University of Groningen

Historische landschapsecologie van Noordoost-Twente

Smeenge, Harm

DOI:
[10.33612/diss.134199426](https://doi.org/10.33612/diss.134199426)

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2020

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):
Smeenge, H. (2020). *Historische landschapsecologie van Noordoost-Twente: Acht interdisciplinaire studies op het snijvlak van aardkunde, ecologie en cultuurhistorie (ca. 13.000 BP – heden)*. [, Rijksuniversiteit Groningen]. University of Groningen. <https://doi.org/10.33612/diss.134199426>

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Historische landschapsecologie van Noordoost-Twente

Acht interdisciplinaire studies op het snijvlak van aardkunde,
ecologie en cultuurhistorie (ca. 13.000 BP – heden)

Harm Smeenge

Historische landschapsecologie van Noordoost-Twente

Harm Smeenge

ISBN: 978-94-034-2831-4
ISBN: 978-94-034-2832-1

Boek
PDF zonder DRM

Layout en drukwerk

GVO Drukkers & Vormgevers, Ede

Historische landschapsecologie van Noordoost-Twente

Acht interdisciplinaire studies op het snijvlak van aardkunde,
ecologie en cultuurhistorie (ca. 13.000 BP – heden)

© 2020, Harm Smeenge

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.

rijksuniversiteit
 groningen

Historische landschapsecologie van Noordoost-Twente

Acht interdisciplinaire studies op het snijvlak van aardkunde,
ecologie en cultuurhistorie (ca. 13.000 BP – heden)

Proefschrift

ter verkrijging van de graad van doctor aan de
Rijksuniversiteit Groningen
op gezag van de
rector magnificus prof. dr. C. Wijmenga
en volgens besluit van het College voor Promoties.

De openbare verdediging zal plaatsvinden op

donderdag 15 oktober om 14:30 uur

door

Harm Smeenge

geboren op 21 februari 1979
te Assen

Promotores

Prof. dr. ir. M. Spek
Prof. dr. J.H.J. Schaminée

Copromotor

Dr. A.J.M. Jansen

Beoordelingscommissie

Prof. dr. R.T.J. Cappers
Prof. dr. H. Middelkoop
Prof. dr. J. Renes

Inhoudsopgave

Lijst van figuren, tabellen, tekstkaders, foto's en kaartmateriaal	12
Voorwoord	33
1 Inleiding	39
1.1 Aanleiding tot het onderzoek	40
1.2 Probleemstelling	42
<i>Gebrek aan balans - Noodzaak voor een driedelige onderzoeksbenadering - Gebrek aan interdisciplinariteit - Te beperkte tijdsdiepte - Te beperkte aandacht voor verschillende schaalniveaus - Kennislacunes over historische ecosystemen - Gebrek aan een goede toepassing van wetenschappelijk onderzoek in de praktijk</i>	
1.3 Theoretisch en methodologisch kader	44
1.4 Stand van het onderzoek	50
1.5 Afbakening van het onderzoek	50
<i>Keuze van het onderzoeksgebied - Afbakening in de ruimte - Afbakening in de tijd - Thematische afbakening</i>	
1.6 Opzet van het onderzoek	57
Onderzoeks aanpak	
Onderzoeksthema's	
Onderzoeksvragen	
1.7 Bronnen en onderzoeksmethoden	62
<i>Oriënterend onderzoek - Veldverkenning - Veldbodemkundig onderzoek - Ecologisch onderzoek - Paleoecologisch onderzoek - Dateringsonderzoek - Archeozoologisch onderzoek - Archeologisch onderzoek - Archiefonderzoek - Kartografisch onderzoek - Sociaal-economisch onderzoek - Toponymie - Oral history</i>	
2 Bewoningsdynamiek en locatiekeuze in Noordoost-Twente tussen 13.000 BP en heden	71
2.1. Inleiding en probleemstelling	72
Inleiding	
Stand van het onderzoek	
Probleemstelling	
Onderzoeksthema's en onderzoeksvragen	
2.2. Bronnen en onderzoeksmethoden	79
Fysisch-geografisch onderzoek	
Archeologisch onderzoek	
Historisch onderzoek	
<i>Middeleeuwse erven - Erven in de nieuwe tijd - Erven in de moderne tijd - Koppeling erven aan fysisch-geografische kenmerken</i>	
2.3. Resultaten	85
Thema A: Het opstellen van een fysisch-geografische landschappenkaart: een landschapsecologische bureaustudie	
Thema B: Lange termijnontwikkeling van het nederzettingsspatroon en locatiekeuze: een archeologische, historische reconstructie tussen het laat paleolithicum en de moderne tijd	
<i>Nederzettingsspatronen en locatiekeuze in de vroege prehistorie - Nederzettingsspatronen en locatiekeuze in de late prehistorie en Romeinse tijd - Nederzettingsspatronen en locatiekeuze tijdens de middeleeuwen - Wegen - Nederzettingsspatronen en locatiekeuze tijdens de nieuwe tijd en moderne tijd</i>	
Thema C: Bewoningslocaties als maat voor cultuurdruk: een diachrone analyse van archeologische en historische bewoningsgegevens	
2.4. Synthese en conclusies	102
Een nieuwe fysisch-geografische kaart van Noordoost-Twente	
Locatiekeuze van nederzettingen in Noordoost-Twente in de prehistorische en historische tijd	

3	Geul- en landschapsdynamiek in het rivierterrassenlandschap van de Dinkel tussen Denekamp en De Lutte van 13.000 BP tot heden	105
3.1.	Inleiding en probleemstelling	106
	Inleiding	
	Stand van het onderzoek	
	<i>Fysisch-geografisch onderzoek - Paleoecologisch en ecologisch onderzoek - Archeologisch en historisch onderzoek</i>	
	Probleemstelling	
	Onderzoekthema's en onderzoeksvragen	
3.2.	Bronnen en onderzoeksmethoden	113
	Fysisch-geografisch onderzoek	
	(Paleo)ecologisch onderzoek	
	Historisch-geografisch onderzoek	
3.3.	Resultaten	115
	Thema A: Fysisch-geografische opbouw van het stroomgebied van de Dinkel: een geogenetische reconstructie	
	<i>Lithostratigrafische opbouw van het studiegebied - Vorming van een Laat-Pleniglaciale puinwaaier Lutterzand en Laat-Glaciale geulinsnijding - Holocene geulopvullingsprocessen in de puinwaaier Lutterzand en noordelijke riviervlakte</i>	
	Thema B: Paleoecologische dynamiek: een landschapsecologische interpretatie van de pollensamenstelling uit geulvullingen	
	<i>Vegetatieontwikkeling gedurende het laat paleolithicum - Vegetatieontwikkeling gedurende het laat mesolithicum - Vegetatieontwikkeling tussen het vroeg tot midden neolithicum - Vegetatieontwikkeling in de vroege tot midden ijzertijd - Vegetatieontwikkeling in de vroege tot volle middeleeuwen - Vegetatieontwikkeling in de nieuwe tijd</i>	
	Thema C: Antropogene dynamiek: een reconstructie van verdwenen ecosystemen op basis van historische en kartografische gegevens	
	<i>Dynamiek in het oostelijke geulenstelsel - Dynamiek in het westelijke geulenstelsel</i>	
	Thema D: Ecologische dynamiek: een landschapsecologische interpretatie van historische vegetatiegegevens uit Pleistocene geulsystemen	
	<i>Vegetatiekenschets uit de jaren '40-50 in het oostelijke geulenstelsel - Vegetatiekenschets uit de jaren '40-50 van het westelijke geulenstelsel</i>	
3.4.	Synthese en conclusies	139
	Het rivierterrassenlandschap van de zuidelijke Dinkelvallei	
	Landschapsdynamiek in het rivierterrassenlandschap	
4	Rivierkommenlandschap in het Ageler-Voltherbroek tussen 13.000 BP en heden	143
4.1.	Inleiding en probleemstelling	144
	Inleiding	
	Stand van het onderzoek	
	<i>Fysisch-geografisch onderzoek - Paleoecologisch en ecologisch onderzoek - Historisch onderzoek</i>	
	Probleemstelling	
	Onderzoekthema's en onderzoeksvragen	
4.2.	Bronnen en onderzoeksmethoden	150
	Fysisch-geografisch onderzoek	
	(Paleo)ecologisch onderzoek	
	Historisch onderzoek	
4.3.	Resultaten	152
	Thema A: Fysisch-geografische opbouw van het Ageler- en Voltherbroek: een geogenetische reconstructie	
	<i>Rivierterrassen en -kommen in het noordelijke stroomgebied van de Dinkel - Lithostratigrafische ontwikkeling - Stratigrafische ouderdom</i>	
	Thema B: Paleoecologische dynamiek: een landschapsecologische interpretatie van de pollensamenstelling uit sedimentlagen	
	<i>Laat-Glaciale tot Vroeg-Holocene opvulling - Waarschijnlijk mesolithische opvulling - Opvulling gedurende de volle tot late middeleeuwen - Opvulling gedurende de late middeleeuwen/nieuwe tijd en moderne tijd</i>	

	Thema C: Antropogene dynamiek: de reconstructie van nieuwe en verdwenen ecosystemen op basis van historische en kartografische gegevens	
	Thema D: Ecologische dynamiek: een historische analyse van de landschapsecologische kenmerken tot aan de ruilverkaveling Beneden-Dinkel	
4.4.	Synthese en conclusies	173
	Het rivierkommenlandschap van de noordelijke Dinkelvallei	
	Landschapsdynamiek in het rivierkommenlandschap	
5	Het kasteellandschap van de Hunenborg: een interdisciplinaire reconstructie tussen 1050 en 1650 AD	179
5.1	Inleiding en probleemstelling	180
	Inleiding	
	Stand van het onderzoek	
	<i>Fysisch-geografisch onderzoek - Paleoecologisch onderzoek - Cultuurhistorisch onderzoek</i>	
	Probleemstelling	
	Onderzoekthema's en onderzoeksvragen	
5.2.	Bronnen en onderzoeksmethoden	187
	Fysisch-geografisch onderzoek	
	<i>Identificatie van mogelijke cultuurhistorische objecten - Dateringsonderzoek met behulp van OSL</i>	
	Paleoecologisch onderzoek	
	Cultuurhistorisch onderzoek	
	<i>Archeologisch onderzoek - Historisch onderzoek naar de politiek-bestuurlijke context - Historisch-geografisch onderzoek van middeleeuwse bezitsverhoudingen - Historisch-geografisch onderzoek van middeleeuwse en vroegmoderne wegenpatronen - Historisch-geografisch onderzoek naar de landschapsontwikkeling van het Ageler- en Voltherbroek</i>	
5.3.	Resultaten	189
	Thema A: De Hunenborg: archeologische, historisch-geografische en bouwhistorische kenmerken	
	<i>Proefsleuf A op het hoofdburchtterrein - Grachtvulling voorburchtterrein (DIHU22) - Fossiel maaiveld van de thans verdwenen wal om het voorburchtterrein - Veronderstelde oude toegangsweg Hunenborg - Landweer Voltherbroek</i>	
	Thema B: Politiek-bestuurlijke context: een historische analyse	
	Thema C: Middeleeuwse bezitsverhoudingen: een historisch-geografische analyse	
	Thema D: Historische wegenpatronen: een kartografische reconstructie	
	Thema E: Ontwikkeling van het kasteellandschap rond de Hunenborg: een paleoecologische analyse	
	<i>Fase A: Het landschap voorafgaand aan de Hunenborg (<1050/1075 AD) - Fase B: Het landschap tijdens en/of na de Hunenborg (1050-1225 AD) - Fase C: Het landschap na de Hunenborg (1225-1648 AD)</i>	
	Thema F: Ontwikkeling van het kasteellandschap rond de Hunenborg: een historische, toponymische en kartografische reconstructie	
	Kaders 1 en 2	207
5.4.	Synthese en conclusies	208
	Kasteellandschap van de Hunenborg	
	Het landschap vóór de bouw van de Hunenborg	
	Het landschap tijdens de actieve fase van de Hunenborg (ca 1050 – ca 1225 AD)	
	Het landschap na het verlaten van de Hunenborg (ca 1225 – 1648)	
6	Plaggenbodems en plaggenlandbouw: nutriëntendisbalans in de omgeving van de Mekkelhorst tussen 1300 en 1500 AD	213
6.1.	Inleiding en probleemstelling	214
	Inleiding	
	Stand van het onderzoek	
	<i>Overzicht van de Europese plaggenlandbouw - Overzicht van de Twentse plaggenlandbouw - Historisch onderzoek – Bodemchemisch onderzoek – Dateringsonderzoek - Paleoecologisch onderzoek</i>	
	Probleemstelling	
	Onderzoeksthema's en onderzoeksvragen	

6.2.	Bronnen en onderzoeksmethoden	220
	Fysisch-geografisch onderzoek <i>Veldbodemkundig onderzoek - OSL-dateringsonderzoek - Bodemchemisch onderzoek</i> Paleoecologisch onderzoek Historisch en kartografisch onderzoek	
6.3.	Resultaten	222
	Thema A: Stratigrafische opbouw en ouderdom van plaggenbodems: het occupatiepatroon als richting voor een verkennend onderzoek <i>Natuurlijke profiel - Fossiele cultuurlaag - Plaggendeek - Mekkelhorsteres - Braakman kamp - Locatie Klöpkeshoes - Locatie Veldmaten kamp - De locaties Puntbeek kamp en Zandhuizen I</i> Thema B: Stikstof- en kaliumlimitatie in fossiele akkerlagen: een bodemchemische reconstructie van de plaggenlandbouw <i>N-limitatie - K-limitatie - P-limitatie - Bodemverzuring</i> Thema C: Paleoecologische kenmerken van de plaggenbodems: een landschapsecologische reconstructie van het landschap voor en tijdens de plaggenlandbouw <i>Fossiele cultuurlagen op moderpodzolgronden uit de 11de tot 12de eeuw - Humuspodzolgronden zonder fossiele akkerlagen tot aan het midden van de 17de eeuw - Vaaggronden tot aan het begin van de 18de eeuw - Strooisel/ dunne organische plaggen uit de 13de tot 14de eeuw - Bruine plaggendeekken uit de 15de tot 17de eeuw - Zwarte plaggendeekken uit het midden van de 17de tot begin 20ste eeuw</i> Thema D: Historisch landgebruiksdynamiek voor en tijdens de plaggenlandbouw: een landschapsreconstructie op basis van historische en kartografische gegevens <i>Cultuurlandschap op basis van kartografische gegevens - Cultuurlandschap op basis van gebruikconflicten in de markeboeken</i>	
6.4.	Synthese en conclusies	242
	Het landschap voorafgaand aan de intensieve plaggenlandbouw Het landschap tijdens de transitie van strooisel naar plaggenlandbouw Het landschap tijdens de plaggenlandbouw Methodologische slotbeschouwing	
7	Zandverstuivingen, zandsteentransport en hydrologische dynamiek in het Lutterzand tussen 1600 AD en heden	247
7.1.	Inleiding en probleemstelling	248
	Inleiding Stand van het onderzoek <i>Vorming en ouderdom - Lutterzand als opvallend studieobject</i> Probleemstelling Onderzoeksthema's en onderzoeksvragen	
7.2.	Bronnen en onderzoeksmethoden	251
	Historisch bronnenonderzoek <i>Middeleeuwse routes - Historisch landgebruik op lokale tot microregionale schaal - Historisch landgebruik op bovenregionale schaal</i> Fysisch-geografisch onderzoek Paleoecologisch onderzoek	
7.3.	Resultaten	253
	Thema A: Het Lutterzand: geologische en bodemkundige kenmerken <i>Voorde Puntbeek - Het Zandhuizen I en II profiel</i> Thema B: Transportroutes als mogelijke oorzaak van de verstuivingen: een historische analyse <i>Route voorafgaand aan de verstuiving - Zandsteenhandel vanaf de Tachtigjarige oorlog</i> Thema C: Historisch landgebruik als sturende factor achter de verstuivingen: een historische en kartografische analyse Thema D: Ontwikkeling van het stuifzandlandschap rond het Lutterzand: een paleoecologische analyse <i>Het landschap voorafgaand aan de zandverstuivingen - Het Lutterzand tijdens de zandverstuivingen 1600 AD-1780 AD - Het Lutterzand vanaf 1780 AD</i>	
7.4.	Synthese en conclusies	272
	Het landschap voor de verstuivingen Het landschap tijdens de verstuiving Het landschap na de verstuiving	

