



*Infiltratieonderzoek, Plangebied Markt 11-13, Asten / AM08311*

**RAPPORT**  
**Infiltratieonderzoek**  
**Plangebied Markt 11-13, Asten**  
**AM08311**

**Opdrachtgever**  
BRO-Tegelen  
Industriestraat 94  
5931 PK TEGELEN

**Projectnummer**  
Aeres Milieu projectnummer AM08311

**Status rapport**  
Definitief

**Autorisatie**

Opsteller rapport:	paraaf	datum
ing. B.W. Buizer		20 oktober 2009
Kwaliteitscontrole:	paraaf	datum
ing. J.M.G. Reuver		20 oktober 2009



## INHOUDSOPGAVE

<b>1. INLEIDING</b>	<b>3</b>
<b>2. INFILTRATIEONDERZOEK</b>	<b>5</b>
<b>3. VELDMETINGEN EN RESULTATEN ANALYSE</b>	<b>7</b>
3.1 Opzet	
3.2 Uitvoering, resultaten en interpretaties	
<b>4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES</b>	<b>9</b>

### Bijlagen:

- 1 Topografische overzichtskaart
- 2 Kadastrale situatie
- 3 Situatietekening onderzoekslocatie met meetpunten en fotostandplaatsen
- 4 Boorprofielen (en zintuiglijke waarnemingen)
- 5 Foto's onderzoekslocatie



## 1. INLEIDING

In opdracht van BRO-Boxtel heeft Aeres Milieu B.V. een (indicatief) infiltratieonderzoek uitgevoerd op de locatie:

Adres onderzoekslocatie	: Markt 11-13, Asten
Gemeente	: Asten
Kadastrale registratie	: Sectie G nr. 2817
Coördinaten R.D.stelsel	: X = 179.982 / Y = 379.509
Peil maaiveld	: circa 27 meter + NAP
Peil grondwater	: circa 24 meter + NAP
Oppervlakte van de onderzoekslocatie	: circa 1.500 m <sup>2</sup>
Waterschap	: Aa en Maas
Huidig perceelsgebruik	: bedrijfsactiviteiten (garage)
Toekomstig perceelsgebruik	: wonen en bedrijven

Aanleiding voor het laten uitvoeren van dit onderzoek is de voorgenomen herontwikkeling van de locatie en de verplichting hierbij ten minste hydrologisch neutraal te ontwikkelen. Zie bijlage 1 voor een topografisch overzicht. Op onderstaande foto zijn de globale grenzen van het plangebied aangegeven.



Luchtfoto van de onderzoekslocatie (Bron: Google Maps)

### Doel

Het doel van het infiltratieonderzoek is het ter plaatse vaststellen van de doorlatendheid van de bodem in de verzadigde zone.

### Watertoets

Sinds 1 november 2003 is het wettelijk verplicht, in het kader van het Besluit Ruimtelijke Ordening, een Watertoets te verrichten. Het is noodzakelijk in de toelichting bij ruimtelijke besluiten en plannen, waarop bovengenoemd besluit van toepassing is, een beschrijving te geven van de manier waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishouding.

Binnen het plangebied is de afkoppeling, berging en /of infiltratie van hemelwater in de bodem gewenst.

### **Infiltratie**

Infiltratie van hemelwater biedt voordelen tegenover de gebruikelijke afvoermethoden via het oppervlaktewater of via rioleringsystemen.

Voordelen zijn onder andere:

- verdroging van de grond wordt tegengegaan en de natuurlijke waterkringloop wordt verbeterd;
- minder of geen belasting van het rioolstelsel. Daardoor zullen minder of geen overstorten plaatsvinden zodat minder vuillast in het oppervlaktewater terechtkomt;
- lagere piekaanvoer op de AfvalWater Zuivering Installatie(AWZI);
- mogelijkheid tot hergebruik van afgekoppelde neerslag.

De gemeente Asten en het Waterschap Aa en Maas wensen de mogelijkheid te onderzoeken om hemelwater te infiltreren in de bodem. Om na te gaan of de doorlatendheid van de bodem ter plaatse hiervoor geschikt is, zijn veldmetingen verricht. Hierna worden de metingen en de resultaten ervan beschreven, waarna conclusies worden getrokken.

