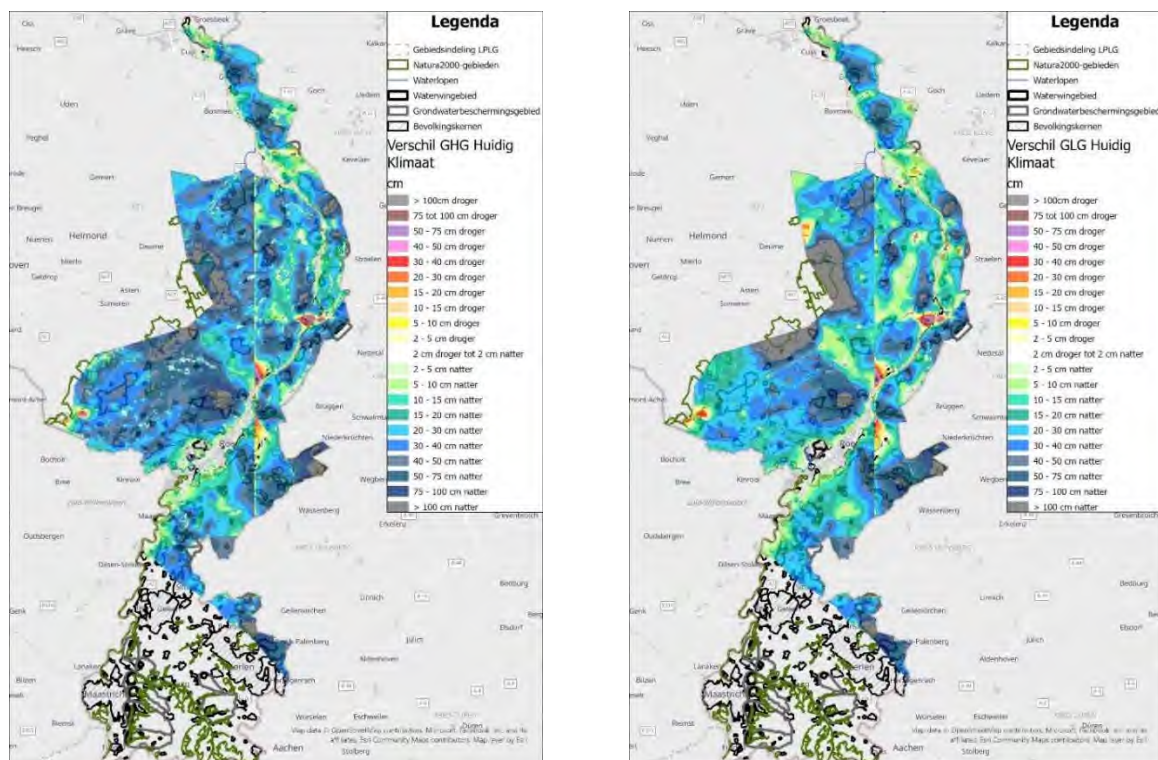
9.4.4 Effecten Watersysteem Leidend

Effecten grondwaterregime

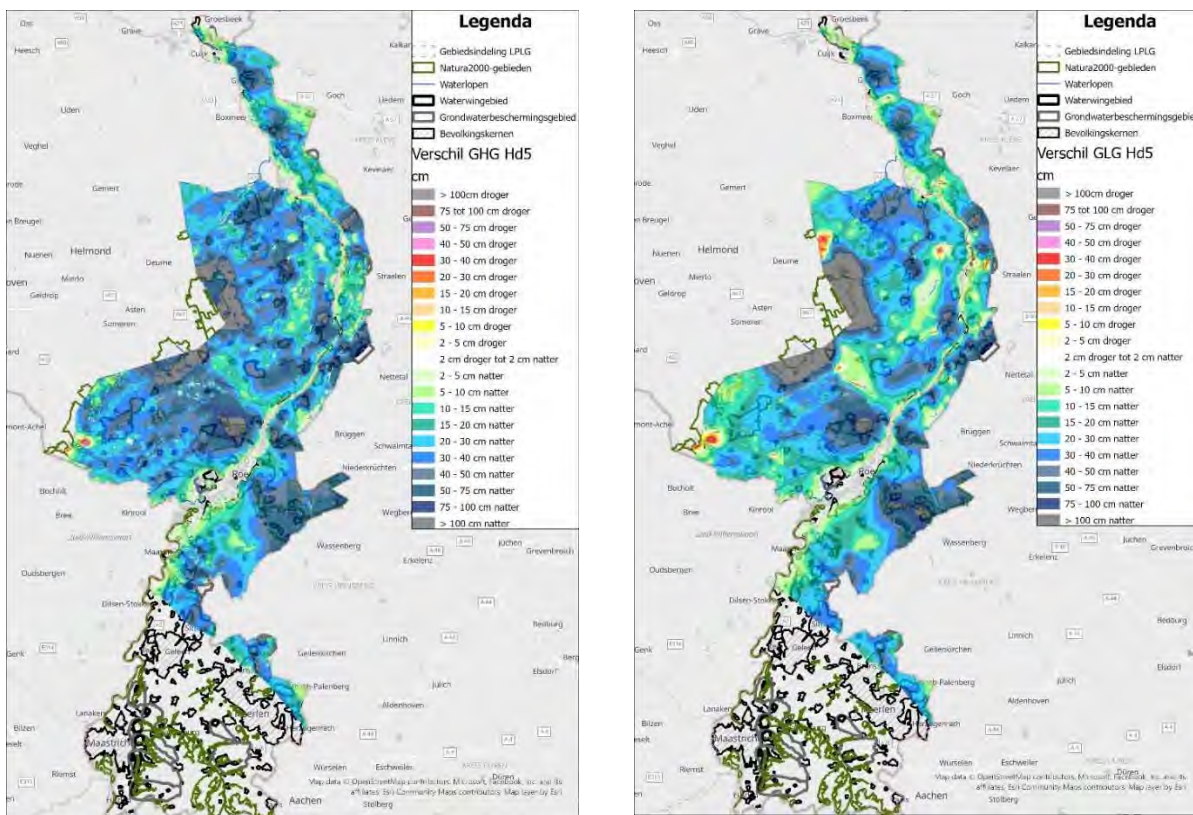
Figuur 9-15 geeft de berekende veranderingen in GHG en GLG weer, als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend, voor het huidige klimaat (HK). Figuur 9-16 geeft de berekende veranderingen in GHG en GLG als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend scenario weer, in geval van klimaatverandering volgens klimaatscenario HD₂₀₅₀.

Zowel in het huidige klimaat als in geval van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ leidt het scenario Watersysteem Leidend tot vernatting in vrijwel de gehele provincie in de GHG situatie en in grote delen in de GLG situatie. Gemiddeld over de provincie worden grondwaterstandsstijgingen berekend van circa 40 tot 75 cm. In de GHG-situatie leidt het rond de Peelgebieden, het Leudal en de Meinweg tot stijging van de grondwaterstand van meer dan één meter. In de GLG-situatie leidt het tot een gemiddelde stijging van circa 30 tot 40 cm. Er is veel variatie van een stijging van de GLG rondom het Peelgebied, van lokaal meer dan 100 cm tot slechts 2 tot 10 cm in het gebied tussen de Groote Molenbeek en de Maas. In een aantal gebieden worden ook verlagingen van de GLG berekend. Dit zijn gebieden waar in de huidige situatie veel infiltratie van aangevoerd oppervlaktewater naar het grondwater plaatsvindt. Door het uit het model verwijderen van de beken en watergangen verdwijnt de infiltratiemogelijkheid in deze gebieden, met verlagingen van de GLG als gevolg.

In algemene zin komen de grondwatereffecten als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend scenario met huidige klimaat en het klimaatscenario HD₂₀₅₀ redelijk met elkaar overeen. Dit geldt zowel voor de orde van grootte als het globale ruimtelijke patroon van de berekende effecten en het geldt voor zowel de GHG als de GLG en de GVG. Lokaal zijn er wel verschillen in de berekende grondwatereffecten tussen HK en HD₂₀₅₀; deze worden voornamelijk veroorzaakt door het feit dat de veranderingen in grondwaterstanden als gevolg van HD₂₀₅₀ ten opzichte van HK niet uniform verdeeld zijn over de provincie, zie paragraaf 3.2.



Figuur 9-15: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) a.g.v. het scenario Watersysteem Leidend (huidig klimaat, HK)



Figuur 9-16: Berekende verandering GHG (links) en GLG (rechts) als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend (HD₂₀₅₀)

Doelrealisatie natuur

Tabellen 9-22 en 9-23 geven de areaalverdelingen weer van het doelgat GLG en GVG in de huidige situatie, voor scenario Watersysteem Leidend met huidig klimaat (HK) en voor het scenario Watersysteem Leidend met klimaatscenario (HD₂₀₅₀). Het scenario Watersysteem Leidend leidt tot een forse afname van het doelgat GVG en GLG.

De effecten van het Scenario Huidige Functies Leidend zijn in de meeste Natura2000-gebieden positief:

- Het scenario Watersysteem Leidend zorgt in de meeste Natura2000-gebieden eveneens voor positieve effecten op de doelrealisatie natuur. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is¹⁰ neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 640 ha in het scenario Watersysteem Leidend. Door het Scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het areaal met een te lage GLG weer toe tot circa 680 ha.
- Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is⁸ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 490 ha in het scenario Watersysteem Leidend. Door het Scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het areaal met een te lage GVG weer toe tot circa 510 ha.

In de Peelgebieden, Maasduinen, Meinweg, Sarsven en de Banen en Leudal leidt het scenario Watersysteem Leidend tot een vermindering van het doelgat GLG en GVG van meer dan 100 cm. In Weerterbos neemt het doelgat GLG met circa 15 cm af en het doelgat GVG met circa 2 tot 10 cm.

¹⁰ Gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal (geheel Limburg excl. deelgebied Zuid-Limburg)

Projectgerelateerd

In de deelgebieden is een areaalverschuiving te zien van grote doelgaten (> 50 cm) naar geringere doelgaten (10-50 cm en < 10 cm). Desondanks blijft in alle deelgebieden over substantiële arealen een doelgat GVG en GLG bestaan.

Tabel 9-22: Effecten op het berekende doelgat GLG (HK en HD₂₀₅₀) als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend

		Autonoom - Huidig							Watersysteem leidend - Huidig							Watersysteem leidend - Hd2050						
Gebied	Areal GW afhankelijk (ha)	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	0	0	0	127	9	20	982	0	0	0	684	70	217	167	0	0	0	642	82	207	207
Maasduinen	738	0	0	0	585	0	8	144	0	0	0	588	1	18	130	0	0	0	588	0	12	137
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	0	0	0	388	8	24	32	0	0	0	424	2	5	22	0	0	0	420	2	7	24
Zuid-Limburg	2023	4	1	0	1893	5	13	107	0	0	0	25	0	1	1	0	0	0	25	0	1	1
TOTAAL LIMBURG	4352	4	1	0	2994	22	65	1265	0	0	0	1721	74	241	320	0	0	0	1675	85	226	370

Tabel 9-23: Effecten op het berekende doelgat GVG (HK en HD₂₀₅₀) als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend

		Autonoom - Huidig							Watersysteem leidend - Huidig							Watersysteem leidend - Hd2050						
Gebied	Areal GW afhankelijk (ha)	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog	> 50 cm te nat	10 - 50 cm te nat	< 10 cm te nat	Geen doelgat	< 10 cm te droog	10 - 50 cm te droog	> 50 cm te droog
De Peel	1138	1	10	12	147	69	312	586	68	522	100	214	46	146	43	70	515	91	215	40	146	62
Maasduinen	738	2	3	3	502	2	19	207	4	13	5	501	5	36	174	4	13	6	499	5	39	172
Meinweg, Roer en Swalmdal	453	2	5	5	375	12	22	32	6	16	19	376	3	11	23	3	15	17	377	4	8	29
Zuid-Limburg	2023	20	14	8	1826	5	18	134	0	1	0	22	1	0	3	0	1	0	22	1	0	4
TOTAAL LIMBURG	4352	24	31	28	2851	88	371	959	78	551	124	1113	55	192	243	78	543	114	1112	50	194	266

Tabel 9-24 geeft de areaalverdeling weer van de berekende percentages doelrealisatie voor alle Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, berekend op basis van OGOR-duurlijnen. In de tabel wordt onderscheid gemaakt naar de huidige situatie met huidig klimaat (links), het Scenario Watersysteem Leidend met huidig klimaat (midden) en het Scenario Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀ (rechts). De uitgevoerde analyse van de doelrealisatie op basis van de grondwaterduurlijnen ter plaatse van het Limburgse OGOR-meetnet wordt uitgebreid toegelicht in bijlage 17 van dit rapport. Figuur 9-5 en Figuur 9-6 geven de effecten op de doelrealisatie weer voor alle drie de samengestelde scenario's, voor achtereenvolgens huidig klimaat en klimaatscenario HD₂₀₅₀.

Tabel 9-24: Areaalverdeling berekend percentage doelrealisatie in Natura2000-gebieden en Natte Natuurparels, voor huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Watersysteem Leidend met huidig klimaat en Scenario Watersysteem Leidend met HD₂₀₅₀

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Geen fit	Autonoom - Huidig					Watersysteem leidend - Huidig					Watersysteem leidend - HD2050				
			<20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%	<20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%	<20%	20-40%	40-60%	60-80%	>80%
De Peel	6888	392	292	338	440	783	4643	25	0	0	224	6249	25	220	596	422	5234
Maasduinen	2252	961	239	0	119	67	866	0	0	0	0	1291	0	99	238	138	816
Meinweg, Roer en Swalmdal	1766	155	202	268	53	0	1088	0	0	0	0	1611	0	0	42	2	1567
Zuid-Limburg	650	347	25	0	15	0	263	0	0	10	5	288	50	0	10	0	243
TOTAAL LIMBURG	11556	1855	758	606	627	850	6860	25	0	10	229	9439	75	319	886	562	7860

Op basis van de analyse van de duurlijnen ter plaatse van de OGOR-peilbuizen zorgt het Scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ voor een forse verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ (zie hoofdstuk 4) wordt door de vernattingsmaatregelen ruimschoots ongedaan gemaakt:

- Over de gehele provincie gezien neemt areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie toe van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat tot ongeveer 81% in geval van het Scenario Watersysteem Leidend in combinatie met HD₂₀₅₀.
- Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt met ongeveer een factor 10 af, van ongeveer 8% in de huidige situatie tot ongeveer 0,8% in geval van Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀. De effecten zijn redelijk evenwichtig verdeeld over de verschillende deelgebieden (in tegenstelling tot het scenario Huidige Functies Leidend, dat juist een verslechtering gaf in deelgebied De Peel en een verbetering in de andere deelgebieden).