8	De mens als veenvormende factor in het watermolenlandschap van het Mosbeekdal tussen 1300 en heden	275
8.1.	Inleiding en probleemstelling	276
	Inleiding	
	Stand van het onderzoek	
	<i>Geologisch onderzoek - Geohydrologisch onderzoek - Archeologisch en paleoecologisch onderzoek - Historisch onderzoek - Ecologisch onderzoek</i>	
	Probleemstelling	
	Onderzoeksthema's en onderzoeksvragen	
8.2.	Bronnen en onderzoeksmethoden	281
	Fysisch-geografisch onderzoek	
	<i>Geohydrologische patronen op een relatieve hoogtekaart - Bodemkundige verkenning bronlocaties - Overzicht van opvullings- en insnijdingsprocessen - Koolstofdateringsonderzoek</i>	
	Watermolenonderzoek	
	<i>Aanwijzingen voor molenlocaties op basis van de verhanglijn - Hydrologisch effect van molendynamiek</i>	
	Paleoecologisch onderzoek	
	Historisch onderzoek	
8.3.	Resultaten	284
	Thema A: Fysisch-geografische positionering en stratigrafie van de veentjes op de Ootmarsumse stuwwal	
	<i>De ligging van de veentjes - Stratigrafische opbouw van kenmerkende veentjes - Ouderdom van de kenmerkende veentjes</i>	
	Thema B: Fysisch-geografische opbouw van veenzones in het Mosbeekdal: een reconstructie van drempels en laagten	
	<i>Opvulling en erosie langs de verhanglijn van de Mosbeek - Dalopbouw tussen brongebied en Pausweg - Erosieverschijnselen</i>	
	Thema C: Het watermolenlandschap: een historische reconstructie	
	<i>Fasering, locatie en type watermolens - Hydrologische effecten van verdwenen en bestaande watermolens - Cultuurhistorische relictten van het watermolenlandschap</i>	
	Thema D: Paleoecologische ontwikkeling: een regionale en lokale vegetatiereconstructie	
	<i>Zone-indeling - Vegetatieontwikkeling op basis van de samenstelling van pollen en niet-pollenpalynomorfe taxa - Vegetatieontwikkeling op basis van macroresten in het Mosbeekbrongebied</i>	
	Thema E: Regionaal historisch landgebruik: historisch bronnenonderzoek en oral history	
	<i>Boerderijontwikkeling - Middeleeuwse routes - Bosontginning - Ontginning veldgronden</i>	
8.4.	Synthese en conclusies	309
	Historisch-landschapsecologische kenmerken vóór de komst van de watermolens	
	Historisch-landschapsecologische kenmerken tijdens de watermolens	
	Historisch-landschapsecologische kenmerken na de 19e-eeuwse markeverdeling	
9	De lange-termijnontwikkeling van de vegetatie van Noordoost-Twente: integratie van paleo- en ecologisch onderzoek	313
9.1.	Inleiding en probleemstelling	314
	Inleiding	
	Stand van het onderzoek	
	Probleemstelling	
	Onderzoeksthema's en onderzoeksvragen	
9.2.	Bronnen en onderzoeksmethoden	317
9.3.	Resultaten	323
	Thema A: Aggregatie van palynologische gegevens met behulp van plantensociologische kennis: een kwantitatieve analyse	
	<i>Natte stabiele ecosystemen - Dynamische ecosystemen - Droge stabiele ecosystemen</i>	
	Thema B: De paleoecologische versus historisch-landschapsecologische benadering: een kritische reflectie op regionale ruimtelijke reconstructies	
	<i>Kaart 1: Jonge-Dryasstadiaal, laat paleolithicum, circa 10.000 v.C. - Kaart 4: Subatlanticum, Romeinse tijd, circa 200 AD - Kaart 5: Subatlanticum, late middeleeuwen, circa 1500 AD</i>	

Thema C: Actuo-referenties voor interpretatie van paleoecologische gegevens: een landschapsecologische en methodologische toetsing

Actuo-referentie New Forest, Zuid-Engeland

9.4	Synthese en conclusies	340
	Meerwaarde van paleoecologische aggregatie met behulp van plantensociologische kennis	
	Verschillen tussen een monodisciplinaire en interdisciplinaire benadering	
	Evaluatie van het gebruik van actuo-referenties bij paleoecologisch onderzoek	

10 Conclusies, reflectie en toepassingsmogelijkheden 343

10.1	Inleiding	344
------	-----------	-----

10.2	De belangrijkste resultaten van het onderzoek	344
------	---	-----

Inleiding - Kernresultaat 1: Nieuw inzicht in de genese van het Laat-Pleniglaciale rivierterrassenlandschap van de zuidelijke Dinkelvallei - Kernresultaat 2: Inzicht in het multi-temporele karakter van het rivierkommenlandschap van de noordelijke Dinkelvallei - Kernresultaat 3: Reconstructie van de langetermijnontwikkeling van locatiekeuze en bewoningspatroon van Noordoost-Twente in de prehistorie en historische tijd - Kernresultaat 4: De mens als sturende factor achter “natuurlijke ecosystemen” in het dal van de Mosbeek - Kernresultaat 5: Blauwgrasland en zwakgebufferd ven, relict van een uitgeveend hoogveenlandschap in een Pleistoceen Dinkelgeulensysteem - Kernresultaat 6: Opbouw en genese van het middeleeuwse kasteellandschap van de Hunenborg bij Volthe - Kernresultaat 7: Datering en bodemkundige achtergronden van de plaggenlandbouw in Twente - Kernresultaat 8: Zandverstuivingen in het Lutterzand als resultante van langeafstandstransport en veranderend landgebruik - Kernresultaat 9: Integratie van paleoecologisch en ecologisch onderzoek - Kernresultaat 10: Paleo- en actuo-referenties als kennisbronnen voor behoud van kwetsbare ecosystemen

10.3	Reflectie op de onderzoeksmethode	351
------	-----------------------------------	-----

10.4	Toepassing van historisch-landschapsecologisch onderzoek in de praktijk	353
------	---	-----

Inleiding - Casestudie oude bosecosystemen in Drenthe - Casestudie doorstroomvenen op de oost-Veluwe flank – Casestudie heide- en veensystemen op de Sallandse heuvelrug - Casestudie beeksystemen op de stuwwal van Nijmegen

10.1	Slotbeschouwing	358
------	-----------------	-----

Het landschap is een resultaat van een eeuwenlange wisselwerking tussen aarde, mens en natuur. Onderzoek volgens het “driehoeksmodel” geeft hier inzicht in - Ga naar buiten! - Gebruik open source bronnen - Wees niet bang om resultaten te delen - Koester vakspecialisme en de lokale schaal - Zorg voor maatschappelijke verbinding

Samenvatting 362

Summary 373

Zusammenfassung 383

Literatuur 394

Bijlagen 419

1.1	Overzicht van de dateringen en pollendata	419
1.2	Microfossielen en milieuindicatie van niet pollen palynomorfe taxa	421
1.3	OSL-dateringsonderzoek Wageningen Universiteit	422
1.4	OSL-dateringsonderzoek University of Oxford	443
2.1	Gecategoriseerde middeleeuwse goederen	448
3.1	Pollendiagram Mekkelhorst landweer	451
3.2	Pollendiagram Hamermatengeul	452
3.4	Kadastrale gegevens uit 1832 AD	453
3.5	Historische kaartenreeks 1848-1976 AD	454
3.6	Herziene grondbelasting 1880 AD	455
4.1	Pollendiagram Agelerbroek	456
4.2	Pollendiagram VO3	457
4.3	Pollendiagram VO5	458
4.4	Historische kaarten Broekgebieden	459

4.5 Boorgegevens Ageler-Voltherbroek	460
5.1 Oud archief Ootmarsum 63e, Twistveld in 1575	461
5.2 Oud archief Ootmarsum 63h, schutten van vee door de burens van Tilligte	462
5.3 Pollendiagrammen kasteellandschap	464
6.1 Pollendiagrammen Mekkelhorsteres, Braakman Kamp, Klöpkeshoes kamp, Veldmaten kamp, Puntbeek kamp	467
6.2 Synthese markevergaderingen uit het markeboek van De Lutte en Beuningen	470
7.1 Hoeveelheid zandsteen, verhandeld naar verschillende plaatsen over land, per jaartal	471
7.2 Bodemprofielen en situatiefoto Beuninger landweer en Witte weer	473
7.3 Pollendiagrammen Beuninger landweer, Witte weer, Zandhuizen locatie I, Zandhuizen locatie II	474
8.1 Zandige stuwwaltop, grensgroef Vlasbeekweg	476
8.2 Tijd-diepte modellen op basis van gekalibreerde koolstofdateringen, stijging van de Pinus-curve en het bemonsteringsjaar	477
8.3 Pollendiagram en macrorestendiagram Mosbeekbrongebied	478
8.4 Pollendiagram Oerbekke	480
8.5 Markeboek van Nutter en Olden-Ootmarsum 1679-1821	481
9.1 Pollendiagrammen Braamberg en Brunninkhuizerbeek	482
9.2 Kruistabel laat paleolithicum	484
9.3 Kruistabel mesolithicum	485
9.4 Kruistabel neolithicum	486
9.5 Kruistabel bronstijd	487
9.6 Kruistabel ijzertijd	488
9.7 Kruistabel Romeinse tijd	489
9.8 Kruistabel middeleeuwen	490
9.9 Kruistabel nieuwe tijd	492
9.10 Kruistabel moderne tijd	494
 Sponsoren	 496

Lijsten van figuren, tabellen, tekstkaders, foto's en kaartmateriaal

Figuren

1.1. Druk op water- en natuurgebieden tussen 1990 en 2015 in vergelijking met het niveau voor duurzame instandhouding van de natuur. Bron: Planbureau voor de Leefomgeving.

1.2. Trend van de diversiteit aan fauna in het agrarische gebied van Nederland.

1.3. Een voorbeeld van ruimtelijke en temporele reikwijdte van hoofdzakelijk historische subdisciplines (donkere ovaal) en ecologische (lichte ovaal). Doordat in Nederland *micro history* overeenkomt met *local history* is deze vervangen voor *regional history*. Naar: Szabo & Hédli, 2011, p. 684.

1.4. Landschapsecologisch rangordemodell. De dikke pijlen wijzen de richting van de overheersende invloed aan en de dunne pijlen de ondergeschikte invloed. Bron: Bakker, Klijn & Zadelhoff, 1981, p. 32-34.

1.5. Relaties op verschillende schaalniveaus. Positionele relaties omvatten het schaalniveau van een stroomgebied. Conditionele relaties spelen op het niveau van de standplaats. Het meest fijnmazige niveau, de operationele relaties spelen op wortelniveau. Het verloop in de tijd zijn sequentiële relaties. Bron: Besselink *et al.*, 2017, p. 17-19; Naar: Den Hoed, 1985.

1.6. Basismodell van landschapsggericht onderzoek.

1.7. Positionering van diverse specifieke en deels monodisciplinaire vakgebieden binnen de landschappelijke driehoek aarde, natuur en mens.

1.8. Positionering van een aantal interdisciplinaire vakgebieden binnen de driehoek aarde, natuur en mens.

1.9. Illustratie van de verschillen tussen multi- inter- en transdisciplinair onderzoek. Bron: Menken & Keesstra (eds), 2016, p. 32.

1.10. De historische landschapsecologie als integratie van aardkundige, ecologische en cultuurhistorische benaderingswijzen op verschillende momenten in de tijd.

1.11. Ligging van het onderzoeksgebied met de fysisch-geografische hoofdlandschappen. De begrenzing van het onderzoeksgebied komt overeen met het voormalige Nationaal Landschap Noordoost-Twente. Het gebied is circa 43.000 ha en ligt ten oosten van de stedenband Almelo, Borne, Hengelo en Enschede. Ten oosten ligt het Graafschap Bentheim dat binnen de provincie Niedersachsen in Duitsland ligt.

1.12. Ligging van het onderzoeksgebied Nationaal Landschap Noordoost-Twente, met daarin de fysisch-geografische hoofdlandschappen en verder afgebakende studiegebieden; 1: De Ootmarsumse stuwwal in de omgeving van Mander en Hezingen; 2: Het dekzandlandschap ten oosten van Beuningen en De Lutte; 3: De broekgebieden van Volthe en Agelo.

1.13. Het studiegebied op de Ootmarsumse stuwwal in de omgeving van Mander en Hezingen vormt een kleinschalige en goed bewaarde afwisseling van bewoning, heide, bos, akkers en graslanden. Binnen een relatief klein en gaaf gebleven gebied kan zowel onderzoek plaatsvinden naar de patroonkenmerken als onderlinge processen in ruimte in tijd.

1.14. Het Mosbeekdal bij Mander. Opvallend is het sterke reliëf en grondwater dat hoog op de hellingen uitteedt waardoor het gebied een grote afwisseling van droog-nat, voedselarm-voedselrijk en zuur-basisch kent. De foto toont een extreme heterogeniteit op verschillende schaalniveaus en daarmee een stevige uitdaging voor landschapsonderzoek.

1.15. Het dekzandlandschap ten oosten van Beuningen en De Lutte. De Dinkel en Dinkel-omleidingskanaal vormen een grens tussen het oude cultuurlandschap en historische gebruiksgebieden langs de Rijksgrens. De historisch-geografische opbouw van oud (west) naar jong (oost) en goed bewaarde structuren (potentieel onderzoeksmateriaal) zijn een belangrijke reden waarom het gebied is gekozen.

1.16. Het oostelijk deel van het studiegebied, een opvallend dunbevolkt landschap. Het natuurreservaat Punthuizen geeft door de afwisseling van bos, heide en natte schaallanden met onder andere Spaanse ruiter (*Circium dissectum*) een 19de eeuws landschapsbeeld.

1.17. De broekgebieden van Agelo en Volthe, een ogenschijnlijk relict van een wildernis. Langs de zuidkant bij Volthe, het Oude Broek en Wiekermeden en Voltherbroek ligt een fraaie overgang van natuur (broekbos) naar kleinschalig cultuurlandschap (bos, akkers, hooilanden). Opvallend is de ringwalburcht Hunenborg, net ten noorden van het Almelo-Nordhornkanaal. Deze geeft aanwijzingen voor een dynamische interactie tussen de mens en de natuur en biedt kansen voor onderzoek naar de relatie tussen het natuurbeheer en erfgoedzorg.

1.18. Het Agelerbroek ligt in een vrijwel onbewoond gebied met en van de best ontwikkelde elzenbroekbossen van Nederland. Het oogt als een van de laatste boswildernissen met kenmerkende soorten zoals gewone dotterbloem (*Caltha palustris*).

1.19. De vier fasen waarin het onderzoek is uitgevoerd.

1.20. Overzicht van de opbouw van het proefschrift.

1.21. Overzicht van bronnen en onderzoeksmethoden met de in dit onderzoek toegepaste reikwijdte.

1.22. De verschillende manieren waarop fossiel stuifmeel en macroresten zijn bemonsterd. Het is belangrijk om contaminatie met jonger of ouder materiaal te voorkomen. Het meest ideaal is de Wardenaarboor (linksboven), waar een scherp mes het veenpakket doorsnijdt. Als de zandfractie toeneemt loopt de Wardenaar meestal vast en is de Russische boor (rechtsboven) een goed alternatief. Deze boor heeft een klep die open en dicht kan worden gedraaid wanneer de juiste diepte is bereikt. In droge gebieden levert bemonstering vanuit een profielkuil de meeste zekerheid om contaminatie te voorkomen (linksonder, foto: S. Engels). In sommige gevallen zat het materiaal te diep en zijn kluitjes uit een Edelmanboor gepeld (rechtsonder).

1.23. Links: een voorbeeld van de ongekalibreerde koolstofdatering (Y-as in rood), het relevante deel van de kalibratiecurve (blauwe band) en het gekalibreerde resultaat (X-as in grijs) met een 95% betrouwbaarheidsinterval (OxCal 4.3, IntCal13; Bronk Ramsey, 2017). Rechts: een tijd-diepte grafiek, waarbij een trendlijn door de diverse dateringen (grijze dateringsintervallen en blauwe stippen met alternatieve dateringen) is aangebracht. Het vormt een manier om het meest waarschijnlijke dateringsinterval binnen periodes met “wiggles” te kunnen aanwijzen.

2.1. Plattegrond van boerderijtype “Hijken” in de Bornse Maten-Grutterskamp, gelegen in een tegenwoordig sterk door grondwatergevoede, ijzerrijke bodem. Bron RAAP, 2007, p. 99.

2.2. Door Van Beek, Maas, Makaske onderscheiden hoofdlandschappen in Noordoost-Twente. Globaal genomen werden deze al eerder door Klijn onderscheiden, maar door andere ruimtelijke begrenzingen als ecodistricten aangeduid. Bron: Van Beek, 2009, 1.

2.3. Geschatte bevolkingsaantallen op het Twentse platteland in 1475, 1599, 1682, 1748, 1795. De sterke groei tussen 1680 en 1748 AD leidde tot toenemende druk op de woeste gronden. Naar Trompeter en Luiten van Zanden, 2001, p. 207-208.

2.4. Metadata achter de fysiochoren binnen de onderscheiden hoofdlandschappen.

2.5. Fysisch-geografische kaart van Noordoost-Twente.

2.6. Het in het Saalien ontstane doorbraakdal in de stuwwal leidde na landschapsvormende processen in het Weichselien tot een smalle waterscheiding. Het is de enige droge verbinding tussen het bekken van Hengelo (links) en het bekken van Nordhorn (rechts) en daardoor een mogelijke migratieroute voor rendieren. De foto toont een schaars begroeid landschap met rendieren in Zuid-Lapland. Foto: A.A.M. Kieskamp.

2.7. Ontwikkeling van de dichtheid aan jachtkampen c.q. nederzettingen tussen het laat paleolithicum en het mesolithicum in vier verschillende fysisch-geografische landschappen in Noordoost-Twente.

2.8. Verdeling van het aantal jachtkampen c.q. nederzettingen in Noordoost-Twente over verschillende fysisch-geografische landschapseenheden tussen het laat paleolithicum en mesolithicum. Voor de codes op de horizontale as

(A1, A2 enzovoorts) wordt verwezen naar par. 2.2.

2.9. Ontwikkeling van de dichtheid aan jachtkampen c.q. nederzettingen tussen het neolithicum en de bronstijd in vier verschillende fysisch-geografische landschappen in Noordoost-Twente.

2.10. Ontwikkeling van de dichtheid aan nederzettingen tussen de ijzertijd en Romeinse tijd in vier verschillende fysisch-geografische landschappen in Noordoost-Twente.

