

An aerial photograph of a city, likely Groningen, showing a dense urban landscape with numerous red-brick buildings, green trees, and a prominent church spire in the distance. The sky is blue with scattered white clouds. A white rectangular box is overlaid on the upper portion of the image, containing the title and author's name.

# De ruimtelijke verstedelijking van Noord-Nederland vanaf 1950

Leon van der Meulen





Leon van der Meulen (2019)  
Masterthesis Cultural Geography  
Faculty of Spatial Sciences, University of Groningen  
Supervisor: Peter Groote

Results of this thesis are presented in an interactive  
Story Map: [www.arcg.is/TzG1C](http://www.arcg.is/TzG1C)



# De ruimtelijke verstedelijking van Noord-Nederland vanaf 1950

Leon van der Meulen

## Contents

<b>Samenvatting</b>	<b>2</b>
<b>Introductie</b>	<b>3</b>
<b>Doelstelling - Probleemstelling</b>	<b>4</b>
<b>Theoretisch Kader</b>	<b>4</b>
Geografische Informatiesystemen . . . . .	4
Remote sensing . . . . .	5
Verstedelijking / landgebruiksverandering . . . . .	5
<b>Methode</b>	<b>7</b>
Methode 1: Semiautomatische classificatie historische topografische kaarten . . . . .	7
Methode 2: Huidige data (met historische gegevens) . . . . .	8
<b>Resultaten</b>	<b>15</b>
Methode 1: Semiautomatische classificatie historische topografische kaarten . . . . .	15
Methode 2: huidige vector data (met historische gegevens) . . . . .	24
Casus De Knipe . . . . .	24
Vergelijking Methodes . . . . .	25
Casus Drachten Noord-Oost . . . . .	26
<b>Conclusie</b>	<b>30</b>
<b>Discussie</b>	<b>30</b>
<b>Referenties</b>	<b>31</b>

## Samenvatting

Inzicht in het verloop en de omvang van naoorlogse verstedelijking is op lokale en nationale schaal aanwezig, maar ontbreekt op regionale schaal. Deze thesis zoekt naar een oplossing voor dit gebrek aan inzicht, met behulp van de vragen *Hoe kan de omvang en het verloop van de naoorlogse ruimtelijke verstedelijking in Noord-Nederland geanalyseerd worden?*, *Hoe geschikt zijn veelgebruikte (gis-)methodes voor het (geautomatiseerd) onderzoeken van de omvang en het verloop van morfologische verstedelijking?* en *In hoeverre zijn huidige datasets met historische informatie geschikt voor dergelijk onderzoek?*. Twee veelgebruikte methodes komen voort uit literatuur: semiautomatische classificatie van historisch kaartmateriaal en analyse van huidige data met historische informatie. Het gaat dus om het fundamentele verschil tussen het uit het verleden naar het heden werken (historisch kaartmateriaal) of vanuit het heden naar het verleden werken (huidige databestanden met historie). Voor Noord-Nederland zijn historische kaarten via TopoTijdreis beschikbaar en huidige data vanuit de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG). Deze methodes en datasets zijn getest en beoordeeld aan de hand van twee cases. Beide GIS-methodes kunnen worden ingezet om zowel het verloop als de omvang van naoorlogse verstedelijking te analyseren. Het analyseren van huidige vectordata met historische informatie leidt tot betere resultaten dan de semiautomatische classificatie van historisch kaartmateriaal. Bij deze laatste methode leiden handgeschreven labels en het gebruik van verschillende symbolen tot onjuiste resultaten. De methode die huidige data gebruikt laat zien dat de BAG een geschikte dataset is om inzicht te krijgen in verstedelijking.



## Introductie

In Noord-Nederland heeft sinds de Tweede Wereldoorlog verstedelijking plaatsgevonden. Recentelijk uitgebrachte atlassen zoals de Atlas van de verstedelijking in Nederland, de Atlas van de wederopbouw en de Atlas nieuwe steden geven een indruk van de omvang én het verloop van de verstedelijking op lokale schaal. Deze atlassen richten zich namelijk op een aantal specifieke stedelijke gebieden. Data over landgebruik op grotere schaal is enkel vrij beschikbaar voor recente jaren. Historische landgebruiksdata is alleen commercieel beschikbaar en is zowel geografisch als temporeel versnipperd. Wat dus ontbreekt is een algeheel beeld van de omvang en het verloop van de ruimtelijke verstedelijking. Voor deze thesis geldt Noord-Nederland als proeftuin. Deze thesis heeft als doel inzicht te krijgen in omvang en het verloop van de ruimtelijke verstedelijking in (Noord-)Nederland sinds 1950 en geschikte methodes hiervoor.

Om verstedelijking te kunnen analyseren, is allereerst een duidelijke definitie van het begrip nodig. Verstedelijking wordt veelal vanuit drie perspectieven besproken (Berg et al., 1996, Friedmann (2002) in Gregory et al. (2011)):

1. Morfologische verstedelijking, ook wel ruimtelijke of demografische verstedelijking genoemd
2. Functionele verstedelijking, ook wel economische verstedelijking genoemd
3. Mentale verstedelijking, ook wel sociaal-culturele verstedelijking genoemd

In deze thesis staat de ruimtelijke of morfologische verstedelijking (tussen 1950 en 2017 in Noord-Nederland) centraal. Functionele verstedelijking wordt kort besproken, mentale verstedelijking is achterwege gelaten.

Morfologische verstedelijking is het proces van verstening (de mate waarin bebouwing voorkomt) van het landelijke gebied. Dit kan uitbreiding van bestaand stedelijk gebied zijn, stichting van nieuw stedelijk gebied of verstening in het landelijke gebied zonder dat het om stichting of uitbreiding van stedelijk gebied gaat (Berg et al., 1996).

Een stedelijk gebied is “een gebied met vrijwel aaneengesloten bebouwing: woongebieden en bedrijfsterreinen” volgens (Berg et al., 1996 p18). “In het stedelijke gebied is het oorspronkelijke landschap vrijwel geheel vervangen door bebouwing, wegen en aangelegd groen en water” (Compendium voor de Leefomgeving, 2008). Naast het daadwerkelijk bebouwde gebied worden ook bouwrijp gemaakte terreinen en autowegen, spoorwegen, industrie- en haventerreinen tot het stedelijk gebied gerekend vanwege hun stedelijke karakter (Berg et al., 1996; Compendium voor de Leefomgeving, 2008). Gebieden die niet binnen de aaneengesloten bebouwde stedelijke gebieden vallen, maar wel stedelijke functies hebben, vallen onder verstening of functionele verstedelijking. Dit zijn bijvoorbeeld begraafplaatsen of intensief gebruikte recreatieterreinen (Berg et al., 1996).

De functionele definitie van stedelijk gebied van Henri Lefebvre sluit hierop aan. Hij spreekt over de “urban fabric”. Het concept Urban Fabric gaat niet alleen over de bebouwde wereld van steden, maar omvat alle uitingen van de dominante positie van de stad tegenover het platteland. Een vakantiehuis, een snelweg, een supermarkt op het platteland zijn allemaal onderdeel van de urban fabric (Lefebvre, 2003).

Bij verstedelijking draait het om het proces (Sudhira et al., 2004). Dit is ook het uitgangspunt voor deze thesis. De veranderingen door de tijd heen staan centraal in de geteste methodes.

Verstedelijking vindt vaak plaats rondom het stadscentrum en langs belangrijke verbindingswegen (Sudhira et al., 2004). In Nederland heeft verstedelijking in de laatste decennia met name ook in deze zones rondom de stad plaatsgevonden (Hamers & Piek, 2012). Deze zogenaamde “stadsrandzones” vormen het gebied tussen stad en platteland “dat direct grenst aan de bestaande stad. De stadsrandzone ligt dus als een schil om het bestaand stedelijk gebied heen en volgt de grillige contouren ervan. Omdat we ervan uitgaan dat de omvang van de stadsrandzone afhankelijk is van de grootte van het stedelijk gebied, varieert de maat van de schil: hoe groter het stedelijk gebied, des te breder de stadsrandzone” (Hamers et al., 2009 p12).

Sinds 2016 zijn de historische topografische kaarten van Nederland van 1800 tot nu online beschikbaar. Deze



kaarten bieden inzicht in het landgebruik door de tijd, maar zijn niet direct geschikt om geautomatiseerd grootschalige analyses mee te doen. In deze thesis is een methode onderzocht om deze historische kaarten geschikt te maken voor dergelijke analyses. Naast historische kaarten zijn ook huidige datasets beschikbaar met historische informatie. Deze datasets zijn ook gebruikt om het verloop en de omvang van de verstedelijking in Noord-Nederland te analyseren en te testen of deze geschikt zijn voor dit doel.

De beschreven methodes zijn uitgetest om inzicht te verkrijgen in het verloop en de omvang van de (ruimtelijke) verstedelijking van Noord-Nederland vanaf 1950. De output van de geteste methodes wordt gepresenteerd door middel van een “story map”. Dit is een interactieve website waarop kaartmateriaal en data overzichtelijk gepresenteerd worden aan de lezer. Het geschreven deel van deze thesis bevat de theoretische en methodologische onderbouwing van de methodes en de reflectie op deze methodes.

## Doelstelling - Probleemstelling

Deze masterthesis heeft als doel inzicht te krijgen in methodes die geschikt zijn voor het meten van verstedelijking op regionaal niveau. De thesis richt zich alleen op de naoorlogse verstedelijking van steden en dorpen binnen Noord-Nederland. Inzicht in de methodes vormt samen met de achterliggende resulterende gegevens een basis voor verdere analyses en evaluaties van het proces van verstedelijking.

De centrale vraag binnen deze thesis is: *Hoe kan de omvang en het verloop van de naoorlogse ruimtelijke verstedelijking in Noord-Nederland geanalyseerd worden?*

- *Hoe geschikt zijn veelgebruikte (gis-)methodes voor het (geautomatiseerd) onderzoeken van de omvang en het verloop van morfologische verstedelijking?*
- *In hoeverre zijn huidige datasets met historische informatie geschikt voor dergelijk onderzoek?*

## Theoretisch Kader

In veel studies in verschillende vakgebieden wordt gebruik gemaakt van Geografische Informatiesystemen (GIS). In de volgende secties worden relevante concepten en literatuur in relatie tot GIS en verstedelijking besproken.

### Geografische Informatiesystemen

Er bestaan verschillende definities van GIS met ieder een eigen focus. In essentie komen de meeste definities hierop neer: GIS is “een computersysteem dat ruimtelijke data kan opnemen, opslaan, bevragen, analyseren en visualiseren” (Chang (2014) in Chang (2017) p1). Een meer conceptuele definitie van GIS luidt als volgt: een set tools voor het verzamelen, opslaan, ophalen, transformeren en visualiseren van ruimtelijke data uit de werkelijkheid voor een specifiek doel (Burrough, 1986). Het gaat in deze definities dus om de combinatie van tools in een softwarepakket. Wanneer er over GIS gesproken wordt, gaat het vaak enkel over de software. Andere componenten spelen echter ook een belangrijke rol in het systeem. Namelijk hardware, data, mensen en organisatie (Chang, 2017; Maguire, 1991). De verschillende definities zijn in drie perspectieven te vangen: kaart-, database- en ruimtelijke analyse perspectief. Voor dit onderzoek zijn al deze drie perspectieven of componenten belangrijk. De kaart is zowel een input voor het onderzoek als een van de outputs. De data vormen de basis voor de ruimtelijke analyses waar het onderzoek om draait.



## Remote sensing

Remote sensing is een techniek om ruimtelijke data in te winnen over een gebied aan de hand van beelden die verkregen zijn vanuit de lucht, bijvoorbeeld met een satelliet, vliegtuig of drone (Campbell, 2011). Remote sensing wordt ook wel gezien als een externe databron als input voor GIS (Parker, 1988).

Een veelgebruikte techniek in het Remote Sensing veld is semiautomatische classificatie. Bij deze methode wordt op basis van de pixelwaarde van de afbeelding bepaald tot welke categorie een pixel behoort. De gebruiker geeft door middel van een aantal in te tekenen trainingsgebieden, zogenaamde training samples, aan welke kleuren aan een bepaalde categorie dienen te worden toegekend. Hiermee wordt de GIS-Software “aangeleerd” om de juiste categorie te herkennen. Door deze pixels samen te voegen en te groeperen ontstaat er een rasterbestand met landgebruik (Stein et al., 1999; ESRI, 2016d).

## Verstedelijking / landgebruiksverandering

Als indicator voor verstedelijking/suburbanisatie wordt veelal het bebouwde gebied genomen (o.a. Torrens and Alberti, 2000; Barnes et al., 2001; Epstein et al., 2002 in Sudhira et al., 2004).

Verandering in het bebouwde gebied is morfologische verstedelijking. Morfologische verstedelijking kan gemeten worden aan de hand van grondgebruiksdata (Hamers et al., 2009) en adressendichtheid (Berg et al., 1996). Omgevingsadressendichtheid is een maatstaf van het CBS die wordt uitgerekend voor gemeenten, wijken en een grid van 500 x 500 meter voor heel Nederland. Voor het middelpunt van deze gebieden wordt uitgerekend hoeveel adressen er zich binnen een straal van één kilometer vanaf dat middelpunt bevinden. Vervolgens wordt hier een classificatie van stedelijkheid aan gekoppeld op een schaal van één tot vijf (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2017).

Onderzoek naar verstedelijking en/of landgebruiksverandering bevat vaak een GIS-component. Veel studies gebruiken satellietbeelden of luchtfoto's in combinatie met Remote Sensing technieken als basis voor hun analyses (o.a. Ehlers et al., 1990; Treitz et al., 1992; Yeh and Li, 1996, 1997, 1999 in Weng, 2002). Remote Sensing wordt vaak gebruikt vanwege het gebrek aan bestaande geschikte datasets (Weng, 2002). Aangezien satellietbeelden en luchtfoto's vaak wel beschikbaar zijn, worden deze gebruikt om data uit te extraheren. De meeste historische studies maken ook gebruik van (een combinatie van) historisch kaartmateriaal en luchtfoto's (Gregory & Ell, 2007).

Naast luchtfoto's en/of satellietbeelden worden zowel historische kaarten als kadastrale gegevens gebruikt voor onderzoek op lokale en regionale schaal. Op continentale of globale schaal wordt er vaak een inschatting gemaakt van het landgebruik op basis van bevolkingsgegevens al dan niet in combinatie met landgebruiksdata. Aangezien er slechts voor een klein deel van de periode waar deze thesis zich op richt luchtfoto's of satellietbeelden publiek toegankelijk zijn, is het in dit geval niet mogelijk om deze databron te gebruiken. Historisch kaartmateriaal is echter wél beschikbaar voor het gehele gebied en er is materiaal van verschillende periodes. De eerder beschreven semiautomatische classificatie methode is recentelijk ook toegepast op historisch kaartmateriaal (Kramer et al., 2003; Talich et al., 2012; Fuchs et al., 2015). Hierdoor zou het kaartmateriaal toch geschikt gemaakt kunnen worden voor gebruik in analyses. Een van de voordelen van deze methode is dat dezelfde analyses toegepast kunnen worden voor een groot gebied en verschillende jaren. Een nadeel is dat de classificatiemethode niet goed om kan gaan met grote veranderingen in de afbeeldingen. Naast dat het lastig is gebleken om geautomatiseerd objecten te herkennen (Gregory & Ell, 2007), vormen verschillende en veranderende symbolen, kleuren en klassen een probleem bij het omzetten van de historische kaarten naar GIS data. Het is ook belangrijk om te letten op het schaalniveau van zowel de originele kaart als van de analyse. Aangezien het bij een kaart om een versimpelde weergave gaat op een bepaald schaalniveau, is de resulterende data ook alleen geschikt om te gebruiken op dat schaalniveau of op een hoger niveau. Het zal nooit geschikt zijn voor analyses op een lager schaalniveau (Gregory & Ell, 2007).



Een aantal zaken maakt het classificeren van historische kaarten ingewikkelder dan bijvoorbeeld satellietbeelden en luchtfoto's. Ten eerste worden er verschillende klassen, symbolen en kleuren gebruikt in verschillende jaargangen en bij de oudste kaarten verschillen de kleuren en symbolen tussen of zelfs binnen kaartbladen. Ten tweede vormt de grote hoeveelheid aanwezige (handgeschreven) labels een probleem.