Met de duurlijnenaanpak worden wezenlijk andere effecten berekend dan met de Waterwijzer Natuur. Dit is te verklaren uit de (aanzienlijke) verschillen in rekenaanpak, zie ook hoofdstuk 4 van dit rapport.

Doelrealisatie landbouw

Tabellen 9-25 en 9-26 geven de berekende droogteschade respectievelijk natschade weer voor de huidige situatie, voor het scenario Watersysteem Leidend met huidig klimaat (HK) en voor het scenario Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀, in de vorm van veranderingen in de areaalverdeling met verschillende schadeklassen.

Door de vernattingsmaatregelen neemt de droogteschade over het algemeen beperkt af: meestal tussen de 1 en 10% en lokaal 10 tot 25% rondom de Peelgebieden en ten zuiden van Maasduinen. De natschade neemt als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend in grote delen van de provincie met circa 5 tot 10 % toe en lokaal (bijvoorbeeld rond de Peelgebieden) met meer dan 75%.

Tabel 9-25: Effecten op droogteschade landbouw als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Watersysteem leidend - Huidig						Watersysteem leidend - HD2050					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	38354	15095	4588	1805	1	0	40846	9698	2891	1526	1	0	42340	12480	3458	1565	1	0
Maasduinen	14943	6876	2794	3087	2101	86	0	8077	2403	3234	2064	81	0	7342	2856	2813	1858	75	0
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	11950	4334	1876	765	1	0	12389	4159	1617	746	0	0	12116	4198	1844	766	0	0
Zuid-Limburg	36634	20592	15553	449	41	0	0	2177	1606	56	13	0	0	2117	1049	60	14	0	0
TOTAAL LIMBURG	130345	77771	37775	10000	4711	88	0	63489	17867	7797	4348	82	0	63914	20583	8174	4203	76	0

Tabel 9-26: Effecten op natschade landbouw als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend

Naam stroomgebied	Totaal areaal (ha)	Autonoom - Huidig						Watersysteem leidend - Huidig						Watersysteem leidend - HD2050					
		0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %	0-10 %	10-20 %	20-30 %	30-50 %	50-75 %	75-100 %
De Peel	59843	57415	916	516	749	137	110	42907	2177	1854	3503	2026	2495	51111	1694	1120	1937	1669	2314
Maasduinen	14943	13171	638	264	518	162	191	12921	801	445	1075	273	343	12701	799	353	543	256	292
Meinweg, Roer en Swalmdal	18924	17032	871	259	403	172	188	16030	936	402	765	387	392	16449	971	332	527	301	345
Zuid-Limburg	36634	34607	577	164	153	300	834	3709	32	15	27	26	43	3151	28	9	19	13	21
TOTAAL LIMBURG	130345	122224	3002	1203	1822	771	1323	75567	3946	2716	5370	2712	3272	83411	3491	1813	3025	2238	2971

Droogval van natuurbeken

Tabel 9-27 geeft een overzicht van de totale lengte aan droogvallende natuurbeken, voor de verschillende LPLG-deelgebieden en de totale provincie Limburg, voor de huidige situatie met huidig klimaat, het Scenario Watersysteem Leidend met huidig klimaat en het Scenario Watersysteem Leidend met HD₂₀₅₀. Voor huidig klimaat is onderscheid gemaakt naar de droogval in een (langjarig) gemiddelde zomerperiode en in het extreem droge jaar 2018. Voor HD₂₀₅₀ is alleen de droogval in de langjarig gemiddelde situatie weergegeven.

Tabel 9-27: Berekende lengte droogvallende natuurbeken per deelgebied. Huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Watersysteem Leidend met huidig klimaat en Scenario Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀.

Naam stroomgebied	Totale lengte natuurbeken (km)	Lengte droogvallende natuurbeken (km):				
		Huidige situatie, huidig klimaat		Watersysteem Leidend, huidig klimaat		Water-systeem Leidend, HD ₂₀₅₀
		Langjarig gemiddeld	Droog jaar 2018	Langjarig gemiddeld	Droog jaar 2018	Langjarig gemiddeld
De Peel	273	19	29	10	20	16
Maasduinen	99	29	34	24	29	25
Meinweg, Roer en Swalmdal	200	73	87	74	93	82
Zuid-Limburg	530	177	170	179	172	170
Totale provincie Limburg	1102	298	320	287	313	293

Ondanks de sterke stijgingen van de grondwaterstanden neemt de totale lengte aan natuurbeken met risico op droogval nauwelijks af. In paragraaf 9.4.2 wordt hiervoor een aantal redenen benoemd. In de huidige situatie heeft ongeveer 27% van de totale lengte van de natuurbeken risico op droogval. In geval van het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 26,0%. Het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 26,6%.

Effecten bebouwd gebied

Tabel 9-28 geeft een overzicht van het risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied in de huidige situatie met huidig klimaat, het Scenario Watersysteem Leidend met huidig klimaat en het Scenario Watersysteem Leidend met HD₂₀₅₀. Uitgangspunt voor de analyse is dat er risico's op grondwateroverlast in bebouwd gebied optreden bij een GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld. In de tabel zijn per deelgebied en per situatie de arealen bebouwd gebied weergegeven met een (berekende) GHG ondieper dan 70 cm onder maaiveld.

Tabel 9-28: Areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast (GHG ondieper dan 70 cm onder mv). Huidige situatie met huidig klimaat, Scenario Watersysteem Leidend met huidig klimaat en Scenario Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀

Naam stroomgebied	Totale oppervlakte bebouwd gebied (ha)	Oppervlakte bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast (ha):		
		Huidige situatie, huidig klimaat	Watersysteem Leidend, Huidig Klimaat	Watersysteem Leidend, HD ₂₀₅₀
De Peel	6779	61	396	315
Maasduinen	4187	113	181	167
Meinweg, Roer en Swalmdal	4648	42	85	65
Zuid-Limburg	18177	660	79	41
Totale provincie Limburg	33790	876	741	588

Het risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied neemt in de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal iets toe. Deelgebied Zuid-Limburg is in dit scenario niet beschouwd.

In de huidige situatie is gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal over ongeveer 1,4% van het totale bebouwde oppervlak sprake van risico op grondwateroverlast. Door het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 4,2%. In het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 3,5%.

Effecten drink- en industriewaterwinningen

Tabel 9-29 geeft voor alle freatische grondwaterwinningen voor drinkwater en industriële watervoorziening het berekende effect op de stijghoogte weer van het Scenario Watersysteem Leidend met Huidig Klimaat en HD₂₀₅₀ ten opzichte van de Huidige Situatie met Huidig Klimaat. Specifiek voor de freatische winningen uit het kalksteen is op kwalitatieve wijze het risico op droogval beoordeeld.

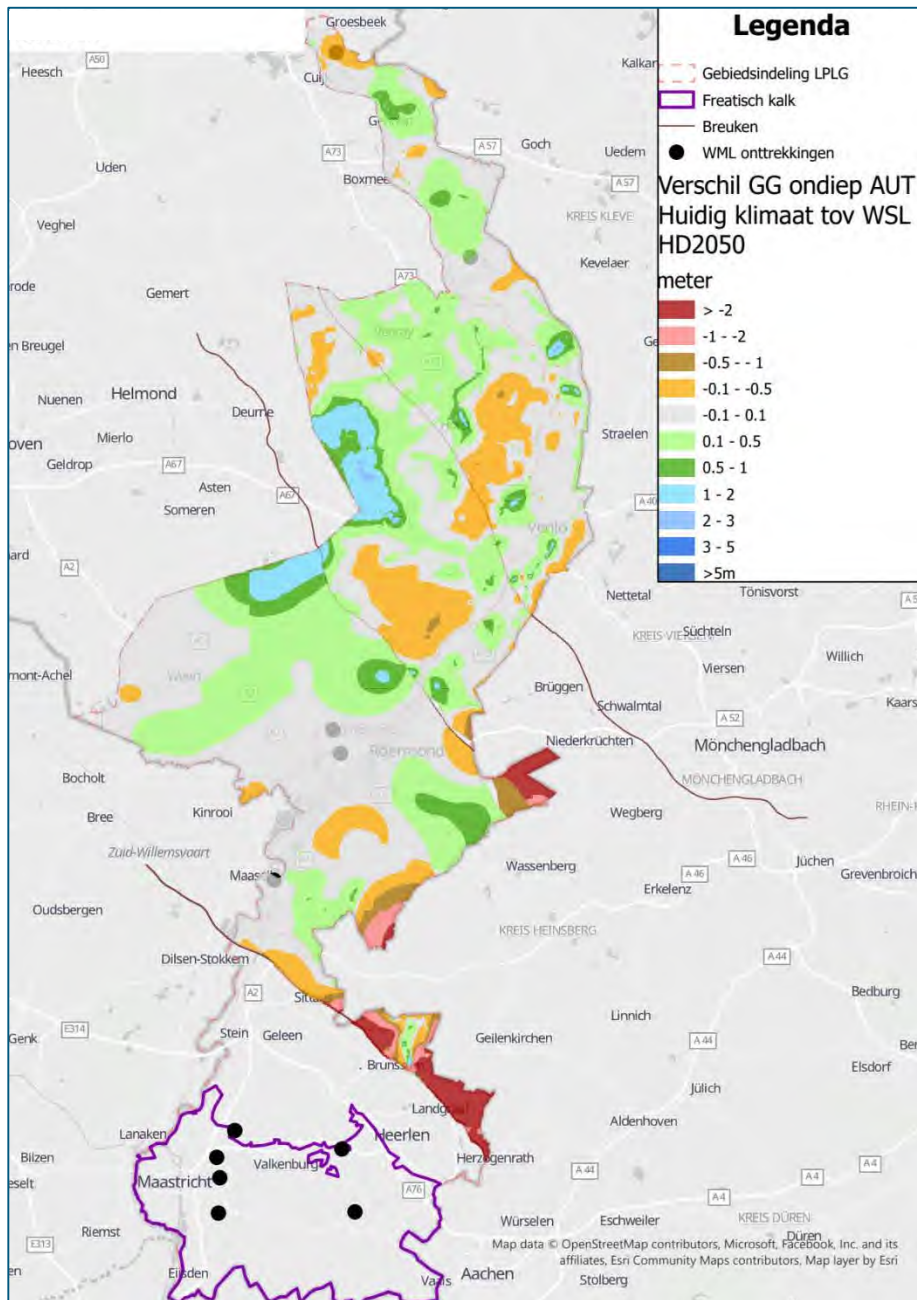
Tabel 9-29: Berekende veranderingen stijghoogten en beoordeling risico droogval putfilters voor alle (vergunde) freatische grondwaterwinningen in Limburg (drink- en industriewater). Effecten Scenario Watersysteem Leidend met Huidig Klimaat en HD₂₀₅₀ ten opzichte van Huidige Situatie met Huidig Klimaat

Naam grondwaterwinning	Type winning	Berekend effect stijghoogte (in cm, Watersysteem Leidend met HK t.o.v. huidige situatie met HK)	Berekend effect stijghoogte (in cm, Watersysteem Leidend met HD ₂₀₅₀ t.o.v. huidige situatie met HK)	Effect op risico droogval (kwalitatieve inschatting)
Waterbedrijf Heel	oeverwinning, grindpakket	4	-1	geen
PS Beegden	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	26	0	geen
PS Roosteren	oeverwinning, grindpakket	3	-1	geen
PS Waterval	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS IJzeren Kuilen	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS De Tombe	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS Heer-Vroendaal	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS Roodborn	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS Craubeek	freatische grondwaterwinning uit kalksteen	x	x	x
PS Plasmolen	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	4	-26	geen
PS Bergen	freatische grondwaterwinning uit grindpakket	18	13	geen

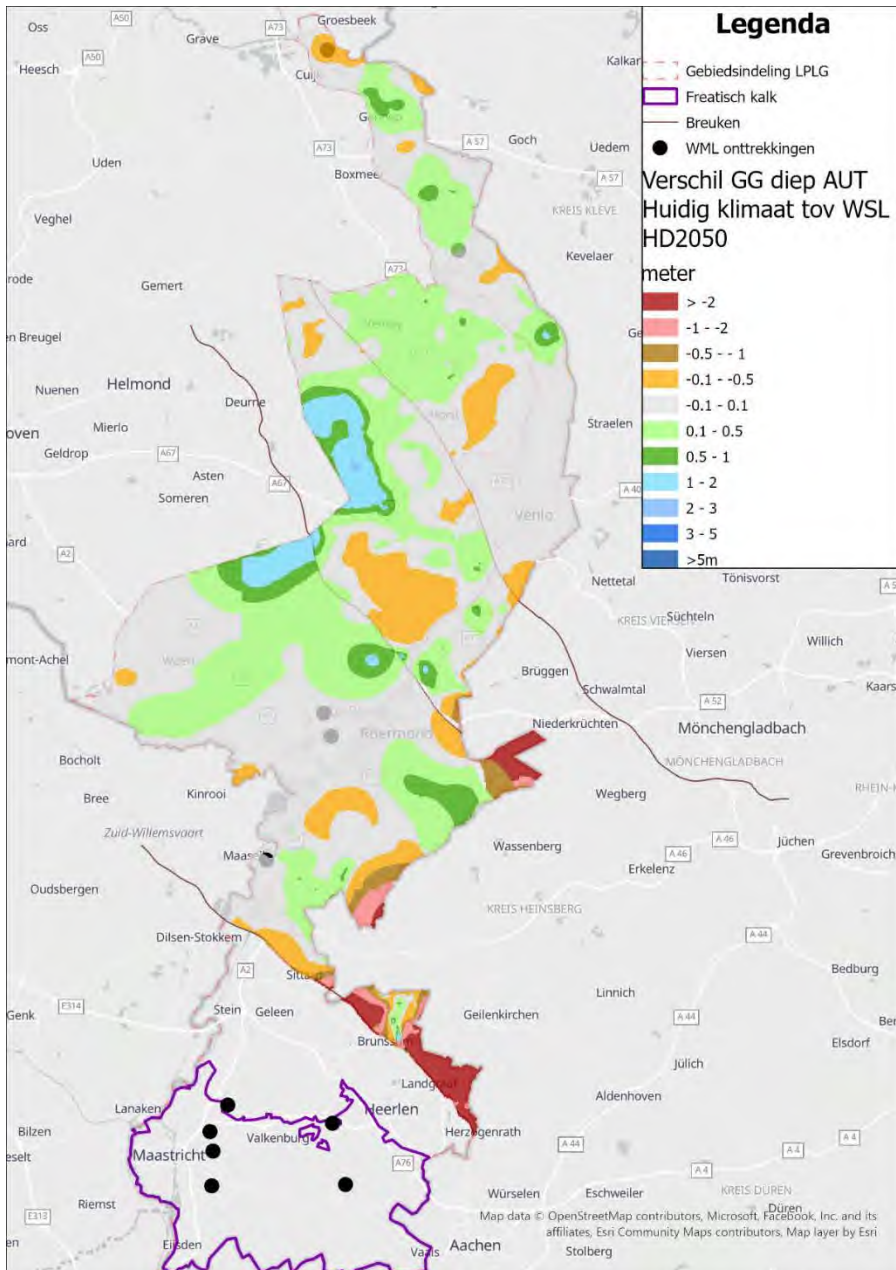
De stijghoogteveranderingen ter plaatse van de freatische grondwaterwinningen uit het grindpakket zijn zeer beperkt. De berekende veranderingen hebben naar verwachting geen effecten of risico's tot gevolg. Voor dit scenario is het deelgebied Zuid-Limburg, ten zuiden van de Feldbissbreuk, niet doorgerekend. Er zijn dus geen effecten bepaald ter plaatse van de grondwaterwinningen uit het kalksteen.