2.11. Werkput 9 uit De Borchert met sporen van een keerploeg, te zien als een laagje stuifzand in gekeerde plaggen in het veenpakket (links). De schaalbalk bevat meterstukken in kleur. De iets oudere eergetouwsporen uit werkput 19 (rechts) in het horizontale vlak bevatten mogelijk sporen van meerdere jaren. Bron: Bos & Zuidhoff, 2011, p. 42; Huisman & Van der Velde, 2011, p. 80-81.

2.12. Verdeling van het aantal jachtkampen c.q. nederzettingen in Noordoost-Twente over verschillende fysisch-geografische landschapseenheden in het neolithicum (NEO), bronstijd (BRS), ijzertijd (IJZ) en de Romeinse tijd (ROM).

2.13. Verdeling van de verschillende categorieën van middeleeuwse boerderijen in Noordoost-Twente over de fysisch-geografische hoofdlandschappen en landschapseenheden.

2.14. Links, de reconstructie van het middeleeuwse wegenpatroon in Noordoost-Twente op basis van de toen aanwezige boerderijen, actuele fysisch-geografische kenmerken en kartografische gegevens. Onder: ligging van de toenmalige grootgrondbezitters binnen en buiten Twente. Het geeft een overzicht van de ruimere wereld waarbinnen Noordoost-Twente functioneerde en van de talrijke lange afstandsroutes die een verbinding met deze externe centra vormden.

2.15. Vanuit de actuele fysische kenmerken gereconstrueerd interregionaal routenetwerk door Van Lanen (2015; 2017, 10.4.).

2.16. Cumulatieve verdeling van het aantal erven in Noordoost-Twente tussen de vroege en late middeleeuwen over verschillende fysisch-geografische landschapseenheden.

2.17. Links: Het verspreidingspatroon van de erven in 1832 op basis van het geschoonde kadastrale bestand van 1832. Rechts: het verspreidingspatroon van de erven in 2011 op basis van het kadaster en TOP10.

2.18. Overzicht van het aantal erven over verschillende fysisch-geografische landschapseenheden in Noordoost-Twente tussen de vroege middeleeuwen en moderne tijd.

2.19. Aantal mogelijke vuursteenvindplaatsen c.q. kampementen verdeeld over voor het oppervlak gecorrigeerde fysisch-geografische microregio's binnen Noordoost-Twente.

2.20. Aantal waarnemingen van vuursteenvindplaatsen, mogelijke kampementen en nederzettingen in het neolithicum (NEO), bronstijd (BRS) ijzertijd (IJZ) en Romeinse tijd (ROM), gecategoriseerd naar fysisch-geografische microregio, gecorrigeerd naar het oppervlak in km².

2.21. Conservatief schattingsoverzicht van erven c.q. huishoudens in de periode tussen de vroege middeleeuwen en heden.

2.22. Aantal waarnemingen van erven gecategoriseerd naar fysisch-geografische microregio, gecorrigeerd naar het oppervlak in km².

2.23. Occupatiemodellen op basis van het ruimtelijke patroon. Tot en met het neolithicum werden steeds nieuwe gebieden gebruikt als jachtkamp of zwerflandbouw. Model A is een geleidelijke kolonisatiefase. Model B is een contractiefase, gevolgd door een ontginningsfase op grote bestaande en nieuwe zandeilanden. Model C is een maximale contractiefase, waarbij delen van het ecosysteem uit evenwicht raakten. Model D vormt de historische ruggengraat van het bewoningspatroon, waarbij de steden Oldenzaal en Ootmarsum de ruggenwervels en ontginningen in laatmiddeleeuwse moeras- en veengebieden de ribben vormden. Model E vormt een verdicht hoevenlandschap met bewoningskernen en enkele natte perifere ongecultiveerde eilanden. Model F staat voor een bewoningslandschap van verspreid liggende hoeven, stedelijke kernen en enkele reservaten van perifere gebieden.

2.24. Dwarsdoorsnede van het maaiveld, geïnspireerd door de fysische hoofdlandschappen en detailreliëf op het AHN2, globaal genomen in de lijn tussen Almelo en Nordhorn. De begrenzingen van deze hoofdlandschappen zijn aangegeven met verticaal aangegeven zones, waarboven de bewoningszones per tijdperiode laat paleolithicum (PALEO), mesolithicum (MESO), neolithicum (NEO), bronstijd (BRS), ijzertijd (IJZ), Romeinse tijd (ROM), vroege middeleeuwen (VME), late middeleeuwen (LME), nieuwe tijd (NT), moderne tijd (MT) zijn weergegeven. De dunne doorlopende in de moderne tijd wijst op een vrijwel overal voorkomende bewoning.

3.1. Stootoevers langs de Dinkel in het Lutterzand. Het is uniek dat langs deze oevers Laat-Pleniglaciale tot hedendaagse afzettingen (circa 25.000 jaar geleden tot heden) zichtbaar zijn. Door meandering en insnijding van de Dinkel komen tot circa 5 m diepe afzettingen aan de oppervlakte voor. Deze oevers vormden daarom een geliefd studieobject van onder andere de Vrije Universiteit van Amsterdam (VU) en Universiteit van Amsterdam (UvA).

3.2. Geologische kaart van het studiegebied met daarop de Formatie van Twente 3, 4 en Formatie van Kootwijk S/Tw4. Bron kaartmateriaal: Van Den Berg & Den Otter, 1993, kaart 28 Oost/29.

3.3. Natte en droge plekkenkaart van Von Frijtag Drabbe uit 1954, schaal 1:50.000 gebaseerd op luchtfoto-interpretatie. De kleurtinten verschuiven van donkerrood (droog) naar donkerblauw (nat) en tonen een systeem van diverse geulen en laagten. Bron kaartmateriaal: Von Frijtag Drabbe, 1954, p. 7; www.kaartopmaat.wur.nl/hydro/index.html (01-09-2015).

3.4. Bodemkaart 1:5.000 van het Beuninger Achterveld tussen de Puntbeek en Rijksgrens uit 1951, waarbij de fysisch-geografische diversiteit voorafgaand aan de ruilverkaveling zichtbaar is. De toegevoegde blauwe stippellijnen markeren het opvallende geulpatroon van de natste gronden (rode en donkerbruine legenda-eenheden met gleyverschijnselen tot aan het maaiveld). Bron: Van Liere, 1951.

3.5. Samengevoegd Nederlands en Duitse hoogtemodel, waarbij de hoogteresolutie tussen 15 en 40 m boven zeeniveau is ingesteld. Het studiegebied is als een zwart kader aangegeven, waarbinnen het Lutterzand (rode cirkel) een puinwaaier tussen een mogelijk oostelijk en westelijk geulenstelsel lijkt te liggen.

3.6. Boeren uit het studiegebied. Linksboven dhr. Roeleveld gaf essentiële informatie over de omgeving van de Dinkel en Puntbeek voor de ruilverkaveling Denekampseveld. Rechtsboven dhr. Oldekamp die nuance gaf aan het bovenstroomse deel van de Puntbeek voor de ruilverkaveling. Linksonder de Mekkelhorster boeren mevr. Berning, dhr. Blokhuis, dhr. Kamphuis, dhr. Wigger, dhr. Kamphuis en dhr. Berning die vanuit overlevering van hun ouders en kinderjaren de dynamiek van de Dinkel beschreven. Rechtsonder de gebroeders Groener, die de dynamiek van het benedenstroomse deel van de Puntbeek (en relictten in het veld) in relatie tot de Dinkel voorafgaand aan de ontginningen konden beschrijven.

3.7. Overzichtskaart met locaties waar geologisch onderzoek heeft plaatsgevonden. De maaiveldprofielen worden verderop besproken.

3.8. De Beuningenlaag langs de Dinkel in het Lutterzand vormt de basis van de Lutterzandlaagpakket met daarin een bandering gevormd door water- en windafzettingen. In het onderliggende Beverborglaagpakket zijn vorstscheuren te zien.

3.9. Nieuwe onderzoekslocatie in het Puntbeek-Gelebeek systeem, gelegen aan een stootoever van de Puntbeek, langs de zuidzijde van de buurschap Punthuizen. 1 Beverborg laagpakket met vorstswig. 2 Onderkant Lutterzand laagpakket met de laag van Beuningen. 3 Lutterzand laagpakket met 10 cm Holocene bodemvorming, overstuivingen en plaggendek.

3.10. Brede vorstswig uit de Jonge-Dryasstadiaal A, gevormd in jong dekzand II. Boven het oude maaiveld is stuifzand afgezet.

3.11. Profielkuil in een dekzandrug in De Mekkelhorst. De haarpodzolgrond is gevormd in jong dekzand II en is afgezet op Laat-Glaciaal veen. Het veenpakket op circa 2 m diepte had een aanzienlijke verbreiding, want tijdens de bouw van een op circa 60 m afstand gelegen stal heeft René Berning op diverse plekken vergelijkbaar veen aangetroffen.

3.12. Het stroomgebied van de Dinkel is grotendeels begrensd door vast gesteente (Baumbergen, Rothenberg, Bentheimerberg) en gestuwde Tertiaire klei en grondmorene (Oldenzaalse stuwwal).

3.13. Het verhang in het stroomgebied van de Dinkel tussen bron bij Baumbergen en noordgrens bij Lage toont een steil verhang van 1,6 m per km. Het studiegebied ligt tussen de circa 50 en 56 km vanaf de oorsprong. Vanaf circa 40 km is veel sediment afgezet.

3.14. Fysisch-geografische impressie van de Dinkelvallei in het Laat Pleniglaciaal, waarbij de opdooi van permafrost leidde tot opvulling van het breed vlechtende riviersysteem. Het stroombed van de Lhasa-rivier op de Tibetaanse hoogvlakte valt vanaf de zomer droog, waardoor lokale verstuingen van de stroomgordel plaatsvinden. Er zijn daarmee enige overeenkomsten met de Laat-Pleniglaciale landvormen in de Dinkelvallei. Op de voor- en achtergrond is een boomsteppe te zien.

3.15. Morfologische reconstructie van het oostelijke en westelijke geulenstelsel in het Laat Glaciaal op basis van het AHN en abiotische kenmerken op historische en paleohydrografische kaarten.

3.16. Noordelijke dwarsdoorsnede van het maaiveld. Behalve de Dinkel zelf lijkt de basis van het maaiveld vrijwel dezelfde hoogte te hebben.

3.17. Middelste dwarsdoorsnede van het maaiveld, waarbij de diverse terrasinsnijdingen en insnijdingsfases (gemarkeerd met pijl) zichtbaar zijn.

3.18. Zuidelijke dwarsdoorsnede van het maaiveld, waarbij de insnijdingsfases met een pijl zijn gemarkeerd. Het Lutterzand vormt een hoge rug tussen de insnijdingsfases van de Dinkel.

3.19. Overzicht van de onderzoekslocaties waar dateerbare geulopvullingen zijn aangetroffen. De gele lijn bevat de AHN2 maaiveldhoogte van de oostelijk gelegen terrasrand. De blauwe lijn bevat de AHN2-maaiveldhoogte van de dalbodem in het Dinkedal. Het verhang is met lineaire trendlijnen weergegeven. Voor de locaties binnen het studiegebied en in het westelijke geulensysteem is met behulp van de koolstofdateringen onderzocht wanneer de insnijdings- en opvullingsprocessen hebben plaatsgevonden. De diepte van de veenlagen met bijbehorende koolstofdateringen zijn ten opzichte van het maaiveld van de onderzoekslocaties op de oostelijke terrasrand aangegeven. Hierbij zijn de locaties Lutterzand sectie D (7535 ± 50 BP), paleogeul Hamermaten (7025 ± 40 en 6310 ± 60 BP), paleogeul Mekkelhorst landweer (10.890 ± 30 BP) en paleogeul Mekkelhorst (2270 ± 30 en 2245 ± 30 BP) betrokken.

3.20. Overzicht van de onderzoekslocaties paleogeul Hamermaten en paleogeul Mekkelhorst. De rode pijl op locatie Hamermaten markeert de geulvormige laagte vanaf de Dinkel. Tijdens hoog water wordt deze geul gevoed en wordt klastisch sediment afgezet. In de paleogeul Mekkelhorst vindt geen inundatie meer plaats. De klastische afzetting is door mensen begraven met zand.

3.21. Overzicht van paleoecologische gegevens in de tijd, gecategoriseerd naar data uit oostelijke en westelijke geulsystemen. De onderzoekslocaties hebben een code (Kl: Denekamp-De Klokkenberg), een eventuele toevoeging van een profiel (Kl-P1: profiel 1) en pollenzone of monster (Kl-P1.5). Op locatie Denekamp De Borchert zijn per zone meerdere koolstofdateringen uitgevoerd die in de tijd zijn geplaatst door een nummertoevoeging (DB-VIII-1: zone VIII, eerste datering). Op de Borchert zijn door Van Geel, Bohncke en Dee meerdere fases in pollenzone XI onderscheiden. De door hun onderscheiden fases zijn met a en b gemarkeerd. Wanneer de koolstofdatering op de grens van twee tijdsfases ligt zijn beide fases gekleurd.

3.22. 3D-model van het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN2), waarbij het oostelijke geulenstelsel (lichtblauw) en westelijke geulenstelsel (donkerblauw) zijn weergegeven. De paarse pijl symboliseert een geul die tijdens hoog water het westelijke en oostelijke geulenstelsel met elkaar verbindt. In dit gradiënt kwamen in het laat paleolithicum voor: A) Overstuivingstolerante vegetatie in de duinen bij Schoorl. Soorten zoals den, jeneverbes, berk en kraaihei groeiden vermoedelijk aan de loefzijde van de rivierduinen van Denekamp De Borchert en de Mekkelhorst. B) Fijne waterranonkel in een 's zomers drooggevalen strang in de Millingerwaard. C) Verlandingsvegetatie van waterdrieblad en scherpe zegge in een meertje in IJsland. D) Onbeschutte toendra-achtige vegetatie in het hooglanden van IJsland, waarbij grote delen bestaan uit struikhei (*Calluna vulgaris*), kraaihei, dwergberk (*Betula nana*), jeneverbes en wilg (*Salix*).

3.23. 3D-model van het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN2), waarbij het oostelijke geulenstelsel (lichtblauw) en westelijke geulenstelsel (donkerblauw) is weergegeven. In dit gradiënt kwamen in het laat mesolithicum voor: A) een bultvormende vegetatie van witte snavelbies, den en veenmossen, zoals te zien in het Besthmenervennencomplex bij Ommen; B) een berkenbroekbos zoals te zien bij het Korenburgerveen; C) een gradiënt van elzenbroekbos naar grote zeggenvegetaties tot open water met gele plomp in het bosgebied van Bialowieza in Noordoost-Polen; D) een

rivierenruigte van bijvoet en grote brandnetel langs de Waal bij Pannderden; E) een eiken-lindebos in het bosgebied van Bialowieza.

3.24. 3D-model van het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN2), waarbij het oostelijke geulenstelsel (lichtblauw) en westelijke geulenstelsel (donkerblauw) is weergegeven. In dit gradiënt kwamen tussen het vroeg tot midden neolithicum voor: A) een bultvormende vegetatie van witte snavelbies, den en veenmossen, zoals te zien in het Besthmenervennencomplex bij Ommen; B) ruige cultuurgraslanden zoals te zien in de Biebrzavallei in Noordoost-Polen; C) een elzenbroekbos met o.a. dotterbloem in het bosgebied van Bialowieza in Noordoost-Polen; D) een rivierenruigte van bijvoet en grote brandnetel langs de Waal bij Pannderden; E) een eiken-linde bos in het bosgebied van Bialowieza.

3.25. 3D-model van het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN2), waarbij het oostelijke geulenstelsel (lichtblauw) en westelijke geulenstelsel (donkerblauw) is weergegeven. In dit gradiënt kwamen in de vroege tot midden ijzertijd voor: A) moerasbeek in het bosgebied van Bialowieza, Noordoost-Polen; B) een ruig cultuurgrasland in de Biebrzavallei, Noordoost-Polen; C) een veenmosrijke natte heide in het Balloërveld in Drenthe; D) een elzenbroekbos in het bosgebied van Bialowieza; E) een cultuurgrasland in het Drentse Aa gebied; F) een eiken-lindebos in het bosgebied van Bialowieza.

3.26. 3D-model van het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN2), waarbij het oostelijke geulenstelsel (lichtblauw) en westelijke geulenstelsel (donkerblauw) is weergegeven. In dit gradiënt kwamen in de vroege tot volle middeleeuwen voor: A) een extensief cultuurgrasland in het Drentse Aa gebied; B) een wisselvochtige tredvegetatie van greppelrus in reservaat Duivelshof bij Losser; C) een ruig cultuurgrasland in de Biebrza-vallei, Noordoost-Polen; D) een vogelkers-essenbos langs de Dinkel bij Beuningen.

3.27. 3D-model van het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN2), waarbij het oostelijke geulenstelsel (lichtblauw) en westelijke geulenstelsel (donkerblauw) is weergegeven. In dit gradiënt kwamen in de nieuwe tijd voor: A) heidelandschap met groepjes elzen langs een beek in de Lüneburgerheide in Duitsland; B) reservaat Punthuizen, een referentie voor een overgang tussen vochtige heide en blauwgrasland; C) het Elmpter Schwalmbruch in Duitsland een open heidelandschap met veenmosrijke natte heide.

3.28. De grensinspectie uit 1652 AD van de markegrens tussen Beuningen (noordelijke deel) en De Lutte (zuidelijk deel), waarbij de locatie van de stenen en palen uit het kadastrale minuutplan van 1832 AD zijn afgeleid. De Witte weer (nr. 37) ligt waarschijnlijk op de rijksgrens ten zuiden van nr. 36. De reconstructie is op basis van fysisch-geografische en historische gegevens tot stand gekomen en weergegeven op de Hottingerkaart uit de periode 1788-1792 AD.