### **Onderzoek**

Aeres Milieu B.V. heeft geen binding met de opdrachtgever en/of de onderzoekslocatie anders dan als onafhankelijk onderzoeksbureau.

Het veldonderzoek vond plaats in oktober 2009.

Bij een (indicatief) infiltratieonderzoek is sprake van steekproefsgewijze metingen, (willekeurig) verspreid over de onderzoekslocatie. Het is mogelijk dat lokale afwijkingen in de samenstelling van de bodem voorkomen. Het gevolg kan zijn dat resultaten van het infiltratieonderzoek binnen het plangebied onderling (sterk) verschillen.

## 2. INFILTRATIEONDERZOEK

Infiltratie van regenwater is in Nederland een relatief nieuwe ontwikkeling. In Duitsland is hiermee al meer ervaring opgedaan en is vastgesteld dat minimaal een infiltratiesnelheid ( $k_f$ ) van  $1 - 5 \cdot 10^{-6}$  m/s (ca. 0,09 - 0,43 m/d ofwel 3,6 - 18 mm/uur)<sup>1</sup> vereist is voor het succesvol toepassen van regenwaterinfiltratie<sup>2</sup>. Bij een lagere doorlatendheid kunnen reducerende omstandigheden optreden in de onverzadigde zone, die een ongunstige invloed kunnen hebben op het retentie- en omzettingsvermogen ervan. Daarnaast is er bij een lagere doorlatendheid veel ruimte nodig voor het aanleggen van infiltratievoorzieningen. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat deze langer (dagen achtereen) water blijven voeren, wat onwenselijk kan zijn in een woonomgeving.

De doorlatendheid van een bodem is afhankelijk van vele factoren, onder meer poriëngrootte, de continuïteit van de poriën, de poriënvorm, het poriënaantal, de geometrie van de poriënkanaal en de diepte tot de grondwaterstand. De poriëngrootte en de verdeling ervan hangen in de eerste plaats van de bodemsoort en de bodemstructuur af. Bovendien is de doorlatendheid afhankelijk van de verzadigingsgraad, en kan ze beïnvloed worden door micro-organismen. Hieruit kan worden afgeleid dat de infiltratiesnelheid van de ondergrond geen constante waarde heeft, maar van plaats tot plaats varieert, waarbij zelfs op vrij kleine schaal belangrijke verschillen kunnen optreden.

Uit de beschikbare boorgegevens, verzameld tijdens deze studie, blijkt dat de bodem (<2,0 m-mv.) hoofdzakelijk bestaat uit zand matig fijn, zwak siltig.

De globale bodemopbouw van de onderzoekslocatie wordt schematisch weergegeven in tabel 2.1 voor het gebied in de omgeving van de onderzoekslocatie.

diepte [m-mv]	lithostratigrafie	lithologie	hydrogeologie
0 - 22	Formatie van Boxtel	zand, matig fijn, zwak siltig, plaatselijk leemlagen	matig tot redelijk doorlatend
22 - 35	Formatie van Beegden	zand, matig fijn, zwak siltig,	matig doorlatend.
35 - 45	Formatie van Sterksel	zand, matig tot zeer grof, plaatselijk sterk grind	matig doorlatend.

Tabel 2.1: Geo(hydro)logische indeling (bron: Dinoloket)

De stroming van het freatisch grondwater is volgens grondwaterkaart van de centrale slenk (1983) in noordwestelijke richting en bevindt zich op een hoogte van circa 24 meter + NAP. De onderzoekslocatie bevindt zich niet binnen de grenzen van een grondwaterbeschermingszone(s) van een waterwingebied.

Voor zover bekend vinden op en in de directe omgeving van het studiegebied geen grootschalige grondwateronttrekkingen plaats.

In de literatuur worden diverse waarden gegeven voor de infiltratiesnelheid van zand en vergelijkbare sedimenten. Deze waarden zijn afkomstig uit de landbouw en uit de hydrogeologie. In de tabellen 2.2 en 2.3 worden de gevonden waarden samengevat.

<sup>1</sup> Zie Arbeitsblatt DVW-A-138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.