Effecten stijghoogten in grondwaterlichamen

Figuren 9-17 en 9-18 geven de berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen weer, in het Scenario Watersysteem Leidend met HD₂₀₅₀ ten opzichte van de huidige situatie met HD₂₀₅₀. Figuur 9-17 geeft de berekende effecten weer voor de ondiepe grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in grondwaterlichaam Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloölietformatie in de Roerdalslenk en het ondiepe watervoerende pakket in de Venloschol). Figuur 9-18 geeft de berekende effecten weer voor de diepere grondwaterlichamen (kalksteenpakket in Krijt-Maas, het onderste deel van de Kiezeloölietformatie in de Roerdalslenk en het diepe watervoerende pakket in de Venloschol). De kaarten zijn in groter formaat opgenomen in bijlage 12 van dit rapport. In de bijlage zijn tevens verschilkaarten opgenomen met de effecten in geval van huidig klimaat.



Figuur 9-17: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Scenario Watersysteem Leidend met HD₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in ondiepe pakketten van de grondwaterlichamen (Formatie van Beegden in Krijt-Maas, bovenste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en ondiep watervoerend pakket Venloschot)



Figuur 9-18: Berekende veranderingen van de stijghoogten in de aangewezen grondwaterlichamen. Scenario Watersysteem Leidend met HD₂₀₅₀ ten opzichte van huidige situatie met huidig klimaat. Berekende effecten in diepe pakketten van de grondwaterlichamen (Kalksteenpakket in Krijt-Maas, onderste deel Kiezeloölietformatie in Roerdalslenk en diep watervoerend pakket Venloschol)

Het Scenario Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt ten opzichte van de huidige situatie voor de grondwaterlichamen Roerdalslenk en Venloschol voor ruimtelijk sterk wisselende effecten op de stijghoogten. Gemiddeld over het gebied blijven de stijghoogten in de grondwaterlichamen redelijk gelijk aan die in de huidige situatie. Het grondwaterlichaam Krijt-Maas is voor dit scenario niet doorgerekend. Zowel voor de ondiepe als de diepe pakketten in de grondwaterlichamen Roerdalslenk en Venloschol hebben de berekende stijghoogteveranderingen naar verwachting geen grote gevolgen.

9.5 Kosten per samengesteld scenario

9.5.1 Algemeen

De kosten als gevolg van de samengestelde scenario's zijn opgebouwd uit:

- Investeringskosten van de voorgestelde maatregelen.
- De kosten voor het omzetten van functies of het afwaarderen van gronden.
- Structurele kosten voor beheer, onderhoud en/of exploitatie.
- Toe- en afname van landbouwschade (droogte- en natschade).
- Eventueel aanvullende kosten voor het voorzuiveren van aangevoerd water (alleen voor Scenario Huidige Functies Leidend).

Hieronder wordt ingegaan op de kostenonderdelen a, b en d. Onderdeel c is vanwege het theoretische karakter van de scenario's niet te begroten. Onderdeel e komt aan de orde in de toelichting op de kosten voor scenario Huidige Functies Leidend (paragraaf 9.5.3).

Op basis van kostenkentallen is een globale raming opgesteld van de investeringskosten van alle maatregelen en de kosten voor het omzetten of afwaarderen van gronden. De investeringskosten van alle voorgestelde maatregelen en de kosten voor het (vooraf) omzetten van functies en afwaarderen van gronden zijn bepaald, voor achtereenvolgens geheel Limburg en de 4 deelgebieden die worden onderscheiden in het kader van NPLG:

- de Peel;
- Maasduinen;
- Meinweg, Roer en Swalmdal;
- Zuid-Limburg.

De kostenramingen zijn in detail gespecificeerd in bijlage 14. De gehanteerde kostenkentallen, zonder BTW, algemene kosten (voorbereidings-, bouw- en engineeringskosten), winst en/of risico zijn samengevat in onderstaande Tabel 9-30.

Tabel 9-30: Overzicht kostenkentallen die zijn gebruikt voor de kostenramingen. Exclusief BTW, algemene kosten (voorbereidings-, bouw- en engineeringskosten), winst en risico

Omschrijving post	Eenheid	Prijs per eenheid (€)
Grondwerken		
Dempen waterlopen (algemeen)	m1	17,88
Wateraanvoer, infiltratie en drainage		
Afkoppelen en infiltreren stedelijk gebied	ha	350.000,00
Realisatie wateraanvoer en infiltratie ¹¹	ha	7.116,92
Aanleg peilgestuurde drainage	ha	3.894,92
Aanvoerleiding, diameter 250 mm	m1	56,44
Aanleg pomp (capaciteit 75 m ³ /h, opvoerhoogte 1 m)	stuk	10.000,00
Buisdrainage		
Verwijderen buisdrainage	ha	875,00

¹¹ Eenheidsprijs per ha gebaseerd op:

- Aanleg wateraanvoerleiding rond 250 mm, 50 m per ha;
- Aanleg peilgestuurde drainage
- Aanleg pompen (één pomp met capaciteit 75 m³/h en opvoerhoogte 1 m, voor 25 ha).

Projectgerelateerd

Omschrijving post	Eenheid	Prijs per eenheid (€)
Duikers en kunstwerken		
Verwijderen stuwen	stuk	5.000,00
Functie-aanpassingen		
Afwaarderen landbouw naar extensieve weinig verdampende gewassen	ha	60.000,00
Afwaarderen droogproductiebos naar weinig verdampende vegetatie zoals heide	ha	7.000,00
Afwaarderen beekdalen	ha	30.000,00
Zuivering		
Beperkte voorzuivering van N en P m.b.v. zandfiltratie of doekenfiltratie	m ³	0,15
Volledige voorzuivering incl. medicijnresten, hygiënische parameters en andere micro's,	m ³	0,80

De berekende toe- en afnames van de droogteschade en natschade voor de landbouw (berekend met de Waterwijzer Landbouw zonder berekening) als gevolg van de scenario's zijn omgerekend naar kosten. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De berekende veranderingen van droogteschade en natschade zijn gesommeerd tot een netto-schadeverandering. *Bijvoorbeeld een perceel met een berekende afname van de droogteschade van 11 % en een toename van de natschade met 17% heeft een netto schade-toename van 6%.*
- Voor alle landbouwpercelen (gridcellen van 25x25 m²) met een netto schade-afname of een netto schade-toename tot 10% is uitgegaan van de gekapitaliseerde inkomensschade. De inkomensschade per jaar is bepaald op basis van een theoretisch maximale financiële opbrengst van € 2000,= per ha per jaar voor grasland en € 4000,= per ha per jaar voor bouwland. Vervolgens is de berekende inkomensschade per jaar gekapitaliseerd met een kapitalisatiefactor 10. *Bijvoorbeeld: het eerdergenoemde perceel met netto schade-toename 6% is in gebruik als bouwland. De schade per jaar bedraagt 6% x € 4000,=, d.i. € 240,=. De gekapitaliseerde schade bedraagt dan € 2400,= (€ 240,= x 10).*
- Voor alle landbouwpercelen (gridcellen van 25x25 m²) met een netto schade-toename van 10% of meer is uitgegaan van de vermogensschade, ofwel de waardevermindering van de grond als gevolg van de toegenomen schade. Deze is berekend door de netto schade-toename te vermenigvuldigen met de marktwaarde van de grond. Voor geheel Limburg is uitgegaan van een grondprijs van € 60.000,= per ha. *Bijvoorbeeld: de netto schade-toename bedraagt 23%. De vermogensschade bedraagt dan 23% * € 60.000,= is € 13.800,=.*
- De kosten en baten voor de landbouw zijn uitsluitend berekend voor het landbouwareaal exclusief het deel van het areaal dat op voorhand al wordt omgezet naar natuur of in het kader van beekdalbrede inrichting wordt afgewaardeerd.

9.5.2 Maximaal gestapeld scenario

Tabel 9-31 geeft de berekende totale kosten weer als gevolg van het Maximaal Gestapeld Scenario, voor de gehele provincie Limburg en de vier LPLG-deelgebieden. Gespecificeerde overzichtstabellen van de kostenraming van het Maximaal gestapeld scenario zijn opgenomen in bijlage 14 van deze rapportage. De kosten zijn opgebouwd uit de investeringskosten voor de maatregelen en de kosten voor de functiewijzigingen (meer in detail gespecificeerd in bijlage 14) en de kosten en baten voor de landbouw,

Projectgerelateerd

als gevolg van natschade en droogteschade uitgaande van huidig klimaat (meer gedetailleerd weergegeven in Tabel 9-31).

Tabel 9-31: Overzicht totale investeringskosten en kosten omzetten en afwaarderen gronden, Maximaal Gestapeld Scenario (in miljoenen euro)

Deelgebied	Investeringskosten maatregelen en kosten functiewijzigingen (omzetten en afwaarderen gronden) incl. risico's, engineering en BTW. (in miljoenen euro).	Investeringskosten afkoppelen stedelijk gebied (100%), incl. risico's, engineering en BTW (in miljoenen euro)	Kosten en baten landbouw a.g.v. natschade en droogteschade. (in miljoenen euro). Uitgaande van Huidig Klimaat	Totale kosten incl. risico's, engineering en BTW. (in miljoenen euro).	Totale kosten incl. risico's, engineering en BTW. Excl. Afkoppelen stedelijk gebied (in miljoenen euro).
Geheel Limburg	23.004	20.336	852	23.856	3.520
De Peel	5.312	4.027	579	5.891	1.864
Maasduinen	3.262	2.557	151	3.413	856
Meinweg, Roer en Swalmdal	3.332	2.754	121	3.453	699
Zuid-Limburg	11.097	10.997	-	11.097	100

Tabel 9-31 laat zien dat de kosten en baten voor de landbouw minder dan 4% uitmaken van de totale kosten. Een zeer aanzienlijk deel van de kosten (circa 85%) wordt bepaald door de kosten voor het afkoppelen van hemelwaterafvoer van stedelijk gebied. De kosten voor het afkoppelen van stedelijk gebied zijn daarom in een aparte kolom weergegeven.

Onderstaande Tabel 9-32 geeft uitgaande van huidig klimaat (HK) een overzicht van de totale kosten voor de landbouw, voor de afzonderlijke deelgebieden, geheel Limburg en met onderscheid naar de gebieden met schade tot 10% en gebieden met 10% schade of meer. Voor Zuid-Limburg zijn alleen stationaire grondwatermodelberekeningen uitgevoerd en is geen doelrealisatie voor de landbouw berekend.

Tabel 9-32: Maximaal gestapeld scenario, berekende kosten en baten voor de landbouw. Huidig klimaat (HK) (in miljoenen euro).

Deelgebied	Gebieden met schade < 10%	Gebieden met schade >=10%	Totaal
De Peel	5,9	573	579
Maasduinen	1,6	149	151
Meinweg, Roer en Swalmdal	1,6	120	121
Zuid-Limburg	-	-	-
Geheel Limburg	9,1	842	852

Tabel 9-33 geeft de gesommeerde kosten en baten voor de landbouw weer als gevolg van het maximaal gestapelde scenario, uitgaande van het klimaatscenario HD₂₀₅₀. Ten opzichte van huidig klimaat (HK) worden in het klimaatscenario HD₂₀₅₀ wordt het areaal met een toename van schade meer dan 10% aanzienlijk minder. Dit zorgt voor een substantiële vermindering van de totale kosten voor de landbouw als gevolg van het maximaal gestapelde scenario.

Tabel 9-33: Maximaal gestapeld scenario, berekende kosten en baten voor de landbouw. Klimaatscenario HD₂₀₅₀. (in miljoenen euro)

Deelgebied	Gebieden met schade < 10%	Gebieden met schade >=10%	Totaal
De Peel	6,6	465	472
Maasduinen	1,9	139	140
Meinweg, Roer en Swalmdal	2,4	107	110
Zuid-Limburg	-	-	-
Geheel Limburg	10,9	711	722

In het Maximaal Gestapelde scenario wordt op grote schaal water van elders aangevoerd en lokaal ingezet om de waterbeschikbaarheid te verbeteren. In de kostenraming hierboven is ervan uitgegaan dat het aangevoerde water zonder extra zuiveringsstap geschikt is om in te zetten c.q. in de bodem te brengen. In de kostenraming in Tabel 9-31 en bijlage 14 is rekening gehouden met de transportkosten van het aan te voeren water, maar zijn geen kosten voor zuivering opgenomen. De onderstaande tabel geeft een globale indruk van de totale jaarlijkse kosten voor het eventueel zuiveren van het aan te voeren water. In de middelste kolom is ervan uitgegaan dat al het aan te voeren water beperkt moet worden voorgezuiverd (zandfiltratie of doekenfiltratie voor N en P, eenheidsprijs € 0,15 per m³). In de rechterkolom is ervan uitgegaan dat al het aan te voeren water volledig moet worden voorgezuiverd (volledige zuivering incl. medicijnresten, hygiënische parameters en andere micro's, eenheidsprijs € 0,80 per m³).