3.29. Vennenkaart in het Strengveld en Beuningerachterveld, met nummers behorend bij de inventarisatie uit 1958. Bron: Natuurwetenschappelijk archief Staatsbosbeheer Dinkelland archiefstuk DIOT/BEH;77.

3.30. Overstromingsgebieden in het stroomgebied van de rivier de Dinkel voor 1965 op basis van interviews met streekbewoners. In het gebied liggen op tal van plekken nog aanzienlijke dijken.

3.31. Overstroming bij Kamphuis in 1960 AD. Op de achtergrond (foto rechts) is een dijk met coupure, waarin planken liggen. Doorgebroken kades werden met zandzakken hersteld (foto links). De foto's zijn gemaakt door fotograaf Kamphuis en beschikbaar gesteld vanuit de buurschap, met dank aan Aloys Kamphuis & Irma Berning.

3.32. 3D-model van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2), waarbij het oostelijke geulenstelsel (lichtblauw) en westelijke geulenstelsel (donkerblauw) is weergegeven. In dit gradiënt kwamen in de eerste helft van de 20^{ste} eeuw voor: A) Dwergbiezenverbond langs de Dinkel bij Lattrop. Het terrein is kort gegraasd door pony's en bezit een groeiplaats voor het dwergbiezenverbond met onder andere borstelbies (*Isolepis setacea*), zomprus (*Juncus articulatus*), gewoon peermos (*Pohlia nutans*) en dwergbloem (*Centunculus minimus*). B) Niet ontwaterde gradiënt van zwakgebufferd ven naar veenmosrijke en orchideeënrijke natte heide, zoals Bernink het in 1926 zag bij het Hornven. C) Een voortzetting van B, waarbij aspecten van blauwgrasland aanwezig zijn. De veenmosrijke orchis in het New Forest (D) geeft het scharnierpunt tussen deze gemeenschappen aan. E) Noordrand van de kamp bij Punthuizen (X: 268554/Y: 485365) met de fossiele oude Puntbeek (blauwe stippellijn) die door kanalisatie tussen 1848 en 1900 is vervallen. In dit ogenschijnlijk open arme bos kwamen in 1944 nog rijke aspecten voor, waaronder de karwijselie en knollathyrus. F) Grote tijm en lange ereprijs, behorend tot de associatie van schapegras en tijm in het Borkenerparadijs langs de Eems bij Haren. G) een soortenrijk vogelkers-essenbos met aspecten van het eiken-haagbeukenbos langs de Dinkel bij Beuningen.

3.33. Kenschets van de geogenetische processen binnen het westelijke en oostelijke deel van het studiegebied (gescheiden door zwarte stippellijn). De donkerblauwe pijlen symboliseren het fluviale transport door het westelijke paleogeulstelsel. De lichtblauwe pijlen symboliseren fluviaal transport tot en met de Allerød en is door eolische activiteit op de zuidelijk gelegen puinwaaier geïsoleerd geraakt van het riviersysteem. De paarse pijl markeert een geul die tijdens hoog water een verbinding legde tussen het westelijke en oostelijke riviersysteem.

3.34. Impressie van matig voedselrijke graslanden in de paleogeulstelsels bij de Mekkelhorst in de ijzertijd en middeleeuwen. In vergelijking met het oostelijke geulstelsel is de productiviteit hoger door inundatie gepaard gaande sedimentatie-processen.

3.35. Doorstroomvenen in het New Forest, Engeland, waarbij langs de weinig ingesneden beek basenminnende soorten voorkomen en in de bultvormende vegetatie regenwater-indicerende soorten groeien.

4.1. Het circa 400 hectare grote Ageler- en Voltherbroek, een uitgestrekt bosgebied tussen Ootmarsum, Denekamp en Oldenzaal. Het gebied oogt als een eeuwenoude wildernis.

4.2. Geologisch onderzoek van Van Huissteden, waarbij de boringen 7-24 in raai A-A' in de noordflank en van het Agelerbroek zijn gedaan. Het laagpakket van Singraven (S) is vrijwel in het gehele Agelerbroektransect aanwezig. Bron: Van Huissteden, 1990, p. 28-39.

4.3. Het onderzoeksgebied met daarin de onderzoekslocaties Agelerbroek, Voltherbeekweide (VO2) en Oud oppervlak wal (VO3, VO5).

4.4. Reconstructie van het noordelijke deel van het stroomgebied van de Dinkel, gebaseerd op geologische gegevens en het AHN. In het Laat Glaciaal raakten de westelijke geulen gedeeltelijk van het riviersysteem geïsoleerd door parallel gevormde rivierduinen langs de meest actieve bedding, waar opvulling plaatsvond. De westelijke afgelegen geulen, waaronder in het Agelerbroek werden minder dynamisch, maar het achterland werd steeds natter door een verslechterde afvoer. De rode stippellijn geeft de ligging van de dwarsprofiel (4.5) weer.

4.5. Maaiveldprofiel op basis van het AHN2 tussen de Ootmarsumse stuwwal en Duitse grens. In het oostelijke deel van het maaiveldprofiel wijst het niveauverschil tussen de Rammelbeek (Pleistocene oostelijke bedding) en het Bonkenbroek op terrasinsnijding, analoog aan het gebied ten zuiden van Denekamp. Door de centrale dalopvulling en Laat-Glaciaal eolische activiteit ontstonden rivierduinen tussen Tilligte en Noord-Deurningen en raakten de achterliggende beddingen en vlakten, waaronder het Agelerbroek, steeds meer geïsoleerd.

4.6. Actuele bodemtypen (2016), geprojecteerd op de 1:50.000-bodemkaart en het AHN2-hillshademodel. De veldpodzolgronden (Hn21 alle boringen binnen de Hunenborgeenheid en Hn23) vormen de hoogste ruggen in het gebied. De associatie van kleiige beekdalgronden (ABk) zijn overwegend beekerdgronden, soms een leekerd- of poldervaaggrond als het kleipakket dikker is dan 40 cm. De beekerdgronden komen overwegend voor binnen de associatie van venige beekdalgronden (ABv) en zijn daarbuiten vaak begraven door egalisaties tijdens de ruilverkaveling. In het zuidoostelijke deel van het Agelerbroek komen koopveengronden voor.

4.7. Maaiveldprofiel van het AHN2, met daarin de boorprofielen uit 2016. Opvallend is de hoge ligging van het Almelo-Nordhornkanaal, waarbij de lijn tussen de kades het waterpeil laat zien. Er zijn grofweg drie deelsystemen zichtbaar. In het Agelerbroek, ten westen van het Almelo-Nordhornkanaal, is een tweeledige opvulling zichtbaar. Langs de westelijk gelegen zandrug (nr. 83) komt een diepe opvulling van klei, gevolgd door veen voor (nr. 82 en 80). Ten oosten hiervan bestaat de opvulling uit venige klei en detritusveen (nr. 79 en 57), waarbij profiel 57 door kleiarm zand en zware zavel is onderbroken. In het Voltherbroek, ten oosten van het Almelo-Nordhornkanaal, bestaat de sedimentopvulling uit kleihoudend materiaal, waarbij op het laagste deel (nr. 37) venige lichte klei aanwezig is.

4.8. Samengesteld bodemprofiel van het dikste veenpakket en zandige gyttja in het Agelerbroek. Doordat boomwortels van bovenaf in het veenpakket zijn gegroeid was het niet mogelijk om een aaneensluitend profiel te steken. Links bevat bodemprofiel 1, gestoken met de Wardenaarboor tussen de 0-111 cm dikte. Rechts profiel 2, gestoken met een Russische boor op circa 1 m ten noordwesten van profiel 1 tussen de 76 en 129 cm diepte. Het “blonde” moedermateriaal is met een smalle guts gestoken, maar niet gebruikt voor palynologisch onderzoek. De deelprofielen zijn na palynologische analyse gecombineerd en uitgewerkt tot een pollendiagram. We zien een afwisseling van venige klei, een ijzeroerbank, venige klei, siltig zand, opnieuw venige klei een dik pakket met siltig zand.

4.9. Extensief gebruikt grasland, waar aan de oostzijde een ongestoord microreliëf aanwezig lijkt te zijn. Het

moedermateriaal (2Cg) bestaat uit leemarm matig fijn zand, waarop in de overgangsfase tussen de Jonge-Dryasstadiaal en het Preboreaal zware zavel (1Ahb) is afgezet die later humushoudend is geworden. Pas veel later is het profiel begraven door een pakket kleiarm zand (1Cg). De datering van het kleiarne zand is statistisch gezien onbetrouwbaar. De bovenste 25 cm bevat kleiig matig fijn zand en bevat meer lutum.

4.10. Onderzoekslocaties VO3 (links) en VO5 (rechts), waarbij de begraven bodems volgens de OSL-dateringen (monsters uit grijze PVC-buizen) uit de volle tot late middeleeuwen dateren. Op locatie VO3 is het Beuningcomplex op 70-75 cm diepte gemarkeerd met een rode pijl. Voorafgaand aan de middeleeuwse begraafing lag dit complex op circa 15 cm onder maaiveld. Onderzoekslocaties zijn opgenomen in fig. 4.3.

4.11. Geschematiseerde weergave van het transect Ageler-Voltherbroek tijdens de Jonge-Dryasstadiaal B. De zone met blauwe pijl representeert de komgronden, in het westen begrensd door een esker, waarop een toendra-achtige vegetatie voorkwam (nr. 1. Nationaal Park Þingvellir, IJsland). Door een steeds verdere isolatie van het riviersysteem ontstonden stabiele en natte rivierkommen (nr. 2, Biebrza Nationaal Park en nr. 3, Noordoost-Polen), waarin een vermorsingsveen ontstond en tijdens hoog water klei werd afgezet. Dit studiegebied onderscheidt zich van het oostelijke dynamische deel (nr. 4, rivierduinen langs de Narew, Noordoost-Polen; nr. 5, vlechtende rivierbeddingen van de Lhasa-rivier, Tibet).

4.12. Geschematiseerde weergave van het transect Ageler-Voltherbroek tussen het midden mesolithicum en vroeg neolithicum. Door successie en opvulling van het verlandingsveen bestond het omliggende landschap grotendeels uit een eiken-lindenbos (nr. 1: bosgebied van Bialowieza in Noordoost Polen), maar waren er in de stabiele natte rivierkommen nog open terreindelen aanwezig met een afwisseling van elzenbroekbos, grote-zeggenvegetaties en lokaal open water (nr. 2: bosgebied van Bialowieza; nr. 3: een hoog gelegen rivierterras in het zuidelijk bekken van de Biebrzavallei).

4.13. Geschematiseerde weergave van het transect Ageler-Voltherbroek tijdens de volle tot late middeleeuwen. Door een toename van fluviale activiteit werd klastisch sediment in de omgeving van de paleogeul in het Voltherbroek afgezet. Door vernatting en historisch landgebruik ontstonden steeds meer open elzen- en wilgenbroekbossen, waar tredvegetaties voorkwamen (nr. 1: hooipad in de Biebrzavallei; nr. 2: wisselvochtige delen van het Agelerbroek); plekken waar tijdens hoog water sediment vanuit het Dinkelsysteem in een vogelkers-essenbos wordt afgezet (nr. 3: Dinkeldal bij Beuningen); nr. 4: wilgenbroekbos in het Agelerbroek.

4.14. Geschematiseerde weergave van het transect Ageler-Voltherbroek tijdens de late middeleeuwen/nieuwe tijd en moderne tijd. Voor 1930 was het Agelerbroek vrijwel boomloos. De westflank bevatte kenmerken van blauwgrasland, overgaand in een grote-zeggenvegetatie met een soortensamenstelling die bestand is tegen rivierinundatie (nr. 1: blauwe knoop in reservaat de Blauwe hel bij Veenendaal; nr. 2: grote zeggenvegetatie in het Biebrza Nationaal Park). Vanaf 1930 ontstonden pioniermilieus, mogelijk door de aanleg van het Almelo-Nordhornkanaal (nr. 3: Zunasche heide met pilvaren, grote waterweegbree en op de achtergrond snavelzegge en elzenbroekbos). Er vond een steeds verdere successie naar elzenbroekbos plaats (nr. 4: Agelerbroek, nabij de bemonsteringslocatie).

4.15. De Hottingerkaart 1788-1792 AD, met de begrenzing van het studiegebied ter oriëntatie voor een vrijwel boomloos landschap. De blauwe pijlen markeren de afvoer vanuit de broekgebieden en het aanvullende water vanuit Dinkelsysteem door de opstuwende werking van de watermolen op het landgoed Singraven. Bron kaartmateriaal: Rijksuniversiteit Groningen.

4.16. Stuwhoogtes van de watermolen Singraven en Lage en het maaiveld van het noordelijke deel van het Agelerbroek. De afstand tussen het Agelerbroek en de watermolen Lage is langs de watergang Hollandse graven in GIS ingemeten. De afstand tussen het landgoed Singraven en het noordelijke deel van het Agelerbroek via de Voltherbeek is in werkelijkheid 4 km. Rechts: de middenslag watermolen op landgoed Singraven.

4.17. De Nettetekening van de Topografisch Militaire Kaart uit 1848, met een zwarte omkadering van het studiegebied. In vergelijking met de Hottingerkaart is er meer ontwatering en een poldermolentje aanwezig in het Agelerbroek.

4.18. Tijdens de aanleg van het kanaal Almelo-Nordhorn moesten hoogteverschillen worden overbrugd, waaronder de zuidpunt van de Ootmarsumse stuwwal en oostelijk gelegen komgebieden van de Dinkel. Ter hoogte van het Ageler-Voltherbroek ligt de kanaaldijk circa 3 m hoger dan deze laaggelegen broekgronden en moesten de beken voor hun noordelijke afvoer onder het kanaal worden doorgeleid (nr. 1). In het studiegebied zijn de Voltherbeek en Roelinkbeek/Tilligterbeek ook onder het kanaal doorgeleid (2, 3). Na de markeerverdeling is het Vree door het Agelerbroek gegraven. Deze watergang is in het broekbos nog steeds te herkennen en stroomt via een stuw en duiker

onder het schouwpad (blauwe pijl) uit op het nieuwe Vree (nr. 4). Deze diepere watergang is na de ruilverkaveling langs de noordrand en westrand van het Agelerbroek aangelegd. Bron nr. 1: HCO, bibliotheek 38927*GOHKVA9999, met dank aan L. Jehee.

4.19. Overstroming in het Agelerbroek op 14 januari 1925. De foto is gemaakt op een hoogte van 700 meter tussen 11.30 – 13.30 uur, ongeveer in noordelijke richting. HCO, toegang 26.6 inv. nr. 102, fotocollectie Provinciale waterstaat, met dank aan Luc Jehee.

4.20. Reconstructie van het overstromingsbereik in de komgronden tijdens hoge Dinkelstanden, geldig voor de periode tussen 1448-1958 AD toen Almelo onder water kwam te staan, mede doordat het overtollige Dinkelwater over de waterscheiding in zuidwestelijke richting werd afgevoerd.

4.21. Overzicht van grote veranderingsfasen van ontwateringsstelsels tussen 1848 en 2006 op basis van de Nettetekening uit 1848, gemeentearchief gemeente Dinkelland, Collectie Kollen, inv. nr. 97 en de waterschapslegger van het waterschap Vechtstromen uit 2006.

4.22. Vegetatietypenkaart van Staatsbosbeheer uit 1951, met daarop het rietverbond (Ph), Verbond der grote zeggen (Ma) dat tegenwoordig het verbond van scherpe zegge wordt genoemd. Verder het verbond van zwarte zegge (Ca), het dopheidverbond (Er), verbond van biezenknoppen en pijpenstrootje (Mo), verbond van elzenbroekbossen (Al), zomereikverbond (Qu) en haagbeukenverbond (Carp). Het gebied binnen de rode stippellijn bevat het globale huidige natuureservaat Agelerbroek. Bron: Natuurwetenschappelijk Archief Staatsbosbeheer, AGELGEO (93).

4.23. Reconstructie van het riviersysteem in de Jonge-Dryasstadiaal B (ca. 13.000-12.000 jaar geleden). De geologische bodemkundige en geomorfologische kenmerken geven aanwijzingen dat het Voltherbroek en het noordelijke deel van het Agelerbroek tot een semi-geïsoleerde rivierkom van het huidige Dinkelsysteem behoren. Hetzelfde geldt vermoedelijk voor het laaggelegen gebied ten noordoosten van Denekamp. Deze wordt het Bonkenbroek genoemd.

4.24. Tussen de late middeleeuwen en 1958 AD kwamen er in de lage delen van het Ageler- en Voltherbroek zowel elzenbroekbossen (nr. 1: kanaalzone van het Agelerbroek in 2016) als open vegetaties van grote-zeggengemeenschappen (nr. 2. en 4: Rivierkommen van de Narew in Noordoost-Polen) voor. Deze werden zowel door basenhoudend grondwater als rivierwater beïnvloed. Door een slechte afvoer kwamen er plekken voor waar regenwater stagneerde en stratificatie van voedselrijk en voedselarm water voorkwam. De westflank van het Ageler- en Voltherbroek werd alleen door grondwater gevoed, waardoor er kleine-zeggenmoerassen met aspecten van blauwgrasland voorkwamen (nr. 3. Kwelveen met mesotroof zure kenmerken in “Rakes brakes bottom” in het New Forest, Engeland). Na de ruilverkavelingen werd de directe omgeving van de natuureservaten ontgonnen en voorzien van ontwateringen (nr. 7). De westflank van het Agelerbroek (nr. 5) bevat een overgang van natte heide naar blauwgrasland en kleine-zeggenvegetaties (nr. 5). De meest natte delen bevatten een elzenzegge-elzenbroekbos (nr. 6). Door de ontwateringen in de directe omgeving van de reservaten en het ontbreken van overstromingsdynamiek zijn grote delen van de broekbossen in het Ageler- en Voltherbroek sterk verruigd met braam (*Rubus*) en framboos (*Rubus idaeus*).