Er zijn twee mogelijke oplossingen voor dit probleem met labels en symbolen. De eerste oplossing is het apart classificeren van de labels, dus los van de overige elementen op de kaart. Het automatisch herkennen van tekst wordt ook wel OCR genoemd, optical character recognition. Het herkennen van topografische labels in historische kaarten is lastig voor standaard OCR programma's (Eikvil, 1993; Hull, 1994; Fuchs et al., 2015). De focus in veel studies naar tekstherkenning van historische kaarten ligt op de extractie van de geschreven labels als tekst voor tekstuele analyses (Martins et al., 2007; Yu et al., 2016). Voor deze thesis over Noord-Nederland moeten de labels herkend worden en vervangen door de onderliggende pixels met landgebruik. De onderzochte herkenningmethodes in eerder genoemde studies zijn voor dit onderzoek dus niet geschikt. Deze methode is daarom ook niet verder onderzocht in deze thesis. De tweede oplossing is een meer pragmatische, namelijk het handmatig verwijderen van de labels met een fotobewerkingsprogramma. Bijvoorbeeld Adobe Photoshop. De meest geschikte tool om objecten of tekst van een figuur te verwijderen en te vervangen met de omliggende pixels is de Content Aware Fill tool (Adobe, 2016). Met de hand wordt een gebied geselecteerd dat een label bevat, daarna verwijdert de tool de labels en vult deze op met de waarden van de omliggende pixels. Zo ontstaat een (vrijwel) naadloos rasterbestand met landgebruik, wat voor deze methode de basis vormt voor het analyseren van veranderingen in het landgebruik.

## **Aggregatie**

Bij veel (Remote Sensing) studies worden analyses pixel voor pixel gedaan (Blaschke & Strobl, 2001). Een groot nadeel van deze methode is dat de waarde van een pixel beïnvloed wordt door de omliggende pixels (Townshend et al., 2000). Deze ruis kan tot onjuiste resultaten leiden bij het classificeren en analyseren. Een van de manieren om voor deze ruis te corrigeren is het segmenteren of groeperen van pixels tijdens de classificatie (Blaschke & Strobl, 2001; ESRI, 2016d). Hierbij worden pixels met dezelfde waarde samengevoegd tot één gebied. Een tweede methode is het toepassen van een Expand en Shrink filter. Hierbij worden de omliggende pixels van een bepaalde categorie voorzien van de waarde van deze categorie en vervolgens wordt de categorie die het vaakst voorkomt in de omliggende pixels toegekend aan de pixel (Fuchs et al., 2015). Als laatste methode wordt ruimtelijke aggregatie toegepast (Fuchs et al., 2015). Deze methode is ook voor Nederlands historisch kaartmateriaal gebruikt (Kramer et al., 2003). Aggregatie corrigeert niet alleen voor ruis, maar maakt ook het vergelijken van verschillende bronnen over tijd betrouwbaarder. Kleine afwijkingen in het intekenen en verschillende projecties zorgen er bijvoorbeeld voor dat de brondata en afgeleiden nooit exact op elkaar passen. Door de pixels of resultaten te aggregeren in een grid dat voor ieder jaar hetzelfde is, kan voor deze afwijkingen worden gecorrigeerd.

## **Functionele verstedelijking**

Naast morfologische verstedelijking, speelt ook het proces van functionele verstedelijking in deze periode. In eerder onderzoek zijn locaties van bedrijven gebruikt om functionele verstedelijking te meten (Berg et al., 1996). Landgebruiksbestanden zijn een andere veelgebruikte bron voor het meten van functioneel landgebruik. Op basis van verandering van de categorie van een bepaald gebied kan verstedelijking gemeten worden (Hamers & Piek, 2012). Een voorbeeld van een dergelijk bestand voor Nederland is het Bestand Bodemgebruik (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2016a). In dit bestand is het landgebruik opgesplitst in verschillende functionele categorieën.

In onderzoek naar verstedelijking wordt dus al veel gebruik gemaakt van GIS methodes. Recentelijk zijn ook historische kaarten gebruikt voor geautomatiseerde analyses. De behandelde methodes vormen de basis



voor de methodologie van deze thesis.

## Methodie

In deze thesis zijn twee methodes voor het meten van verstedelijking getest: semiautomatische classificatie van historisch kaartmateriaal en analyse op basis van hedendaagse vector datasets mét historische informatie. Het gaat dus om het fundamentele verschil tussen het uit het verleden naar het heden werken (historisch kaartmateriaal) of vanuit het heden naar het verleden werken (huidige databestanden met historie). Hiervoor zijn secundaire data gebruikt om de indicatoren voor verstedelijking te analyseren. Indien beschikbaar zijn bestaande gegevens gebruikt. Wanneer dat niet het geval was, zijn op basis van verschillende datasets nieuwe data gecreëerd. Een van de problemen bij het analyseren van historische veranderingen in landgebruik is het gebrek aan historische ruimtelijke data. Pas sinds het eind van de jaren tachtig zijn landsdekkende GIS-bestanden beschikbaar. Data van voor die tijd zijn ofwel versnipperd of alleen tegen commercieel tarief beschikbaar en is vaak van wisselende kwaliteit. In deze thesis is onderzocht in hoeverre vrij beschikbare data ook geschikt zijn voor dit type onderzoek.

### Methodie 1: Semiautomatische classificatie historische topografische kaarten

Sinds 2016 zijn scans van historische topografische kaarten van Nederland via het Kadaster online te bekijken op de website Topotijdreis.nl (Bakker, 2015; Kadaster, 2016). Voor deze thesis is gebruikgemaakt van de oudste beschikbare historische kaarten, de Bonnebladen van begin 1900, en de laatst beschikbare kaarten van 2015. De bronbestanden van de kaarten van tussenliggende jaren zijn helaas niet vrij beschikbaar in een bruikbaar formaat voor de GIS-Software. Het Kadaster beschikt hier wel over, maar was alleen bereid om deze kaarten tegen betaling aan te leveren. Vanwege dit feit is er geen verder onderzoek gedaan naar de tussenliggende jaren.

De kaarten van Topotijdreis.nl vormen een zeer waardevolle bron van informatie, maar zijn helaas nog niet direct geschikt om geautomatiseerd ruimtelijke analyses mee te doen in GIS. Een van de manieren om deze kaarten geschikt te maken voor analyse is handmatige digitalisatie van objecten, het overtekenen van de historische kaart (o.a. Sudhira et al., 2004; Rutte & Abrahamse, 2014). Dit proces is echter niet te automatiseren en zeer tijdrovend, zeker op de schaal van Noord-Nederland. Deze methode dan ook niet meegenomen in deze thesis.

Een tweede manier om dit materiaal geschikt te maken zou semiautomatische classificatie van de historische kaarten kunnen zijn. Voor deze thesis is semiautomatische classificatie in twee gebieden in Friesland getest: De Knipe en Drachten. De keuze voor deze twee plekken is gemaakt vanwege de omvang van de plaatsen (klein dorp, grote kern), het feit dat ze verspreid zijn over kaartbladen met verschillende jaargangen en omdat de auteur beide plaatsen goed kent. Deze lokale kennis helpt bij het controleren van de resultaten en daarmee bij het beoordelen van de methode.

Het proces van semiautomatische classificatie verloopt in meerdere iteraties. Telkens na het draaien van de analyse worden de resultaten handmatig visueel gecontroleerd aan de hand van de historische kaart. Indien nodig zijn de training samples na deze controle bijgewerkt en is het classificatieproces opnieuw gestart. Dit proces is herhaald totdat er geen verbetering meer optrad in de resultaten.

Aangezien pixel voor pixel analyses beïnvloed worden door omliggende pixels (Blaschke & Strobl, 2001) zijn de resultaten van de classificatie geaggregeerd in een grid. De tool Generate Tesselation (ESRI, 2016a) is hiervoor gebruikt om een grid te genereren. Voor het aggregeren van classificatie op basis van de Bonnebladen is een grid van  $50 \times 50$  m. Dit is ook gedaan in eerdere studies die gebruik maakten van de Bonnebladen (Kramer et al., 2003). Na het genereren van het grid is de tool Zonal Statistics (ESRI, 2016e) gebruikt om de geclassificeerde pixels te aggregeren naar het grid. Deze methode levert een grid op dat de meest

voorkomende categorie in iedere cel weergeeft. Door bij ieder jaar hetzelfde grid te gebruiken, is het mogelijk om de periodes te vergelijken.

Na het classificeren en aggregeren zijn de resultaten zowel d.m.v. berekeningen als visueel beoordeeld. Deze beoordeling is verder toegelicht in het hoofdstuk resultaten.

## **Methode 2: Huidige data (met historische gegevens)**

De tweede methode die binnen deze thesis is getest is het gebruik van huidige (vector)data. Het voordeel van vector data ten opzichte van raster data is dat er extra informatie is gekoppeld aan de ruimtelijke data (objecten of features genoemd), de zogenaamde attribuut informatie. Deze data kunnen worden gebruikt om selecties te maken en analyses te doen op basis van deze attribuut informatie, bijvoorbeeld het bouwjaar van een gebouw.

Een van de belangrijkste vectorbestanden in dit onderzoek is de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG). Dit is het centrale bestand waarin alle gebouwen in Nederland worden bijgehouden. In 2011 was de eerste versie gereed en sindsdien worden wijzigingen dagelijks bijgehouden. Aangezien een groot deel van de methode en resultaten ingaat op specifieke onderdelen van dit bestand, wordt hierna eerst de opbouw van het bestand besproken.

### **De Basisregistratie Adressen en Gebouwen**

De Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) is de landelijke registratie waarin alle Adressen en Gebouwen in Nederland zijn opgenomen. Deze registratie vormt een unieke dataset voor onderzoek naar gebouwen in Nederland. Voor deze thesis zijn drie onderdelen van de BAG belangrijk.

1. De geometrie, om ruimtelijke analyses mee te kunnen doen.
2. Het bouwjaar, dit is gekoppeld aan panden.
3. De functie, dit is geregistreerd op het niveau van een eenheid binnen een gebouw, het zogenaamde verblijfsobject.

Om te begrijpen wat deze onderdelen in de BAG precies inhouden volgen eerst de definities van de drie belangrijke onderdelen in de BAG en enkele voorbeelden van deze onderdelen.

“Een pand is de kleinste bij de totstandkoming functioneel en bouwkundig-constructief zelfstandige eenheid die direct en duurzaam met de aarde is verbonden en betreedbaar en afsluitbaar is (Wevers et al., 2009 p7)”.

“Een verblijfsobject is de kleinste binnen één of meer panden gelegen en voor woon-, bedrijfsmatige, of recreatieve doeleinden geschikte eenheid van gebruik die ontsloten wordt via een eigen afsluitbare toegang vanaf de openbare weg, een erf of een gedeelde verkeersruimte, onderwerp kan zijn van goederenrechtelijke rechtshandelingen en in functioneel opzicht zelfstandig is (Wevers et al., 2009 p54)”. Een verblijfsobject kan verschillende functies hebben, deze functies zijn gebaseerd op de bestemming die het betreffende pand waarin het object ligt heeft.

Onderstaand overzicht laat zien welke functies voorkomen in de BAG (Gemeente Amsterdam, 2017b).

1. woonfunctie: gebruiksfunctie voor het wonen
2. bijeenkomstfunctie: gebruiksfunctie voor het samenkomen van mensen voor kunst, cultuur, godsdienst, communicatie, kinderopvang, het verstrekken van consumpties voor het gebruik ter plaatse en het aanschouwen van sport
3. celfunctie: gebruiksfunctie voor dwangverblijf van mensen
4. gezondheidszorgfunctie: gebruiksfunctie voor medisch onderzoek, verpleging, verzorging of behandeling



5. industriefunctie: gebruiksfunctie voor het bedrijfsmatig bewerken of opslaan van materialen en goederen, of voor agrarische doeleinden
6. kantoorfunctie: gebruiksfunctie voor administratie
7. logiesfunctie: gebruiksfunctie voor het bieden van recreatief verblijf of tijdelijk onderdak aan mensen
8. onderwijsfunctie: gebruiksfunctie voor het geven van onderwijs
9. sportfunctie: gebruiksfunctie voor het beoefenen van sport
10. winkelfunctie: gebruiksfunctie voor het verhandelen van materialen, goederen of diensten
11. overige gebruiksfunctie: niet in dit lid benoemde gebruiksfunctie voor activiteiten waarbij het verblijven van mensen een ondergeschikte rol speelt.

Een gebouw kan dus uit meerdere panden bestaan en in deze panden kunnen meerdere verblijfsobjecten aanwezig zijn met verschillende functies. Om meer duidelijkheid te scheppen volgen een aantal voorbeeldsituaties. De meest eenvoudige situatie is die van een vrijstaande woning, zie figuur 1.

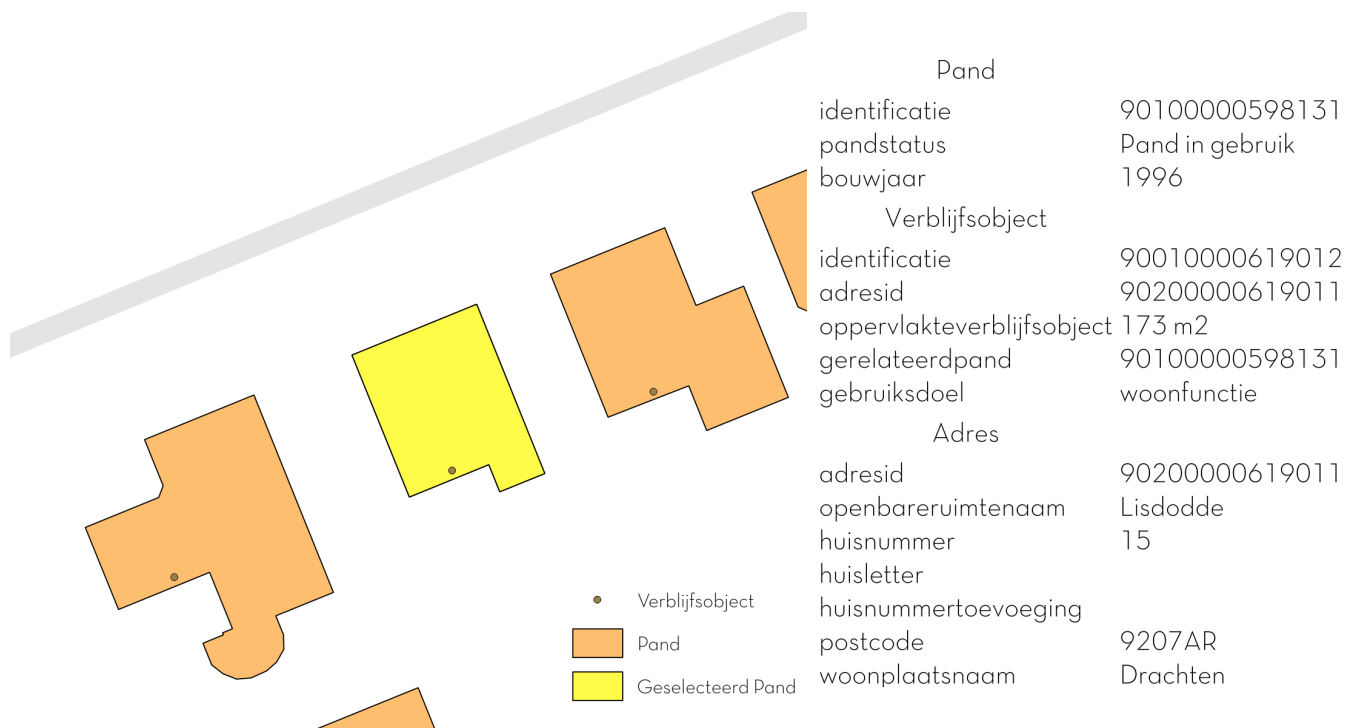


Figure 1: Voorbeeld van een pand in de BAG

De woning is opgenomen in de BAG als één enkel pand, met daarin één verblijfsobject met een woonfunctie. Het verblijfsobject is weer gekoppeld aan een adres. Er zijn echter ook situaties waarbij het ingewikkelder ligt. Figuur 2 laat dit zien.



Figure 2: Voorbeelden van verschillende wooneenheden in de BAG

In figuur 2 staan verschillende types woningen aangegeven.