<sup>2</sup> Ter bepaling van de infiltratiesnelheid wordt in Duitsland standaard de open-end test gebruikt. Deze test leidt tot lage waarden in vergelijking met andere tests.

-Landbouwliteratuur

bodem	snelheid van wateropname [m/d]	
	Goed	Slecht
Zeer grove zanden	0,6	0,3
Grove zanden, fijne zanden en lemige zanden	0,38	0,24
Zandig leem en fijnzandige leem	0,29	0,19
Zeer fijnzandige leem, siltige leem	0,24	0,17
Klei leem, matig fijne textuur	0,19	0,14
Klei, siltige klei, zandige klei met fijne textuur	0,12	0,05

Tabel 2.2: literatuurwaarden voor de doorlatendheid van diverse sedimenten in de landbouwliteratuur

Uit de landbouwliteratuur volgt verder nog dat de maximale waterdosering (watergift) voor diep uniform zandig leem 0,62 m/d is.

-Hydrogeologische literatuur

materiaal	k [m/d]
Klei	$0,01 - 10^{-8}$
Klei, zand en grind mengsels	0,01 – 0,001
Silt, löss	$1 - 10^{-4}$
Silt, klei en mengsels van zand, silt en klei	$0,1 - 10^{-4}$
Fijn zand	2 – 0,02
Middelfijn tot middelgrof zand	43 - 0,09
Grof zand	400 - 0,09

Tabel 2.3: literatuurwaarden voor de doorlatendheid van diverse afzettingen in de hydrogeologische literatuur

Als eenheid is gekozen voor m/d, hoewel in de literatuur ook mm/h (landbouw) en m/s (hydrogeologie) worden gehanteerd. De eenheid m/d sluit aan bij hetgeen in Nederland gebruikelijk is en leidt bovendien tot overzichtelijke getallen.

Opgemerkt wordt dat men in de hydrogeologie vooral is geïnteresseerd in de horizontale doorlatendheid, terwijl voor de infiltratiesnelheid meestal juist de verticale doorlatendheid van belang is. In het algemeen is de horizontale doorlatendheid een factor 10 – 100 groter dan de verticale.

De literatuurwaarden tonen een grote spreiding in de opgegeven waarden voor fijn zand (maximum ca. 2 m/d, minimum minder dan 0,001 m/d). In veel gevallen liggen de literatuurwaarden voor de infiltratiesnelheid van fijn zand en vergelijkbare afzettingen rond en onder de in Duitsland gehanteerde minimumnorm van 0,09 - 0,43 m/d.



### 3. VELDMETINGEN

#### 3.1 Opzet

Om de infiltratiesnelheid ter plaatse van het onderzoeksterrein te bepalen, zijn veldmetingen uitgevoerd.

Dit is een onderzoek waarbij inzicht wordt verkregen in een aantal bodemaspecten zoals:

- bodemgesteldheid op de onderzoekslocatie;
- eventueel aanwezig zijn van minder goed doorlatende bodemlagen;
- doorlatendheid van bodemlagen;
- actuele grondwaterstanden;
- terrein-inrichting en gebruik.

Door deze verzamelde gegevens te combineren met een serie meetgegevens waarbij kan worden bepaald met welke snelheid het water in de bodem wegzijgt, kan een uitspraak worden gedaan over de  $k_d$  - waarde van de bodem op de onderzoekslocatie.

De metingen worden per boorgat minimaal in duplo uitgevoerd.

Het resultaat wordt o.a. beïnvloed door processen als vorming van wortelkanaaltjes, wormgangen etc. die een grotere spreiding in het meetresultaat tot gevolg heeft. Bij het dimensioneren van een eventuele infiltratievoorziening moet hiermee rekening worden gehouden.

Laboratoriummetingen aan grondmonsters (zeefkromme-analyses, Darcy-tests), worden in het algemeen als minder geschikt beschouwd, omdat deze doorgaans minder betrouwbare resultaten geven dan veldmetingen. Bovendien zijn de resultaten slechts representatief voor het genomen monster. Zeker in studiegebieden, gekenmerkt door een variabele bodemopbouw, zullen laboratoriummetingen minder betrouwbare resultaten opleveren.