5.1. Ligging van de Hunenborg (rode pijl) in een laaggelegen broekgebied, tussen Ootmarsum en Volthe.

5.2. Luchtfoto van de omgeving van de Hoge Hunenborg tussen 1920 en 1940. De foto is richting het zuidwesten genomen en toont rechts van de ringwalburcht een akkercomplex bij het erve Oude Hengel. Het strookvormige akkercomplex markeert grofweg de Lage Hunenborg, het voorburchterrein, waarop in sommige percelen de korenschoven duidelijk zichtbaar. Bron: beeldbank Defensie, 2019. nimb-beeldbank.defensie.nl/dd.06-12-2018. In 2018 is de structuurvariatie en kleinschalige afwisseling in landgebruik sterk afgenomen. Bron: www.google.com/maps/dd.07-12-2018.

5.3. Rechts: de locatie van de door archeoloog Verlinde vermeende toegangsweg naar de Hunenborg, “zilveren straat” genoemd. Boven: de lithostratigrafische opbouw toont een zandrug, deels afgezet op klei, leem of zavel. Bron: Verlinde *et al.*, 1978.

5.4. Lengteprofiel van de grachtvulling van het proefsleuvenonderzoek door de ROB uit 1994. Tussen de top van de natuurlijke grachtvulling en de onderkant van de aardenwal in deze gracht is een vlechtwerk van takken en gebruikt hout aangetroffen dat secundair in de dam was verwerkt. Dit betekent dat er na 1159 AD een flinke wal is opgeworpen. De rode pijl markeert de ligging van het lengteprofiel. Bron: ROB 1994.

5.5. De opgravingstekening van de Hoge Hunenborg door Holwerda uit 1916. Op de afbeelding zijn de gegraven

sleuven en de aangetroffen grondsporen ingetekend.

5.6. Opvallende structuren op het AHN2-hillshade model en daarop geprojecteerde topografische kaart. De rode lijnen markeren de locatie van een wal die de hoogtekarte laat zien. Bron: Scholte-Lubberink *et al.*, 2018.

5.7. Onderzoeklocaties in het kasteellandschap.

5.8. Fossiele veldpodzolgrond, aangetroffen onder de kenmerkende ringwal. We zien rechts de opbouw van de ringwal en het loopvlak halverwege de fossiele Ah-horizont, waarin het putje in de veldpodzolbodem is gegraven.

5.9. Links de positie van OSL-monsters in de fossiele veldpodzolgrond (oorspronkelijke maaiveld), waarop de Hunenborg is gebouwd (SP1000, M12). In het midden de funderingslaag van schoon zand, waarop vuilzandige loopsporen met OSL-buizen zichtbaar zijn (SP16, M14). De rechterfoto toont een vloerniveau (SP14, M14).

5.10. Links een vuilgrijs loopvlak (SP57, M17) met daarop een laag van roodbakken leem (S56), brokken tufsteen (S55) en een oude leeflaag (SP60, M18). Rechts de opbouw van de omwalling langs de gracht, waarbij de gelaagdheid vermoedelijk is ontstaan door het steeds dieper uitgraven van de naastgelegen gracht. De onderste rij OSL-monsters bevat de top van het begraven wallichaam (SP62, M19), de bovenste rij een latere opvulling tussen een verdwenen stenen muur en het wallichaam (SP62, M20).

5.11. Profielput van de grachtvulling (DIHUA5 2,5/DIHU22) in het voorburchterrein. De OSL-monsters zijn in duplo genomen aan de basis van het zavelpakket en het zandhiaat.

5.12. De bovenste 25 cm in het profiel linksboven toont een deel van de thans verdwenen wal in het westelijke deel van het voorburchterrein. De donkere moerige laag tussen 25-45 cm is een oud oppervlak (DIHUA60). Rechtsonder een analoge situatie in het zuidoostelijke deel.

5.13. Sleuf door wallichaam VO3/4 in het Voltherbroek, waarbij de humushoudende vervormingen zijn geïnterpreteerd als wagensporen.

5.14. Overzicht van het wallichaam van de landweer Voltherbroek. De OSL-monsters zijn genomen uit de basis en de toplaag van het oud oppervlak. Op het AHN2 is de in 1575 AD genoemde landweer goed te zien.

5.15. Overzicht van de dateringsperiode van archeologische vondsten (vierkanten), OSL-dateringen (rondjes) en schriftelijke bron (kruis). Het centrum van het dateringsbereik is gesymboliseerd met de markerings (vierkant, rondje, kruis), waarbij de reikwijdte met een verticale lijn vanuit het centrum is aangegeven.

5.16. Een retrospectieve bezitsreconstructie van vroegmiddeleeuwse goederen (tijdlaag A), goederen voor of na 1100 AD (tijdlaag A/B) en goederen uit de periode 1100-1500 AD (tijdlaag B). Een groot deel van de goederen van voor of na 1100 AD was in eigendom van de Commanderij van Ootmarsum. Ze zijn aanvullend gemarkeerd met rood kruis en voorzien van een tekstlabel met de boerderijnaam.

5.17. Het gebied rondom de Hunenborg, centraal in het studiegebied is opvallend dun bevolkt. De vroegmiddeleeuwse goederen rondom de Hunenborg zijn hoofdzakelijk tafelgoederen van de bisschop van Utrecht.

5.18. De kaart van Ten Have uit 1648 AD; hier opnieuw uitgegeven door Ten Have en De Wit in 1680 AD (Bron: Stadsarchief en Althanaeumbibliotheek SAB, toegangsnummer 1236, archiefstuk 253).

5.19. De kaart van Blaeu uit de periode tussen 1635 en 1672 AD, genaamd Comitatus Bentheim et Steinfurt.

5.20. De gelokaliseerde routes op de kaarten van Ten Have 1648 AD en Blaeu 1635-1672 AD op de Hottingerkaart van 1773-1794 AD. De in rood gedigitaliseerde wegen op de Hottingerkaart zijn vanuit de fysisch-geografische eigenschappen logische routes. De door Ten Have aangegeven weg van Singraven naar Klein Agelo doorkruist een laag gelegen broekgebied, waarin alluviale afzettingen voorkomen. Uit het Hunenborgonderzoek is een vermoedelijk opgehoogde toegangsweg naar de Hunenborg aangetroffen. Mogelijk is dit tracé benut voor een alternatieve route tussen Denekamp en "Lutteken Agele" oftewel klein Agelo waar het verder door de landweer aan de Kipboomweg richting Almelo ging. Bron kaartmateriaal: Rijksuniversiteit Groningen.

5.21. Impressie van een dwarsdoorsnede van het Agelerbroek (laagte links), het Pleistocene rivierduin waarop later de Hunenborg is aangelegd en Voltherbroek (laagte rechts) in tijd fase A. Het rivierduin zelf bevatte een beuken-eikenbos

zoals bij het Manderstreu (nr. 1) en zoomvegetaties met hengel zoals in het Mosbeekdal bij Mander (nr. 2). De randen van dit rivierduin bevatten in de overgang tussen de vroege en late middeleeuwen nog moerige eerdgronden waarop vogelkers-essenbossen stonden, vergelijkbaar met de Dinkelbossen (nr. 3). Mogelijk was er in geringe mate invloed van beweiding, zoals in het heden zichtbaar op de Braamberg bij Vasse (nr. 4).

5.22. Impressie van een dwarsdoorsnede van het Agelerbroek (laagte links), het Pleistocene rivierduin waarop de Hunenborg is aangelegd en het Voltherbroek (laagte rechts) in tijd fase B. Het rivierduin (midden) is vergraven en omgevormd tot ringwalburcht. De resten van hulst in de gracht getuigen van relictten van het hiervoor aanwezige beuken-eikenbos (nr. 1: Hunenborg, waar tot aan de inrichtingswerkzaamheden in 2017 een beuken-eikenbos aanwezig was). De toegangsweg bevatte een tredvegetatie en wisselvochtige omstandigheden, zoals op foto 2 zichtbaar (hooipad in de Biebrzavallei in Noordoost-Polen). De randen van dit rivierduin werden vermoedelijk begraasd met koeien, zoals in het Borkener paradijs bij Haren aan de Eems (nr. 3). Het Voltherbroek bestond uit vogelkers-essenbossen waar de overstromingsfrequentie toenam, zoals de huidige Dinkelbossen (nr. 4).

5.23. Impressie van een dwarsdoorsnede van het Agelerbroek (laagte links), het Pleistocene rivierduin waarop de Hunenborg is aangelegd (midden) en het Voltherbroek (laagte rechts) in tijd fase C. De Hunenborg is vanaf 1225 AD verlaten. Vanaf de late middeleeuwen werd het landschap van de broekgebieden meer open van karakter en namen overstromingen toe, waarbij een landschap denkbaar is zoals de rivierkommen van de Narew in Noordoost-Polen (nr. 1). De broekgebieden bestonden grotendeels uit grote-zeggenmoerassen zoals in de Biebrzavallei in Noordoost-Polen (nr. 2). Op de randen van de broekgebieden kwamen grazige zoomvegetaties voor, zoals in de Blauwe hel bij Veenendaal (nr. 3). In de eindfase van de Hunenborg of later is de toegangsweg verhoogd (nr. 4. De toegangsweg door het Voltherbroek in de huidige situatie). Delen van de broekgebieden bestonden nog uit vogelkers-essenbossen waar de overstromingsfrequentie steeds verdere toenam, zoals in de huidige Dinkelbossen (nr. 5).

5.24. Retrospectieve reconstructie van het Twistveld 1575 AD en Stubbenbroek 1645 AD. De begrenzingen zijn gereconstrueerd op basis van historische gebruiksconflicten, veldnamen, bosschages op de Hottingerkaart van 1773-1794 AD de historisch-geografische patronen van de Broekmaten op het kadastrale minuutplan van 1832 en chromotopografische kaart van 1905 AD. Ter oriëntatie zijn de hedendaagse toponiemen aan het kaartbeeld toegevoegd.

5.25. Een impressie van het Pleistocene rivierduin met zoomvegetatie zoals de manschappen van de Bisschop van Utrecht het terrein voor het eerst aantreffen. Er was een ongelofelijke inzet nodig om het als militair steunpunt te kunnen inrichten. De foto is gemaakt op de Braamberg bij Vasse, waar een grote afwisseling aan milieu- en vegetatie voorkomt.

5.26. Nadat de ringwalburcht was aangelegd, lag het nog steeds verscholen in een beuken-eikenbos, waaromheen uitgestrekte vogelkers-essenbossen lagen. De foto is gemaakt na inrichtingswerkzaamheden in 2017. De gracht bevatte destijds meer water, maar geeft een goed beeld van de mate van openheid.

5.27. Vanaf de 14de eeuw werden de broekgebieden ontgonnen en ontstonden grote overstromingsmoerassen. Deze foto uit de Biebrza moerassen in Noordoost-Polen geeft een goed beeld over de landschappelijke kenmerken van het Agelerbroek voorafgaand aan de moderne ontginningen. Het Pleistocene rivierduin waarop de Hunenborg ligt stak een paar eeuwen terug hoog boven het open laaggelegen rivierkommenlandschap uit. Vanaf 1930 AD keerde het broekbos en Beuken-Eikenbos door landverlating terug.

6.1. De Mekkelhorst omvat feitelijk twee grote Pleistocene rivierduinen, waartussen een oude Dinkelgeul op de achtergrond zichtbaar is. Vanuit de aanwezige vroeg-middeleeuwse erven lijkt dit één van de oudste cultuurlandschappen van Noordoost-Twente.

6.2. Overzicht van middeleeuwse en vroeg-moderne cultuurgebieden, gebaseerd op de reconstructie van het bewoningspatroon (hoofdstuk 2) en de plaggenbodems op de 1:50.000 bodemkaart. De middeleeuwse en vroeg-moderne ontginningen zijn op de chromotopografische kaart van 1901 AD afgebeeld. De middeleeuwse erven (<1500 AD) zijn als stip en zijn de latere erven uit gevectoriseerde kadastrale bestanden (1832 en 2011 AD) als vlak weergegeven.

6.3. Ruimtelijke verspreiding en typering van de verschillende onderdelen van plaggenbodems rond de Mekkelhorst op basis van grondboringen (n=109). 6.3-A: Ruimtelijk overzicht van begraven natuurlijke bodems. 6.3-B: Ruimtelijk overzicht van de fossiele cultuurlaag, de overgangslaag tussen de begraven natuurlijke bodem en het plaggendek. 6.3-C: Ruimtelijk overzicht van de samenstelling van het plaggendek, uitgesplitst in zwarte en bruine en uitsluitend

zwarte plagenlagen.

6.4. Profielbeschrijvingen van de zes onderzochte monsterlocaties in het studiegebied Mekkelhorst met de diepte en uitkomsten van OSL-dateringen.

6.5. Overzichtsfiguur van de ouderdom (omgerekend naar kalenderjaren) en diepte (cm) van de diverse cultuurlagen uit de plaggenbodem. De fossiele cultuurlagen (lichtgrijs), bruine plaggen (geel) en zwarte plaggen (donkergrijs en overige symbolen) zijn per locatie herkenbaar gemaakt met een symbool. Op de Mekkelhorsteres komt voorafgaand aan de bruine plaggen een menglaag (bruin) van vermoedelijk bosstrooisel of dunne organische plaggen voor. Op locatie Klöpkeshoes, Bekboer en Puntbeek kamp zijn de zwarte plaggen direct op het oorspronkelijke maaiveld opgebracht. De oudste datering op locatie Veldmaten kamp is onzeker en valt ruim buiten het patroon van de overige locaties. Vanaf het midden van de 16de eeuw lijkt de ophoogsnelheid sterk te zijn toegenomen, hoewel het aantal waarnemingen in die periode te gering is om betrouwbare uitspraken te kunnen doen.

6.6. Totaal-N in de fossiele bodem (oranje), strooisel/dunne organische plaggen (groen), bruine plaggen (geel) en zwarte plaggen (grijs), waarbij een totaal-N van lager dan 0,07% leidt tot limitatie en stagnatie van de gewasgroei.

6.7. De relatie tussen N-totaal en organisch-stofgehalte.

6.8. Kaliumlimitatiegrens K-NaCl in de fossiele bodem (oranje), strooisel/dunne organische plaggen (groen), bruine plaggen (geel) en zwarte plaggen (grijs), waarbij een gehalte lager dan 1200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ bodem leidt tot limitatie en stagnatie van de gewasgroei. De afwijkende waarneming op 60 cm bij de Veldmaten heeft vermoedelijk te maken met omspitten van de bodem voorafgaand aan de plaggenbemesting. Dit is duidelijk te zien aan het bodemprofiel.

6.9. Olsen-P in de fossiele bodem (oranje), strooisel/dunne organische plaggen (groen), bruine plaggen (geel) en zwarte plaggen (grijs), waarbij een gehalte lager dan 388 $\mu\text{mol L}^{-1}$ bodem leidt tot limitatie en stagnatie van de gewasgroei. De afwijkende waarneming op 60 cm bij de Veldmaten heeft vermoedelijk te maken met omspitten van de bodem voorafgaand aan de plaggenbemesting. Dit is duidelijk te zien aan het bodemprofiel.

6.10. Totaal P uitgezet tegen het totale gehalte aan ijzer (Fe) en organische stof. Een toenemend Fe-gehalte en aandeel organische stof leidt tot een hoger fosforgehalte in de bodem. Er zijn grote verschillen tussen de fossiele bodems en plaggenbodems met betrekking tot het Fe- en organisch-stofgehalte. De fossiele bodem (oranje) en plaggenbodems zoals strooisel/dunne organische plaggen (groen), bruine (geel) en zwarte (grijs) geven duidelijke verschillen met betrekking tot organisch-stof- en Fe-gehalte.

6.11. Ca+Mg-, Al- en H-concentraties en basenverzadiging op verschillende dieptes in de bodemprofielen. Voorafgaand aan de zandhoudende plaggenbemesting (Mekkelhorsteres 90 cm, Braakman kamp 100 cm, Klöpkeshoes kamp 70 cm, Veldmaten kamp diepte 60 cm) waren de Al- en H-concentraties relatief hoog en de Ca+Mg-concentratie en basenverzadiging relatief laag. Dit duidt op zure omstandigheden. Na de introductie van de plaggenbemesting nam de verzuring snel af door het opladen van het bodemadsorptiecomplex, gezien een toename van de basenverzadiging en Ca+Mg-concentratie.

6.12. Hoofddiagrammen van de plaggenbodems, waarin de OSL-dateringen van de stratigrafische opbouw zijn weergegeven en onderscheid is gemaakt tussen het oud oppervlak, een eventuele overgangslaag, de bruine- en/of zwarte plaggenlaag.