1. De vrijstaande woning, die is reeds hierboven behandeld.
2. De twee-onder-een-kapwoning: Deze woning deelt weliswaar een tussenmuur en vaak dezelfde dakconstructie met een naastgelegen woning. Het is echter ook afzonderlijk betreedbaar én afsluitbaar. De woning wordt dus als afzonderlijk pand en verblijfsobject opgenomen in de BAG.
3. Een rijtjeswoning is om dezelfde reden ook apart opgenomen als pand en verblijfsobject. Immers als er een woning tussenuit gehaald wordt, blijven de andere woningen staan.
4. Portiekflats bestaan vaak uit meerdere trappenhuizen waaraan verschillende woningen grenzen. Deze blokken met woningen zijn vaak gescheiden met een smalle brandgang. Indien dit het geval is, wordt een flatgebouw opgedeeld in meerdere panden. De flats die via hetzelfde trappenhuis bereikbaar zijn vormen samen één pand. De verschillende woningen binnen de flat worden als apart verblijfsobject aangemerkt.
5. Garages, permanente schuurtjes en andere bijgebouwen zijn als pand opgenomen, maar kennen geen verblijfsobject als ze “dienstbaar” aan het hoofdgebouw zijn. Dat wil zeggen dat het gebruik ervan gekoppeld is aan het hoofdgebouw. Er wordt alleen een verblijfsobject toegekend indien er sprake is van functionele zelfstandigheid. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer een bedrijf opereert vanuit een garage.

Er zijn ook situaties waarin meerdere woningen of wooneenheden te onderscheiden zijn in een gebouw, maar waar deze niet als apart pand worden aangemerkt. Dit is bijvoorbeeld het geval bij galerijflats en boven- en benedenwoningen. De verschillende wooneenheden zijn wel als apart verblijfsobject opgenomen, maar vallen binnen hetzelfde pand.

Mobiele of tijdelijke woningen, denk aan woonboten, woonwagens of containerwoningen worden apart behandeld in de BAG. Woonboten worden zelf niet opgenomen in de BAG maar hun ligplaats wel, mits het om een permanente vergunde ligplaats gaat. Van woonwagens (en stacaravans) is de standplaats opgenomen in de BAG. Ook hier geldt dat het om een permanente plek moet gaan. Tijdelijke woningen, kantoren etc.



in de vorm van containers of portocabins worden als pand opgenomen in de BAG als ze een permanent karakter hebben. Wat precies als permanent karakter wordt beschouwd, lijkt per gemeente te verschillen. Wanneer deze weggehaald worden, wordt dat als sloop geregistreerd in de BAG. Deze manier van verwerken zou invloed kunnen hebben op het aantal panden in de periode na 2011.

Het is belangrijk om deze definities te kennen om de resultaten van de analyses uit deze thesis te kunnen duiden. Verschillende definities of operationaliseringen van het begrip gebouw, pand, woning en eenheid leveren andere interpretaties van getallen op. In deze thesis worden de definities van panden uit de BAG aangehouden. Dit houdt dus in dat sommige meergezinswoningen als aparte panden zijn meegenomen en anderen als één enkel pand. In Noord-Nederland bestaat 23,6 procent van de woningvoorraad uit meergezinswoningen. Binnen Noord-Nederland is alleen in de gemeenten Groningen en Leeuwarden het aandeel meergezinswoningen hoger dan het landelijke gemiddelde van 35,3 procent met respectievelijk 63,8 en 37,6 procent (ABF Research, 2017). Voor het algehele beeld van de omvang en het verloop van de ruimtelijke verstedelijking lijkt de invloed dan ook te overzien.

### **Morfologische Verstedelijking**

Bij morfologische verstedelijking draait het om de verstening van een gebied (Berg et al., 1996). Een indicator voor de omvang van dit proces is de productie van panden in een bepaalde periode. Om de productie in de naoorlogse periode te kunnen analyseren zijn in deze thesis de panden uit de BAG gegroepeerd op basis van bouwjaar in klassen van 5 jaar. Hiermee wordt gecorrigeerd voor onnauwkeurigheid en het age-heaping effect (Zhang & Heitjan, 1990; A'Hearn et al., 2009). Deze aantallen zijn berekend voor heel Noord-Nederland, maar ook op het lagere schaalniveau van Gemeenten en CBS Buurten.

Het nadeel van gemeentegrenzen is dat door fusies gemeenten groter worden waardoor het kan lijken alsof er veel groei heeft plaatsgevonden in een bepaald jaar, terwijl dit niet het geval hoeft te zijn. Om dit te voorkomen wordt in deze thesis uitgegaan van de gemeentegrenzen van 2017.

Ook bij de CBS buurten wordt van de buurten uit 2017 uitgegaan. Buurten worden vaak gebruikt als geografische eenheid in onderzoek (Pickett & Pearl, 2001). Het CBS deelt gebieden in op basis van functie. In een stad als Groningen zijn de meeste (woon)wijken gedefinieerd als aparte buurt. In het buitengebied zijn de grotere dorpen als aparte buurt opgenomen en het omliggende gebied dat bij dit dorp hoort, geldt als aparte buurt. Het onderscheid in kernen en buitengebied maakt het gemakkelijker de groei binnen kernen te onderscheiden van de groei van het omliggende. De groei van buitenwijken is op deze manier ook duidelijker te zien.

Alternatieven voor de CBS buurten zijn de BAG woonplaatsgrenzen of de bebouwde komgrenzen uit de Top10NL. De woonplaatsen uit de BAG zijn echter vaak groter dan de grenzen van een plaats, het gaat in de BAG om de woonplaats die als postadres gebruikt wordt. In de woonplaats Groningen in de BAG is bijvoorbeeld ook Hoogkerk opgenomen, waar in de bebouwde kom dataset deze plaatsen wel apart zijn opgenomen. Een nadeel van de bebouwde komgrenzen is de sterke verandering door de jaren heen. Veranderingen in de definities bij het kadaster vormen de belangrijkste oorzaak hiervoor. Daarbij komt dat de bebouwde komgrens geen wettelijke bepaling kent en gemeentes dus de bebouwde komborden op verschillende manieren plaatsen (Broeks, 2017). Deze redenen maken zowel de woonplaatsen uit de BAG als de bebouwde komgrenzen ongeschikt als aggregatieniveau voor de tweede methode, omdat ze simpelweg niet vergelijkbaar zijn. Voor de eerste methode zijn wél de bebouwde komgrenzen gebruikt. Het verifiëren van de percentages landgebruik per categorie is eenvoudiger in dat geval. Binnen de bebouwde kom zou het percentage bebouwd gebied richting de 100% moeten zijn.

Het tellen van het aantal panden per periode per gebied geeft zowel inzicht in de omvang en het verloop van productie als in de voorraad uit verschillende periodes. Een duidelijke indicatie van de stedelijkheidsgraad op grotere schaal geeft het echter nog niet. Een veelgebruikte methode voor het bepalen van deze stedelijkheidsgraad is de zogenaamde (omgevings)adressendichtheid (Centraal Bureau voor de Statistiek, 1992;

Berg et al., 1996; Centraal Bureau voor de Statistiek, 2017). Het aantal adressen binnen één kilometer van een plek geeft een indicatie van de stedelijkheid van die plek. Op basis van het aantal adressen wordt een stedelijkheidsklasse toegekend. In tabel 1 is deze verdeling uitgewerkt.

Omgevingsadressendichtheid	Stedelijkheidsklasse
> 2500	1: Zeer sterk stedelijk
1500 - 2500	2: Sterk stedelijk
1000 - 1500	3: Matig stedelijk
500 - 1000	4: Weinig stedelijk
< 500	5: Niet-stedelijk

Tabel 1: Stedelijkheidsklassen (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2017)

De omgevingsadressendichtheid wordt door het CBS berekend met het vierkantstatistiek grid als geografische eenheid. Het bestand CBSvierkanten500m is opgebouwd uit een landsdekkend grid van 500m bij 500m. Per vierkant zijn demografische en statistische gegevens bekend (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2014). De vierkanten veranderen niet door de tijd, dit maakt het een uitermate geschikt bestand voor analyses naar veranderingen in de tijd.

De omgevingsadressendichtheid kan wel gezien worden als de standaard maatstaf in Nederland voor stedelijkheid. Ook voor deze thesis zou dit een geschikte methode kunnen zijn om de totale omvang van de verstedelijking te kunnen analyseren en op lokale schaal de verstedelijking in kaart te brengen. Er is daarbij echter één probleem. De locaties van adressen zijn beschikbaar in de BAG, maar aan adressen is geen bouwjaar gekoppeld. Een koppeling van het bouwjaar van het pand waarin het adres zich bevindt, maakt het toch mogelijk om een jaartal aan een adres toe te kennen. Op deze manier wordt een analyse van de omgevingsadressendichtheid door de tijd mogelijk. Voor deze thesis is voor verschillende periodes de omgevingsadressendichtheid berekend met het vierkantstatistiek grid en gevisualiseerd om de verspreiding en concentratie van de verstedelijking inzichtelijk te maken. Dit geeft meer inzicht in de concentratie van de verstedelijking dan alleen de productietallen. In de [story map](#) zijn deze concentratiekaarten te zien in een animatie. Animaties laten verandering door de tijd beter zien dan statische kaarten (Gregory & Ell, 2007).

## Kwaliteit & Volledigheid

Om de gebruikte methodes te kunnen beoordelen, is een indicatie van de kwaliteit van de gebruikte gegevens nodig. Over de kwaliteit van de BAG en veelvoorkomende onjuistheden is veel bekend dankzij herhaaldelijke audits en onderzoeken (Ellenkamp & Rietdijk, 2010, Centraal Bureau voor de Statistiek (2016b)). Dankzij terugmeldingen van gebruikers wordt de kwaliteit van de BAG steeds beter. Iedere overheidsgebruiker heeft de plicht om onjuistheden te melden. De bronhouder (meestal een gemeente) moet dan vervolgens de melding in behandeling nemen. Op deze manier worden veel onjuistheden gecorrigeerd. De komende jaren zal dit proces versterkt worden door een verandering in de Wet Waardering Onroerende Zaken. Op dit moment worden woningen gewaardeerd op basis van inhoud, vanaf 2022 zijn gemeenten verplicht om dit op basis van gebruiksoppervlakte te doen (Waarderingskamer, 2016). Gemeenten hebben 5 jaar de tijd om de BAG te verbeteren en zo gereed te maken voor de nieuwe manier van waarderen. De correctheid van oppervlaktes en wellicht ook bouwjaren zal hierdoor waarschijnlijk blijven verbeteren.

De bouwjaren in de BAG geven een goede indicatie voor de periode waarin een pand is gebouwd. De kwaliteit van de bouwjaren in de BAG wordt grotendeels beïnvloed door de verschillende methodes die gebruikt zijn om het bouwjaar toe te wijzen aan een pand. Er zijn hiervoor grofweg drie methodes te onderscheiden:

1. op basis van een brondocument, bijv. bouwvergunning
2. op basis van interpolatie van bouwjaren van omliggende panden (Gemeente Amsterdam, 2017a)



### 3. inschatting door een expert, bijv. taxateur (Binnenlands Bestuur, 2011)

Over het algemeen geldt: hoe ouder het pand, hoe minder nauwkeurig het bouwjaar. Het ministerie heeft hiervoor tolerantiegrenzen opgesteld.

“Kwaliteit: Ten aanzien van de nauwkeurigheid van bouwjaren worden de volgende tolerantiegrenzen gehanteerd:  $\geq 1992$ : 1 jaar 1950-1991: 2 jaar 1900-1949: 5 jaar 1800-1900: 10 jaar  $< 1800$ : 25 jaar Bij zeer oude panden geldt de beste schatting” (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2017).

Een aantal bouwjaren worden gebruikt als dummy bouwjaar. In Amsterdam is dit 1050, over het algemeen wordt 9999 gebruikt (Gemeente Amsterdam, 2017a). Het bouwjaar 1900 is ook een speciaal jaar, dit wordt namelijk als dummy jaar voor de WOZ waarde gebruikt (Vereniging van Nederlandse Gemeenten, 2010). Veel gegevens uit de BAG zijn gebaseerd op gegevens uit WOZ registraties. Voor dit onderzoek zijn panden met een dergelijk dummy bouwjaar uit de te analyseren dataset gehaald.

Bij de derde methode, het inschatten van het bouwjaar, speelt leeftijdstapelen of “age heaping” waarschijnlijk een rol. Mensen zijn geneigd om een jaartal af te ronden op 5 of 10 jaar (Zhang & Heitjan, 1990; A’Hearn et al., 2009). Dit kan leiden tot onjuiste bouwjaren en dus tot incorrecte uitkomsten van analyses op basis van de BAG. In twee case studies is onderzocht hoeveel de BAG afwijkt op dit vlak.

### **Sloop en wijkvernieuwing**

De BAG is geïnventariseerd vanaf 2009 en in 2011 was de eerste versie gereed. Sindsdien worden ook wijzigingen bijgehouden zoals sloop en nieuwbouw. Panden die na 2009 zijn gesloopt zijn dus ook als zodanig opgenomen in de BAG. Wanneer een pand wordt gesloopt, wordt de status van het pand gewijzigd in ‘Pand Gesloopt’. Dit betekent dus dat panden die vóór 2009 gesloopt zijn niet in het bestand terug te vinden zijn. Deze panden bestonden immers tijdens de inventarisatie al niet meer. Het feit dat gesloopte panden ontbreken in de BAG zou mogelijk kunnen leiden tot een onvolledig aantal panden voor een periode. Dit speelt met name in gebieden waar wijk- of stadsvernieuwing heeft plaatsgevonden.

Sinds de jaren 60 en 70 van de vorige eeuw vindt vernieuwing plaats op verschillende plekken in Nederland (Wöltgens, 1996; Helleman & Wassenberg, 2001; Ouweland & Davis, 2004). In eerdere jaren 70/80 werden vaak complete (delen van) woonwijken gesloopt en vanaf nul opnieuw opgebouwd. Dat ging met name om vooroorlogse wijken en werd stadsvernieuwing genoemd. Tegenwoordig ligt de focus op naoorlogse wijken en wordt het wijkvernieuwing genoemd. Bij deze wijkvernieuwing wordt vaker gewerkt met de bestaande structuur van de wijk, waarbij door middel van renovatie of gedeeltelijke en gefaseerde sloop en nieuwbouw de wijk wordt vernieuwd. Door deze wijkvernieuwing verandert de samenstelling van bouwjaren in een wijk. Dit heeft tot gevolg dat in de uitkomsten op basis van de BAG een vertekend beeld kan ontstaan. Wanneer bijvoorbeeld een wijk uit de jaren 50 van de 20e eeuw compleet is vervangen in de jaren 90 van dezelfde eeuw, dan komt uit de uitgevoerde analyse dat de wijk stamt uit de jaren 90. ABF Research stelt in 2002 dat 19% van de woningvoorraad in 1985 behoorde tot de categorie ‘slechte’ woningen. In 2000 was dit percentage slechte woningen nog slechts 1%. Deze ‘slechte’ woningen zijn voornamelijk van voor 1940 (ABF Research, 2002). Dit zou betekenen dat voor deze thesis de invloed beperkt is, aangezien het hier om naoorlogse verstedelijking gaat. Daarnaast valt te beargumenteren dat deze afwijking niet van groot belang is voor het gehele beeld van de omvang van verstedelijking. Deze gebieden waar wijkvernieuwing heeft plaatsgevonden waren reeds verstedelijkt en zijn dat nu nog steeds. Om in te kunnen schatten hoe groot de invloed van gesloopte panden op deze thesis is, is door middel van twee case studies een check uitgevoerd met historisch (kaart)materiaal en lokale kennis van de auteur. De uitkomsten van deze case studies geven inzicht in de mogelijke invloed van sloop op de getallen in het globale overzicht.

## Functionele Verstedelijking

Naast de hierboven behandelde morfologische verstedelijking, speelt ook functionele verstedelijking een rol in de periode na 1950. Deels kan functionele verstedelijking uit landgebruiksdata gehaald worden (Hamers et al., 2009). In het geval van deze thesis uit de resultaten van methode één.

De verspreiding van functies zou eveneens op basis van de BAG in kaart gebracht kunnen worden. Eerdere studies maakten gebruik van data over bedrijven (Berg et al., 1996). De verblijfsobjecten bevatten één of meerdere gebruiksdoelen, deze zijn ingedeeld aan de hand van de bouwkundige gebruiksfunctie uit het bouwbesluit (Gemeente Amsterdam, 2017b). Aan verblijfsobjecten is echter niet direct een bouwjaar gekoppeld als attribuut informatie. Om toch een analyse over tijd te kunnen doen, is het bouwjaar van het pand waarin het verblijfsobject zich bevindt, gekoppeld aan het verblijfsobject. Het nadeel is dat de functies zijn toegekend op het moment dat de BAG is geïnventariseerd, of wanneer dit nadien is gewijzigd. Het kan dus voorkomen dat een (eenheid binnen een) pand voor de inventarisatie een andere bestemming had dan nu in de BAG is geregistreerd.