Tabel 9-34 Globale raming jaarlijkse kosten voor voorzuivering van al het extern aan te voeren water in Maximaal Gestapeld Scenario. Beperkte voorzuivering en volledige voorzuivering. In miljoenen € per jaar.

Deelgebied	Totaal aanvoerdebit per jaar (m ³ per jaar)	Jaarlijkse kosten beperkte voorzuivering (€ 0,15 per m ³) In miljoenen euro per jaar	Jaarlijkse kosten volledige voorzuivering (€ 0,80 per m ³) In miljoenen euro per jaar
De Peel	112,3	16,9	89,9
Maasduinen	7,8	1,2	6,2
Meinweg, Roer en Swalmdal	15,3	2,3	12,3
Zuid-Limburg	0,0	0,0	0,0
Geheel Limburg	135,5	20,3	108,4

9.5.3 Scenario Huidige Functies Leidend

Tabel 9-35 geeft de berekende totale kosten weer als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend, voor de gehele provincie Limburg en de vier LPLG-deelgebieden. Gespecificeerde overzichtstabellen van de kostenraming van het scenario Huidige Functies Leidend zijn opgenomen in bijlage 15 van deze rapportage. De kosten zijn opgebouwd uit de investeringskosten voor de maatregelen en de kosten voor de functiewijzigingen (meer in detail gespecificeerd in bijlage 15) en de kosten en baten voor de landbouw, als gevolg van natschade en droogteschade uitgaande van huidig klimaat (meer gedetailleerd weergegeven in Tabel 9-36).

Projectgerelateerd

Tabel 9-35: Overzicht totale investeringskosten en kosten omzetten en afwaarderen gronden, scenario Huidige Functies Leidend (in miljoenen euro)

Deelgebied	Investeringskosten maatregelen en kosten functiewijzigingen (omzetten en afwaarderen gronden) incl. risico's, engineering en BTW. (in miljoenen euro).	Investeringskosten afkoppelen stedelijk gebied (100%), incl. risico's, engineering en BTW (in miljoenen euro)	Kosten en baten landbouw a.g.v. natschade en droogteschade. (in miljoenen euro). Uitgaande van Huidig Klimaat	Totale kosten incl. risico's, engineering en BTW. (in miljoenen euro).	Totale kosten incl. risico's, engineering en BTW. Excl. Afkoppelen stedelijk gebied (in miljoenen euro).
Geheel Limburg	6.155	5.084	405	6.560	1.476
De Peel	1.695	1.006	241	1.936	930
Maasduinen	746	639	77	823	184
Meinweg, Roer en Swalmdal	870	689	87	957	268
Zuid-Limburg	2.844	2.750	-	2.844	94

De totale kosten voor het scenario Huidige Functies Leidend bedragen ongeveer 25% van de kosten van het Maximaal Gestapeld Scenario. Dit komt met name omdat in dit scenario 25% van het bebouwde gebied wordt afgekoppeld (in plaats van 100%) en omdat het areaal aan functiewijziging aanzienlijk minder is dan in het Maximaal Gestapelde Scenario.

Een zeer aanzienlijk deel van de kosten (circa 77%) wordt bepaald door de kosten voor het afkoppelen van hemelwaterafvoer van stedelijk gebied. De kosten voor het afkoppelen van stedelijk gebied zijn daarom in een aparte kolom weergegeven. De kosten en baten voor de landbouw liggen ongeveer tweemaal lager dan het Maximaal Gestapeld Scenario, maar vormen een groter deel van de totale kosten (circa 6%).

Onderstaande Tabel 9-36 geeft uitgaande van huidig klimaat (HK) een overzicht van de totale kosten voor de landbouw, voor de afzonderlijke deelgebieden, geheel Limburg en met onderscheid naar de gebieden met schade tot 10% en gebieden met 10% schade of meer. Voor Zuid-Limburg zijn alleen stationaire grondwatermodelberekeningen uitgevoerd en is geen doelrealisatie voor de landbouw berekend.

Tabel 9-36: Scenario Huidige Functies Leidend, berekende kosten en baten voor de landbouw. Huidig klimaat (HK) (in miljoenen €).

Deelgebied	Gebieden met schade < 10%	Gebieden met schade >=10%	Totaal
De Peel	6,1	235	241
Maasduinen	1,6	76	77
Meinweg, Roer en Swalmdal	2,3	85	87
Zuid-Limburg	-	-	-
Geheel Limburg	10,1	395	405

Tabel 9-37 geeft de gesommeerde kosten en baten voor de landbouw weer als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend, uitgaande van het klimaatscenario HD₂₀₅₀. Ten opzichte van huidig klimaat (HK) worden in het klimaatscenario HD₂₀₅₀ wordt het areaal met een toename van schade meer dan 10% aanzienlijk minder. Dit zorgt voor een substantiële vermindering van de totale kosten voor de landbouw als gevolg van het scenario Huidige Functies Leidend.

Tabel 9-37: Scenario Huidige Functies Leidend, berekende kosten en baten voor de landbouw. Klimaatscenario HD₂₀₅₀. (miljoenen €)

Deelgebied	Gebieden met schade < 10%	Gebieden met schade >=10%	Totaal
De Peel	8,0	172	180
Maasduinen	2,2	64	66
Meinweg, Roer en Swalmdal	2,9	85	88
Zuid-Limburg	-	-	-
Geheel Limburg	13,1	321	334

In scenario Huidige Functies Leidend wordt op grote schaal water van elders aangevoerd en lokaal ingezet om de waterbeschikbaarheid te verbeteren. In de kostenraming hierboven is ervan uitgegaan dat het aangevoerde water zonder extra zuiveringsstap geschikt is om in te zetten c.q. in de bodem te brengen. In de kostenraming in Tabel 9-35 en bijlage 15 is rekening gehouden met de transportkosten van het aan te voeren water, maar zijn geen kosten voor zuivering opgenomen. De onderstaande Tabel 9-38 geeft een globale indruk van de totale jaarlijkse kosten voor het eventueel zuiveren van het aan te voeren water. In de middelste kolom is ervan uitgegaan dat al het aan te voeren water beperkt moet worden voorgezuiverd (zandfiltratie of doekenfiltratie voor N en P, eenheidsprijs € 0,15 per m³). In de rechterkolom is ervan uitgegaan dat al het aan te voeren water volledig moet worden voorgezuiverd (volledige zuivering incl. medicijnresten, hygiënische parameters en andere micro's, eenheidsprijs € 0,80 per m³).

Tabel 9-38: Globale raming jaarlijkse kosten voor voorzuivering van al het extern aan te voeren water in scenario Huidige Functies Leidend. Beperkte voorzuivering en volledige voorzuivering. In miljoenen € per jaar.

Deelgebied	Totaal aanvoerdebiet per jaar (m ³ per jaar)	Jaarlijkse kosten beperkte voorzuivering (€ 0,15 per m ³) In miljoenen euro per jaar	Jaarlijkse kosten volledige voorzuivering (€ 0,80 per m ³) In miljoenen euro per jaar
De Peel	129,9	19,5	103,9
Maasduinen	8,3	1,2	6,6
Meinweg, Roer en Swalmdal	17,1	2,6	13,7
Zuid-Limburg	0,0	0,0	0,0
Geheel Limburg	155,3	23,3	124,2

9.5.4 Scenario Watersysteem Leidend

Tabel 9-39 geeft de berekende totale kosten weer als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend, voor de gehele provincie Limburg en de vier LPLG-deelgebieden. Gespecificeerde overzichtstabellen van de kostenraming van het scenario Watersysteem Leidend zijn opgenomen in bijlage 16 van deze rapportage. De kosten zijn opgebouwd uit de investeringskosten voor de maatregelen en de kosten voor de functiewijzigingen (meer in detail gespecificeerd in bijlage 16) en de kosten en baten voor de landbouw, als gevolg van natschade en droogteschade uitgaande van huidig klimaat (meer gedetailleerd weergegeven in Tabel 9-40).

Projectgerelateerd

Tabel 9-39: Overzicht totale investeringskosten en kosten omzetten en afwaarderen gronden, scenario Watersysteem Leidend (in miljoenen euro)

Deelgebied	Investeringskosten maatregelen en kosten functiewijzigingen (omzetten en afwaarderen gronden) incl. risico's, engineering en BTW. (in miljoenen euro).	Investeringskosten afkoppelen stedelijk gebied (100%), incl. risico's, engineering en BTW (in miljoenen euro)	Kosten en baten landbouw a.g.v. natschade en droogteschade. (in miljoenen euro). Uitgaande van Huidig Klimaat	Totale kosten incl. risico's, engineering en BTW. (in miljoenen euro).	Totale kosten incl. risico's, engineering en BTW. Excl. Afkoppelen stedelijk gebied (in miljoenen euro).
Geheel Limburg	7.173	5.084	441	7.614	2.530
De Peel	1.958	1.006	322	2.280	1.273
Maasduinen	1.229	639	59	1.288	649
Meinweg, Roer en Swalmdal	1.143	689	60	1.203	514
Zuid-Limburg	2.844	2.750	-	2.844	94

De totale kosten voor het scenario Watersysteem Leidend bedragen ongeveer 32% van de kosten van het Maximaal Gestapeld Scenario. Dit komt met name omdat in dit scenario 25% van het bebouwde gebied wordt afgekoppeld (in plaats van 100%) en omdat het areaal aan functiewijziging minder is dan in het Maximaal Gestapelde Scenario.

Een zeer aanzienlijk deel van de kosten (circa 67%) wordt bepaald door de kosten voor het afkoppelen van hemelwaterafvoer van stedelijk gebied. De kosten voor het afkoppelen van stedelijk gebied zijn daarom in een aparte kolom weergegeven. De kosten en baten voor de landbouw liggen ongeveer tweemaal lager dan het Maximaal Gestapeld Scenario, maar vormen een groter deel van de totale kosten (circa 6%).

De kosten liggen iets hoger dan die voor het scenario Huidige Functies Leidend. De kosten voor het dempen van watergangen en het omzetten van functies liggen aanzienlijk hoger dan in het scenario Huidige Functies Leidend. Daarentegen liggen de kosten voor het aanvoeren van water aanzienlijk lager.

Onderstaande Tabel 9-40 geeft uitgaande van huidig klimaat (HK) een overzicht van de totale kosten voor de landbouw, voor de afzonderlijke deelgebieden, geheel Limburg en met onderscheid naar de gebieden met schade tot 10% en gebieden met 10% schade of meer. Voor Zuid-Limburg zijn alleen stationaire grondwatermodelberekeningen uitgevoerd en is geen doelrealisatie voor de landbouw berekend.

Tabel 9-40: Scenario Watersysteem Leidend, berekende kosten en baten voor de landbouw. Huidig klimaat (HK) (in miljoenen euro).

Deelgebied	Gebieden met schade < 10%	Gebieden met schade >=10%	Totaal
De Peel	5,3	317	322
Maasduinen	1,7	57	59
Meinweg, Roer en Swalmdal	2,5	58	60
Zuid-Limburg	0,0	0	0
Geheel Limburg	9,6	432	441

Tabel 9-41 geeft de gesommeerde kosten en baten voor de landbouw weer als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend, uitgaande van het klimaatscenario HD₂₀₅₀. Ten opzichte van huidig klimaat (HK)

Projectgerelateerd

worden in het klimaatscenario HD₂₀₅₀ wordt het areaal met een toename van schade meer dan 10% aanzienlijk minder. Dit zorgt voor een substantiële vermindering van de totale kosten voor de landbouw als gevolg van het scenario Watersysteem Leidend.

Tabel 9-41: Scenario Watersysteem Leidend, berekende kosten en baten voor de landbouw. Klimaatscenario HD₂₀₅₀. (in miljoenen €)

Deelgebied	Gebieden met schade < 10%	Gebieden met schade >=10%	Totaal
De Peel	5,0	267	272
Maasduinen	1,9	45	47
Meinweg, Roer en Swalmdal	2,9	51	54
Zuid-Limburg	0,0	0	0
Geheel Limburg	9,8	363	372

In scenario Watersysteem Leidend wordt water van elders maximaal ingezet voor de vernatting van de bufferzones rond de Peelgebieden. In de kostenraming hierboven is ervan uitgegaan dat het aangevoerde water zonder extra zuiveringsstap geschikt is om in te zetten c.q. in de bodem te brengen. In de kostenraming in Tabel 9-39 en bijlage 16 is rekening gehouden met de transportkosten van het aan te voeren water, maar zijn geen kosten voor zuivering opgenomen. De onderstaande Tabel 9-42 geeft een globale indruk van de totale jaarlijkse kosten voor het eventueel zuiveren van het aan te voeren water. In de middelste kolom is ervan uitgegaan dat al het aan te voeren water beperkt moet worden voorgezuiverd (zandfiltratie of doekenfiltratie voor N en P, eenheidsprijs € 0,15 per m³). In de rechterkolom is ervan uitgegaan dat al het aan te voeren water volledig moet worden voorgezuiverd (volledige zuivering incl. medicijnresten, hygiënische parameters en andere micro's, eenheidsprijs € 0,80 per m³).

Tabel 9-42: Globale raming jaarlijkse kosten voor voorzuivering van al het extern aan te voeren water in scenario Watersysteem Leidend. Beperkte voorzuivering en volledige voorzuivering. In miljoenen € per jaar.