In dit plangebied, met een grondwaterpeil van ongeveer 3,5 meter onder maaiveld, is de omgekeerde boorgatmethode toegepast. Deze test meet de *onverzadigde* doorlatendheid van de ondergrond. Het resultaat geeft een aanduiding van de horizontale infiltratiesnelheid en in mindere mate de verticale doorlatendheid in de onverzadigde zone.

De werkwijze is als volgt: Er wordt een gat met een diameter van 0,10 meter geboord tot in de te onderzoeken bodemlaag. Het gat wordt met water verzadigd en dan opnieuw gevuld tot een bepaald niveau, waarna met behulp van een elektronisch meetinstrument de snelheid gemeten waarmee het waterniveau daalt. Uit de snelheid waarmee dit gebeurt, kan de doorlatendheid van de bodemlaag worden berekend.

#### 3.2 Uitvoering, resultaten en interpretatie

Op 2 oktober 2009 zijn in totaal, verspreid over het studiegebied, 2 gaten geboord tot een diepte van 1,5 meter onder maaiveld. De doorsnede van elke boring is globaal 0,1 meter. Het grond in het boorgat is verzadigd met water. De daling van het waterpeil is gemeten met behulp van een "Diver®". Deze is ingesteld op een meetfrequentie van één meting per 5 seconden. De opnametijd voor elke meting is maximaal 20 minuten of korter bij hoge infiltratiesnelheden.

Zie bijlage 3 voor de meetpuntlocaties (en fotostandplaatsen) en bijlage 4 voor de boorprofiel beschrijvingen en de aangetroffen grondwaterpeilen. In bijlage 5 zijn foto's van het studiegebied opgenomen.

In de twee boorgaten zijn totaal vier tests uitgevoerd, twee per boring.

Na beëindiging van de meetwerkzaamheden worden de geregistreerde meetgegevens van de "Diver"

uitgelezen, geïnterpreteerd en verwerkt.

In tabel 3.1 zijn de meetresultaten uitgewerkt.

meet punt	test nummer	k [m/d]
A	1	0,85
A	2	0,75
B	1	0,62
B	2	0,60

Tabel 3.1 Berekende k-waarden

Uit de tabel kan het volgende worden afgeleid:

- In alle metingen overschrijdt de berekende doorlatendheid de minimale limietwaarde voor infiltratie van regenwater, die 0,42 m/d bedraagt.
- Het gemiddelde van alle berekende k-waarden bedraagt 0,7 meter per dag.
- De optredende verschillen tussen de duplo-metingen zijn acceptabel. De gemeten k-waarden zijn van een vergelijkbare ordegrrootte.
- Het gemiddelde van de gemeten waarden, komen overeen met de literatuurwaarden voor matig fijn zand.

#### 4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Samenvattend kan het volgende worden opgemaakt uit het infiltratieonderzoek:

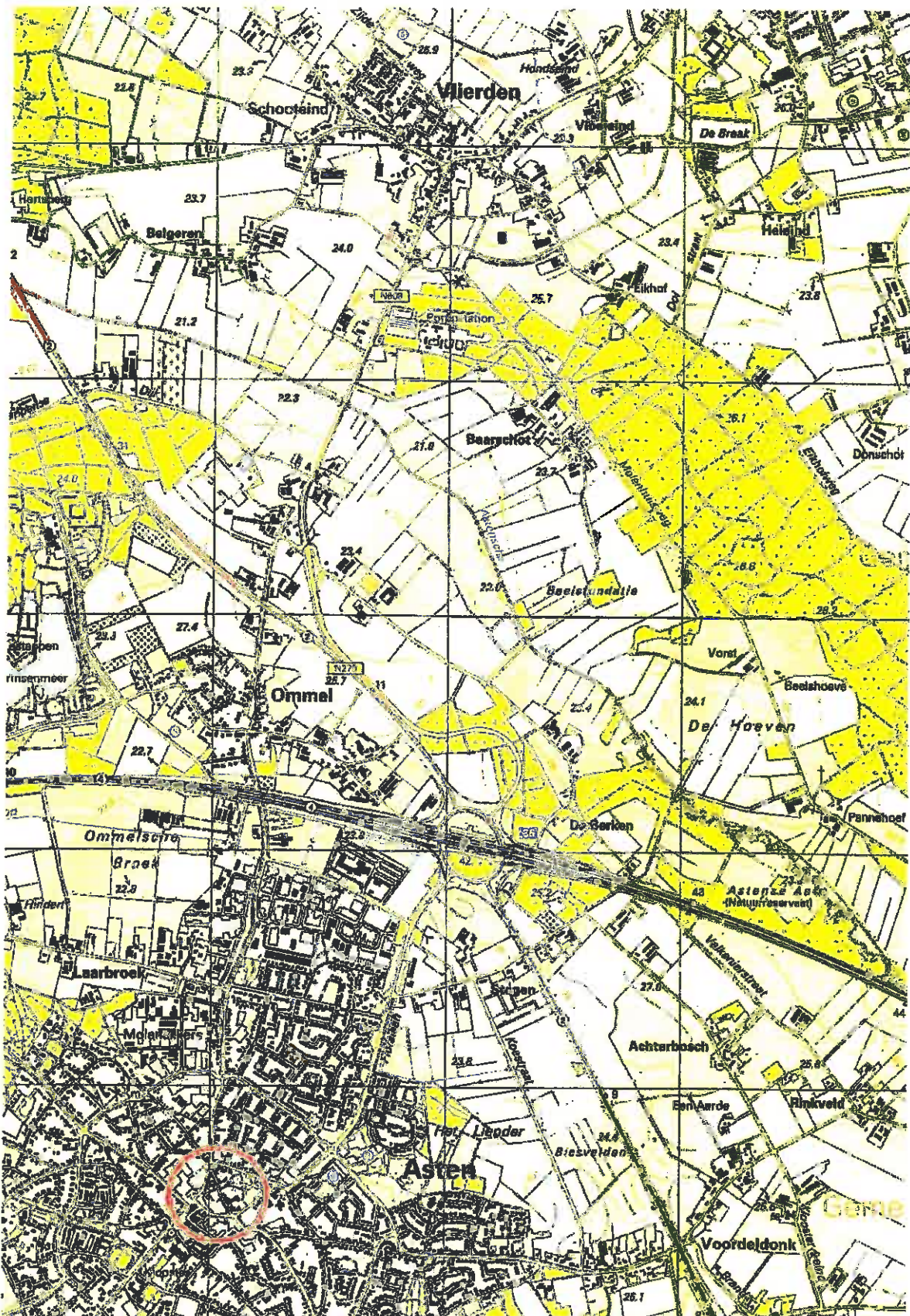
Uit de boorgegevens kan worden opgemaakt dat de bodem op een diepte < 2,0 meter onder maaiveld overwegend bestaat uit een pakket zand, matig fijn, plaatselijk is een leem- of veenlaag aanwezig. De grondwaterstand ligt op circa 3,5 meter onder maaiveld.

De onverzadigde doorlatendheid ter plaatse is bepaald door in 2 boringen, in totaal vier metingen uit te voeren. Het gemiddelde van alle *boven* de limietwaarde van  $k = 0,42$  m/d berekende waarden bedraagt circa 0,7 meter per dag. Een dergelijke doorlatendheid is geschikt voor de aanleg van infiltratievoorziening(en).

Voor het dimensioneren van eventuele infiltratievoorzieningen binnen het studiegebied kan worden uitgegaan van een horizontale doorlatendheid van circa 0,5 meter per dag. Hierbij is rekening gehouden met de praktijkervaring met infiltratievoorzieningen, dat in verloop van de tijd de doorlatendheid van de bodem afneemt. De verticale doorlatendheid zal een factor 5 tot 10 lager liggen.