De BAG gaat uit van de functie waarvoor een vergunning is uitgegeven. Het kan dus voorkomen dat het feitelijke gebruik afwijkt van het vergunde gebruik. Een voorbeeld daarvan is wonen. Ongeveer één procent van de Nederlandse bevolking staat als bewoner ingeschreven in een verblijfsobject met een ander gebruiksdoel dan woonfunctie. Het gaat veelal om ouderen in een verzorgingshuis of om objecten met een logies (tijdelijk onderdak) of kantoorfunctie. Dit komt bijvoorbeeld voor bij panden die zijn omgebouwd tot appartementen (???). Van gebruiksdoelen anders dan wonen is niet bekend welk percentage afwijkend gebruik bevat.

## Stadsrandzone

Verstedelijking vindt vaak plaats rondom het stadscentrum en langs belangrijke verbindingswegen, de zogenaamde stadsrandzone (Sudhira et al., 2004, Hamers et al. (2009), Hamers & Piek (2012)). Voor de steden Groningen en Leeuwarden is in deze thesis onderzocht in hoeverre dit ook geldt voor de naoorlogse verstedelijking in Noord-Nederland. Voor het bepalen van de grootte van deze zone is gerekend met de volgende formule die door Hamers et.al. (2009) is opgesteld op basis van eerdere onderzoeken naar stadsrandzones.

$$\text{Stadsrandzone (m)} = \sqrt{\text{oppervlakte stedelijk gebied (m}^2\text{)} / 6} \text{ (Hamers et al., 2009 p31).}$$

Als uitgangspunt voor het stedelijk gebied voor de berekening is het bebouwde gebied handmatig gedigitaliseerd op basis van de TopoTijdreis kaart van 1949 (Kadaster, 2016). Het uitrekenen van een radius (buffer), met de afstand die uit de bovengenoemde formule komt, rondom het gedigitaliseerde gebied kan de stadsrandzone bepaald worden. Met iedere uitbreiding van stedelijk gebied, verandert de stadsrandzone mee. Om het exacte aandeel binnen de stadsrandzone te meten, zou dus voor elke uitbreiding opnieuw deze zone uitgerekend moeten worden. In het geval van deze thesis is de situatie in 1949 het vaste uitgangspunt en is er niet voor iedere uitbreiding een nieuwe zone berekend. De bebouwing uit de BAG van 2017 is gebruikt om het aandeel binnen de stadsrandzone te berekenen. Dit geeft inzicht in de invloed van de historische situatie op de uiteindelijke verstedelijking sinds 1950.

Naast stedelijk gebied gebruiken Hamers et.al. (2009) ook opritten van snelwegen als indicator voor de stadsrandzone. Opritten binnen de stadsrandzone tellen mee met een radius (buffer) van 1800 meter, opritten buiten de zone met 900m. Voor deze thesis zijn de kruisingen van hoofdwegen als opritten genomen, aangezien er nog geen snelwegen waren in de twee steden in 1949. Deze kruisingen zijn ook gedigitaliseerd op basis van de kaart van 1949 uit TopoTijdreis (Kadaster, 2016). Na het digitaliseren van het stedelijk gebied en de kruisingen, is door het berekenen van een buffer de stadsrandzone bepaald. Vervolgens is het aantal panden binnen en buiten de stadsrandzone uitgerekend. Zie figuur 3 voor een illustratie van het concept.



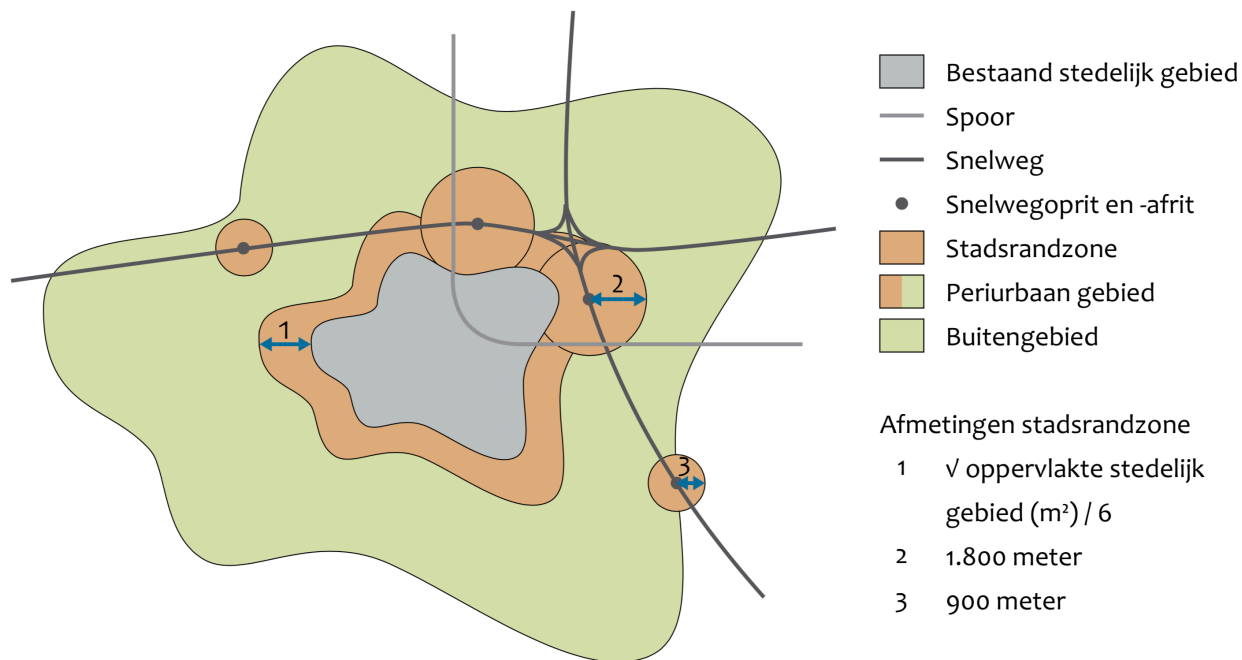


Figure 3: Illustratie operationalisering stadsrandzone (Hamers et al., 2009 p32)

De resultaten van de hierboven beschreven methodes worden gepresenteerd in een [story map](#). Deze website biedt de lezer de mogelijkheid zelf de data te bekijken op een kaart, om bijvoorbeeld een specifiek gebied te bekijken. Deze manier van het presenteren van resultaten wordt steeds vaker toegepast (Skowronnek et al., 2015, Bureau Europa (2014)).

## Resultaten

In dit hoofdstuk wordt de geschiktheid van de gebruikte methodes besproken. Allereerst de uitkomsten van methode 1: semiautomatische classificatie historische kaarten. Ten tweede de uitkomsten van methode 2: huidige vector data (met historische gegevens). Van de tweede methode is de output van de methode te bekijken via een [interactieve website](#). In dit geschreven deel van de thesis is gereflecteerd op de resultaten aan de hand van twee case studies.

### Methode 1: Semiautomatische classificatie historische topografische kaarten

In deze thesis is voor twee gebieden de semiautomatische classificatiemethode uitgetest, Drachten en de Knipe.

#### De Knipe

De eerste casus is het Friese dorp De Knipe. Dit dorp beslaat slechts één kaartblad, wat als voordeel heeft dat dezelfde klassen, symbolen en kleuren voor zijn gebruikt. Zo kan de classificatie getest worden zonder invloed van verschillen in symbologie. Zoals in figuur 4 te zien is, staan er meerdere labels verspreid op de kaart.

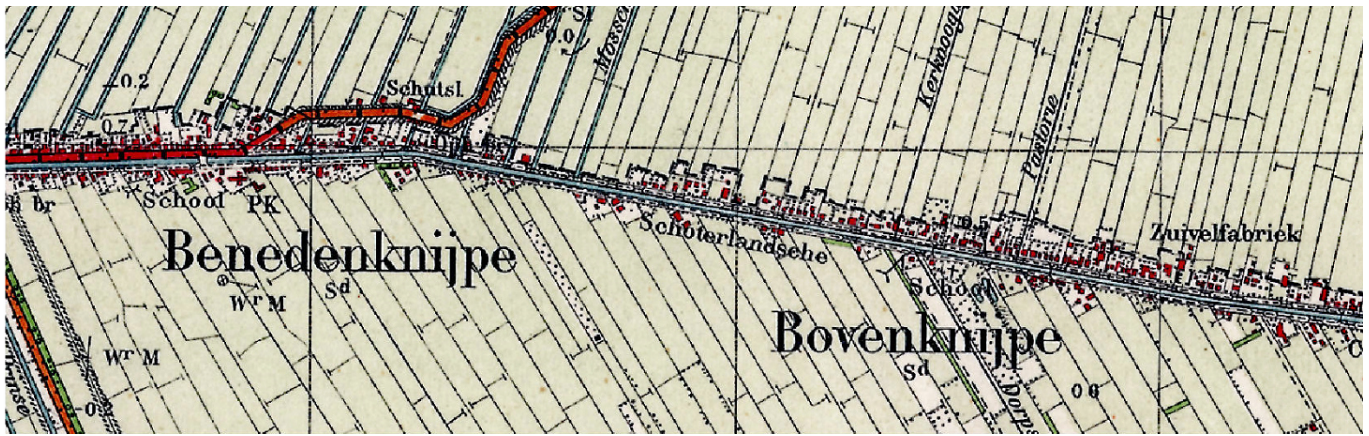


Figure 4: Originele historische kaart de Knipe

De labels worden gebruikt voor namen van plaatsen, straten, waterwegen, hoogte en labels voor specifieke plaatsen zoals fabrieken. Alle labels zijn (bijna)zwart. Deze kleur wordt niet alleen voor labels gebruikt, maar ook voor de randen van (water)wegen, gebouwen en akkers. De pixels zijn dus vergelijkbaar met de randen van wegen bijvoorbeeld. Figuur 5 illustreert dit.

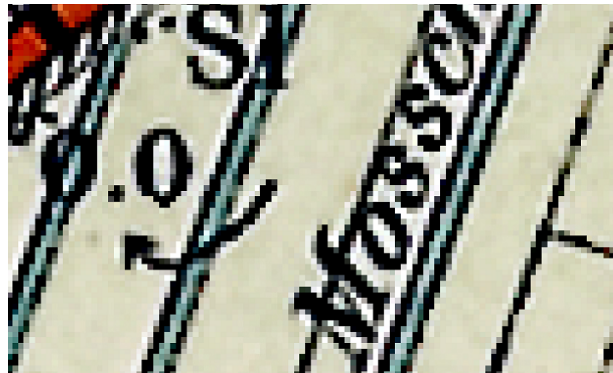


Figure 5: Labels vergeleken met ander kaartobjecten

Tijdens het classificeren van deze kaarten vormen labels een probleem. Deze labels worden vaak geclassificeerd als bebouwd gebied, omdat de kleur van de labels gelijk is aan de randen van andere objecten op de kaart. Dit is te zien in figuur 6.

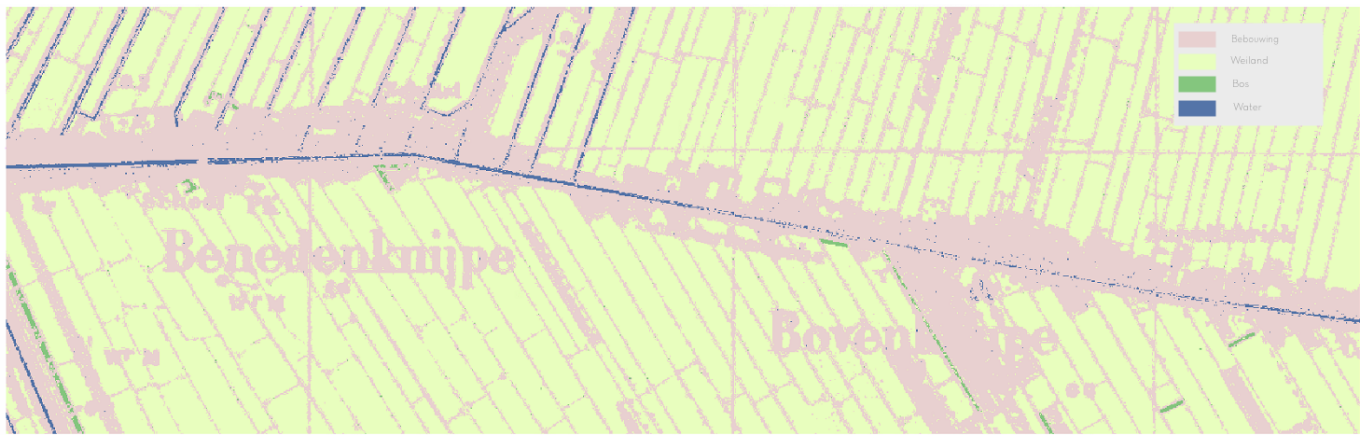


Figure 6: De Knipe geclassificeerd met labels. Labels krijgen dezelfde classificatie als het bebouwd gebied

Om te bepalen wat het effect is van de als bebouwd gebied geclassificeerde labels zijn alle labels met de content aware fill techniek handmatig verwijderd. Het classificatieproces is daarna nogmaals doorlopen. Hieruit blijkt dat de labels een grote invloed hebben op de resultaten, namelijk tot 4 keer zoveel bebouwd gebied. Zie figuur 7 en tabel 2.

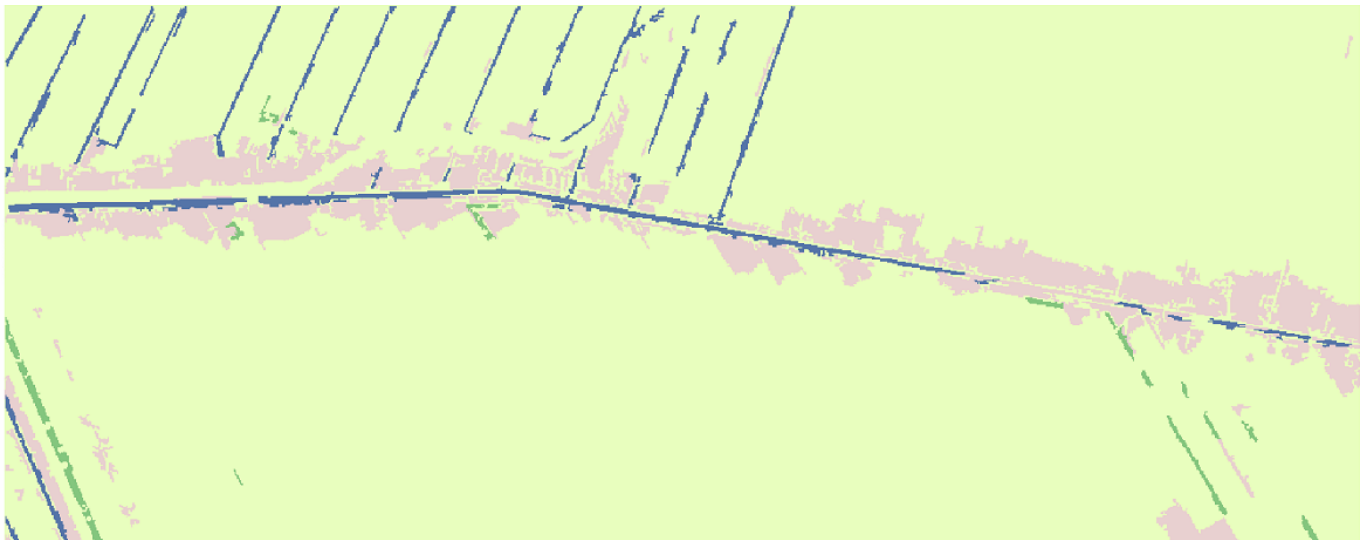


Figure 7: De Knipe geclassificeerd zonder labels

Klasse	Zonder labels	Met labels
Bebouwd Gebied	8,4%	34,8%
Landbouw	89,4%	63,7%
Water	1,8%	1,2%
Bos	0,4%	0,3%

Tabel 2: Geclassificeerd oppervlakte per klasse met en zonder labels

De classificatie op basis van het originele kaartblad mét labels leidt dus tot onjuiste aantallen. Naast labels



worden ook de delen van weilanden, akkers of grasland onterecht geclassificeerd als bebouwd gebied. Een voorbeeld hiervan is in figuur 8 te zien. Links in de figuur het origineel, rechts de classificatie. Dit komt het vaakst voor in gebieden met kleine percelen. Deze hebben meer randen, dus meer zwarte pixels. Er is dus minder verschil met de omliggende pixels waardoor deze gebieden worden aangemerkt als bebouwd gebied.