Deelgebied	Totaal aanvoerdebit per jaar (miljoen m ³ per jaar)	Jaarlijkse kosten beperkte voorzuivering (€ 0,15 per m ³) In miljoenen euro per jaar	Jaarlijkse kosten volledige voorzuivering (€ 0,80 per m ³) In miljoenen euro per jaar
De Peel	86,3	13,0	69,1
Maasduinen	0,0	0,0	0,0
Meinweg, Roer en Swalmdal	0,0	0,0	0,0
Zuid-Limburg	0,0	0,0	0,0
Geheel Limburg	86,3	13,0	69,1

10 Conclusies en aanbevelingen

10.1 Conclusies

In droge perioden treden in de provincie Limburg knelpunten op met betrekking tot de waterbeschikbaarheid, met name voor de natuur, de landbouw, natuurbeken (droogval) en grondwaterlichamen. Om de watertekorten op te lossen, zet de Provincie Limburg in op de volgende vier pijlers:

1. **Water lokaal vasthouden:** meer water uit de waterkringloop (neerslag, grond- en oppervlaktewater) lokaal langer vasthouden en de grondwateraanvulling vergroten.
2. **Water aanvoeren van elders:** water vanuit andere bronnen (rivieren, hemelwater uit bebouwde gebieden of afvalwater vanuit de waterketen) aanvoeren van elders of op een andere manier gebruiken.
3. **Functieverandering:** functie van een gebied aanpassen, zodat de watertekorten verminderen of opgelost worden.
4. **Beperking watergebruik:** beperking van de onttrekking van grondwater voor drinkwatervoorziening, industrie en landbouw (beregening en overig agrarisch grondwatergebruik).

Als eerste stap is de waterbeschikbaarheid in de huidige situatie geanalyseerd en zijn de effecten van klimaatverandering volgens het KNMI 2023 scenario HD₂₀₅₀ op het grondwaterregime en de waterbeschikbaarheid voor de verschillende functies in beeld gebracht.

Daarna zijn de mogelijkheden voor verbetering van de waterbeschikbaarheid per pijler onderzocht. Per pijler is eerst een zo breed mogelijk palet aan maatregelen geïnterpreteerd (zogenoemde bouwstenen). Op basis van gebiedskennis, ervaring met eerdere projecten en inhoudelijk expert-judgement zijn deze bouwstenen globaal beoordeeld op effectiviteit. Voor de meest effectieve maatregelen per pijler zijn vervolgens de effecten berekend op het grondwaterregime en de doelrealisatie voor natuur en landbouw. Aansluitend zijn drie samengestelde scenario's (met combinaties van effectief gebleken maatregelen per pijler) opgesteld en geanalyseerd. Naast de hydrologische effecten en de positieve en negatieve effecten per functie en gebruiker zijn voor de samengestelde scenario's ook de kosten en baten globaal in beeld gebracht.

Hieronder volgen de conclusies voor achtereenvolgens de analyse van de vier pijlers en de samengestelde scenario's en de effecten van klimaatscenario HD₂₀₅₀ op de waterbeschikbaarheid (ten opzichte van huidig klimaat).

Pijler 1: Water lokaal vasthouden

Binnen pijler 1, Water lokaal vasthouden, zijn de volgende 5 maatregelpakketten gedefinieerd en geanalyseerd:

- 1.1 Drainagebasis verhogen in natte natuur (Natura2000 en Natte Natuurparels);
- 1.2 Drainagebasis verhogen in landbouwgebied;
- 1.3 Drainagebasis verhogen in landbouwgebied met tijdelijke peilverlaging in voorjaar;
- 1.4 Afkoppelen en infiltreren hemelwaterafvoer stedelijk gebied;
- 1.5 Drainagebasis verhogen en afkoppelen stedelijk gebied.

Deze onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 1 zorgen, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
 - Het verhogen van de drainagebasis in natuur- en landbouwgebieden leidt tot zeer aanzienlijke grondwaterstandsverhogingen. De GHG kan in grote gebieden met meer dan één meter worden

verhoogd. De GLG stijgt gemiddeld over de provincie met 30 à 40 cm. Lokaal rond de natuurgebieden zijn stijgingen van de GLG van 50 tot 75 cm haalbaar.

- Afkoppelen en infiltreren van hemelwater in stedelijk gebied leidt lokaal (in stedelijk gebied) tot forse verhogingen van de grondwaterstanden, van circa 20 tot 50 cm in de winter en het voorjaar (GHG en GVG) tot circa 10 tot 20 cm in de zomerperiode (GLG). Deze verhogingen in stedelijke gebieden werken enkel door in de directe omgeving en slechts in geringe mate in natuur- en landbouwgebieden die vaak op enige afstand liggen.
- Doelrealisatie natuur:
 - Het verhogen van de drainagebasis in natuurgebieden (en de bufferzones) en landbouwgebieden zorgt voor een aanzienlijke verbetering van de doelrealisatie natuur. Ondanks deze verbetering in doelrealisatie worden ook na maximale verhoging van de drainagebasis in delen van de Natura2000-gebieden grondwaterstanden berekend die nog niet optimaal zijn voor de aangewezen habitattypen. Dit geldt vooral voor de GLG.
 - Het afkoppelen en infiltreren van hemelwater in stedelijk gebied heeft slechts geringe effecten voor de doelrealisatie natuur.
- Doelrealisatie landbouw:
 - Voor het grootste deel van het bestaande landbouwareaal werkt de onderzochte maximale verhoging van de drainagebasis zeer negatief uit; de berekende afname van droogteschade is veel minder dan de toename van de natschade. De berekende afname van de droogteschade varieert van enkele procenten tot maximaal 10 à 20%. De berekende natschade neemt gemiddeld met 20 tot 50% toe en lokaal meer dan 50%.
 - Het afkoppelen en infiltreren van hemelwater in stedelijk gebied heeft slechts geringe effecten voor de doelrealisatie landbouw.

Pijler 2: Water aanvoeren van elders

Binnen pijler 2, Water aanvoeren van elders, zijn de volgende 4 maatregelpakketten gedefinieerd en geanalyseerd:

- 2.1 Directe reductie droogteschade d.m.v. infiltratie vanuit grotere waterlopen;
- 2.2 Directe reductie droogteschade d.m.v. infiltratie van hemelwater vanuit afgekoppeld bebouwd gebied;
- 2.3 Creëren van tegendruk in zones rond Peelgebieden d.m.v. wateraanvoer vanuit kanalen en beken;
- 2.4 Creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden.

Deze onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 2 zorgen, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
 - Het infiltreren water uit kanalen en grotere waterlopen gedurende de winterperiode in zones van één kilometer aan weerszijden van de kanalen en grotere waterlopen zorgt voor aanzienlijke verhogingen van de GHG en GLG in deze zones zelf, maar ook in aanliggende landbouw- en natuurgebieden.
 - Infiltratie van afgekoppeld water vanuit de stedelijke kernen in 1 km-zones rondom de stedelijke kernen leidt tot forse verhogingen van de berekende GHG en GLG in de zones rondom de stedelijke kernen, variërend van enkele decimeters tot lokaal meer dan één meter.
- Doelrealisatie natuur:
 - Het infiltreren van water uit kanalen en grotere waterlopen gedurende het winterhalfjaar zorgt in de meeste Natura2000-gebieden voor een aanzienlijke verbetering van de doelrealisatie (afname doelgat GVG en GLG van enkele centimeters tot maximaal circa 50 cm). Ondanks deze verbetering is in de meeste Natura2000-gebieden geen sprake van volledig hydrologisch herstel.
 - Het infiltreren van afgekoppeld hemelwater uit bebouwd gebied in 1 km-zones rondom de stedelijke kernen heeft slechts beperkte effecten op de doelrealisatie natuur. In de meeste Natura2000-gebieden nemen het doelgat GVG en GLG met enkele centimeters af.

- Het maximaal inzetten van wateraanvoer om tegendruk te creëren in de bufferzones rondom de Peelgebieden zorgt voor een zeer positief effect op de doelrealisatie voor de natuur. Met name het doelgat GLG neemt sterk af, met maximaal circa 160 cm in de Groote Peel en maximaal circa 200 cm in de Mariapeel. In de Peelgebieden heeft in de huidige situatie circa 1000 ha een doelgat GLG van meer dan 10 cm. Dit areaal neemt met circa 250 ha af. Dit is zeer gunstig voor het herstel van hoogveen.
- Het creëren van grondwatervoorraden in infiltratiegebieden heeft slechts geringe effecten voor de doelrealisatie natuur, vooral omdat de afstand van de potentiële infiltratiegebieden tot de Natura2000-gebieden over het algemeen groot is.
- Doelrealisatie landbouw:
 - Beide maatregelen met infiltratie van aangevoerd water in landbouwgebieden (vanuit kanalen, grotere watergangen of afgekoppeld hemelwater) hebben tot doel om de waterbeschikbaarheid voor de landbouw te verbeteren. De effectberekeningen voor beide scenario's laten een afname van droogteschade zien, maar tegelijkertijd op veel plaatsen een nog grotere toename van natschade. Een effectieve inzet van wateraanvoer voor de landbouw vergt maatwerk en is alleen op lokale schaal, voldoende rekening houdend met gebiedsspecifieke omstandigheden, goed uit te werken.
 - Het maximaal vernatten van de bufferzones rond de Peelgebieden met aangevoerd water leidt in deze bufferzones tot een natschade van circa 60 tot 100%; landbouw wordt in deze bufferzones praktisch onmogelijk. Buiten de bufferzones zijn de effecten voor de landbouw beperkt.
 - Binnen pijler 2 is ook gekeken naar de mogelijkheden om in hogere gebieden in de winterperiode grondwatervoorraden op te bouwen, die in droge perioden kunnen worden benut voor het beregenen van landbouwgewassen. De uitgevoerde effectberekeningen tonen geen duidelijke meerwaarde aan van deze maatregel. Ook voor deze maatregel geldt dat deze alleen effectief is uit te werken en toe te passen op lokale schaal, rekening houdend met gebiedsspecifieke omstandigheden.

Bij alle maatregelen gericht op het aanvoeren en infiltreren van water van elders is het van belang om de effecten op waterkwaliteit goed te beoordelen en af te wegen. Daarbij gaat het enerzijds om de eisen die het ontvangend gebied en de functies/gebruikers daarvan stellen aan de waterkwaliteit. Anderzijds gaat het om de kwaliteit van het beschikbare water voor wateraanvoer, en hoe dit water zich verspreidt en doorwerkt op de grondwaterkwaliteit. Een goede beoordeling en afweging van de effecten op de waterkwaliteit is alleen gebiedsspecifiek in te vullen, op basis van concrete informatie over de waterkwaliteit van het aan te voeren water en de concrete gebruiksfuncties in het gebied.

Pijler 3: Functiewijzigingen

Van de geïnventariseerde bouwstenen binnen pijler 3, Functiewijzigingen, zijn de volgende ingrepen als meest effectief beoordeeld en geanalyseerd:

- Beekdalbrede aanpak voor alle natuurbeken in Limburg;
- Landbouwgronden met de meeste droogteschade omzetten naar extensieve gewassen met minder verdamping
- Droog productiebos omzetten naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide).

De onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 3 zorgen, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:
 - Beekdalbrede aanpak zorgt voor forse verhogingen van de GHG en GLG in de beekdalen, variërend van enkele decimeters tot lokaal maximaal 100 cm in de benedenstroomse delen van onder meer de Tungelroysebeek, de Groote Molenbeek, de Niers en de Loobeek.

- Het omvormen van landbouwpercelen met een hoog percentage droogteschade naar minder intensieve teelten en het omvormen van droog productiebos naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide) leidt lokaal tot grondwaterstandsverhogingen, die weinig uitstralen naar de omliggende gebieden.
- Doelrealisatie natuur:
 - De beekdalbrede aanpak zorgt in de meeste Natura2000-gebieden voor een beperkte verbetering van de doelrealisatie natuur; het doelgat GVG en GLG neemt hier met enkele centimeters tot ongeveer 10 cm af. Dit is niet vreemd, omdat de beekdalbrede aanpak erop gericht is om de beekdalen optimaal in te richten voor de ecologische ontwikkeling van de beken en het vasthouden van water. Uitzondering hierop is het Natura2000-gebied Leudal, waar afnames van het doelgat GLG en GVG worden berekend van circa 100 tot 150 cm.
 - De maatregelen omvormen van landbouwpercelen naar minder intensieve teelten en omvormen van droog productiebos naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide) hebben weinig effect op de doelrealisatie van de Natura2000-gebieden.
- Doelrealisatie landbouw:
 - Toepassen van de beekdalbrede aanpak zorgt in de directe omgeving van de beekdalen voor afname van de berekende droogteschade met circa 2 tot 10%. In de beekdalen zelf neemt de natschade met tientallen procenten toe.
 - De maatregelen omvormen van landbouwpercelen naar minder intensieve teelten en omvormen van droog productiebos naar een vegetatie met minder verdamping (zoals heide) hebben weinig effect op de droogte- en natschade voor de landbouw.

Pijler 4: Beperking watergebruik

Van de geïnventariseerde bouwstenen binnen pijler 4, Beperking watergebruik, zijn de volgende ingrepen als meest effectief beoordeeld en geanalyseerd:

- Stopzetten van grondwaterwinning t.b.v. drinkwater gedurende winterhalfjaar en overgaan op oppervlaktewater (Maas)
- Stopzetten van grondwaterwinning t.b.v. industrie gedurende winterhalfjaar en overgaan op oppervlaktewater (kanalen, grotere waterlopen);
- Stopzetten beregening in de bufferzones, in natte laagtes en in de grondwaterbeschermingsgebieden aangevuld met 5% vermindering beregening in het overige gebied. Dit leidt tot een totale reductie van 30%.

De onderzochte maatregelpakketten binnen pijler 4 zorgen, uitgaande van het huidige klimaat, voor de volgende effecten:

- Grondwaterregime:

De onderzochte maatregelpakketten leiden -op het schaalniveau van de gehele provincie Limburg en de onderscheiden LPLG-deelgebieden - niet tot grote grondwaterstandsveranderingen op regionaal niveau.
- Doelrealisatie natuur:

De onderzochte maatregelpakketten hebben over het algemeen een gering effect op de doelrealisatie van Natura2000-gebieden. Lokaal kan het beperken van grondwateronttrekkingen wel essentieel zijn voor het realiseren van volledige doelrealisatie van grondwaterafhankelijke habitattypen in de Natura2000-gebieden.
- Doelrealisatie landbouw:

De onderzochte maatregelpakketten hebben over het algemeen een gering effect op droogte- en natschade voor de landbouw. Dit betreft de impact als gevolg van veranderingen in grondwaterstanden. De gevolgen van het reduceren van de beregening voor de landbouw zijn veel groter, omdat hierdoor de droogteschade minder kan worden gecompenseerd.