## BIJLAGE 1

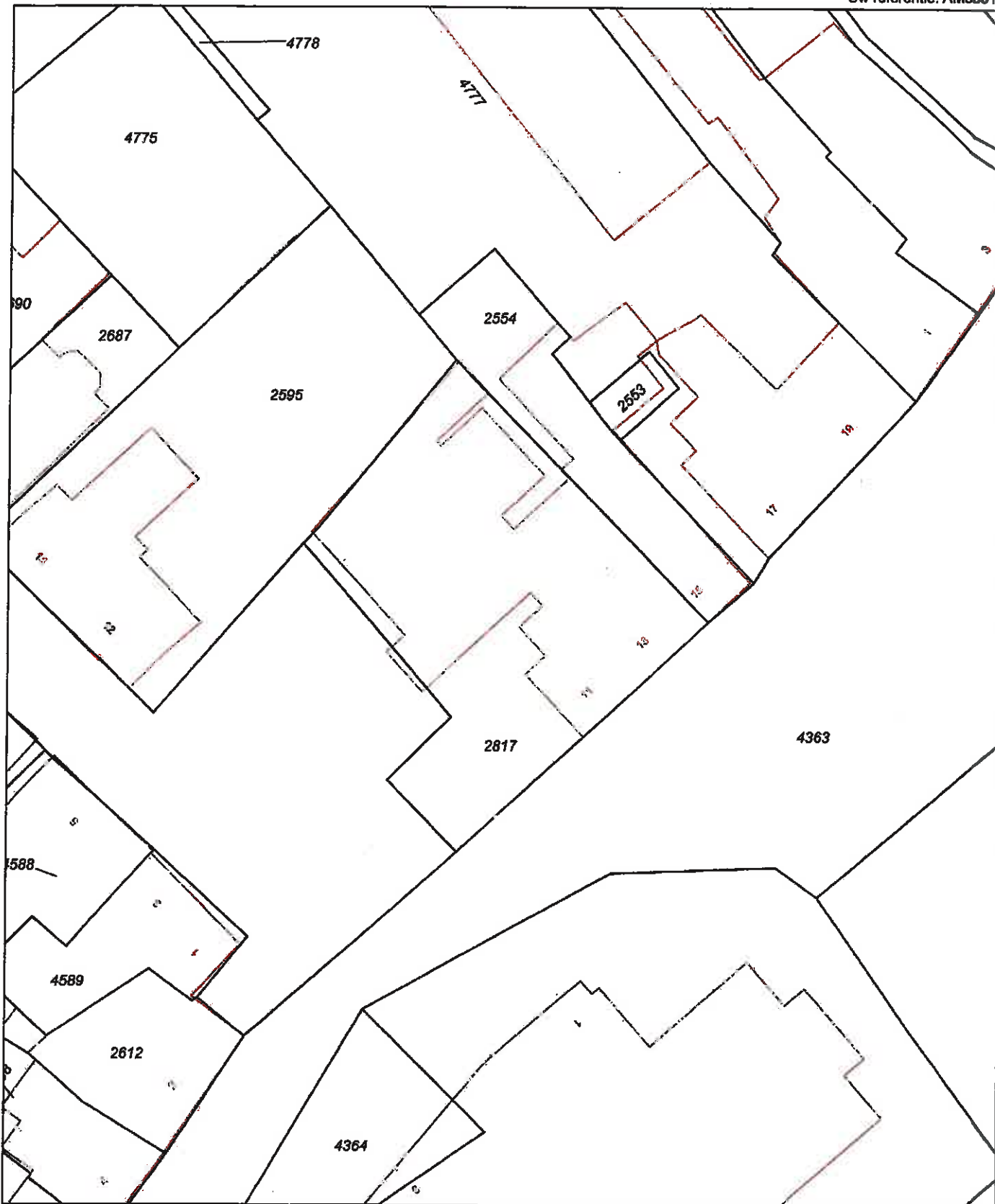
### Topografische overzichtskaart



Bron: Topografische Atlas, Noord-Brabant, Kaartblad 122, Uitgave ANWB, 2005.  
Topografische overzichtskaart met ligging onderzoekslocatie

## BIJLAGE 2

### Kadastrale situatie



Deze kaart is noordgericht		Schaal 1:500		
12345	Perceelnummer	Kadastrale gemeente	ASTEN	
25	Huisnummer	Sectie	G	
—	Kadastrale grens	Perceel	2817	
—	Bebouwing			
—	Overige topografie			