Figure 8: Weilanden geclassificeerd als bebouwd gebied. Links origineel, rechts het resultaat van classificatie

Het classificatieproces is herhaald met kleinere en grotere hoeveelheden training samples en verschillende instellingen. Deze veranderingen hebben niet geresulteerd in andere resultaten dan het resultaat hierboven. Om de overgebleven onjuist geclassificeerde gebieden te filteren, is een aggregatie van de resultaten nodig. In de paragraaf over aggregatie, achterin dit hoofdstuk, wordt hier meer aandacht aan besteed.

## Drachten

In het geval van Drachten beslaat het gebied vier kaartbladen. Gezien het feit dat de historische kaarten zijn geproduceerd op basis van de bonneprojectie (Geudeke, 2015) en zijn geherprojecteerd naar de nieuwe RD projectie (Kramer et al., 2003) ontstaan er gaten waar de kaartbladen op elkaar aansluiten. De kaartbladen vormen daardoor geen naadloze dekking van het gebied, maar zijn verbonden met zwarte grensvlakken. Om toch een naadloze dekking te creëren, zijn ook hier met de content aware fill tool de vlakken vervangen. Na dit opvulproces blijven slechts enkele zwarte lijnen over. Mogelijk nadeel is dat het resultaat niet volledig oppervlaktegetrouw is. De totale oppervlakttes zullen iets hoger zijn dan in werkelijkheid. De figuren 9 en 10 laten het verschil zien.

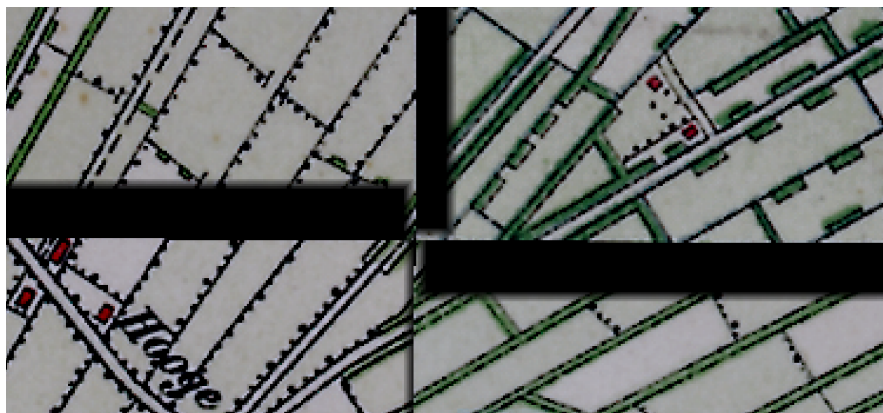


Figure 9: Grensgebied origineel

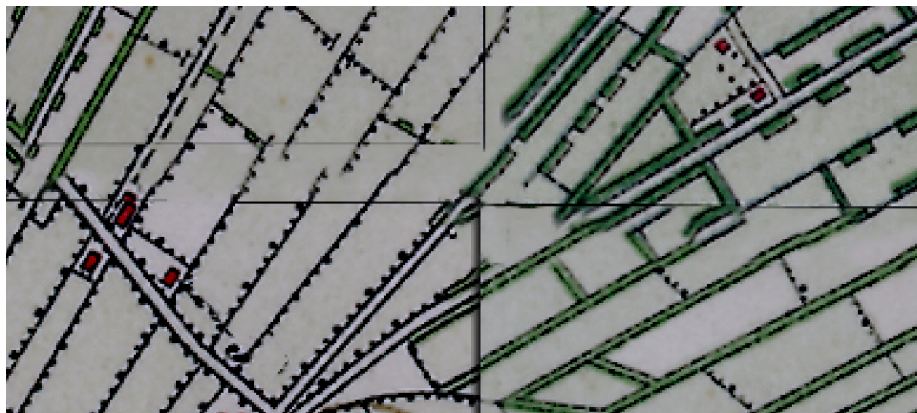


Figure 10: Grensgebied na content aware fill

Alhoewel er verschillen in kleurgebruik zijn tussen de kaartbladen lijken de resultaten van de classificatie daar niet door te worden beïnvloed. Over het algemeen worden de bebouwde gebieden correct geïdentificeerd. De andere gebieden hebben daarentegen veel onjuiste classificaties. Meer nog dan in het geval van de Knipe worden in Drachten veel weilanden en sloten als bebouwd gebied geïdentificeerd. Zie figuur 11 en 12.



Figure 11: Historische kaart Drachten

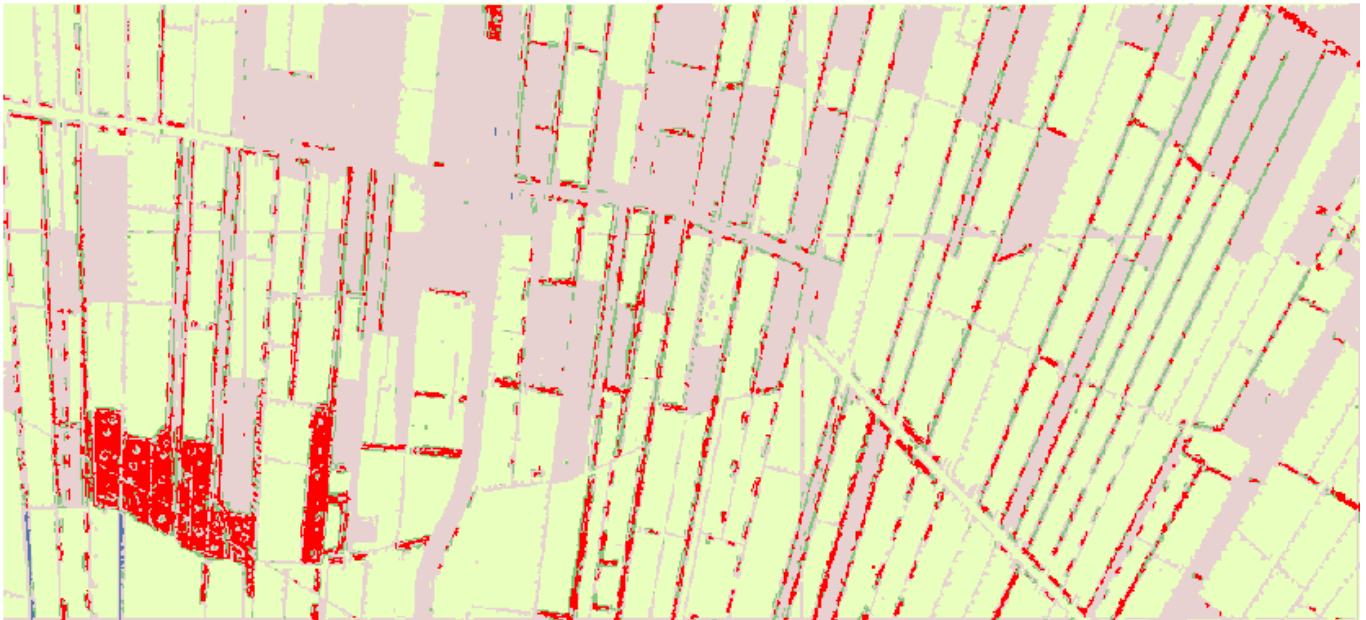


Figure 12: Classificatie Drachten

In deze casus zijn ook verschillende rondes van classificatie uitgevoerd, met verschillende sets van training samples in wisselend aantal en verschillende classificatie parameters. Over het algemeen leiden classificaties met minder training samples tot een betere algehele classificatie en leiden classificaties met meer training samples tot een betere classificatie in specifieke kleinere gebieden. Mogelijk komt dit ook door de verschillende symbolen en invloed van grenslijnen e.d. Bij minder samples worden deze dan gefilterd.

Er zijn veel verschillende parameters die aangepast kunnen worden in het classificatieproces. In deze thesis vormen de standaard instellingen (object based classification) de basis, behalve de segment attributes, die zijn omhoog bijgesteld. Deze laatste instelling beïnvloedt namelijk het proces van het groeperen van pixels. Hiermee worden pixels van dezelfde categorie sneller samengevoegd en wordt de invloed van ruis beperkt.

Het getoonde resultaat van de classificatie, zie figuur 12, is het beste resultaat van al deze testen. In dit geval zijn verschillende delen bos als weg geclassificeerd en een groot deel van de weilanden als bebouwd gebied. Andere classificaties waren nog minder goed. Problemen waren bijvoorbeeld dat alle weilanden geclassificeerd werden als water of wegen werden geclassificeerd als bos. Voor gebieden met meerdere kaartbladen blijkt deze methode dus ongeschikt, vanwege het grote aandeel onjuist geclassificeerde gebieden.

Het gebrek aan standaardisering bij de historische kaarten is terug te zien aan het feit dat niet in iedere jaargang dezelfde symbolen en kleuren zijn gebruikt voor dezelfde groepen landgebruik. Het komt ook voor dat er andere klassen worden gehanteerd, met meer of minder detailniveau. Om toch de kaarten per jaar te kunnen vergelijken is het noodzakelijk om voor iedere jaargang individuele training samples aan te maken en de categorieën aan te passen naar één standaard indeling. Voor de kaarten van latere jaargangen houdt dit in dat klassen samengevoegd moeten worden.

### Huidige topografische kaart

Dezelfde methodes zijn toegepast op de huidige topografische kaart, de Top25NL. Deze is ook beschikbaar in hetzelfde rasterformaat als de historische kaarten. Deze kaart is gemaakt op vergelijkbaar schaalniveau als de bonnebladen. Een groot voordeel ten opzichte van de historische kaarten is het feit dat deze kaart digitaal gemaakt is in een GIS-pakket en daarom een betere resolutie heeft. Dit is duidelijk zichtbaar in de resultaten



van de classificatie, zie figuur 13 en 14. Het classificeren van de huidige kaart gaat aanzienlijk beter dan de historische kaarten, zo zijn er bijvoorbeeld veel minder training samples nodig in vergelijking met de historische kaart om tot een gelijk resultaat te komen. De huidige kaart kent echter wel meer verschillende klassen dan de historische kaart. De verschillende klassen van de huidige kaart zijn daarom gegroepeerd op basis van klassen van de historische kaart. Dit leverde geen problemen op tijdens het classificatieproces.

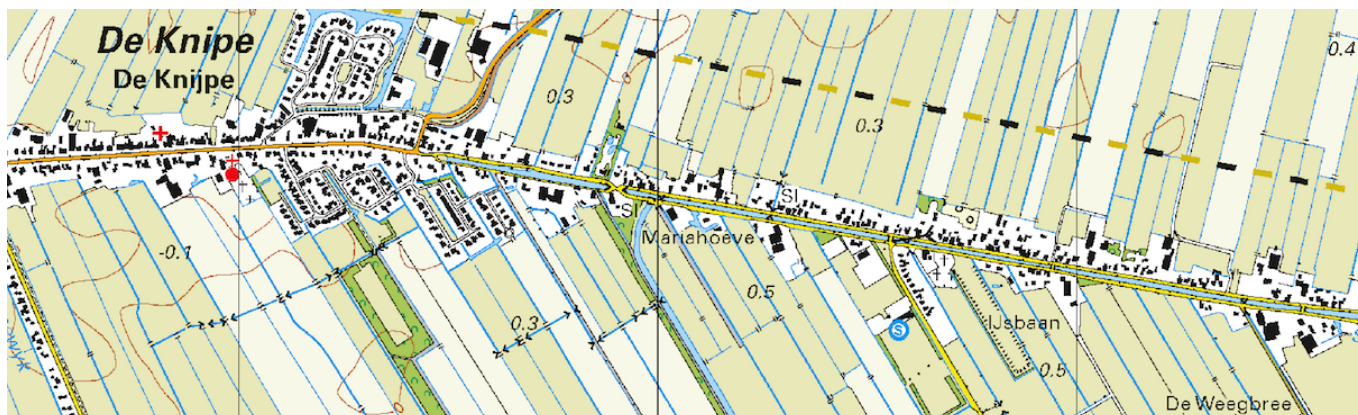


Figure 13: Huidige topografische kaart origineel

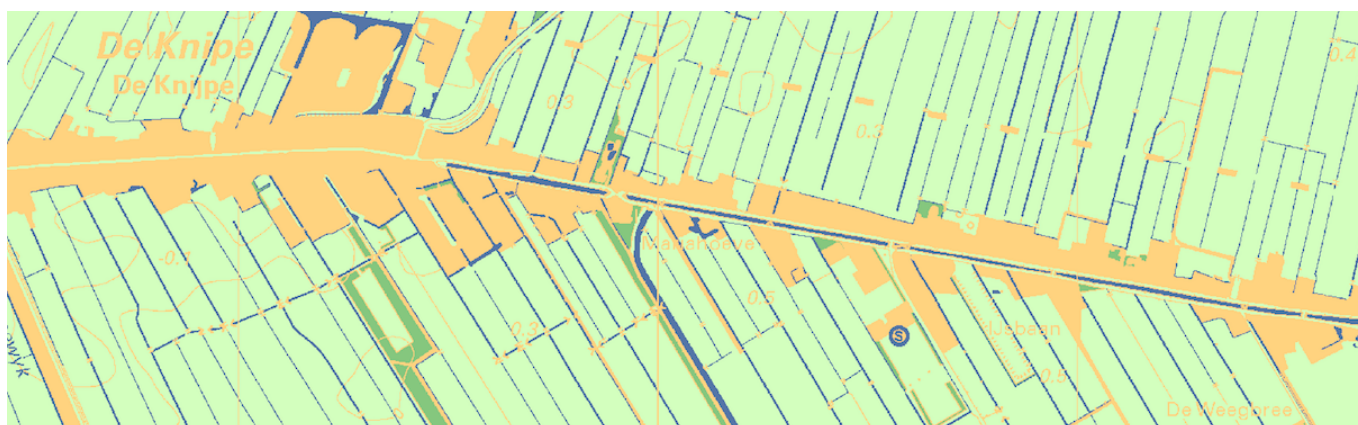


Figure 14: Huidige topografische kaart geclassificeerd

In figuur 14 is te zien dat er minder onjuist geclassificeerde gebieden zijn vergeleken met de classificatie van de historische kaart. De tekstlabels zijn geclassificeerd als bebouwd gebied net als sommige andere lijnen, bijvoorbeeld de gemeentegrenzen. De rest van de categorieën zijn correct geclassificeerd. Na het aggregeren van de pixels zijn de meeste labels weggefilterd. Vanwege de hogere resolutie, en dus scherpere lijnen, lijkt het voor de software makkelijker om deze pixels en gebieden apart te classificeren. Er is voor gekozen om de labels niet handmatig van de huidige kaart te verwijderen, omdat bij het aggregeren de meeste onjuist geclassificeerde objecten al weggefilterd worden. Voor de huidige kaart is deze classificatiemethode dus geschikt om het bebouwde gebied te bepalen.

Voor het analyseren van verandering zijn gegevens over zowel de begin als eindsituatie nodig. Aangezien de resultaten van de classificatie van de historische kaarten niet geschikt genoeg is om landgebruiksverandering te analyseren, is geen verdere inspanning verricht voor het classificeren van huidige kaarten.

## Aggregatie

Om voor de invloed van omringende pixels op de classificatie te compenseren (Blaschke & Strobl, 2001), zijn na het classificatieproces de resultaten geaggregeerd in een grid. Een aantal onjuist geclassificeerde gebieden worden gefilterd. Enkele onjuist geclassificeerde gebieden blijven echter nog steeds zichtbaar. In het zuidoosten en in het zuidwesten van dit onderzoeksgebied bijvoorbeeld. Grids met de grootte van 50m x 50m, zoals ook gebruikt door (Kramer et al., 2003), geven het beste resultaat.