Samengestelde scenario's

Op basis van de resultaten van de analyseresultaten van de afzonderlijke pijlers zijn de volgende drie scenario's opgesteld:

1. **Maximaal gestapeld scenario.** In het maximaal gestapelde scenario zijn de meest effectieve maatregelen uit de verschillende pijlers gecombineerd. Daarbij is alleen geselecteerd op fysieke haalbaarheid en niet op financiële haalbaarheid of maatschappelijke meerwaarde of wenselijkheid. Doel van dit samengestelde scenario is om het maximale (fysieke) handelingsperspectief voor het verbeteren van de waterbeschikbaarheid in beeld te brengen.
2. **Scenario Huidige Functie Leidend.** Dit samengestelde scenario gaat uit van technische oplossingen en maatregelen om de waterbeschikbaarheid te verbeteren, waarbij de huidige functietoekenning de basis vormt.
3. **Scenario Watersysteem Leidend.** Dit samengestelde scenario gaat uit van het principe dat water en bodem sturend dienen te zijn in de verbetering van de waterbeschikbaarheid. Maatregelen zijn gericht op het herstel van het functioneren van het natuurlijke watersysteem. Waar nodig wordt de functietoekenning aangepast op de randvoorwaarden vanuit water en bodem.

De drie onderzochte samengestelde scenario's resulteren in de volgende effecten.

Grondwaterregime

- Het Maximaal gestapelde scenario leidt voor vrijwel de gehele provincie tot berekende grondwaterstandsstijgingen van circa 75 tot 100 cm, zowel bij Huidig Klimaat (HK) als in geval van klimaatverandering volgens het klimaatscenario HD₂₀₅₀.
- Het scenario Huidige Functies Leidend leidt zowel in het huidige klimaat als in geval van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ tot vernatting in vrijwel de gehele provincie. Gemiddeld over de provincie worden grondwaterstandsstijgingen berekend van 75 tot 100 cm.
- Het scenario Watersysteem Leidend leidt zowel in het huidige klimaat als in geval van het klimaatscenario HD₂₀₅₀ tot vernatting in vrijwel de gehele provincie in de GHG situatie en in grote delen in de GLG situatie. Gemiddeld over de provincie worden grondwaterstandsstijgingen berekend van circa 40 tot 75 cm.

Doelrealisatie natte natuur

- De effecten voor de doelrealisatie natuur zijn berekend met de Waterwijzer Natuur en op basis van berekende grondwaterduurlijnen ter plaatse van de peilbuizen van het provinciale OGOR-meetnet. Beide analyses leveren verschillende resultaten op; over het algemeen resulteert de OGOR-aanpak in meer en vooral ook gunstigere effecten op de doelrealisatie natuur.
- Effecten doelrealisatie berekend met Waterwijzer Natuur:
 - De effecten van het Maximaal Gestapelde Scenario zijn in de meeste Natura2000-gebieden positief. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is¹² neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 620 ha in het Maximaal Gestapelde Scenario. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is¹⁰ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 460 ha in het Maximaal Gestapelde Scenario.
 - Het scenario Huidige Functies Leidend zorgt in de meeste Natura2000-gebieden eveneens voor positieve effecten op de doelrealisatie natuur, maar de effecten zijn minder positief dan bij het Maximaal gestapelde scenario. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is¹⁰ neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 1100 ha in het scenario Huidige Functies Leidend. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is¹⁰ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 970 ha in het scenario Huidige Functies Leidend.

¹² Gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal (geheel Limburg excl. deelgebied Zuid-Limburg)

- Het scenario Watersysteem Leidend resulteert in de meeste Natura2000-gebieden voor zeer positieve effecten, die -zeker voor het Peelgebied- nog positiever zijn als het Maximaal Gestapelde Scenario. Het areaal natte natuur waar de GLG te laag is¹³ neemt af van circa 1230 ha in de huidige situatie tot circa 640 ha in het scenario Watersysteem Leidend. Het areaal natte natuur waar de GVG te laag is¹¹ neemt af van circa 1260 ha in de huidige situatie tot circa 490 ha in het scenario Watersysteem Leidend.
- De drastische vernattingsmaatregelen, die voor de Peelgebieden en het Weerterbos ook aan de Brabantse zijde zijn doorgevoerd, leiden tot aanzienlijke verbetering van het doelbereik. In alle drie de scenario's blijft echter in sommige Natura2000-gebieden over een deel van het areaal een doelgat GLG en GVG bestaan (zie arealen per scenario hierboven).
- Effecten doelrealisatie berekend op basis van OGOR-aanpak:
 - Het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ leidt tot een zeer sterke verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ wordt ruimschoots ongedaan gemaakt:
 - Het areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie neemt toe van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat (40% in de huidige situatie met HD₂₀₅₀) tot ongeveer 88% in geval van het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met HD₂₀₅₀.
 - Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt zelfs af tot 0% (versus 8% in de huidige situatie). De sterkste verbeteringen worden berekend in het deelgebied De Peel.
 - Het Scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor enige verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ wordt ruimschoots ongedaan gemaakt:
 - Over de gehele provincie gezien neemt areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie iets af van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat (40% in de huidige situatie met HD₂₀₅₀) tot ongeveer 67% in geval van het Scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met HD₂₀₅₀.
 - Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt duidelijk af tot ongeveer 5% (versus 8% in de huidige situatie). Opvallend is dat het scenario in deelgebied De Peel tot een verslechtering van de doelrealisatie leidt, terwijl in de andere deelgebieden een duidelijke verbetering wordt berekend.
 - Het Scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor een forse verbetering van de doelrealisatie van de natte natuur. Het verdrogingseffect als gevolg van HD₂₀₅₀ wordt ruimschoots ongedaan gemaakt:
 - Over de gehele provincie gezien neemt areaalpercentage natte natuur met volledige doelrealisatie toe van ongeveer 70% in de huidige situatie met huidig klimaat (40% in de huidige situatie met HD₂₀₅₀) tot ongeveer 81% in geval van het Scenario Watersysteem Leidend in combinatie met HD₂₀₅₀.
 - Het areaal met geringe tot geen doelrealisatie (<20%) neemt met ongeveer een factor 10 af, van ongeveer 8% in de huidige situatie tot ongeveer 0,8% in geval van Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀. De effecten zijn redelijk evenwichtig verdeeld over de verschillende deelgebieden.

Doelrealisatie landbouw

- De drie samengestelde scenario's hebben sterk vergelijkbare effecten op de doelrealisatie voor de landbouw: tegenover relatief beperkte afnames van de droogteschade staat in alle scenario's een aanzienlijk grotere toename van de natschade.
- In alle scenario's worden voor het grootste deel van het landbouwareaal afnames van droogteschade berekend van 1 tot 10%. Lokaal worden grotere afnames berekend van 10 tot 25%.

¹³ Gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal (geheel Limburg excl. deelgebied Zuid-Limburg)

- Voor alle scenario's wordt over een groot deel van het bestaande landbouwareaal een toename van natschade berekend van 20 tot 25% en lokaal (bijvoorbeeld rond de Peelgebieden en andere Natura2000-gebieden) nog aanzienlijk meer (tot meer dan 50%).
- De doorgerekende vernattingsmaatregelen zorgen ervoor dat in grote delen van het bestaande landbouwareaal de huidige intensieve vorm van landbouw niet meer haalbaar is en wel zijn extensievere vormen van landbouw mogelijk.

Droogval natuurbeken

- Ondanks de sterke stijgingen van de grondwaterstanden neemt in alle drie de samengestelde scenario's de totale lengte aan natuurbeken met risico op droogval slechts in beperkte mate af.
- In de huidige situatie heeft ongeveer 27% van de totale lengte van de natuurbeken risico op droogval.
 - In geval van het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 18,2%. Het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 20,1%.
 - In geval van het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 25,4%. Het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 24,9%.
 - In geval van het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage af tot ongeveer 26,0%. Het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ resulteert in een percentage van ongeveer 26,6%.

Grondwateroverlast bebouwing

- Het Maximaal Gestapelde Scenario zorgt in alle deelgebieden voor een toename van het risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied. In de huidige situatie is over ongeveer 2,6% van het totale bebouwde oppervlak van Limburg sprake van risico op grondwateroverlast. Door het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 15,3%. In het Maximaal Gestapelde Scenario in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 13,5%.
- In de scenario's Huidige Functies Leidend en Watersysteem Leidend zijn alleen de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal geanalyseerd m.b.v. het grondwatermodel. De effecten voor deelgebied Zuid-Limburg zijn kwalitatief ingeschat op basis van expert-judgement. In de huidige situatie is gerekend over de deelgebieden De Peel, Maasduinen en Meinweg, Roer en Swalmdal over ongeveer 1,4% van het totale bebouwde oppervlak sprake van risico op grondwateroverlast.
 - Door het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 7,2%. In het scenario Huidige Functies Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 7,9%. De procentuele toenames voor deelgebied Zuid-Limburg zullen vergelijkbaar zijn met die van de overige deelgebieden.
 - Door het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met huidig klimaat neemt dit percentage toe tot ongeveer 4,2%. In het scenario Watersysteem Leidend in combinatie met klimaatscenario HD₂₀₅₀ neemt het percentage van het areaal bebouwd gebied met risico op grondwateroverlast toe tot ongeveer 3,5%. De procentuele toenames voor deelgebied Zuid-Limburg zullen vergelijkbaar zijn met die van de overige deelgebieden.

Drink- en industriewaterwinningen

- Het Maximaal Gestapelde Scenario zorgt ter plaatse van alle freatische grondwaterwinningen in Limburg voor structureel hogere stijghoogten, zowel bij huidig klimaat als bij klimaatscenario HD₂₀₅₀. Er zijn geen extra risico's op droogval van putfilters te verwachten.

- In de scenario's Huidige Functies Leidend en Watersysteem Leidend is het deelgebied Zuid-Limburg ten zuiden van de Feldbissbreuk buiten beschouwing gebleven. Voor de freatische grondwaterwinningen ten noorden van de Feldbiss zijn als gevolg van deze scenario's geen effecten of risico's te verwachten.

Grondwaterlichamen

- Het Maximaal Gestapelde Scenario en het Scenario Huidige Functies Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgen ten opzichte van de huidige situatie voor alle onderscheiden grondwaterlichamen voor structurele verhogingen van de stijghoogten van enkele decimeters tot op veel plaatsen meer dan 1 meter. De berekende stijgheighteverhogingen zijn als positief te beoordelen, met name voor de diepere watervoerende pakketten van de grondwaterlichamen, waar de stijghoogtes door verschillende ingrepen sterk verlaagd zijn ten opzichte van de natuurlijke situatie (zonder menselijke ingrepen).
- In het Scenario Watersysteem Leidend met klimaatscenario HD₂₀₅₀ blijven de stijghoogten in de grondwaterlichamen gemiddeld over de grondwaterlichamen redelijk gelijk aan die in de huidige situatie. Dit scenario werkt daardoor neutraal uit voor de toestand van de grondwaterlichamen.

Kosten

De kosten van het Maximaal gestapeld scenario worden globaal geraamd op circa 23,8 miljard euro: circa 23,0 miljard aan investeringskosten voor maatregelen en kosten voor functiewijzigingen en ongeveer 850 miljoen euro aan kosten en baten voor de landbouw. Ongeveer 88% van de investeringskosten voor maatregelen betreffen de kosten voor het afkoppelen van hemelwaterafvoer van 100% van het stedelijk gebied. Als de kosten voor het afkoppelen van stedelijk gebied buiten beschouwing worden gelaten, bedragen de kosten van het Maximaal Gestapeld Scenario circa 3,5 miljard euro.

De kosten van het scenario Huidige Functies Leidend worden globaal geraamd op circa 6,6 miljard euro: circa 6,2 miljard aan investeringskosten voor maatregelen en kosten voor functiewijzigingen en ongeveer 405 miljoen euro aan kosten en baten voor de landbouw. Ongeveer 82% van de investeringskosten voor maatregelen betreffen de kosten voor het afkoppelen van hemelwaterafvoer van 25% van het stedelijk gebied. Tijdens het gebiedsproces uitgevoerd in het kader van LIWA hebben de Limburgse gemeenten aangegeven de komende 10 à 20 jaar in totaal 25% van het totale bebouwde gebied af te koppelen. Op basis hiervan is het reëel om de kosten voor het afkoppelen van stedelijk gebied buiten beschouwing te laten. In dat geval bedragen de kosten van het scenario Huidige Functies Leidend circa 1,5 miljard euro.

De kosten van het scenario Watersysteem Leidend worden globaal geraamd op circa 7,6 miljard euro: circa 7,2 miljard aan investeringskosten voor maatregelen en kosten voor functiewijzigingen en ongeveer 441 miljoen euro aan kosten en baten voor de landbouw. Ongeveer 71% van de investeringskosten voor maatregelen betreffen de kosten voor het afkoppelen van hemelwaterafvoer van 25% van het stedelijk gebied. Als de kosten voor het afkoppelen van stedelijk gebied buiten beschouwing worden gelaten, bedragen de kosten van het scenario Watersysteem Leidend circa 2,5 miljard euro. Positieve effecten en baten van afkoppelen en infiltreren van hemelwater zijn in deze studie echter niet gekwantificeerd.

In de drie samengestelde scenario's wordt water van elders aangevoerd en lokaal ingezet om de waterbeschikbaarheid te verbeteren. De meeste wateraanvoer vindt plaats in het scenario Huidige Functies Leidend en de minste in het scenario Watersysteem Leidend. In de kostenramingen hierboven is ervan uitgegaan dat het aangevoerde water zonder extra zuiveringsstap geschikt is om in te zetten c.q. in de bodem te brengen. Als er voorzuivering van het extern aangevoerde water moet plaatsvinden, leidt dit tot aanzienlijke extra jaarlijkse kosten.

Als al het extern aan te voeren water beperkt moet worden voorgezuiverd (zandfiltratie of doekenfiltratie voor N en P, eenheidsprijs € 0,15 per m³), leidt dit tot jaarlijkse extra kosten van circa 23,3 miljoen euro voor Huidige Functies Leidend, circa 20,3 miljoen euro voor het Maximaal Gestapelde Scenario en circa 13,0 miljoen euro voor Watersysteem Leidend.

Als het uitgangspunt is dat al het extern aan te voeren water volledig moet worden voorgezuiverd (volledige zuivering incl. medicijnresten, hygiënische parameters en andere micro's, eenheidsprijs € 0,80 per m³), leidt dit tot jaarlijkse extra kosten van circa 124 miljoen euro voor Huidige Functies Leidend, circa 108 miljoen euro voor het Maximaal Gestapelde Scenario en circa 69 miljoen euro voor Watersysteem Leidend.