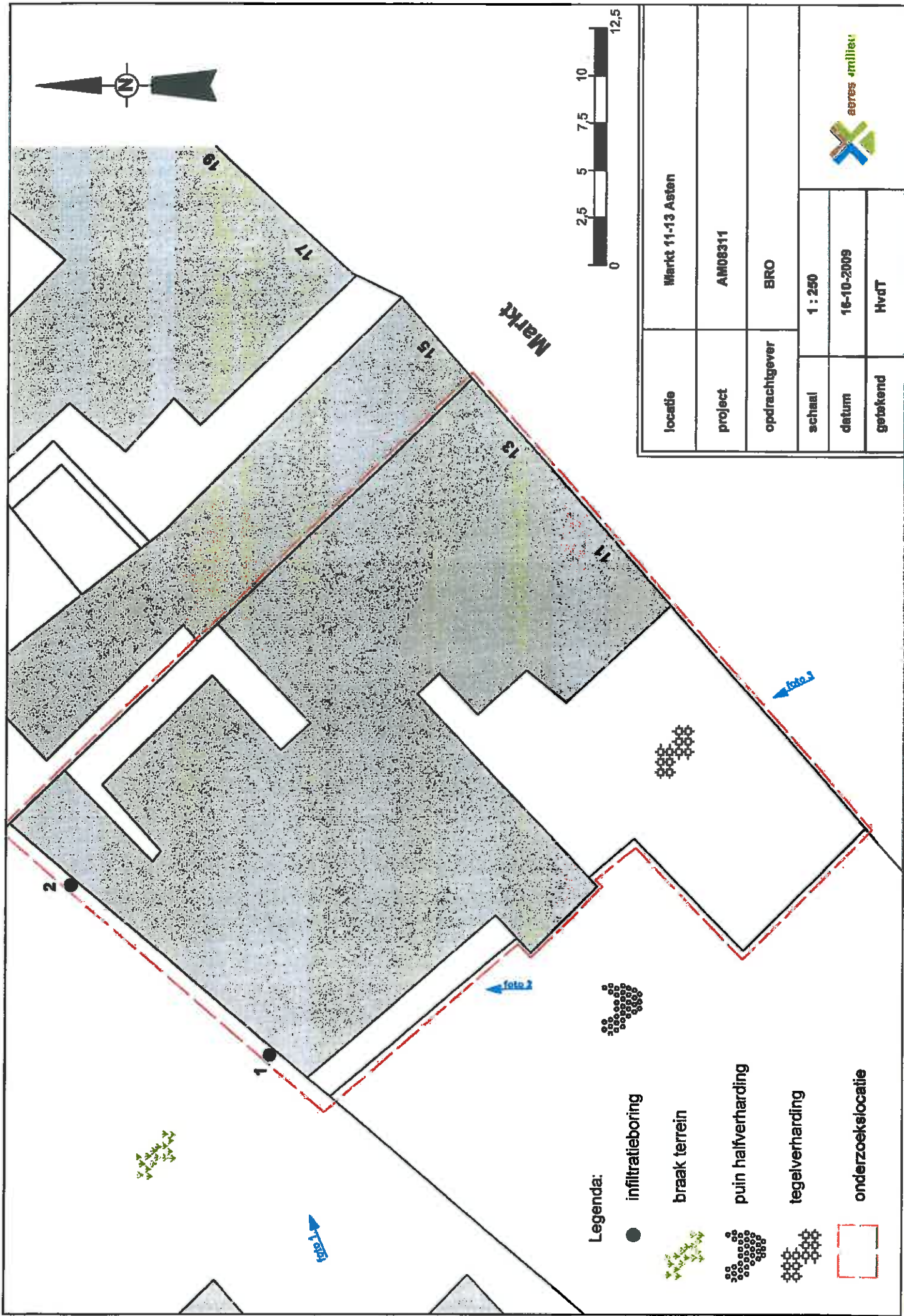
Voor een eensluidend uittreksel, EINDHOVEN, 13 oktober 2009  
 De bewaarder van het kadaster en de openbare registers


Aan dit uittreksel kunnen geen betrouwbare maten worden ontleend.  
 De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt zich de Intellectuele eigendomsrechten voor, waaronder het auteursrecht en het databankenrecht.