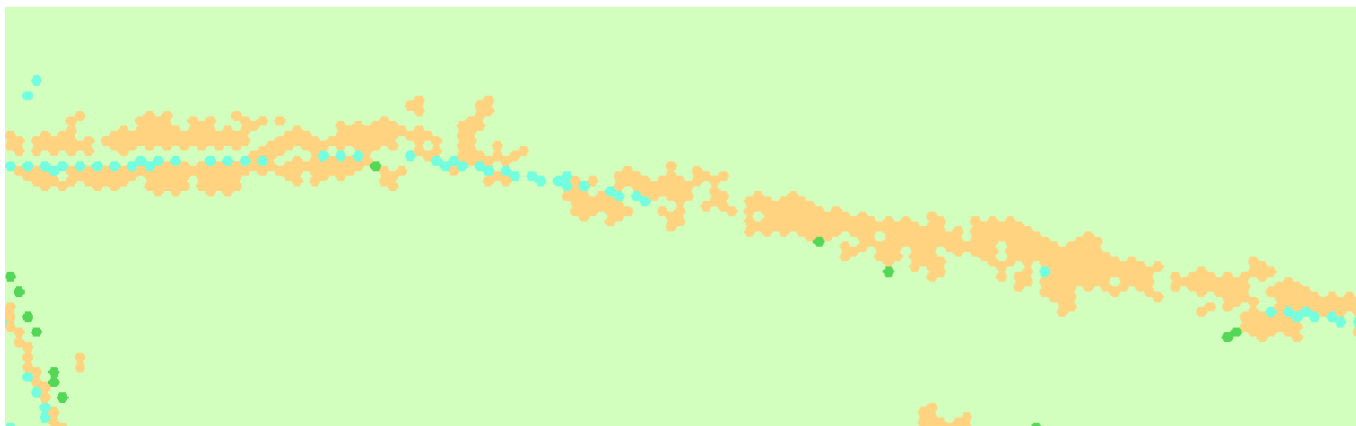


Figure 15: Aggregatie resultaten historische kaart

Aggregatie van de classificatieresultaten zorgt voor het filteren van onjuiste geclassificeerde pixels. Een nadeel van het aggregeren is dat ook correct geclassificeerde gebieden soms opgenomen worden in onjuist geclassificeerde gebieden. Het beste voorbeeld hiervan is in de casus van de Knipe waar het kanaal weggefilterd wordt. Het kanaal wordt opgenomen in de delen van het grid die als bebouwd gebied of weiland zijn geclassificeerd. Hetzelfde gebeurt op sommige plekken met weiland dat meegenomen wordt in een cel waar veel bebouwing is. Het oppervlakte bebouwd gebied wordt hierdoor dus groter of kleiner als de bebouwing in een cel opgenomen wordt welke als weiland is geclassificeerd.

## Huidige Kaart

Het aggregatieproces levert betere resultaten op voor de huidige topografische kaart dan voor de historische kaart. Dit komt waarschijnlijk door het beter verlopen classificatieproces, waardoor de resultaten constanter zijn. Slechts een klein aantal gebieden met labels worden als bebouwd gebied geclassificeerd. Dit is te zien in figuur 16.

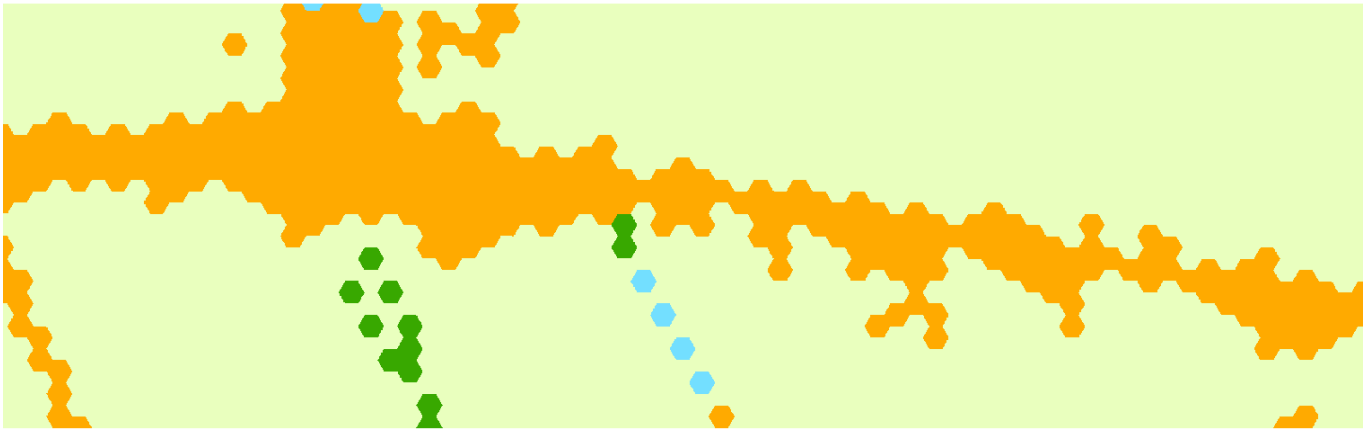


Figure 16: Aggregatie resultaten huidige kaart

### Veranderingen in landgebruik

Na het aggregeren van de classificatieresultaten is de verandering van de verdeling van het landgebruik uitgerekend. Dit is gedaan voor de casus van de Knipe, waar de classificatie het beste gewerkt heeft. Het grid van 2500 vierkante meter (50m x 50m) is hiervoor gebruikt.

Het geaggregeerde raster is omgezet naar polygonen met tool Raster to Polygon (ESRI, 2016b). Dit maakt de vergelijking tussen de historische en huidige kaart op basis van oppervlakte gemakkelijker. Met de tool Summarize Within (ESRI, 2016c) is het totale oppervlakte per categorie binnen de bebouwde kom berekend voor de historische en huidige situatie. Vervolgens is het percentage berekend van de totale oppervlakte van de Knipe per categorie landgebruik. De resultaten zijn uitgewerkt in tabel 3.

Landgebruik	Historisch	Huidig	Verandering
Bebouwd	67,47 %	78,47 %	17,06 %
Agrarisch	32,19 %	21,47 %	-33,30 %
Bos	-	0,00 %	-
Water	0,34 %	0,04 %	-88,24 %

Tabel 3: Landgebruiksverandering De Knipe

In de huidige situatie beslaat de categorie bebouwd gebied bijna 80% van het totale oppervlakte van de Knipe. Aangezien de begrenzing van de case de bebouwde komgrens van de Knipe is, is dit een logisch percentage. Toch is ongeveer 20% van het oppervlakte onterecht geclassificeerd als weiland. Dit komt met name voor bij sportvelden en tuinen die binnen de bebouwde kom gelegen zijn.

Het is dus mogelijk om aan de hand van historische kaarten het historische landgebruik te analyseren. Dit vereist echter een correcte classificatie en aggregatie van de historische kaarten, waarvoor meerdere handmatige bewerkingen nodig zijn. Deze bewerkingen zijn nodig om de invloed van labels en randen van kaartbladen op de uitkomst van de classificatie te beperken. Naast het feit dat dit veel extra tijd kost en alleen lijkt te werken op losse kaartbladen, valt te concluderen dat het niet mogelijk is om via deze weg geautomatiseerde analyses te doen. Deze methode is dus ongeschikt.

## Methode 2: huidige vector data (met historische gegevens)

De resultaten van deze analyses zijn te bekijken via [deze interactieve website](#) en zijn hier niet verder beschreven. Er is echter wel een reflectie op de kwaliteit van de methode en de data gegeven aan de hand van twee case studies.

### Casus De Knipe

#### Achtergrond

De Knipe is een klein dorp in Friesland ontstaan tijdens de veenontginningen. “De bebouwingsstructuur heeft zich langs de oorspronkelijke hoofdstructuur ontwikkeld als een agrarisch lint. De vooroorlogse uitbreidingen waren kleinschalig en geconcentreerd langs bestaande routes en infrastructuur” (Gemeente Heerenveen, 2014). In de jaren tachtig en negentig zijn, ten noorden en ten zuiden van de bestaande lintbebouwing, een aantal woonwijken planmatig ontwikkeld.

Per periode van 5 jaar is het aantal panden berekend voor deze wijk. Zie de grafiek in figuur 17 voor de aantallen.

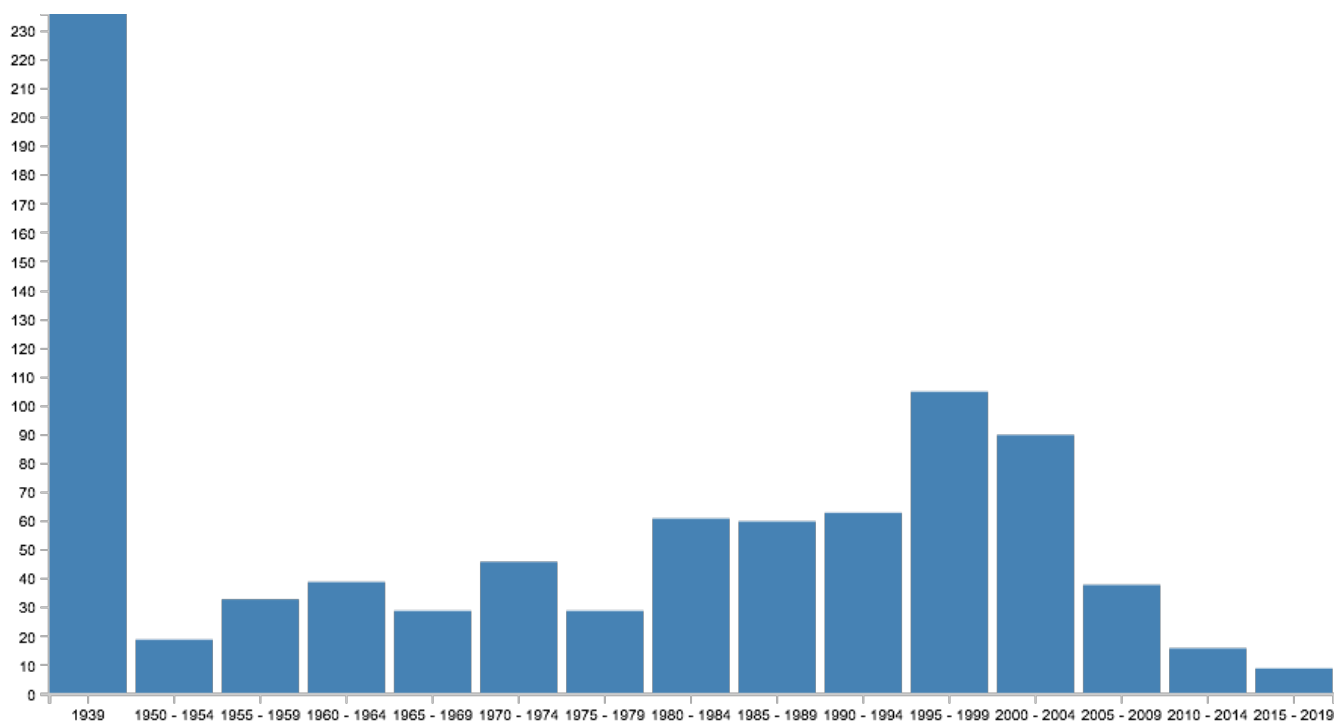


Figure 17: Aantal panden per periode De Knipe

In deze grafiek in figuur 17 is de hierboven beschreven situatie van het dorp terug te zien. De echt grote groei is tussen 1980 en 2005, dat zijn de eerder benoemde nieuwbouwwijken. De vraag is hoe betrouwbaar of correct deze periode en aantallen zijn. Dit is uitgezocht in deze casus door de gegevens handmatig te vergelijken met historische kaarten.



## Resultaten

Bij het vergelijken van de gegevens uit de BAG met historisch kaartmateriaal (Kadaster, 2016) zijn geen grote verschillen gevonden. Uitbreiding heeft zich hoofdzakelijk voltrokken in de eerder beschreven wijken. Slechts op enkele plekken is nieuwe bebouwing tussen bestaande bebouwing gekomen of is een ouder pand gesloopt en vervangen. Dit is ook terug te zien in de BAG data, aan de hand van het aantal vóór 2012 gesloopte panden. Zie tabel 4 voor de resultaten van de analyse met daarnaast het aantal gesloopte panden per periode. Dit komt grotendeels overeen met de resultaten van de vergelijking met historisch kaartmateriaal.

periode	aanwezig	aantal gesloopt
<1939	236	10
1950 - 1954	19	4
1955 - 1959	33	1
1960 - 1964	39	0
1965 - 1969	29	3
1970 - 1974	46	4
1975 - 1979	29	3
1980 - 1984	61	1
1985 - 1989	60	3
1990 - 1994	63	4
1995 - 1999	105	0
2000 - 2004	90	1
2005 - 2009	38	0
2010 - 2014	16	1
2015 - 2019	9	0
totaal	878	37

Tabel 4: Aantal aanwezige panden per periode naar bouwjaar en aantal gesloopte panden per periode naar bouwjaar in de Knipe

Voor de casus van de Knipe, waar geleidelijke ontwikkeling heeft plaatsgevonden én waar weinig recente sloop is geweest, is deze methode geschikt om het verloop en de omvang van de morfologische verstedelijking te meten.

## Vergelijking Methodes

Voor de casus de Knipe hebben beide methodes tot bruikbare resultaten geleid. Hierdoor is het mogelijk om de resultaten van deze methodes naast elkaar te zetten.

De eerste methode, het classificeren van historische kaarten, neemt het complete bebouwde gebied als één categorie. Huizen, erven en wegen zijn bijvoorbeeld tot bebouwd gebied gerekend. Methode twee gaat alleen uit van de individuele gebouwen, op basis van de BAG. Hierdoor zijn de resultaten van beide methodes eigenlijk niet één op één te vergelijken. Beide methodes geven verandering weer van de morfologie en kunnen dus ingezet worden om verstedelijking te analyseren. Afhankelijk van de gehanteerde definitie van stedelijk gebied en verstedelijking is de eerste of tweede methode geschikter. In deze thesis is voor verstedelijking uitgegaan van panden en sluit de tweede methode daar dus beter op aan.

## Casus Drachten Noord-Oost

### Achtergrond

Naast de Knipe is de wijk Noord-Oost in Drachten een interessante casus om de betrouwbaarheid van de data en methode aan te toetsen. De wijk is ontstaan in de 19e eeuw toen er, net als in De Knipe, stukken lintbebouwing ontstonden langs de ontginningen. “Aan deze ongeplande groei, van kleine, grotendeels vrijstaande woningen langs landelijke weggetjes, komt na de Tweede Wereldoorlog een einde. In een periode van nog geen 25 jaar worden bijna alle resterende percelen volgebouwd met rijen eengezinswoningen. (...) De laatste drie decennia zijn er nauwelijks meer nieuwe woningen bijgekomen in de wijk” (HKB Stedenbouwkundigen, 2000 p2).

Een groot deel van de wijk bestond uit verouderde sociale huurwoningen. Deze woningen raakten minder in trek en kwamen leeg te staan of verpauperden. De wijk werd daarom minder populair en ging achteruit. Om dit tijt te keren zijn de gemeente Smallingerland en de lokale woningcoöperaties sinds 2000 bezig met sloop en vervanging van deze oude rijtjeswoningen.

Dit proces van wijkvernieuwing is terug te zien in onderstaande grafiek. In de grafiek met het aantal panden per periode is een piek te zien in de periode na 1995. Een tweede piek is te zien tussen 1955 en 1964, maar deze is dus lager dan het feitelijk gebouwde aantal destijds. Op deze manier lijkt het dus alsof groei later heeft plaatsgevonden dan werkelijk het geval is.

Aangezien in Drachten Noord-Oost zowel complete sloop als renovatie heeft plaatsgevonden, is het een geschikte casus om de invloed van wijkvernieuwing op de analyseresultaten te onderzoeken.

Net als bij de vorige casus is ook voor de panden in Drachten Noord-Oost de verdeling van het aantal panden per bouwjaar geanalyseerd. Zie grafiek in figuur 18.