6.13. Schematisch overzicht van het landschap tussen de Mekkelhorst en Punthuizen voorafgaand aan de plaggenlandbouw in de volle middeleeuwen (nr. 1 t/m 3) en nieuwe tijd voor 1650 AD (nr. 4 en 5). Het rivierduin van Braakman (moderpodzolgrond) bestond uit een rijk loofbos met soorten zoals iep en linde (zoals Elbholz, nr. 1). De Mekkelhorstes (moderpodzolgrond) was al als graanakker in wisselend gebruik (zoals in Govelin: nr. 2). De soortensamenstelling van de matig voedselrijke graslanden wijst op drogere en vochtige delen van akkers en paleogeulen (zoals de Blauwe hel bij Veenendaal, nr. 3). Op de verder van de Dinkel gelegen ruggen (humuspodzolgrond) kwamen begraasde Beuken-eikenbossen voor (zoals het Matley wood in New Forest, nr. 4). De terrasrestruggen (humuspodzolgrond) in het oostelijke paleogeulenstelsel waren nog niet ontgonnen of verstoven (nog geen vaaggronden) en bestonden deels uit loofbossen met linde (zoals het bosgebied van Bialowieza, nr. 5). In de geulen zelf kwamen doorstroomvenen en hoogvenen voor (zoals in New Forest, nr. 6).

6.14. Schematisch overzicht van het landschap tussen de Mekkelhorst en Punthuizen voorafgaand aan de plaggenlandbouw in de late middeleeuwen (13de eeuw) tot in de nieuwe tijd (17de eeuw) (nr. 1 t/m 5) en een jongere

fase vanaf de nieuwe tijd (na 1650 AD) (nr. 6 t/m 8). Het rivierduin van de Mekkelhorsteres was voedselarm en bezat op een aantal plekken een pionier- en heidevegetatie (zoals nr. 1, een afgeplagd terrein bij Winterswijk-Woold). Er werd naast granen ook vlas verbouwd (zoals in Noord-Friesland, nr. 2). Op de akkers en wingebieden van plaggen kwam een dwergbiezenverbond voor (zoals nr. 3a bij Lattrop aan de Dinkel en 3b in de duinen bij Ouddorp). Op de randen van de es en in het Dinkeldal zijn aanwijzingen voor de associatie van schapengras en tijm (zoals nr. 4 in het Borkener Paradijs aan de Eems). In de grondwatergevoede paleogeulenstelsels kwamen matig voedselrijke graslanden voor (zoals aan de Drentse Aa bij Oudemolen, nr. 5). Vanaf de 17de eeuw kwamen aanvankelijk nog beuken-eikenbossen en vogelkers-essenbossen voor (zoals in het Dinkeldal bij Beuningen, nr. 6) en op de kamponggingen werd onder andere rogge verbouwd (zoals in Peize in de jaren '80 van de vorige eeuw, nr. 7). Het hoogveenlandschap verdween in de 17de eeuw in een snel tempo door de turf- en plaggenwinning (zoals zichtbaar op Isle of Skye in Schotland, nr. 8).

6.15. Aanwezige boskernen op de kaart van Blaeu uit de periode tussen 1635 en 1672, genaamd Comitatus Bentheim et Steinfurt. Bron: University of California. Er zijn voor dit onderzoek vier belangrijke boslocaties aanwezig: 1) Mekkelhorstgeul, 2) Hassinkhofbos, 3) Veldmaten, 4) Puntbeek.

6.16. De Veldmaten op de Hottingerkaart, waarbij voor de oriëntatie de hedendaagse toponiemen van de kaart zijn toegevoegd. Opvallend is de weergave van de Mekkelhorster landweer (in een oostelijke boog tussen Braakman kamp en Klöpfeshoes kamp) en de Beuninger landweer (tussen het broekbos langs de Puntbeek en Veldmaten kamp). De diverse beekvertakkingen in het cultuurgebied tussen de Beuninger landweer en Veldmaten kamp werden voor de ontginning genoemd en na de aanleg van een ingenieus watersysteem Veldmaten.

6.17. Overzichts van verschillende soorten gebruikskonflikten in de marken Beuningen en De Lutte (ca 1450 –1850 AD), gecategoriseerd naar landschapseenheden. Vanaf 1630 AD vond een intensivering van het gemeenschappelijke grondgebruik plaats, waardoor steeds meer delen van de markegronden overbelast raakten, met conflicten tot gevolg.

6.18. Vrijwel identieke kleur, textuur- en leemgehalten van de veronderstelde winlocatie X:266064/Y:286384 in het Dinkeldal (bovenste boorkop met strooisel-, humus-, en moedermateriaal) en het bruine plaggendek van onderzoekslocatie Braakman kamp.

7.1. Overzicht van gebieden met verstoven bodems (duinvaaggronden; associatie van stuifzandgronden) en de ligging van het onderzoeksgebied.

7.2. Door Pierik opgesteld conceptueel diagram van factoren die Holocene zandverstuivingen beïnvloeden. Het stuifzand kan ontstaan wanneer specifieke abiotische omstandigheden aanwezig zijn en de gebruiksdruk toeneemt. Wanneer de druk van menselijk landgebruik samenvalt met natuurlijke druk op het ecosysteem kan de natuurlijke veerkracht worden doorbroken en ontstaan zandverstuivingen.

7.3. Ligging van het Lutterzand in het zuidelijk deel van het studiegebied van Beuningen en De Lutte. Opvallend is de zuidwest-noordoost georiënteerde ligging en de overeenkomstige parallele structuren.

7.4. Maaiveldreconstructie op basis van de diepte van de fossiele bodems onder de overstoven ruggen. Tussen circa 100 en 400 m zijn opgestoven ruggen en uitgestoven laagten aangetroffen, die volgens de hoogtekarte parallel aan elkaar liggen.

7.5. Overzicht van de diverse in het veld onderscheiden lithostratigrafische lagen van het Puntbeekprofiel. Het onderscheid tussen a en b is gemarkeerd met een stippellijn. Op de assen staat de ingemeten afstand in m. Compilatie van foto's door Van Huissteden en Smeenge.

7.6. Verstoring met verschijnselen van neerwaartse en zijdelingse druk in lagen 3, 4 en 5, gezien vanuit het verticale (links) en horizontale vlak (rechts). Deze foto's zijn afkomstig uit laag 5 op circa 4,5 meter afstand op de X-as van 7.5.

7.7. Horizontaal vlak in laag 5 met daarin 2 parallele zichtbare langwerpige verstoring door neerwaartse en zijdelingse druk.

7.8. Een fossiele oever van de Puntbeek met stootoevertje langs een fossiele beekbedgrond (rechts).

7.9. Bodemopbouw van Zandhuizen I en II en een deel van het Puntbeekprofiel met in rode pijlen aangegeven de diepten waar pollenmonsters zijn genomen. Zandhuizen I toont een overstoven moerpodzolgrond, waarop een

plaggenlaag is aangelegd. Zandhuizen II toont een fossiele gooreerdgrond, waarbij de overstuiving leidde tot humeuze lagen op verspoeld zand. De plaggenlaag vormt een geheel met locatie Zandhuizen I. Het hiervoor beschreven Puntbeekprofiel is op circa 10 m afstand in het transect op 12 diepten bemonsterd voor paleoecologisch onderzoek, waarbij de geologische laagindeling in stippellijnen is aangegeven.

7.10. Boven: de kaart van Ten Have uit 1648, hier opnieuw uitgegeven door Ten Have en De Wit in 1680 AD (Bron: Stadsarchief en Altheneumbibliotheek SAB, toegangsnummer 1236, archiefstuk 253). Onder: De galgenberg op 134 m ten zuiden van de westoever langs de Kribbenbrug.

7.11. Gereconstrueerde hoofdroutes voor 1648 AD op basis van de retrospectieve bezitsreconstructie van middeleeuwse erven, historische routes en geleidende landweren, geomorfologische kenmerken, schriftelijke bronnen en kartografische gegevens.

7.12. Verdeling over het transport van zandsteen in Twente uit archiefgegevens van vijf seizoenen (Fürstliches Archiv Burgsteinfurt, Bentheim A1573).

7.13. Verdeling van de zandsteentransporten voor “Particuliers” per kalenderjaar uitgedrukt in kubieke meter. Op basis van: Fürstliches Archiv Burgsteinfurt, inv.nr. Bentheim A, archiefstuk 1573, met aanvulling voor de jaren 1760 en 1761 uit Bentheim G archiefstuk 1361, omgerekend vanuit kubieke Rijnlandse voet; Voort, 1970, p. 177.

7.14. De reconstructie van de zandsteenhandel vanaf 1632 AD tot het begin van de 20ste eeuw op basis van schriftelijke bronnen, geomorfologische patronen en oral history.

7.15. De reconstructie van transportroutes van Bentheimer zandsteen op basis van geomorfologische patronen, schriftelijke bronnen, veldonderzoek en oral history. Linksboven: het erve Egbers in Holt (D), waar langs de oprijlaan van de boerderij muren van Bentheimer zandsteen aanwezig waren. Rechtsboven: Vader en dochter tonen een loket bij de voormalige Schnapsschenkerij, waar in het begin van de 20ste eeuw de paarden en bestuurders konden rusten tijdens het zware transport. Linksonder: Een replica van een zandsteenwagen op de Oldenzaalse stuwwal nabij erve Polhuis, waar volgens overlevering de stenen richting Oldenzaal werden getransporteerd.

7.16. Een gevelsteen van een Hessenwagen in een voormalige herberg aan de Thomas A. Kempisstraat in Zwolle.

7.17. Links de nettetekening van de topografisch militaire kaart van omstreeks 1848 AD en de chromotopografische kaart van 1901 AD. De buurschappen Punthuizen en Zandhuizen bevatten kleine loofbosjes en een akkercomplex. Het Lutterveen is niet meer zichtbaar op deze historische kaarten, maar het zuidelijke deel van het Dijkgoor is een duidelijk nat gebied. Het gebied is na 1848 AD beplant met naalddhout.

7.18. Schematisch overzicht van de randen van het Lutterzand, voorafgaand aan de zandverstuivingen rond 1600 AD. In het Puntbeekdal kwamen blauwgraslandachtige kenmerken voor (zoals in reservaat Punthuizen, nr. 1). Op de drogere gronden zijn aanwijzingen voor zoomvegetaties met hengel (zoals in Mander, nr.2), maar was in hoofdzaak een open heidelandschap kenmerkend. In ondiepe slenken groeiden onder andere veenmossen en pilvaren (zoals op de Strabrechtse heide en de Zunasche heide, nr. 4 en 5).

7.19. Schematisch overzicht van de randen van het Lutterzand, tijdens de zandverstuivingen tussen circa 1650 en 1780 AD. Een analoge situatie voor een voorde in het gebied van de Berezina in Wit-Rusland (nr. 1), actieve zandverstuivingen in het Kootwijkerzand (nr. 2), gagestruwelen in het blauwgrasland van Punthuizen en afgebrande vegetatie (nrs. 3, 4) en een extensieve graanakker met korenbloem en klaproos in Hezingen (nr. 5).

7.20. Postkaart van het Lutterzand in het begin van de 20ste eeuw. Vermoedelijke fotograaf Bernink.

8.1. Ruimtelijk overzicht van plekken waar grondwater periodiek of permanent uit de bodem treedt op de stuwwal van Ootmarsum. Brongegevens: De Louw, 2006.

8.2. Blokdiagram van stuwwalvorming in grofzandig materiaal. Tongbekkens ontstaan onder invloed van geotectonische processen, waaronder het opnemen van sediment (weergegeven als stippen, lijnen) of gesteente (weergegeven als blokstructuur) uit de ondergrond door het vastvriezen aan de bovenliggende ijslaag. De opstuwing vindt in fasen plaats en vormt een afwisseling van grofzandig materiaal uit het “voorland” van de ijslob en de ondiep voorkomende klei uit de ondergrond. Er ontstaat voor de ijslob een dakspansgewijs verstuwde opeenvolging van klei en grof zand. Uit het smeltwater en verstuwd materiaal uit deze ijslob kunnen sandr-afzettingen ontstaan. Bron:

Beerten, 2014, p. 19.

8.3. Een van de vijf transecten waarin geo-elektrisch onderzoek heeft plaatsgevonden in het Hazelbekke. Dit transect heeft een west-oost-gerichte oriëntatie. Op de X-as staan de onderzoekslocaties, op de Y-as hoogte in m ten opzichte van NAP. Het geleidingsvermogen is uitgedrukt in mho (=Siemens). Bron: Van Huissteden, 1989 (onpubliceerd). De formatie van Enschede is tegenwoordig in de formatie van Peize en Appelscha ondergebracht.

8.4. Overzicht van de diepte van slechtdoorlatende lagen en bekende bronlocaties. Bron TNO-Dinoloket; De Louw, 2006.

8.5. Overzicht van bronnen op de Ootmarsumse stuwwal, waarbij de meest kansrijke locaties zijn bezocht om de aanwezigheid van veen te kunnen vaststellen.

8.6. Overzicht van geselecteerde veenprofielen voor ouderdomsbepaling. Om onderscheid in de mate van oxidatie te kunnen geven is gebruik gemaakt van de indeling naar humusvormen.

8.7. Overzicht van de veenprofielen, van links naar rechts Eendebek (2x), Braamberg, Mosbeek en Brunninkhuizerbeek. De koolstofjaren (BP) zijn met behulp van de kalibratiecurve vertaald naar kalenderjaren (AD). Door sterke fluctuaties van atmosferische koolstof in het verleden zijn vooral in het Mosbeekprofiel meerdere ver uiteenlopende dateringsintervallen mogelijk. De rode stippelijnen markeren de grenzen van de bodemhorizonten. De gele pijlen de bemonsteringdiepte van het koolstofdateringsonderzoek.

8.8. Het tijd-dieptemodel van locatie Mosbeekbrongebied, waarin aanvullend op paragraaf 1.7. de stratigrafische kenmerken zijn weergegeven. De koolstofdateringen op 76, 36 en 26 cm geven meerdere kansintervallen voor de werkelijk ouderdom. De datering op 36 cm toont 14C-wiggles, veroorzaakt door perioden waarin veel 14C (of juist weinig) werd aangemaakt in de atmosfeer. Hierdoor is er een brede dateringsperiode ontstaan. De trendlijn geeft inzicht in de meest waarschijnlijke intervallen van de dateringen. De koolstofdateringen zijn in kalenderjaren omgezet met behulp van Oxcal v.4.2.4. (Bronk Ramsey, 2013), IntCal13. atmosferic curve (Reimer *et al.*, 2013).

8.9. Bodemprofiel op locatie Oerbekke vanuit de Russische boor, in klassen van 50 cm van linksboven naar rechtsonder. De bovenste 30 cm bestaat uit broekveen, gevolgd door een afwisseling van organische afzettingen met hout- en takresten. Vanaf circa 140 cm is een zandige gyttja, waarin glauconiethoudend (blauw) zand zichtbaar is.

8.10. Verhanglijn van de Mosbeek. Uit de afwijkingen in de verhanglijn zijn erosie- en sedimentatieprocessen en de invloed van cultuurhistorische objecten af te leiden. De nummers representeren de ingemeten maaiveldprofielen. Ten noorden van maaiveldprofiel 5 ligt een diep ingesneden zijdal, dat bij de geogenese van belang blijkt te zijn. Dit geldt eveneens voor maaiveldprofiel 8, de Bekkescheid (beekscheiding).

8.11. Ingemeten maaiveldprofielen, haaks op het Mosbeekdal, waarin de stratigrafische opbouw op basis van circa 10 boorlocaties is geschematiseerd. De bolletjes in de profielen zijn de meetpunten, waarop de geschematiseerde dalopvulling is gebaseerd. De rode pijl in profiel 5a markeert een pad dat vanaf het erf van Roordink het dal doorkruist. Zie 8.10 voor de locatie van de maaiveldprofielen.

8.12. Overzicht van de twee parallelle profielen 1 en 1a de Mosbeek/slenkbodem en 6 het parallel gelegen maaiveld op het knikpunt in de verhanglijn van maaiveldprofiel 2. De beekbodem doorsnijdt het veenpakket tussen de 18 en 180 m afstand. Rond de 18 m is terugschrijdende erosie geconstateerd.

8.13. Het AHN2 geeft aanwijzingen voor erosieverschijnselen (geulvorming) in het Mosbeekbrongebied, waarbij in de winter van 2016 tot zomer van 2017 diverse erosievormen zijn onderscheiden.

A: Terugschrijdende erosie van 19 cm in het veenpakket.

B: Wanneer het debiet (Q) sterk toeneemt, ontstaat geulmigratie (M) door een toenemende schuurgat lengte (SL) en schuurgatdiepte (SD). Bron: Bennett & Alonso, 2000.

C: Natuurlijk ogende slenken, gevormd door terugschrijdende erosie in de moerige eerdlaag.

D: Bronerosie in de oude greppelstructuren.

E: Oude greppelstructuren met zijwaartse bronerosie.

F: Veenoxidatie, elzen op stelten en groeiplaats van dotterbloemen.

8.14. Maaiveldprofiel 8 bevat de Bekkescheid (A) een historische beekafplitsing van de Mosbeek (B). De blauwe pijl markeert de stromingsrichting van het water vanuit de Mosbeek (B) richting de Bekkescheid (A) die tot in de

jaren '60 watervoerend was. De voormalige bedding is deels opgevuld door latere grondwerkzaamheden (D). Het ongesorteerde zand (tussen rode lijnen) is geïnterpreteerd als beddingzand en net als het maaiveld nauwkeurig ingemeten. Doordat de beekbodem van de Mosbeek (diepe inkeping) ook is ingemeten weten we dat de beek zich vanaf de jaren '60 met circa 1 m heeft ingesneden (zie 8.10 voor de ligging).