## BIJLAGE 3

Situatietekening onderzoekslocatie met meetpunten en  
fotostandplaatsen





locatie	Markt 11-13 Asten
project	AM08311
opdrachtgever	BRO
schaal	1 : 250
datum	16-10-2009
getekend	HvdT
 aeres milieu	

Legenda:

● infiltratieboring

 braak terrein

 puin halfverharding

 tegelverharding

 onderzoeklocatie

## BIJLAGE 4

### Boorprofielen

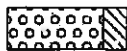



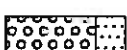
**Legenda (conform NEN5104)**

**en**

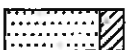

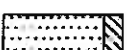

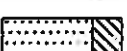
**Boorprofielen**

# Legenda (conform NEN 5104)

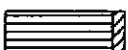
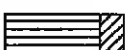
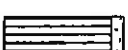
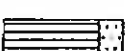
## grind

-  Grind, siltig
-  Grind, zwak zandig
-  Grind, matig zandig
-  Grind, sterk zandig
-  Grind, uiterst zandig

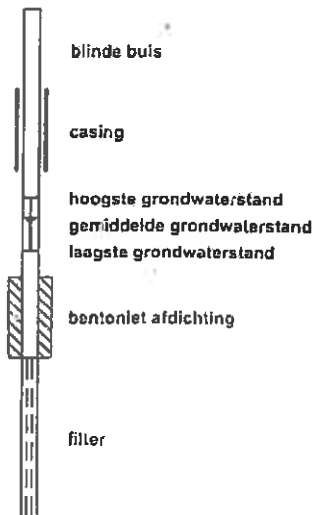
## zand

-  Zand, kleiig
-  Zand, zwak siltig
-  Zand, matig siltig
-  Zand, sterk siltig
-  Zand, uiterst siltig

## veen

-  Veen, mineraalarm
-  Veen, zwak kleiig
-  Veen, sterk kleiig
-  Veen, zwak zandig
-  Veen, sterk zandig



## peilbuis



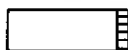
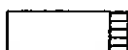
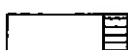
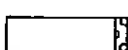
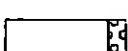
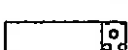
## klei

-  Klei, zwak siltig
-  Klei, matig siltig
-  Klei, sterk siltig
-  Klei, uiterst siltig
-  Klei, zwak zandig
-  Klei, matig zandig
-  Klei, sterk zandig

## leem

-  Leem, zwak zandig
-  Leem, sterk zandig






## overige toevoegingen

-  zwak humeus
-  matig humeus
-  sterk humeus
-  zwak grindig
-  matig grindig
-  sterk grindig

## geur

-  geen geur
-  zwakke geur
-  matige geur
-  sterke geur
-  uiterste geur

## olie

-  geen olie-water reactie
-  zwakke olie-water reactie
-  matige olie-water reactie
-  sterke olie-water reactie
-  uiterste olie-water reactie

## p.i.d.-waarde

-  > 0
-  > 1
-  > 10
-  > 100
-  > 1000
-  > 10000

## monsters

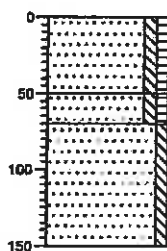
-  geroerd monster
-  ongeroerd monster

## overig

-  bijzonder bestanddeel
-  Gemiddeld hoogste grondwaterstand
-  grondwaterstand
-  Gemiddeld laagste grondwaterstand

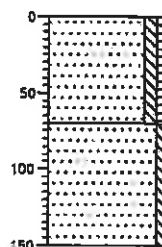


**Boring: 1**



0	brak
Δ	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen puin, sporen toien, sporen wortels, donkerbruin, Edelmanboor
-50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
-70	Zand, zeer fijn, zwak siltig, grijsgeel, Edelmanboor
-150	

**Boring: 2**



0	brak
Δ	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen wortels, donkerbruin Edelmanboor, spoor keramiek
-70	Zand, zeer fijn, zwak siltig, grijsgeel, Edelmanboor
-150	

## BIJLAGE 5

Foto's plangebied



Foto 1



Foto 2



Foto 3