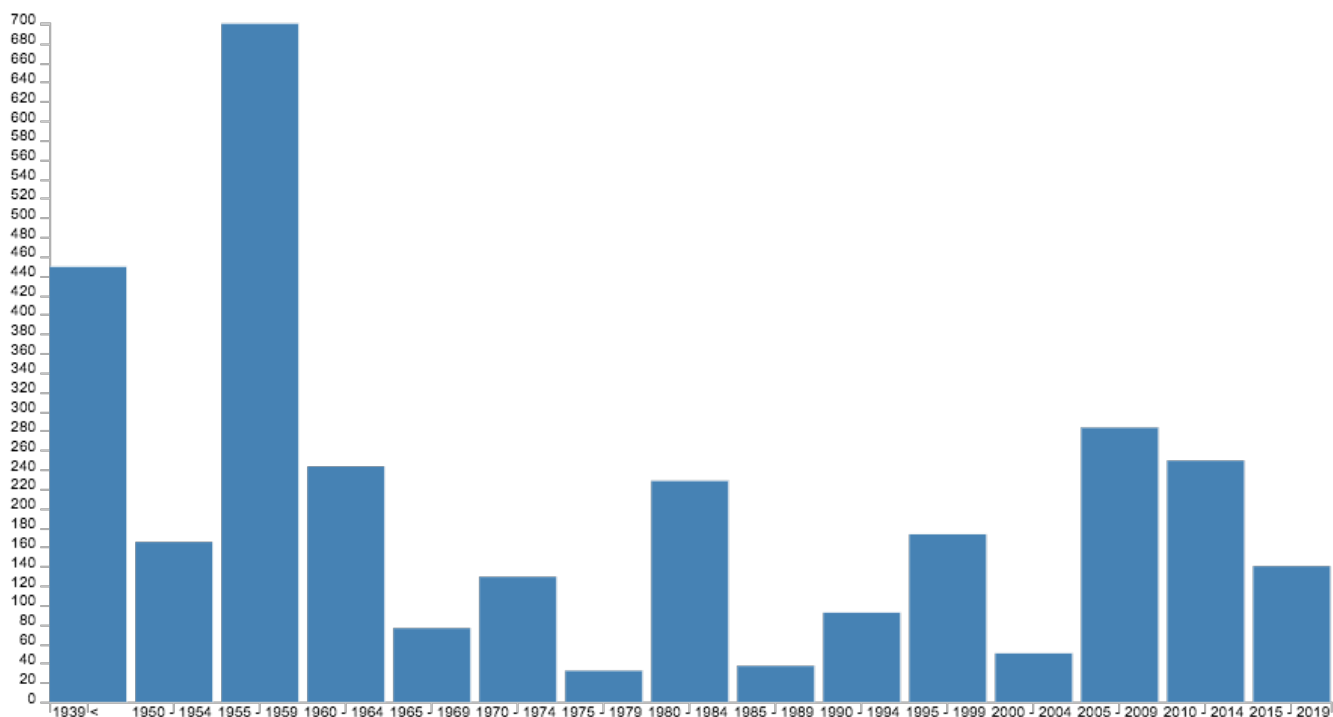


Figure 18: Aantal panden per periode Drachten Noord Oost

In deze grafiek is de in dit hoofdstuk eerder beschreven historische ontwikkeling terug te zien. Een aanzienlijk

aantal panden zijn van voor de oorlog, maar het merendeel is in de decennia erna gebouwd. Ook is de herontwikkeling duidelijk terug te zien vanaf 2005. De vraag is hoe betrouwbaar of correct deze periode en aantallen zijn en wat de invloed is van wijkvernieuwing hierop. Dit is uitgezocht in deze casus.

## Resultaten

Tijdens het vergelijken van historisch kaartmateriaal (Kadaster, 2016) en de BAG werd het effect van de wijkvernieuwing in de wijk Noord-Oost op de data zichtbaar. Er zijn grofweg drie situaties aan te geven die het effect van wijkvernieuwing op de resultaten van de BAG analyse laten zien. In figuur 19 zijn deze situaties gemarkeerd, deze vormen elk het voorbeeld van de volgende situaties.

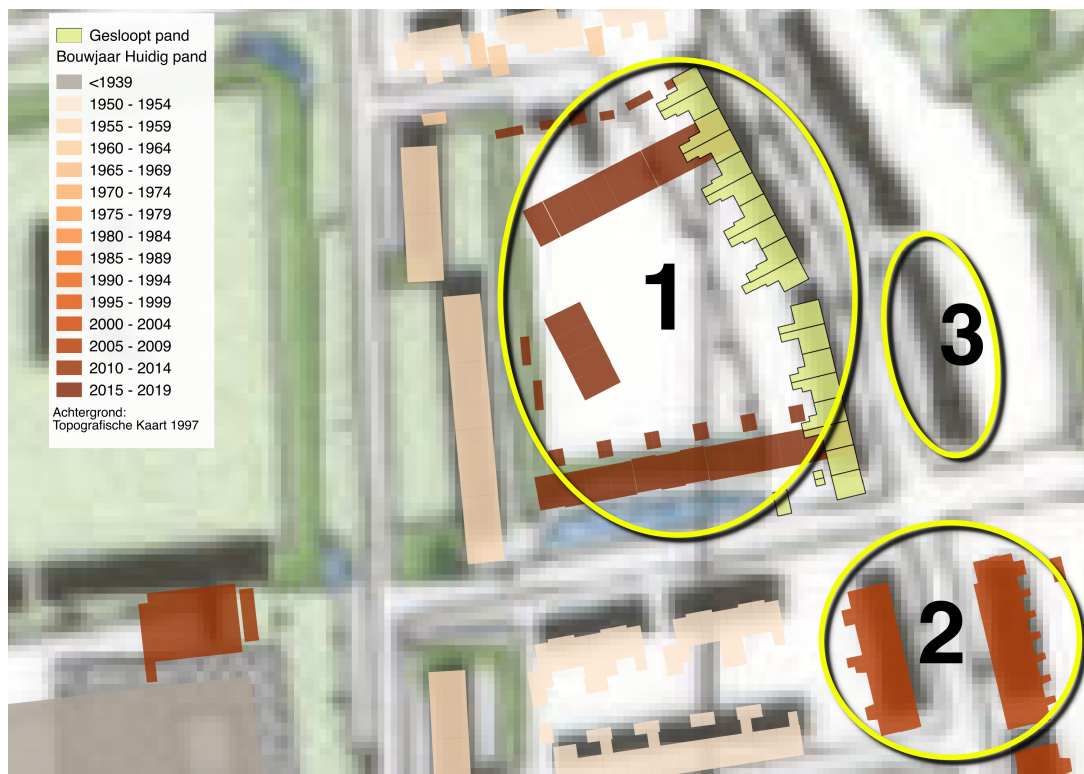


Figure 19: Voorbeelden BAG versus Historie

*Situatie 1:* in deze situatie is zowel de historische bebouwing, als de huidige bebouwing opgenomen in de BAG. De sloop heeft namelijk plaatsgevonden na het inventariseren van de BAG. Dit biedt de mogelijkheid om te analyseren of er op dezelfde locatie eerder een pand heeft bestaan en wanneer dit pand gebouwd is. Wanneer dit het geval is, kan het bouwjaar van het eerder bestaande pand meegenomen worden in de analyse en zo een beter beeld geven van de ontwikkeling in dat gebied. In dit specifieke geval is dat minder eenvoudig, aangezien de nieuwe panden niet op exact dezelfde locatie zijn gebouwd. Een mogelijke oplossing hiervoor zou het leggen van een buffer (zone van een bepaalde afstand) om het nieuwe pand en vervolgens checken of er een gesloopt pand in die buffer aanwezig is in de BAG data. Voor dit onderzoek is deze oplossing niet getest, omdat de gesloopte panden in de totaaloverzichten zijn opgenomen. Hiermee is op buurtniveau al duidelijk hoeveel panden er uit de betreffende periode zijn gesloopt. Aangezien deze thesis zich richt op algehele getallen, is dit een acceptabele oplossing.

*Situatie 2:* in deze situatie is de huidige bebouwing wel opgenomen in de BAG, maar de historische bebouwing niet. In de analyse komt dus naar voren dat dit deel van de wijk tussen 2005 en 2009 is gebouwd. De oorspronkelijke bebouwing staat echter al in 1960 op de kaart. Het

is in dit geval dus niet mogelijk om een bouwjaar van een gesloopt pand mee te nemen in de analyse, in plaats van het nieuwe pand. Dit zou alleen handmatig mogelijk zijn aan de hand van historisch kaartmateriaal.

*Situatie 3:* in deze situatie heeft er sloop plaatsgevonden vóór de inventarisatie van de BAG én is er geen nieuwe bebouwing voor in de plaats gekomen. In de BAG zijn dus geen panden aanwezig, historisch noch huidig. In deze situatie is er dus ook geen data aanwezig over de historische bebouwing in de BAG. De enige mogelijkheid om deze (historische) bebouwing mee te nemen in de analyse op basis van bouwjaren, zou het handmatig digitaliseren van de panden zijn op basis van historisch kaartmateriaal.

Uit deze case blijkt dat er een verschil bestaat tussen de werkelijke situatie en de beschikbare data, in het geval van een vernieuwde wijk. Een manier om dit verschil te verkleinen is het meenemen van de bouwjaren van de in de BAG aanwezige gesloopte gebouwen (panden gesloopt na 2009). In tabel 5 staan de resultaten van de analyse naar het aantal panden per bouwjaar in de wijk Drachten Noord-Oost. Naast het aantal bestaande panden staat het aantal gesloopte panden naar bouwjaar van het gesloopte pand per periode. Wat opvalt is het hoge aantal gesloopte panden uit de periode 1955 - 1959 en 1960 - 1964. Dit zijn de panden die zijn gesloopt tijdens de wijkvernieuwing sinds 2012.

periode	aanwezig	aantal gesloopt
<1939	450	0
1950 - 1954	166	2
1955 - 1959	701	69
1960 - 1964	244	141
1965 - 1969	77	1
1970 - 1974	130	6
1975 - 1979	33	1
1980 - 1984	229	22
1985 - 1989	38	1
1990 - 1994	93	5
1995 - 1999	174	1
2000 - 2004	51	5
2005 - 2009	284	6
2010 - 2014	250	13
2015 - 2019	141	1
totaal	3065	274

Tabel 5: Aantal aanwezige en gesloopte panden per periode naar bouwjaar in Drachten Noord-Oost

Om de volledigheid van de BAG in dit opzicht te onderzoeken, is de data met zowel TopoTijdreis als met een rapport van HKB Stedenbouwkundigen (2000) vergeleken. In dit rapport over de stedenbouwkundige hoofdstructuur van de wijk is ook aandacht besteed aan de historische bebouwing van de wijk. De bouwjaren van bouwblokken zijn door het bureau geïnventariseerd en in het rapport opgenomen in de kaart links in figuur 20.



## Bouwjaren HKB Rapport

## Bouwjaren BAG

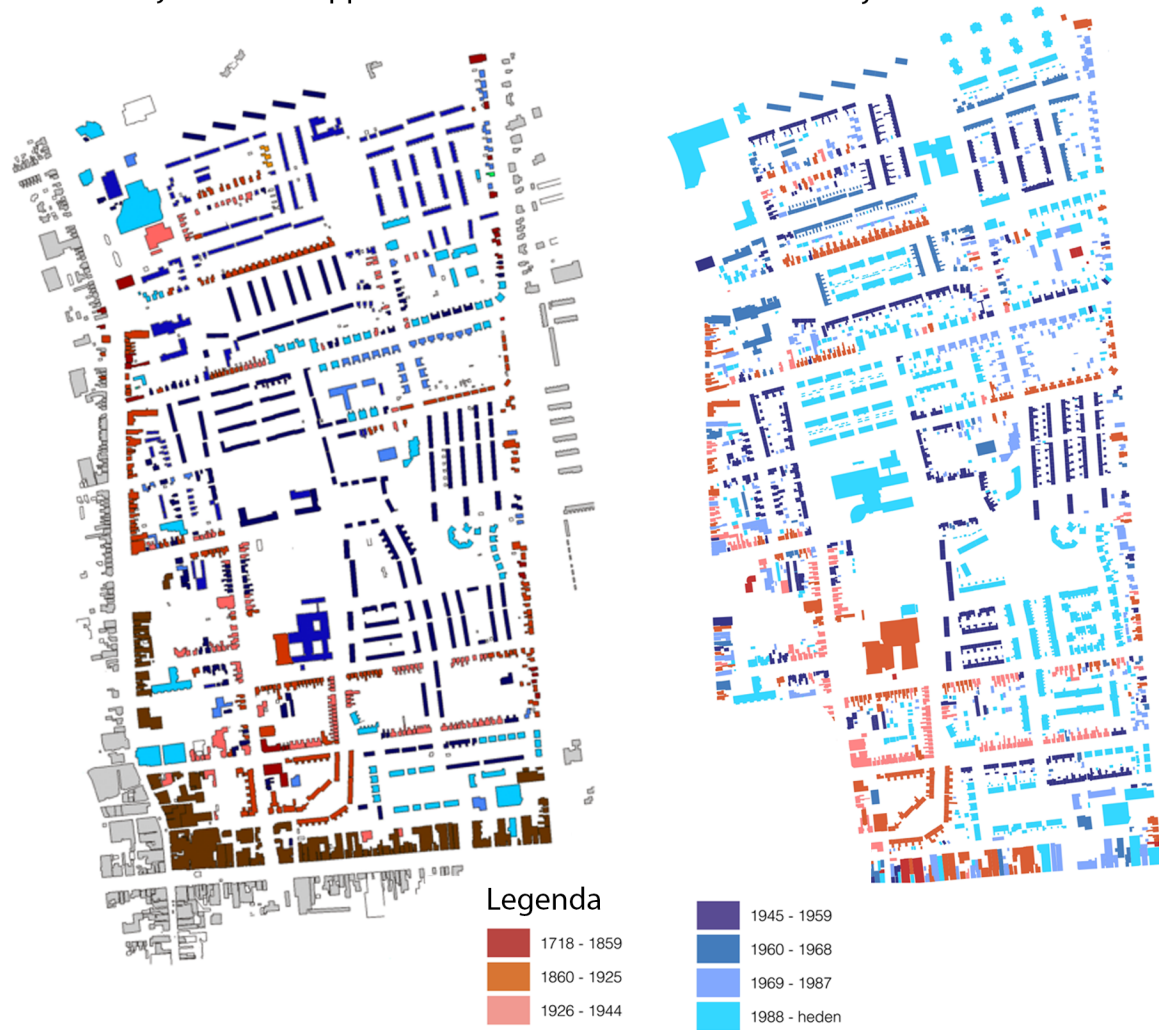


Figure 20: Vergelijking bouwjaren volgens HKB en de BAG in Drachten Noord-Oost

In figuur 20 is de vergelijking tussen de bouwjaren geïnventariseerd door HKB en de bouwjaren in de BAG te zien. Het merendeel van bouwjaren van de (niet gesloopte) panden in de BAG komt overeen met de kaart van HKB. Slechts een aantal bouwblokken hebben in de kaart van HKB een ouder bouwjaar dan in de BAG, de afwijking zit vaak in de plaatsing in een categorie. Mogelijk heeft age heaping hier ook een rol gespeeld. Naast de verschillen in opgenomen bouwjaren is ook de wijkvernieuwing zichtbaar in de kaarten. Een aantal straten hebben in de HKB kaart nog een bouwjaar tussen 1945 - 1959 en in de BAG kaart van na 1988. Op een verschillende plekken is de bebouwing op dezelfde plek vernieuwd, elders is de structuur ook gewijzigd.

Deze casus laat zien dat ook hier de resultaten op basis van de BAG eenzelfde beeld schetsen als andere bronnen. Daarnaast blijkt dat het meenemen van gesloopte panden leidt tot een completer beeld van het aantal gebouwde panden per periode. Dit is niet volledig, maar de afwijking over de gehele regio is niet erg groot. Voor het algehele beeld van de omvang van de verstedelijking maakt dit niet uit.

## Conclusie

In deze thesis is aan de hand van literatuurstudie, het testen van meerdere GIS-methodes en een case study een antwoord geformuleerd op de gestelde onderzoeksvragen. De hoofdvraag: *Hoe kan de omvang en het verloop van de naoorlogse ruimtelijke verstedelijking in Noord-Nederland geanalyseerd worden?* valt te beantwoorden met een aanbeveling voor de tweede methode. Dit sluit aan op de tweede vraag: *Hoe geschikt zijn veelgebruikte (gis-)methodes voor het (geautomatiseerd) onderzoeken van verstedelijking?* Tijdens het testen van de eerste methode, semiautomatische classificatie van historische kaarten, is gebleken dat het niet mogelijk is om geautomatiseerd historisch kaartmateriaal te analyseren op grote schaal. Er is handmatig werk nodig en tijdens zowel het classificatie als aggregatie proces treden te veel fouten op. Met behulp van de tweede methode, het gebruik van huidige GIS-datasets, zijn geautomatiseerde analyses wel mogelijk. Dit is de stap naar de laatste vraag: *In hoeverre zijn huidige datasets met historische informatie geschikt voor dergelijk onderzoek?* Huidige datasets als de BAG, CBS vierkantstatistieken en de CBS Buurten zijn geschikt voor het analyseren van verstedelijking. De BAG bevat (bijna) alle attributen die nodig zijn voor een dergelijke analyse. Daarnaast is de kwaliteit en volledigheid voldoende voor analyses over een langere periode en op regionale schaal. De CBS Buurten en vierkantstatistieken zijn bruikbare ruimtelijke aggregatieniveaus die niet veranderen door de tijd, dit maakt ze uitstekend geschikt voor dit onderzoek.