Effecten klimaatscenario HD₂₀₅₀ op waterbeschikbaarheid (ten opzichte van huidig klimaat)

- Gemiddeld over de provincie zorgt het klimaatscenario HD₂₀₅₀ voor verlagingen van de grondwaterstanden, zowel de GHG, GVG als de GLG. Het HD₂₀₅₀ scenario zorgt voor minder neerslag, vooral in de zomer, en voor meer verdamping. De sterkste grondwaterstandsverlagingen zijn te verwachten aan het einde van de zomerperiode (GLG) door het gecombineerde effect van minder neerslag en meer verdamping. De GLG daalt over vrijwel de gehele provincie. De effecten op de GHG en GVG zijn minder dan die op de GLG. Met name in Midden- en Zuid-Limburg worden dalingen van de GHG en GVG berekend. In Noord-Limburg komen ook gebieden voor waar de GHG en GVG stijgt ten opzichte van huidig klimaat.
- De doelrealisatie natuur is op twee manieren berekend: op basis van de Waterwijzer Natuur en op basis van de grondwaterduurlijnen ter plaatse van de peilbuizen van het OGOR-meetnet van de provincie Limburg. Op basis van de berekeningen met de Waterwijzer Natuur resulteert het HD₂₀₅₀ klimaatscenario in een geringe verslechtering van de doelrealisatie natuur. Daarentegen geeft de analyse op basis van de OGOR-methodiek een fors negatief effect op de doelrealisatie natuur. Volgens deze analyse neemt voor de gehele provincie Limburg het areaal met volledige doelrealisatie af van ongeveer 70% bij huidig klimaat tot ruim 40% bij klimaatscenario HD₂₀₅₀.
- Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt ten opzichte van huidig klimaat voor iets meer droogteschade en iets minder natschade. Over de gehele provincie gezien neemt het areaal met grotere droogteschade (> 10%) met enkele procenten toe en het areaal met grotere natschade (>10%) met enkele procenten af.
- De veranderingen in de droogval van natuurbeken zijn beperkt. Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt ten opzichte van huidig klimaat voor een marginale toename van de totale lengte natuurbeken met risico op droogval van enkele procenten.
- Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor enige afname van het areaal met risico op grondwateroverlast in bebouwd gebied, van ongeveer 2,6% bij huidig klimaat naar ongeveer 2,2% bij klimaatscenario HD₂₀₅₀. Deze effecten zijn gelijkmatig verdeeld over de provincie.
- Voor alle freatische grondwaterwinningen zorgt het klimaatscenario HD₂₀₅₀ voor een structurele verlaging van de stijghoogte in het freatische watervoerende pakket waaruit gewonnen wordt. Voor de freatische winningen uit het kalksteenpakket zijn hierdoor geringe tot matige risico's op droogval van putfilters te verwachten.
- Klimaatscenario HD₂₀₅₀ zorgt voor alle onderscheiden grondwaterlichamen voor structurele stijghoogteverlagingen van enkele decimeters tot lokaal meer dan 1 meter. Omdat de stijghoogten in de grondwaterlichamen in de huidige situatie door verschillende ingrepen al aanzienlijk lager zijn dan die in de natuurlijke situatie (zonder menselijke ingrepen), zijn deze verlagingen als negatief aan te merken.

10.2 Aanbevelingen

In deze studie zijn de effecten van verschillende maatregelen en samengestelde scenario's gebiedsdekkend voor de gehele provincie Limburg, op basis van generiek toegepaste uitgangspunten berekend en geanalyseerd. Door deze gebiedsdekkende en generieke rekenaanpak zijn de effecten vaak minder gunstig dan wat daadwerkelijk haalbaar zou zijn bij een meer lokale en gebiedsspecifieke uitwerking. Aanbevolen wordt om de resultaten van deze verkenning te gebruiken om per deelgebied te bepalen wat de meest effectieve maatregelen zijn om de waterbeschikbaarheid te verbeteren en deze maatregelen vervolgens op lokale schaal en rekening houdend met gebiedsspecifieke omstandigheden verder uit te werken en te optimaliseren en daarbij tevens te toetsen aan en af te wegen op financiële haalbaarheid, maatschappelijke meerwaarde en wenselijkheid.

Bij alle maatregelen gericht op het aanvoeren en infiltreren van water van elders is het van belang om de effecten op waterkwaliteit goed te beoordelen en af te wegen. Een goede beoordeling en afweging van de effecten op de waterkwaliteit is alleen gebiedsspecifiek in te vullen, op basis van concrete informatie over de waterkwaliteit van het aan te voeren water en de concrete gebruiksfuncties in het gebied. Over de exacte wijze waarop deze beoordeling en afweging van de waterkwaliteit moet plaatsvinden, is nog veel onduidelijkheid en bestaan verschillen in inzicht. In deze studie is een concept voor een afwegingskader waterkwaliteit opgenomen. Aanbevolen wordt om dit concept afwegingskader voor deelgebieden en concreet uitgewerkte wateraanvoermaatregelen toe te passen, te toetsen en waar nodig verder aan te passen.

De effecten van klimaatscenario HD₂₀₅₀ en de drie samengestelde scenario's op de doelrealisatie natuur zijn berekend met twee methodes: met de Waterwijzer Natuur en de zogenoemde OGOR-aanpak, waarbij de effecten worden bepaald op basis van berekende grondwaterduurlijnen ter plaatse van de peilbuizen van het provinciale OGOR-meetnet. Beide analyses leveren verschillende resultaten op; over het algemeen resulteert de OGOR-aanpak in meer en vooral ook gunstigere effecten op de doelrealisatie natuur. Aanbevolen wordt om deze verschillen nader te analyseren en te beoordelen welke methode de meest plausibele uitkomsten geeft, eventueel gespecificeerd per deelgebied of gebiedstype.

De berekeningen met de Waterwijzer Natuur leiden in de meeste gebieden niet tot volledige doelrealisatie. Zelfs na de maximaal doorgevoerde vernattingsmaatregelen, zoals opgenomen in het Maximaal gestapelde scenario, blijft in de meeste Natura2000-gebieden over substantiële arealen een doelgat GLG en GVG bestaan. De tot dusver in Limburg (maar ook in andere provincies) toegepaste rekenaanpak met een tijdsafhankelijk grondwatermodel voor de verzadigde en onverzadigde zone en de effectmodule Waterwijzer Natuur resulteert in geen van de Natura2000-gebieden tot 100% hydrologisch doelbereik. Aanbevolen wordt om nader te onderzoeken om welke redenen dit het geval is en op welke wijze de ecohydrologische effectvoorspelling kan worden verbeterd. Daarbij dient onder meer aandacht te worden besteed aan:

- Het effect van ijkfouten van het grondwatermodel op de berekende doelrealisatie. In de Waterwijzer Natuur wordt gerekend met absoluut, met het grondwatermodel berekende grondwaterstanden (GVG en GLG). Afwijkingen tussen berekende en gemeten grondwaterstanden werken daardoor één op één door in de berekening van de doelrealisatie;
- Het effect van microreliëf binnen de natuurterreinen op de effectvoorspelling;
- De criteria voor vegetatiekartering (o.m. minimale bedekkingsgraad) en de wijze waarop deze doorwerken in de effectvoorspelling;
- De rol van schijngrondwaterspiegels (permanent of tijdelijk) en slechtdoorlatende lagen (leem, gliede, gyttja) en de ruimtelijke verdeling hiervan, in de effectvoorspelling.

De OGOR-aanpak leidt tot aanzienlijk betere doelrealisatie. In veel gebieden wordt met één of meerdere samengestelde scenario's volledige doelrealisatie bereikt. In de OGOR-aanpak wordt het probleem van

de ijkfouten van het model ondervangen door de berekende duurlijnen te corrigeren voor de afwijkingen tussen de modelberekening en de gemeten grondwaterstanden ter plaatse van de OGOR-buizen. Het probleem van de ruimtelijke verschalig wordt ondervangen doordat het OGOR-meetnet uitgaat van een directe relatie tussen de doelrealisatie ter plaatse van de OGOR-buis en de doelrealisatie van een deel van het natuurgebied; als de OGOR-buis 100% doelrealisatie geeft, nemen we aan dat het bijbehorende deelgebied eveneens volledige doelrealisatie heeft. Aanbevolen wordt om de plausibiliteit van de OGOR-aanpak nader te beoordelen, met name voor wat betreft de bovengenoemde onderdelen.

In deze verkenning waterbeschikbaarheid is de totale lengte aan (mogelijk) droogvallende natuurbeken voor de huidige situatie en de verschillende samengestelde scenario's bepaald door de berekende GLG te vergelijken met de beekbodem. Dit is een zeer globale benadering, die mogelijk ook leidt tot een overschatting van de lengte aan droogvallende beken. Aanbevolen wordt om de -op basis van deze methode- ingeschatte lengte aan droogvallende beken te toetsen aan ervaringskennis van de peilbeheerders van Waterschap Limburg en waar nodig een correctie- of ijkingsslag toe te passen. Verder wordt aanbevolen om het risico op droogval alleen te bepalen voor de trajecten van de natuurbeken, waar dit voor het behalen van de ecologische doelen ook een knelpunt is. Voor veel bovenlopen van beken is droogval een natuurlijk verschijnsel en geen beletsel voor het behalen van de ecologische doelen.

De Intentieverklaring Voldoende Zoetwater beschrijft de algehele doelstelling voor Limburg die gericht is op watersysteemherstel. Het gaat daarbij om het bereiken van een evenwichtig en robuust watersysteem met een betere balans tussen watervraag en -aanbod, zowel tijdens natte als droge omstandigheden. In de Verkenning Waterschikbaarheid wordt getoetst aan effecten op grondwaterregime, doelrealisatie natuur, doelrealisatie landbouw, natuurbeken, bebouwing, grondwaterwinningen en grondwaterlichamen. Aanbevolen wordt bij het afwegen van maatregelen in de gebiedsprocessen ook rekening te houden met andere doelen en wateropgaven en de economische haalbaarheid, de maatschappelijke meerwaarde en wenselijkheid mee te nemen.

Uit deze verkenning blijkt dat toepassing van de OGOR-methodiek leidt tot aanzienlijk betere doelrealisatie in natuurgebieden dan bij toepassing van de Waterwijzer Natuur. Beide methodes kunnen gebruikt worden om de effecten van maatregelen op natuurgebieden te duiden. Om discussie bij vervolgonderzoeken te voorkomen, wordt aanbevolen om één methode uit te werken, te onderbouwen en die in vervolgonderzoeken toe te passen. Aanbevolen wordt, waar relevant, daarbij tevens rekening te houden met eisen ten aanzien van kwel.

Aanbevolen wordt in vervolgonderzoeken uit te gaan van heldere en eenduidige uitgangspunten om effecten van klimaatverandering - volgens de nieuwste klimaatscenario's van het KNMI (2023) - op het watersysteem op een eenduidige manier met hydrologische modellen te kunnen doorrekenen en interpreteren.

In deze verkenning is gebruik gemaakt van het regionale grondwatermodel IBRAHYMv2.1. Aanbevolen wordt, waar relevant, in vervolgonderzoeken integrale modelberekeningen met een gekoppeld grond- én oppervlaktewatermodel uit te voeren, om een beter inzicht te krijgen in lokale effecten van bepaalde maatregelen en de beschikbaarheid van water tijdens droge periodes. Denk hierbij aan maatregelen waarbij aanvoerwater wordt ingezet om beeksystemen en het grondwater te voeden.

De effecten van maatregelen voor de landbouw zijn in beeld gebracht met behulp van de Waterwijzer Landbouw-tabel. Met deze tool zijn voor deze verkenning van de waterbeschikbaarheid de effecten op droogte- en natschade op hoofdlijnen inzichtelijk gemaakt. Deze aanpak is erop gericht om snel inzicht te krijgen in de effecten van uiteenlopende maatregelen op de waterbeschikbaarheid voor de landbouw en onderscheid te kunnen maken naar effectieve en minder effectieve maatregelen. De resultaten van deze

berekeningen zijn echter niet zomaar door te vertalen naar daadwerkelijke effecten voor de landbouwpraktijk. Aanbevolen wordt om ook deze effecten bij de gebiedsgerichte uitwerking in beeld te brengen.

Ten behoeve van dit onderzoek is de provincie Limburg in drie deelgebieden verdeeld en zijn verschillende maatregelen generiek voor deze drie deelgebieden doorgerekend. De effecten van de berekende grondwaterstandsveranderingen op grondwatergerelateerde functies en gebruikers zijn vervolgens op deze schaal beoordeeld en de kosten ervan zijn met kentallen begroot. Op lokale schaal kunnen echter andere combinaties van maatregelen optimaal zijn en kunnen effecten van individuele maatregelen en kosten- en schadeberekeningen afwijken. Aanbevolen wordt om hiermee rekening te houden bij de interpretatie en uitwerking van de uitkomsten van dit onderzoek.

Aanbevolen wordt in de gebiedsgerichte uitwerkingen ook maatregelen mee te nemen om water vast te houden op hoger gelegen delen van de stroomgebieden in het Heuvelland.

11 Referenties

- Bonnema, Lysbet, Ron Buitelaar, Anouk Horn, Wouter Swierstra, 2020. Notitie reductie grondwateronttrekkingen. Royal HaskoningDHV, Sweco, 24 augustus 2020.
- Martin Mulder, Pim Dik, Marius Heinen, Dennis Walvoort, Paul van Walsum, Ruud Bartholomeus, Jos van Dam, Mirjam Hack-ten Broeke, 2020. Update Waterwijzer Landbouw Wageningen Environmental Research (WENR), Wageningen Universiteit en KWR, juni 2020.
- KNMI, 2023. KNMI'23-klimaatscenario's voor Nederland, KNMI, De Bilt, KNMI-Publicatie 23-03.
- Royal HaskoningDHV, 2020. Analyse Waterbeschikbaarheid Provincie Limburg. RHDHV-rapport WATBF9511R001F01WM. 30 oktober 2020.
- Stowa, 2018a. De Waterwijzer Natuur. Instrumentarium voor kwantificeren van effecten van waterbeheer en klimaat op terrestrische natuur. Stowa-rapportnummer 2018-44. ISBN 978.90.5773.809.8.
- Stowa, 2018b. Waterwijzer Landbouw. Instrumentarium voor kwantificeren van effecten van waterbeheer en klimaat op landbouwproductie. Stowa-rapportnummer 2018-48. ISBN 978.90.5773.812.8.
- Sweco, 2020. Bepaling invloedgebieden grondwateronttrekkingen rond de Natura-2000 gebieden.
- Sweco en Royal HaskoningDHV, 2020. Limburgse Integrale Watersysteemanalyse (LIWA). I-Report: [Limburgse Integrale Watersysteem Analyse \(LIWA\) \(arcgis.com\)](#).