8.15. Fragment van de Hottingerkaart (1773-1794), waarop de hedendaagse toponiemen zijn geprojecteerd. De bovenste watermolen, ook wel bekend als De Engel, lag op minder dan 100 m ten oosten van Frans, die ook wel als middelste watermolen bekend stond. Bels werd in de 18de eeuw de Meijer of benedenste watermolen genoemd. De middeleeuwse Deelee molen lag ten opzichte van de Bovenste molen vermoedelijk 700 m stroomopwaarts (oost), net voor de uit het noorden afkomstige zijbeek.

8.16. Waterstaatskaart van 1885 met alle waterlopen (zwarte lijnen), moerassen (zwarte kruisarcering in brongebied), de maatvoeringen van de bodem van de toeleidingsgoot (bg) en de stuwhoogte van de bovenkant van de stuwdeur (sh) van de watermolens of verdeelwerken. De blauwe pijl markeert de onderzoekslocatie een vermoedelijke stuwvijver van de verdwenen Bovenste molen, die Härmelinkmate werd genoemd. Bron: Nationaal Archief, waterstaatskaarten, inv.nr. 613. Almelo, blad 2, 1885.

8.17. Dhr. Roordink (1934 AD) langs de Mosbeek onderin het dal ter hoogte van zijn erf. Hij vertelde dat voor 1965 AD de beek langs de zuidflank van zijn erf was opgeleid, maar vervolgens onderin het dal is gelegd.

8.18. Overzicht van het Mosbeekdal met de middeleeuwse korenwatermolen van Hezingen en 18de-eeuwse industriële watermolens in Mander. De Bovenste molen werd via de noordflank van het dal opgeleid. De opstuwende werking van de watermolens leidde tot diverse hydrologische vernattingszones. De inrichting geeft blijk van een “watermolenlandschap”.

8.19. Overzicht van de vermoedelijke molenweijer of spaarbekken van de Bovenste watermolen, geprojecteerd op het ingemeten maaiveldprofiel 7. Links zien we de langs de noordflank opgeleide en later ingesneden Mosbeek die door de kade (voorgond) van het spaarbekken is ingesneden. In het midden de moerassige laagte, thans geheel begroeid met paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolium*) en zwarte els. Rechts de langs de zuidelijke dalflank oudste opgeleide beek, afkomstig uit de voormalige Deelee watermolen.

8.20. Noordelijke steilrand van het Mosbeekdal ten westen van de Pausweg. De beekloop bevat de oude opgeleide noordtak die in de richting de Bovenste watermolen/De Engel stroomde. Deze molen lag exact voor het bosje op de achtergrond. Links zien we de huidige Mosbeek die daar op dezelfde plek ligt als de zuidelijke tak in 1883 richting watermolen Frans. De beek volgt hier de markergrens tussen Hezingen (links) en Mander (rechts).

8.21. Nieuwe schimmelsoort (HdV-821) kenmerkend voor pionier- en akkermilieus. Foto's: B. van Geel (UvA).

8.22. Impressie van een complex micro-veengradiënt in het New Forest in Engeland. Op zeer korte afstand is afwisseling tussen basenhoudende slenken en regenwaterlenzen, waarop bultsoorten voorkomen. Deze bultstructuur is in het Mosbeekbrongebied vrijwel verdwenen.

8.23. Ruimtelijk beeld van de bewoningsdynamiek tussen de middeleeuwen en huidige tijd gericht op het studiegebied van Mander en Hezingen. Hierbij zijn de middeleeuwse erven (<1500 AD) zijn als stip en zijn de latere erven uit gevectoriseerde kadastrale bestanden (1832 en 2011 AD) als vlak weergegeven.

8.24. De route tussen Hardenberg en Ootmarsum volgens de grenskaart van De Man uit 1824 en kaartfragment van Ten Have uit 1648 (opnieuw uitgegeven door Ten Have en De Wit in 1680 AD), met dezelfde route (Bron: Stadsarchief en Altheneumbibliotheek SAB, toegangsnummer 1236, archiefstuk 253; Beeldbank Vrije Universiteit van Amsterdam; University of California).

8.25. Mosbeekbrongebied en oostelijk gelegen waterscheiding op de top van de stuwwal. Hierop is een brede bundel van karrensporen zichtbaar, vermoedelijk een relict van de interregionale route tussen Ootmarsum en Hardenberg.

8.26. Comitatus Bentheim et Steinfurt / auctore Ioanne Westenberg [Willem Jansz. Blaeu], waarop de bossen Arnsholt, het Manderholt en Die Wernte zijn aangegeven. De kaart is op het oosten georiënteerd. Bron: Universiteitsbibliotheek Vrije Universiteit Amsterdam (beeldbank); University of California.

8.27. Contouren van het Manderholt en de inliggende strokenverkeveling op basis van het AHN-hillshade model. Het

gebied is gelegen in de noordoosthoek van de Manderes, ten noorden van watermolen Bels.

8.28. Overzicht van vermoedelijk middeleeuwse bostoponiemen in de omgeving van het Mosbeekdal op basis van het veldnamenonderzoek van Booijink et al., 2003.

8.29. Overzicht van middeleeuwse toponiemen groepen (holt, loo en hees) op basis van veldnamenonderzoek en het onderliggende actuele bodemtype op basis van de 1: 50.000 bodemkaart (associatie van venige beekdal-gronden (ABv), Tertiaire klei (KT), enkeerdgronden (zEZ21, 23), veldpodzolgronden (Hn21 al dan niet met Tertiaire klei binnen 80 cm (t-achtervoegsel), beekerdgronden (pZg23t met Tertiaire klei binnen 80 cm).

8.30. Kadastraal minuutplan van 1832, sectie D (Hezinge). De Mosbeek ontspringt pas ter hoogte van de vrijwel noord-zuidgeëoriënteerde Maatmansweg in het midden van het kaartbeeld. Bron digitale kaart: Den Otter, 2012.

8.31. De nettetekening uit 1848 van de Topografisch Militaire Kaart (TMK). De kaart is gebaseerd op het kadastrale minuutplan, maar de OAT komt deels in het kleurgebruik tot uiting. Het gebied ten oosten van de Maatmansweg is als een moeras (blauw) weergegeven. De Mosbeek ontspringt ter hoogte van de weg, in analogie op de nettetekening. Opvallend is dat in het moeras wat bossages staan aangegeven. Het Mosbeek brongebied bevat het meest oostelijke deel, wat als blauw gebied in de heide (wit gebied) is gekarteerd. De dikke zwarte lijn langs de noordflank van het moeras is een steilrand.

8.32. De chromotopografische kaart van 1901 AD met een geheel nieuwe verkavelingsstructuur, een gevolg van de markeverdeling. De Mosbeek is stroomopwaarts verlengd en het moeras is omgevormd tot een afwisseling van heide, groenland, bosjes en singels. Ten noorden van het brongebied zijn enkele akkertjes aangelegd.

8.33. Een dwarsdoorsnede van het Mosbeekdal (profiel 2) met daarin de ligging van colluviale afzettingen van voor de 13de eeuw. Een gedeeltelijk analoge situatie speelt op de Veluwezoom waar intensieve regen in combinatie met een intensief betreden pad leidt tot erosie en colluviale afzettingen in het bos. Vermoedelijk vormde de laatmiddeleeuwse route tussen Ootmarum en Hardenberg in combinatie met een intensief landgebruik een sedimentbron.

8.34. Een dwarsdoorsnede van het Mosbeekdal (profiel 2) met daarin de ligging van colluviale afzettingen van voor de 13de eeuw en veenontwikkeling vanaf de 14de eeuw. Tot aan de markeverdeling van 1858 AD was er geen beek in dit doorstroomveen aanwezig. De invulling van de dwarsdoorsnede is een retrogressieve reconstructie van de maximale veenomvang. Dergelijke analoge situaties zijn aanwezig in het New Forest in Engeland.

8.35. Een dwarsdoorsnede van het Mosbeekdal (profiel 2) met daarin de ligging van colluviale afzettingen van voor de 13de eeuw en veenontwikkeling vanaf de 14de tot aan het eind van de 19de eeuw. Na de markeverdeling van 1858 AD is er een waterloop aangelegd (ter hoogte van de rode pijl) en is in de omgeving ruim 1 m veen verdwenen door erosie en oxidatie. Desondanks komt op een aantal plekken een fraaie bultstructuur voor met daarop beenbreek (*Narthecium ossifragum*), langs ontwaterende erosiegeultjes witte snavelbies (*Rhynchospora alba*) en bij diepere insnijding met grondwatervoeding veldrus (*Juncus acutiflorus*).

9.1. Hedendaagse fysisch-geografische patronen gecategoriseerd naar het areaal waar palynologen regionale taxa (70% droge milieus) en lokale taxa (30% natte milieus) plaatsen.

9.2. Opzet voor een methologische studie naar de langetermijnontwikkeling van de vegetaties van Noordoost-Twente.

9.3. Ruimtelijk overzicht van onderzoekslocaties in de diverse microregio's. De nummers 1-11 liggen in het rivierterrassenlandschap van Beuningen en De Lutte, de nummers 12-15 in het stuwwallenlandschap van Mander en Hezingen, en nummers 16-22 in het rivierkommenlandschap van Volthe en Agelo.

9.4. Trouwgraad (%) van een gele lis (*Iris pseudacorus*) aan de plantengemeenschappen van Nederland. In dit voorbeeld heeft gele lis meer dan 5% trouw is aan klasse 8, 16, 32, 36, 38, minder dan 5% in klasse 5, 9, 12, 29, 33, 43 en komt dominant in klasse 39 voor (27%). Bron: SynBioSys Nederland.

9.5. Voorbeeldfragment van gedateerde taxa uit het mesolithicum (MESO) per onderzoeksgebied (rivierterrassenlandschap, rivierkommenlandschap, stuwwallenlandschap) en rangschikking van taxa (X=aanwezig) binnen een klassegroep conform van de vegetatie van Nederland (1995). De volgorde van de vegetatieklassen is bepaald door de mate van vocht, voedselrijkdom en successie. Achter elk taxon is de mate van trouw aan een vegetatieklasse weergegeven in drie categorieën: hoogste trouwgraad (rood), overige met $\geq 5\%$ (zwart) en $\leq 5\%$ (grijs).

9.6. Overzicht van aantallen pollentaxa per periode en studiegebied (RT: rivierterrassenlandschap, S: stuwwallenlandschap, RK: rivierkommenlandschap) en het aantal onderzoekslocaties (n) tussen het laat paleolithicum en moderne tijd. Vanuit de plantensociologische benadering zijn drie verschillende fases onderscheiden: A) post-glaciale moerasfase, B) een natuurlijke droge fase door het aanwezige boslandschap C) een door cultuurdruk gestimuleerde vernattingsfase door ontbossing op lokale geohydrologische systemen. In fase A en C zijn de gemeenschappen van natte ecosystemen het sterkst vertegenwoordigd.

De referentiebeelden voor enkele aspecten per fase zijn A) een mesotroof verlandingsveen in IJsland; B) overgang van elzenbroekbos naar grote zeggenvegetaties met wilgenstruweel in het bosgebied van Bialowieza in Noordoost-Polen en C) doorstroomveen met daarin zowel kenmerkende soorten van het knobbiesverbond, dopheiverbond als verbond van biezenknoppen en pijpenstrootje in het New Forest in Engeland.

9.7. Overzicht van aantallen pollentaxa per periode en studiegebied (RT: rivierterrassenlandschap, S: stuwwallenlandschap, RK: rivierkommenlandschap) en het aantal onderzoekslocaties (n) tussen het laat paleolithicum en moderne tijd. Vanuit de plantensociologische benadering zijn drie verschillende fases onderscheiden: A) post-glaciale moerasfase, B) lokale cultuurlandschapsfase en C) regionale cultuurlandschapsfase.

De referentiebeelden voor enkele aspecten per fase zijn A) grondwatergevoede overstromingsgraslanden in het Biebrza Nationaal Park met moeraskartelblad, poelruit en echte koekoeksbloem (*Lychnis flos-cuculi*); B) de klasse van natte strooiselruigten met moerasspirea in het Drentse Aa-gebied en C) het dwergbiezenverbond langs de Dinkel bij Lattrop met onder andere geel hauwmos, borstelbies (*Isolepis setacea*), zomprus (*Juncus articulatus*), gewoon peermos (*Pohlia nutans*) en dwergbloem (*Centunculus minimus*).

9.8. Overzicht van aantallen pollentaxa per periode en studiegebied (RT: rivierterrassenlandschap, S: stuwwallenlandschap, RK: rivierkommenlandschap) en het aantal onderzoekslocaties (n) tussen het laat paleolithicum en moderne tijd. Vanuit de plantensociologische benadering zijn drie verschillende fases onderscheiden: A) toendrafase, B) rijke boslandschapsfase en C) cultuurlandschapsfase met een verschuiving van rijke naar arme loofbossen.

De referentiebeelden voor enkele aspecten per fase zijn A) een toendravegetatie in het hooglanden van IJsland, waarbij grote delen bestaan uit struikhei (*Calluna vulgaris*), kraaihei (*Empetrum nigrum*), dwergberk, jeneverbes en wilg (*Salix*), B) een soortenrijk eiken-lindebos in het strikte reservaat van Bialowieza in Noordoost-Polen en C) een begraast beuken-eikenbos in het New Forest in Engeland.

9.9. De vegetatiekaart 1 van de Jonge Dryas omstreeks 10.000 v.C. volgens Bouman et al., 2013 en Van Beek et al., 2015, ingezoomd op het onderzoeksgebied van dit proefschrift. Hierbinnen is data in drie studiegebieden verzameld: het rivierterrassenlandschap van Beuningen en De Lutte (nummer 1), het rivierkommenlandschap van Volthe en Agelo (nummer 2) en het stuwwallenlandschap van Mander en Hezingen (nummer 3).

9.10. De vegetatiekaart van de Midden-Romeinse tijd, omstreeks 200 AD volgens Bouman et al., 2013 en Van Beek et al., 2015, ingezoomd op het onderzoeksgebied van dit proefschrift. Hierbinnen is data in drie studiegebieden verzameld: het rivierterrassenlandschap van Beuningen en De Lutte (nummer 1), het rivierkommenlandschap van Volthe en Agelo (nummer 2) en het stuwwallenlandschap van Mander en Hezingen (nummer 3).

9.11. De vegetatiekaart van de late middeleeuwen, omstreeks 1500 AD volgens Bouman et al., 2013 en Van Beek et al., 2015, ingezoomd op het onderzoeksgebied van dit proefschrift. Hierbinnen is data in drie studiegebieden verzameld: het rivierterrassenlandschap van Beuningen en De Lutte (nummer 1), het rivierkommenlandschap van Volthe en Agelo (nummer 2) en het stuwwallenlandschap van Mander en Hezingen (nummer 3).

9.12. Overzicht van hedendaagse bekende groeiplaatsen van kleinbladige linde (winterlinde) en de bodemkundige kenmerken binnen het onderzoeksgebied Noordoost-Twente. Bron verspreidingsgegevens: Provincie Overijssel.

9.13. Overzicht van de onderzoekslocaties in Matley Wood, een “Ancient and Semi-Natural woodland”. Bron: <https://magic.defra.gov.uk/MagicMap.aspx dd.03-12-19>.

9.14. Overzicht van het bodemprofiel en bosbeeld van locatie 5 (boven) en 6 (onder).

9.15. Kenmerkend vegetatiebeeld van Matley Wood, waarbij beuk, eik, hult en linde opvallende boomsoorten zijn.

9.16. Kationenuitwisseling door het bodemadsorptiecomplex dat bestaat uit kleimineralen of organische bestanddelen die aan de buitenkant negatief zijn geladen. Wanneer er extra protonen (H) in de bodem komen, kunnen die de kationen van het complex verdringen. De pH blijft constant omdat het zuur aan het complex is geadsorbeerd. Bron:

De Graaf et al., 1997, p. 24.

9.17. Overzicht van bodemchemische analyses van zandbodems van de fossiele bodems in Noordoost-Twente: het fossiele maaiveld van de middeleeuwse bodem Braakman kamp, de midden 17de-eeuwse bodems van Klöpkeshoes kamp en Veldmaten kamp en overeenkomstige standplaatsen in de actuo-referentie Matley Wood in het New Forest in Engeland. De gegevens van de fossiele bodems uit Noordoost-Twente zijn gebaseerd op dezelfde dataset als in hoofdstuk 6 is besproken (n=1). De foutenbalken in sommige profielen representeren het gemiddelde van alle onderscheiden vormen van A en B horizonten. De actuele bodems uit het New Forest zijn gebaseerd op 2 profielen (n=2), waarbij de waarden per horizont zijn gemiddeld en weergegeven met een foutenbalk. De resultaten zijn in twee kolommen (A- en B-horizont) uitgesplitst, waarbij de pH, de basenverzadiging, de basische kationen (Ca, K, Mg) en totaalgehalten aan Al en P zijn weergegeven.

9.18 en 9.19. Overzicht van de basische kationen (links) en de kationenuitwisselingscapaciteit (CEC) van de bodems (rechts) in relatie tot de ontginningsperiode van rijk loofbos tot akker. De actuo-referentie New Forest heeft een hogere CEC en daarmee een groter vermogen om bodemverzuring tegen te gaan.

10.1. en 10.2. Schipborger Strubben voor herstel in 2005 (links) en na landschapsherstel in 2015 (rechts).

10.3. Paleoecologische interpretatie van het gedateerde veenprofiel voor zowel de lokale (ter plekke) als regionale (omgeving) vegetatiesamenstelling op basis van referentiebeelden elders. Een dergelijke analyse geeft een beeldend overzicht van de langetermijntwikkeling van ecosystemen op lokale en landschapsschaal.