Nu het duidelijk is dat de methode op basis van huidige data geschikt is voor het analyseren van de omvang en het verloop van verstedelijking op regionale schaal kan deze methode worden ingezet voor verschillende verdere onderzoeken. Op deze manier kan naast het al bestaande inzicht in de verstedelijking op lokaal/stedelijk niveau ook geautomatiseerd inzicht verkregen worden op regionale schaal. Dit inzicht kan voor iedere gewenste periode en gebied worden verkregen.

## Discussie

Dit onderzoek laat zien dat het mogelijk is om op basis van huidige datasets inzicht te krijgen in de omvang en het verloop van verstedelijking in Noord-Nederland. Naar aanleiding van deze thesis zijn er een aantal discussiepunten, deze zijn hieronder uitgewerkt.

Zoals genoemd is historie van gesloopte panden in de BAG alleen recentelijk beschikbaar. Hierdoor is het lastiger om eerder plaatsgevonden historische ontwikkelingen op te merken, wanneer er sprake is van wijkvernieuwing in een gebied. Een manier om gebieden te herkennen waar mogelijk wijkvernieuwing heeft plaatsgevonden zou het clusteren van panden met afwijkende bouwjaren kunnen zijn. Wanneer er meerdere (clusters van) panden zijn met een afwijkend bouwjaar in een buurt kan het relevant zijn om in detail te kijken wat er in die buurt aan de hand is. Dan valt ook te bepalen of het inderdaad om vernieuwing of opvulling gaat (Lassche & Meulen, n.d.).

Een tweede punt naar aanleiding van de BAG is dat het aantal panden en het aantal gesloopte panden hoger kan lijken dan in het verleden. Een van de redenen hiervoor is dat tijdelijke bebouwing, bijvoorbeeld portocabins en containerwoningen, ook in de BAG wordt opgenomen als pand. Wanneer de tijdelijke bebouwing wordt weggehaald, wordt dit als sloop geregistreerd. Dit verklaart waarschijnlijk ook de piek in het aantal gesloopte panden sinds 2000.

Op regionale schaal zou het identificeren van soortgelijke gebieden een interessante vervolg zijn. Aan de hand van de bouwjaargrafieken kan een typologie van een gebied, wijk of gemeente, worden opgesteld. Door deze typologieën te vergelijken, zouden mogelijk gebieden die een vergelijkbare ontwikkeling hebben doorgemaakt geïdentificeerd kunnen worden. Een mogelijke methode hiervoor zou (statistische)clusteranalyse kunnen zijn (Romesburg, 2004).

Op wijkniveau zou een verbeterings- of verdiepingsslag gemaakt kunnen worden door archiefinformatie te vergelijken en toe te voegen. In Groningen is al dergelijk onderzoek gedaan (Hofman, 2000). Voor

de wijkboeken van Hofman zijn per straat de exacte bouwjaren geïnventariseerd en is informatie over de architecten en de bouwprojecten bekend. Dit zou een kwalitatieve verdieping kunnen zijn bovenop de in deze thesis uitgeteste analyses. Een interessante vraag zou bijvoorbeeld kunnen zijn van welke architecten de meeste panden zijn gesloopt.

Een tweede verdiepingsslag zou gemaakt kunnen worden door ook te kijken naar het gebruiksoppervlakte van woningen. Aangezien de komende jaren gewerkt wordt aan het verbeteren van deze getallen (Waarderingskamer, 2016) kan deze data gebruikt worden voor analyses. Deze gegevens kunnen helpen bij het opstellen van een typologie van een gebied door woningen te verdelen in klassen naar grootte.

Nu de analyse is getest en uitgevoerd voor Noord-Nederland, zou het uitbreiden naar de rest van Nederland een logische vervolgstap zijn. De BAG is immers in heel Nederland gelijk.

## Referenties

ABF Research, 2002. *Stadsvernieuwing gemeten*, Den Haag: VROM.

ABF Research, 2017. Systeem woningvoorraad (Syswov). Available at: <https://syswov.datawonen.nl> [Accessed July 1, 2017].

Adobe, 2016. Fill and stroke selections, layers, and paths in Photoshop. Available at: [https://helpx.adobe.com/photoshop/using/stroking-selections-layers-paths.html#\#content\\\_\\\_aware\\\_\\\_pattern\\\_\\\_or\\\_\\\_history\\\_\\\_fills](https://helpx.adobe.com/photoshop/using/stroking-selections-layers-paths.html#\#content\_\_aware\_\_pattern\_\_or\_\_history\_\_fills). [Accessed December 10, 2016].

A'Hearn, B. et al., 2009. Quantifying Quantitative Literacy : Age Heaping and the History of Human Capital., 69(3), pp.783–808.

Bakker, N., 2015. 200 jaar topografische kaarten online. *Geo Info (12-5)*, p.29.

Berg, L. van den, Lammeren, R. van & Bosse, W. van den, 1996. *Verstedelijking in het landelijk gebied*, Wageningen: DLO-Staring Centrum.

Binnenlands Bestuur, 2011. OLST-WIJHE WEET BOUWJAAR PANDEN NIET., pp.1–2. Available at: <http://www.binnenlandsbestuur.nl/ruimte-en-milieu/nieuws/olst-wijhe-weet-bouwjaar-panden-niet.967026.lynkx>.

Blaschke, T. & Strobl, J., 2001. What's wrong with pixels? Some recent developments interfacing remote sensing and GIS. *Geo-Information-Systeme*, 14(6), pp.12–17. Available at: <http://www.uvm.edu/rsenr/nr146/readings>

Broeks, R., 2017. *Grenzen van de verstedelijking*. Masterthesis. University of Groningen.

Bureau Europa, 2014. Interactieve Kaart.

Burrough, P., 1986. Principles of geographical information systems for land resources assessment. *Geocarto International*, 1(3), pp.54–54. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10106048609354060>.

Campbell, J.B., 2011. History and Scope of Remote Sensing. In J. B. Campbell & R. H. Wynne, eds. *Introduction to remote sensing*. New York: Guilford Press, p. 6.

Centraal Bureau voor de Statistiek, 2016a. Bestand Bodemgebruik. Available at: <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische-data/natuur-en-milieu/bestand-bodemgebruik>.

Centraal Bureau voor de Statistiek, 2016b. *Monitor kwaliteit: Stelsel van Basisregistraties. Eenmeting van de kwaliteit van basisregistraties in samenhang, 2016*, Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.

Centraal Bureau voor de Statistiek, 1992. Nieuwe maatstaf van stedelijkheid. *Mens en Maatschappij*, 67(4),

pp.442–451.

Centraal Bureau voor de Statistiek, 2014. Statistische gegevens per vierkant., pp.1–12.

Centraal Bureau voor de Statistiek, 2017. Stedelijk Gebied. Available at: <https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/begrippen?tab=s{\#}id=stedelijk-gebied> [Accessed April 2, 2017].

Chang, K.-T., 2017. Geographic Information System. In *International encyclopedia of geography: People, the earth, environment and technology*. Oxford, UK: John Wiley & Sons, Ltd, pp. 1–9. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1002/9781118786352.wbieg0152>.

Compendium voor de Leefomgeving, 2008. Beschrijving stedelijk gebied (indicator 1192, versie 03 , 23 mei 2008 ), pp.2–3. Available at: <http://www.clo.nl/indicatoren/nl1192-beschrijving-van-stedelijk-gebied>.

Eikvil, L., 1993. *Optical character recognition*, Oslo: Norwegian Computing Center. Available at: <https://www.nr.no/{~}eikvil/OCR.pdf>.

Ellenkamp, Y. & Rietdijk, M., 2010. *Kwaliteit van de basisregistraties adressen en gebouwen*, Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

ESRI, 2016a. Generate Tessellation. Available at: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/data-management/generatetessellation.htm> [Accessed November 27, 2016].

ESRI, 2016b. Raster to Polygon. Available at: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/conversion/raster-to-polygon.htm> [Accessed November 29, 2016].

ESRI, 2016c. Summarize Within. Available at: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/analysis/summarize-within.htm> [Accessed November 29, 2016].

ESRI, 2016d. What is image classification? Available at: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/spatial-analyst/image-classification/what-is-image-classification-.htm> [Accessed November 26, 2016].

ESRI, 2016e. Zonal Statistics. Available at: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/zonal-statistics.htm> [Accessed November 29, 2016].

Fuchs, R. et al., 2015. The potential of old maps and encyclopaedias for reconstructing historic European land cover/use change. *Applied Geography*, 59, pp.43–55. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.02.013>.

Gemeente Amsterdam, 2017a. Afleiden Bouwjaren - Stelselpedia. Available at: <https://www.amsterdam.nl/stelselpedia/bag-index/baten-bag/afleiden-bouwjaren/> [Accessed February 2, 2017].

Gemeente Amsterdam, 2017b. Gebruiksdoel - Stelselpedia. Available at: <https://www.amsterdam.nl/stelselpedia/bag-index/handboek-inwinnen/introductie-bag/registratie/gebruiksdoel/> [Accessed January 2, 2017].

Gemeente Heerenveen, 2014. Bestemmingsplan De Knipe.

Geudeke, P., 2015. Geen dag zonder lijn. *Geo Info*, 12(5), pp.4–8. Available at: [https://www.geo-info.nl/system/files/documents/Geo Info 05-2015 LR compleet.pdf](https://www.geo-info.nl/system/files/documents/Geo%20Info%2005-2015%20LR%20compleet.pdf).

Gregory, D. et al., 2011. *The dictionary of human geography (5th Edition)*, Wiley.

Gregory, I.N. & Ell, P.S., 2007. Historical GIS. In *History*. p. 227. Available at: <http://site.ebrary.com/lib/stanford/Doc?id=10221517>.

Hamers, D. & Piek, M., 2012. Mapping the future urbanization patterns on the urban fringe in the Netherlands. *Urban Research & Practice*, 5(1), pp.129–156. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2->



2.0-84858826861{\&}partnerID=tZOtx3y1].

Hamers, D. et al., 2009. *Verstedelijking in de stadsrandzone*,

Helleman, G. & Wassenberg, F., 2001. Herstructurering van de stadsvernieuwing? *Rooilijn*, (6), pp.291–296.

HKB Stedenbouwkundigen, 2000. *Drachten Noord-Oost: Stedenbouwkundige hoofdstructuur*, HKB Stedenbouwkundigen.

Hofman, B., 2000. *De Korrewegwijk en De Hoogte*, Leeuwarden: Friese Pers Boekerij/Uitgeverij Noordboek.

Hull, J.J., 1994. A Database for Handwritten Text Recognition Research. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 16(5), pp.550–554.

Kadaster, 2016. Topotijdreis.

Kramer, W. et al., 2003. *Historisch Grondgebruik Nederland: tijdreeksen grondgebruik Noord-Holland van 1850 tot 1980*, Wageningen: Alterra.

Lassche, R. & Meulen, L. van der, *Nieuwbouwmonitor*, Groningen: University of Groningen.

Levfebre, H., 2003. *The Urban Revolution*, Minneapolis: U of Minnesota Press.

Maguire, D., 1991. An overview and definition of GIS. In D. Maguire & M. Goodchild, eds. *Geographical information systems: Principles and applications*. New York: Wiley, pp. 9–20. Available at: <http://lidecc.cs.uns.edu.ar/~nbb/ccm/downloads/Literatura/OVERVIEW AND DEFINITION OF GIS.pdf>.

Martins, B. et al., 2007. Geographically-aware Information Retrieval for Collections of Digitized Historical Maps. In *Proceedings of the 4th acm workshop on geographical information retrieval*. GIR '07. New York, NY, USA: ACM, pp. 39–42. Available at: <http://doi.acm.org/10.1145/1316948.1316959>.

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2017. Oorspronkelijke bouwjaar pand. Available at: <http://digitaleoverheid.stelselcatalogus.nl/stelselcatalogus/begrippen/zonderbegrip/BAG/Pand/OorspronkelijkePand> [Accessed April 4, 2017].

Ouwehand, A. & Davis, S., 2004. *Operatie geslaagd, vervolgingreep noodzakelijk*, Delft: TU Delft. Available at: [https://pure.uva.nl/ws/files/2113483/39013{\\\_}corpovenista{\\\_}ouwehand{\\\_}davis{\\\_}juni2004.pdf](https://pure.uva.nl/ws/files/2113483/39013{\_}corpovenista{\_}ouwehand{\_}davis{\_}juni2004.pdf).

Parker, H.D., 1988. The unique qualities of a geographic information system: A commentary. *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, 54(11), pp.1547–1549. Available at: [https://eserv.asprs.org/PERS/1988journal/nov/1988{\\\_}nov{\\\_}1547-1549.pdf](https://eserv.asprs.org/PERS/1988journal/nov/1988{\_}nov{\_}1547-1549.pdf).

Pickett, K.E. & Pearl, M., 2001. Multilevel analyses of neighbourhood socioeconomic context and health outcomes: a critical review. *Epidemiol Community Health*, 55(2), pp.111–122.

Romesburg, C., 2004. Part I. Overview of cluster analysis. In *Cluster analysis for researchers*. Morisville: Lulu Press, p. 334. Available at: [http://books.google.co.uk/books/about/Cluster{\\\_}Analysis{\\\_}for{\\\_}Researcher](http://books.google.co.uk/books/about/Cluster{\_}Analysis{\_}for{\_}Researcher)

Rutte, R. & Abrahamse, J., 2014. *Atlas van de verstedelijking in Nederland*, Bussum: THOTH.

Skowronnek, A., Lucas, V. & Jonas, P., 2015. Airbnb vs. Berlin? Was sagen die Daten? Available at: <http://airbnbvsberlin.de/> [Accessed December 1, 2016].

Stein, A., Meer, F. & Gorte, B., 1999. *Spatial statistics for remote sensing. 1st ed.* 1st ed., Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Sudhira, H.S., Ramachandra, T.V. & Jagadish, K.S., 2004. Urban sprawl: Metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), pp.29–39.

Talich, M., Böhm, O. & Soukup, L., 2012. Classification of digitised old maps and possibilities of its utiliza-

- tion. *e-Perimetron*, 7(3), pp.136–146. Available at: <http://www.e-perimetron.org/Vol{ }7{ }3/Talich{ }et{ }a>
- Townshend, J.R.G. et al., 2000. Beware of per-pixel characterization of land cover. *International Journal of Remote Sensing*, 21(4), pp.839–843. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/014311600210641>.
- Vereniging van Nederlandse Gemeenten, 2010. *Tips van gemeenten voor een soepele invoering van de BAG*, Den Haag. Available at: <https://www.wozinformatie.nl/public/dl.cfm?noCache=false{ }&fn=7138{ }%}2C28{ }%}2C>
- Waarderingskamer, 2016. Taxeren woningen op gebruiksoppervlakte. Available at: <https://www.waarderingskamer.nl/woz-journaal-nummers/2016/04-woz-journaal/> [Accessed January 2018, 8AD].
- Weng, Q., 2002. Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modelling. *Journal of Environmental Management*, 64(3), pp.273–284. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301479701905092>.
- Wevers, R., Rietdijk, M. & Ellenkamp, Y., 2009. *Objectenhandboek basisregistraties adressen en gebouwen*, Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
- Wöltgens, E., 1996. DE KETEN-BENADERING VAN DE STICHTING NATUUR EN MILIEU. In I. Drontmann, ed. *Sloop en nieuwbouw in naoorlogse wijken*. Den Haag: NIROV-Netwerk Volkshuisvesting., pp. 31–34.
- Yu, R., Luo, Z. & Yao-Yi, C., 2016. Recognizing Text In Historical Maps Using Maps From Multiple Time Periods. In *23rd international conference on pattern recognition*. Cancún, pp. 3993–3998.
- Zhang, D. & Heitjan, D., 1990. Inference from Coarse Data Via Multiple Imputation with Application to Age Heaping., 85(410), pp.304–314.