Bijlage 1: Voorlopig afwegingskader waterkwaliteit

Projectgerelateerd

Notitie invoegen als pdf

Bijlage 2: Verklaring beoordeling samenvattende scoretabellen

Projectgerelateerd

1	zeer positief effect	zeer sterke stijging GHG, GVG of GLG of zeer sterke afname doelgat GLG of GVG (> 50 cm) zeer sterke toename areaal met volledige doelrealisatie natuur (bepaald o.b.v. OGOR-meetnet) (> 100 ha) zeer sterke afname droogteschade of afname vernattingsschade landbouw (>50%) zeer sterke afname areaal stedelijk gebied met grondwateroverlast (> 100 ha) zeer sterke afname lengte droogvallende natuurbeken (> 20 km) zeer sterke stijging grondwaterstijghoogten in KRW-grondwaterlichamen (> 50 cm)
2	positief effect	sterke stijging GHG, GVG of GLG of sterke afname doelgat GLG of GVG (circa 20 tot 50 cm) sterke toename areaal met volledige doelrealisatie natuur (bepaald o.b.v. OGOR-meetnet) (circa 50 tot 100 ha) sterke afname droogteschade of afname vernattingsschade landbouw (circa 20 tot 50%) sterke afname areaal stedelijk gebied met grondwateroverlast (circa 50 tot 100 ha) sterke afname lengte droogvallende natuurbeken (circa 10 tot 20 km) sterke stijging grondwaterstijghoogten in KRW-grondwaterlichamen (circa 20 tot 50 cm)
3	matig positief effect	matige stijging GHG, GVG of GLG of matige afname doelgat GLG of GVG (circa 10 tot 20 cm) matige toename areaal met volledige doelrealisatie natuur (bepaald o.b.v. OGOR-meetnet) (circa 20 tot 50 ha) matige afname droogteschade of afname vernattingsschade landbouw (circa 10 tot 20%) matige afname areaal stedelijk gebied met grondwateroverlast (circa 20 tot 50 ha) matige afname lengte droogvallende natuurbeken (circa 5 tot 10 km) matige stijging grondwaterstijghoogten in KRW-grondwaterlichamen (circa 10 tot 20 cm)
4	beperkt positief effect	beperkte stijging GHG, GVG of GLG of beperkte afname doelgat GLG of GVG (circa 5 tot 10 cm) beperkte toename areaal met volledige doelrealisatie natuur (bepaald o.b.v. OGOR-meetnet) (circa 5 tot 20 ha) beperkte afname droogteschade of afname vernattingsschade landbouw (circa 2 tot 10%) beperkte afname areaal stedelijk gebied met grondwateroverlast (circa 5 tot 20 ha) beperkte afname lengte droogvallende natuurbeken (circa 2 tot 5 km) beperkte stijging grondwaterstijghoogten in KRW-grondwaterlichamen (circa 5 tot 10 cm)
5	geen significant effect	geen significante effecten GHG, GVG of GLG of doelgat GLG of GVG (-5 tot +5 cm) geen significante verandering areaal met volledige doelrealisatie natuur (o.b.v. OGOR-meetnet) (minder dan 5 ha) geen significante effecten droogteschade of vernattingsschade landbouw (-2 tot +2%) geen significante verandering areaal stedelijk gebied met grondwateroverlast (minder dan 5 ha) geen significante verandering lengte droogvallende natuurbeken (minder dan 2 km) geen significante verandering stijghoogten in KRW-grondwaterlichamen (circa -5 tot +5 cm)
6	beperkt negatief effect	beperkte verlaging GHG, GVG of GLG of beperkte toename doelgat GLG of GVG (circa 5 tot 10 cm) beperkte afname areaal met volledige doelrealisatie natuur (bepaald o.b.v. OGOR-meetnet) (circa 5 tot 20 ha) beperkte toename droogteschade of toename vernattingsschade landbouw (circa 2 tot 10%) beperkte toename areaal stedelijk gebied met grondwateroverlast (circa 5 tot 20 ha) beperkte toename lengte droogvallende natuurbeken (circa 2 tot 5 km) beperkte verlaging grondwaterstijghoogten in KRW-grondwaterlichamen (circa 5 tot 10 cm)
7	matig negatief effect	matige verlaging GHG, GVG of GLG of matige toename doelgat GLG of GVG (circa 10 tot 20 cm) matige afname areaal met volledige doelrealisatie natuur (bepaald o.b.v. OGOR-meetnet) (circa 20 tot 50 ha) matige toename droogteschade of toename vernattingsschade landbouw (circa 10 tot 20%) matige toename areaal stedelijk gebied met grondwateroverlast (circa 20 tot 50 ha) matige toename lengte droogvallende natuurbeken (circa 5 tot 10 km) matige verlaging grondwaterstijghoogten in KRW-grondwaterlichamen (circa 10 tot 20 cm)
8	negatief effect	sterke verlaging GHG, GVG of GLG of sterke toename doelgat GLG of GVG (circa 20 tot 50 cm) sterke afname areaal met volledige doelrealisatie natuur (bepaald o.b.v. OGOR-meetnet) (circa 50 tot 100 ha) sterke toename droogteschade of toename vernattingsschade landbouw (circa 20 tot 50%) sterke toename areaal stedelijk gebied met grondwateroverlast (circa 50 tot 100 ha) sterke toename lengte droogvallende natuurbeken (circa 10 tot 20 km) sterke verlaging grondwaterstijghoogten in KRW-grondwaterlichamen (circa 20 tot 50 cm)
9	zeer negatief effect	zeer sterke verlaging GHG, GVG of GLG of zeer sterke toename doelgat GLG of GVG (> 50 cm) zeer sterke afname areaal met volledige doelrealisatie natuur (bepaald o.b.v. OGOR-meetnet) (> 100 ha) zeer sterke toename droogteschade of toename vernattingsschade landbouw (> 50%) zeer sterke toename areaal stedelijk gebied met grondwateroverlast (> 100 ha) zeer sterke toename lengte droogvallende natuurbeken (> 20 km) zeer sterke verlaging grondwaterstijghoogten in KRW-grondwaterlichamen (> 50 cm)

Bijlage 3: Kaarten met resultaten effectberekeningen referentiesituatie (huidig klimaat en klimaatscenario HD₂₀₅₀)

Bijlage 4: Kaarten met resultaten effectberekeningen maatregelpakketten pijler 1 – water lokaal vasthouden

Bijlage 5: Tabellen met berekende effecten doelrealisatie natuur en landbouw voor maatregelpakketten pijler 1 – water lokaal vasthouden

Bijlage 6: Kaarten met resultaten effectberekeningen maatregelpakketten pijler 2 – water aanvoeren van elders

Bijlage 7: Tabellen met berekende effecten doelrealisatie natuur en landbouw voor maatregelpakketten pijler 2 – water aanvoeren van elders

Bijlage 8: Kaarten met resultaten effectberekeningen maatregelpakketten pijler 3 – functieverandering

Bijlage 9: Tabellen met berekende effecten doelrealisatie natuur en landbouw voor maatregelpakketten pijler 3 – functieverandering

Bijlage 10: Kaarten met resultaten effectberekeningen maatregelpakketten pijler 4 – beperking watergebruik

Bijlage 11: Tabellen met berekende effecten doelrealisatie natuur en landbouw voor maatregelpakketten pijler 4 – beperking watergebruik

Bijlage 12: Kaarten met resultaten effectberekeningen samengestelde scenario's

Bijlage 13: Tabellen met berekende effecten doelrealisatie natuur en landbouw en risico's grondwateroverlast bebouwing voor samengestelde scenario's

Bijlage 14: Globale kostenramingen samengesteld scenario Maximaal gestapeld scenario

Bijlage 15: Globale kostenramingen samengesteld scenario Huidige Functies Leidend

Bijlage 16: Globale kostenramingen samengesteld scenario Watersysteem Leidend

Bijlage 17: Beoordeling doelrealisatie natuur aan de hand van grondwaterduurlijnen t.p.v. peilbuizen OGOR-meetnet

Bijlage 18: Effecten 20% reductie grondwaterwinningen voor drinkwater, industrie, glastuinbouw en beregening

Bijlage 19: Begrippenlijst

Begrip / afkorting	Betekenis
GHG	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand. Gemiddelde over 8 jaar van de drie hoogste tweewekelijks gemeten grondwaterstanden per jaar.
GLG	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand. Gemiddelde over 8 jaar van de drie laagste tweewekelijks gemeten grondwaterstanden per jaar.
GVG	Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand.
HD ₂₀₅₀	Klimaatscenario Hoge depositie, Droog scenario voor 2050. Het HD-scenario (Hoge depositie, Droog scenario) is voor het meest vergaande scenario uit de klimaatscenario's, die het KNMI in oktober 2023 heeft gepresenteerd (KNMI, 2023). In deze studie zijn de effecten voor een deel van de maatregelpakketten en de drie samengestelde scenario's doorgerekend met het HD-scenario voor het zichtjaar 2050.
HK	Huidig klimaat. Gemiddelde klimaat over de periode 1991 tot en met 2020.
LIWA	Limburgse Integrale Watersysteemanalyse.
LPLG	Limburgs Programma Landelijk Gebied.
Doelgat GVG	Verschil tussen de optimale GVG (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand) voor het aanwezige habitatype en de daadwerkelijke GVG.
Doelgat GLG	Verschil tussen de optimale GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) voor het aanwezige habitatype en de daadwerkelijke GLG.
IBRAHYMv2.1	Regionaal grondwatermodel voor Limburg en omgeving, versie 2.1.
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie.
OGOR-meetnet	OGOR staat voor Optimaal Grond- en Oppervlaktewaterregime. Het OGOR-meetnet is een meetnet dat door de provincie Limburg is gerealiseerd in alle grondwaterafhankelijke natuurgebieden, met als doel om het actuele grondwaterregime en de actuele grondwaterkwaliteit te monitoren en te toetsen aan het optimale grondwaterregime en de optimale grondwaterkwaliteit voor de natte natuur in Limburg.
Drainagebasis	Niveau waarop watergangen, sloten, greppels en drains afvoeren.
Doelrealisatie natuur	Percentage waarin het grondwaterregime overeenkomt met de eisen voor natte, grondwaterafhankelijke natuur. In de Waterwijzer Natuur wordt uitgegaan van een relatie tussen GVG en GLG en het percentage doelrealisatie, zie ook toelichting in paragraaf 2.3.1 van dit rapport.

Projectgerelateerd

Bijlage 20: Gebruikte doelfuncties voor berekening doelrealisatie grondwaterafhankelijke habitattypen (Waterwijzer Natuur)

TYPE	OMSCHRIJF	GVG_A1	GVG_B1	GVG_B2	GVG_A2	GLG_A1	GLG_B1	GLG_B2	GLG_A2
H2310	'Stuifzandheiden met struikhei'	50	80	999	999	0	0	0	0
H2330	'Zandverstuivingen'	70	90	999	999	0	0	0	0
H3110	'Zeer zwakgebufferde vennen'	-250	-105	-40	-15	-999	-999	-3	30
H3130	'Zwakgebufferde vennen'	-100	-49	-18	0	-999	-999	19	80
H3160	'Zure vennen'	-150	-76	-26	0	-999	-999	10	40
H4010A	'Vochtige heiden (hogere zandgronden)'	-10	5	29	50	0	0	0	0
H4030	'Droge heiden'	50	70	999	999	0	0	0	0
H5130	'Jeneverbesstruwelen'	50	80	999	999	0	0	0	0
H6110	'Pionierbegroeiingen op rotsbodem'	70	90	999	999	0	0	0	0
H6120	'Stroomdalgraslanden'	60	87	999	999	0	0	0	0
H6130	'Zinkweiden'	60	75	999	999	0	0	0	0
H6210	'Kalkgraslanden'	70	90	999	999	0	0	0	0
H6230	'Heischrale graslanden'	5	15	38	50	0	0	0	0
H6410	'Blauwgraslanden'	-10	0	18	30	0	0	0	0
H6430A	'Ruigten en zomen (moerasspirea)'	-10	5	30	40	0	0	0	0
H6430B	'Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)'	-10	9	32	45	0	0	0	0
H6430C	'Ruigten en zomen (droge bosranden)'	30	60	999	999	0	0	0	0
H6510A	'Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (glanshaver)'	50	70	999	999	0	0	0	0
H7110A	'Actieve hoogvenen (hoogveenlandschap)'	-90	-12	7	30	-999	-999	25	60
H7110B	'Actieve hoogvenen (heideveentjes)'	-10	0	12	25	-999	-999	31	50
H7120	'Herstellende hoogvenen'	-70	-6	11	40	-999	-999	28	60
H7150	'Pioniervegetaties met snavelbiezen'	-15	-2	25	40	0	20	999	999
H7210	'Galigaanmoerassen'	-100	-70	-20	0	-999	-999	20	50
H7230	'Kalkmoerassen'	-15	-2	15	35	0	0	0	0
H9110	'Veldbies-beukenbossen'	70	90	999	999	0	0	0	0
H9120	'Beuken-eikenbossen met hulst'	30	69	999	999	0	0	0	0
H9160A	'Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)'	20	43	999	999	0	0	0	0
H9160B	'Eiken-haagbeukenbossen (heuvelland)'	20	66	999	999	50	90	999	999
H9190	'Oude eikenbossen'	20	40	999	999	0	0	0	0
H91D0	'Hoogveenbossen'	-10	-4	15	30	-999	-999	45	60
H91E0B	'Vochtige alluviale bossen (essen-iepenbossen)'	25	52	999	999	0	0	0	0
H91E0C	'Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)'	-30	-5	16	25	-999	-999	48	70
43AA4	'Goudveil-Essenbos'	-10	0	18	25	-999	-999	35	50
NB_71	'Rietmoeras/Grote zeggenmoeras/Natte ruigte'	-300	-74	-8	40	-999	-999	10	50