10.4 en 10.5. In 2011 bestond de Zunasche heide (100 ha) en vergelijkbaar areaal in de deelgebieden Overtoom, Middelveen, Venegge nog uit maïspcelen, raaigrasweiden en enkele berken-zomereikenbosjes. De beoogde doelsoorten veldrus (*Juncus acutiflorus*), duizendkoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), egelboterbloem (*Ranunculus flamula*) groeiden alleen in slootoevers (links). Vanaf 2013 werd de inliggende ontwatering gedempt, zijn dichtgeschoven laagten gereconstrueerd door ze uit te graven en is de veraarde toplaag in veengebieden afgevoerd. Het resultaat rechts toont een nat heidelandschap met een afwisseling van droge en grondwatergevoede laagten. De historisch-landschapsecologische benadering leverde naast natuurkwaliteit als bijkomend voordeel ook een bijdrage aan de klimaatopgave doordat water vertraagd wordt afgevoerd.

10.6, 10.7, 10.8. De beekloop op de Heerlijkheid beek was in de jaren '50 nog nauwelijks ingesneden (links: postkaart van der Zand, Nijmegen). In 2016 (midden) lag deze circa 1,5 m dieper door terugschrijdende erosie en was het bronmilieu door bronerosie in diverse stukken uiteengevallen. Na verondieping van de beekbodem, erosiegeulen en terugplaatsing van cascadestuwten in 2018 is het gebied minder gevoelig voor erosie en is het ecosysteem gestabiliseerd (rechts: Ton Rothergatter).

10.9. Probleemverkenning herstel terugschrijdende erosie, bronerosie samen met de Provincie Overijssel, Landschap Overijssel, Waterschap Vechtstromen, Rijksdienst voor het Culturele Erfgoed, Werkgroep Natura 2000, voorafgaand aan erosiebestrijding in het brongebied van de Mosbeek.

Tabellen

1.1. Selectie van integrale landschapsstudies op het grensvlak van aardwetenschappen, ecologie en cultuurhistorie in Nederland, gerangschikt per ecosysteem en/of fysisch-geografisch landschap (met enkele aanvullende kernpublicaties uit omringende landen). Studies waarbij kennis uit alle drie de hoeken is geïntegreerd, zijn onderstreept

1.2. In dit proefschrift gehanteerde chronostratigrafie van de landschapsgeschiedenis van Nederland op basis van de meest recente aardwetenschappelijke, archeologische en historische inzichten

1.3. Gehanteerde, vrij toegankelijke bronnen voor het krijgen van een eerste overzicht

1.4. Gesproken boeren uit het onderzoeksgebied

2.1. Voorbeeld van een hiërarchische indeling op nationale schaal (fysisch-geografische regio), regionale schaal (ecodistrict) en lokale schaal (primaire standplaats)

2.2. In GIS berekend oppervlak van de verschillende onderscheiden hoofdlandschappen van Noordoost-Twente

- 3.1. Overzicht van de geologische en paleoecologische kennisstand van de aan maaiveld voorkomende afzettingen in het studiegebied
- 3.2. Overzicht van de onderzoekslocaties waarvoor geologische detailgegevens beschikbaar zijn
- 4.1. Overzicht van bodemkundige eigenschappen van onderzoekslocatie VO3
- 4.2. Overzicht van bodemkundige eigenschappen van onderzoekslocatie VO5
- 4.3. Overzicht van de pollenzones, spectra en aardkundige kenmerken van het Agelerbroekprofiel en de profielen VO3 en VO5 uit het Voltherbroek
- 4.4. Schatting van veranderingen in de gemiddelde hoogste (GHG) en gemiddelde laagste (GLG) grondwaterstanden vanaf 1958 tot 2016
- 5.1. Overzicht van veronderstelde functies van de Hunenborg
- 5.2. Overzicht van OSL-dateringen in proefsleuf A
- 5.3. Profielbeschrijving van de begraven grachtvulling van het voorburchtterrein
- 5.4. Overzicht van bodemmonsters, bodemhorizont/archeologische context, diepte van het pollenmonster ten opzichte van maaiveld en onderscheiden landschapsfase
- 6.1. Overzicht van de locaties en het type onderzoek dat is uitgevoerd
- 6.2. Overzicht van de opbouw van de plaggenbodem, onderverdeeld naar cultuurdek, plaggendek met zwarte en/of bruine plaggenlagen en het onderliggende natuurlijk bodemprofiel, waarin vier bodemgroepen (A-D) zijn onderscheiden
- 6.3. Overzicht van de pollenzones in relatie tot het oud oppervlak, bruine- en/of zwarte plaggenlaag en eventuele overgangslagen
- 7.1. Chronologisch overzicht van gebruikskonflicten in het Lutter markeboek, in grijs de periode van verstuiwing volgens de OSL-dateringen
- 7.2. Het aantal paarden, varkens en schapen, exclusief runderen in 1602 AD per marke
- 7.3. Aantal schapen tussen de 17de en 19de eeuw
- 7.4. Graasdruk van schapen op de ongecultiveerde gronden van Beuningen en De Lutte
- 7.5. Overzicht van overstoven bodems (A-horizont) en pollenspectra uit fossiel maaiveld
- 7.6. Overzicht van pollenspectra uit het stuifzandpakket
- 7.7. Overzicht van pollenspectra na de overstuiving van het gebied
- 7.8. Maatschappelijke factoren voor tijdens en na de zandverstuiwing met landschapshistorisch-ecologische effecten
- 8.1. Overzicht van de onderzoekslocaties, bodemkenmerken en koolstofdateringen
- 8.2. Dimensies van het waterraderen voor Noordoost-Twentse (stuwwal Ootmarsum) en Veluwe bovenslagmolens
- 8.3. Regionale zone-indeling vanuit de microfossielen van pollen- en niet-pollen-palynomorfe (NPP) taxa
- 8.4. Lokale zone-indeling vanuit de macrofossielensamenstelling
- 9.1. Overzicht van de tijdsdiepte van de onderzoekslocaties in de diverse microregio's

9.2. Overzicht van pollentaxa per hoofdlandschap (microregio) en het aantal beschikbare kensoorten van deze taxa die nodig zijn om plantengemeenschappen te kunnen afleiden

9.3. Paleoecologische ontwikkelingen gebaseerd op plantensociologische kennis

9.4. Overzicht van de standplaatscondities en belangrijkste menselijke verstoringen in New Forest en Noordoost-Twente

9.5. Bodemkenmerken van leemarme onderzoekslocaties 5 en 6 *Matley wood, New Forest, Zuid-Engeland*.

9.6. Vegetatiekenmerken van onderzoekslocaties 5 en 6 *Matley wood, New Forest, Zuid-Engeland*.

9.7. Vergelijking van geofactoren van actuo-referentie New Forest met Noordoost-Twente

10.1. Diachroon overzicht van kenmerkende landschapsvormende processen in Noordoost-Twente

10.2. Beknopte reflectie op het onderzoek vanuit de integraliteit in driehoeksmodel (A=aarde, N= Natuur, M= mens) en tijdsduur van (Laat Pleistoceen, vroege prehistorie, late prehistorie, middeleeuwen, nieuwe tijd, moderne tijd) binnen de acht thematische studies

Tekstkaders

7.1. Ontwikkeling van het Lutterzand op basis van het markeboek van De Lutte

Foto's

Alle foto's zijn gemaakt door de auteur van dit proefschrift tenzij anders aangegeven

Kaartmateriaal

Digitale topografische kaart: Esri-Nederland; Jan Willem van Aalst; www.imergis.nl

Digitale geomorfologische kaart 1:50.000: Dienst Landelijk Gebied; PDOK; Wageningen Environmental Research

Digitale landelijke bodemkaart 1:50.000: Dienst Landelijk Gebied; PDOK

Actuele Hoogtekaart Nederland: Dienst Landelijk Gebied; PDOK, Esri-Nederland

Hoogtemodel Graafschap Bentheim: Provincie Overijssel

Historische kaarten 1848-heden: PDOK, Esri-Nederland en Kadaster

Hottingerkaart: Rijksuniversiteit Groningen

Digitaal kadastraal minuutplan 1832: Henk Koop

Voorwoord

Dit proefschrift is een biografische studie over de lange termijngeschiedenis van wisselwerking tussen aarde, natuur en mens. De affiniteit met dit onderwerp is deels bepaald door de eigenschappen die ik van mijn vader, moeder en voorgaande generaties heb meegekregen. Deels hebben de mensen en gebeurtenissen die op mijn pad kwamen deze eigenschappen bepaald. Het past in de lijn van het onderzoek om dit voorwoord autobiografisch te beginnen, toegespitst op aspecten die voor dit proefschrift bepalend zijn geweest.

Prelude

Het was 1985. Mijn broer en ik lagen in bed in het opkamertje van de boerderij van opa en oma aan de Lieverseweg in Peize. Aan de wand hing een poster van weidevogels in een bloemrijk weiland met sloten met waterlelies. De nieuwe dag bood een nieuw avontuur dat voor mij als zesjarige jongen begon met melken in de “Hollandse stal”. Het was knus en warm door de warmte van de dieren, de geur van het hooi, gerinkel van de kettingen en het zwakke licht. De melk werd in melkbussen gegoten en wij mochten er een teug uit drinken. Daarna was er tijd voor een struintocht met opa, dat via het koepad naar het Peizerdiep leidde. Het gebied waarop de boerderij stond was rond 1900 nog een heidegebied dat overgrootopa had ontgonnen. Bij ’t oale daip (Oude diep), een beekje gespaard van kanalisatie groeide adderwortel in het talud. Volgens opa stond het beekdal vroeger vol met deze lilaroze bloemen. In diezelfde tijd werd er nog met paarden gewerkt, vertelde hij en in de winter werd in het Bunnerveen turf gestoken. Volgens opa lagen er dikke boomstammen in het veen die allemaal in één richting lagen. Er zou een wereldwijde grote brand zijn geweest, waardoor de bomen allemaal zijn afgestorven. Later liepen we langs de veenputten in reservaat “De 50 bunder”. Hier tekende zich het verschil tussen een jonge onbevangevonturier die het complex van veenputten wilde doorkruisen en een ervaringsdeskundige die wist hoe diep deze putten met drijfkillen kunnen zijn. De verhalen zorgden voor nieuwsgierigheid, interesse naar wilde planten en de wijze waarop de mensen van deze natuur gebruik maakten, waarbij de veenputten tastbare bewijzen waren voor de relatie tussen mens en natuur.

Een aantal jaren later was er zorg of het gras dat jaar nog gemaaid kon worden, want het land bleef zo lang nat. Hoe kan dat, vroeg ik als tienjarige jongen, waarop opa mij een grondboor gaf. Ik heb de hele middag geboord en me verbaasd over de leemlagen, die de nattigheid veroorzaakten, en de verschillende waterdieptes door bodemkundige verschillen.

Naast mijn opa vormde mijn jeugdvriend Bas Hollander ook een belangrijke factor in mijn interesse voor het landschap. Hij werd in groep 6 mijn klasgenoot en kreeg net als ik behoorlijk wat vrijheid om er op woensdagmiddag op uit te trekken. Zijn vader beschikte over gedetailleerde topografische kaarten, die we aan de keukentafel minutieus bestudeerden. We fietsten de hele Drentse Aa af op zoek naar mooie beekloopjes of andere opvallende zaken zoals veentjes, vennetjes en zandverstuivingen. Het werd van kwaad tot erger en het duurde niet lang tot we boswachter Hindrik Lanjouw tegen het lijf liepen. We leerden dat dammen bouwen in zo’n gaaf landschap niet verstandig is. We snapten geleidelijk aan dat een landschap dat voor ons heel normaal was, kennelijk bijzonder is.

Dat was niet de laatste keer dat ik geheel terecht op mijn vingers werd getikt. In het dorp Rolde, waar ik opgroeide, zag ik op mijn 11de een bouwput met allerlei aparte sporen in een vers machinaal uitgegraven zandbodem. Na schooltijd ging ik direct met een tuinschepje op pad. Ik kwam wel vaker thuis met fossielen, prehistorische gebruiksartefacten zoals pijlspitsen, schrabbers, trapezia en zelfs een keer een compleet paardenskelet, maar dit was wat anders. Na me goed te hebben uitgeleefd, werd ik de volgende dag uit de klas gehaald. Ik bleek per ongeluk een archeologische opgraving te hebben verstoord. Alle vondsten moesten bij de archeologische amateurclub worden ingeleverd. Lucas Hoven heeft me daarbij voortreffelijk uitleg gegeven over de verschillende artefacten. Ondanks dit “jeugdtrauma” kreeg ik hierdoor een grote liefde voor archeologie. Toen ik in 2016 voor mijn proefschrift in een archeologische opgraving aan het werk was moest ik nog menigmaal terugdenken aan dit voorval.

Rond mijn 12de kregen we de opdracht van juf Blokzijl om een herbarium aan te leggen. Dat was een middel om anders naar het voor mij zo vertrouwde landschap te kijken. De veentjes, vennetjes, stuifzanden, bosjes en verschillende type beekdalen bevatten ieder een heel eigen plantenwereld. In samenwerking met mijn natuurliefhebbende moeder werden de telefoon- en postcodeboeken steeds boller en kwam een herbarium van circa 150 soorten tot stand. Door met Hindrik Lanjouw te inventariseren raakte ik steeds meer bekend met planten, vlinders, cultuurhistorie en landschap.

Ik wilde nog maar één ding: boswachter worden. Niet eenvoudig, gezien ik vaker naar buiten staarde dan zat op te letten in de klas. De VMBO-school voor natuur en landschap in Apeldoorn bleek uitkomst te bieden. Ja, dit is het!, vertelde ik mijn huilende ouders op de parkeerplaats na afloop van de open dag. Op mijn 15de de deur uit, best even wennen, maar dankzij een liefdevol gastgezin, de familie Siemelink, ben ik tot bloei gekomen op deze school. Bijzondere aandacht verdient het vak veldbodemkunde van Han Voordewind, waarbij we een transect van Veluwe tot IJssel uitboorden.

Op de middelbare opleiding voor bos- en natuurbeheer in Velp was het een stage in het “oerbos” van Bialowieza in Noordoost-Polen die me vormde. Tien jaar na het communisme was het platteland nog heel traditioneel. De mensen bij wie ik in huis woonde aten nog paddenstoelen uit het bos, sprokelden hout voor hun levensonderhoud en aten vrijwel uitsluitend uit eigen tuin. Ik maakte mee wat mijn opa over zijn ouders vertelde, behalve dat ik nu met diverse studenten veldonderzoek uitvoerde. Een vreemde vogel, vonden de Poolse dorpelingen. Andrzej Bobiec speelde een cruciale rol in de interesse naar wetenschappelijk onderzoek. Hij leerde me dat in gebieden zonder ontwatering en geringe menselijke invloed complexe en soortenrijke bosccosystemen tot ontwikkeling komen. Je wist ’s ochtends al dat er iets bijzonders ging gebeuren. Op het kompas doorkruiste ik eeuwenoude lindebossen, uitgestrekte broekbossen en veentjes. Dit zette mijn beeld over natuur, maar ook de rol van de mens in het ecosysteem op zijn kop.

In Polen gaf ik een rondleiding aan een aantal mensen van Staatsbosbeheer. Bij terugkomst in Nederland bood Harry Woesthuis me een vakantiebaan als boswachter in de Gelderse poort aan. Bevers inventariseren vanuit de kano, mensen rondleiden, inventarisaties, precies zoals ik het jaren voor ogen had. Desondanks beseftte ik in die weken dat ik de wetenschappelijke uitdaging en grote variatie aan werkzaamheden en gebieden zou missen. Huib Baayen van Hogeschool Larenstein en mijn vader verdienen daarbij een woord van dank, want zij stimuleerden me om een hele zomer te besteden aan statistiek. Ik werd toegelaten op de bos- en natuurbeheeropleiding aan de Hogeschool Larenstein. Daar leerde Giel Bongers me over het verband tussen verschillende disciplines van het bos- en natuuronderzoek. Mijn hobby bleek een heus vakgebied, namelijk landschapsecologie. Sjef Hendriks zijn colleges over historische geografie waren het slotstuk van alle lessen over aardkunde, ecologie en cultuurhistorie. Met deze bagage wilde ik naar het New Forest in Engeland, want ik kon niet begrijpen dat dit gebied als een metafoor voor een natuurlijke wildernis werd gezien. Het New Forest bleek namelijk een klassiek voorbeeld van het half-natuurlijk ongeperceleerd landschap. Ecoloog Jonathan Spencer en houtvester Martin Fletcher stimuleerden me om de ontdekkingen van oude boskernen en kwetsbare ecosystemen te rapporteren en een wetenschappelijk onderzoek naar boscologische kenmerken onder verschillende begrazingsregimes uit te voeren. Aansluitend deed ik vegetatieonderzoek op St. Kilda, een klein rotseiland in de Atlantische Oceaan, dankzij Ted Green en Mick Crawley. Het was een ingrijpend dilemma toen ik als ecoloog in het New Forest mocht komen werken, maar zonder diploma voelde het niet goed om alles achter te laten in Nederland. Het wetenschappelijk onderzoek trok sterk aan me. Ik koos voor een vervolgstudie op de Wageningen Universiteit. Via Jelle Vervloet en Hans Elerie kwam ik weer terug in Drenthe, waarbij ik de oude bossen (holten en strubben) en de herstelmogelijkheden onderzocht.

Via Jelle ontmoette ik Theo Spek die bijna klaar was met zijn proefschrift over het Drentse esdorpenlandschap en later professor werd bij de Rijksuniversiteit Groningen. Tijdens mijn baan als landschapsecoloog bij Dienst Landelijk Gebied (DLG) hadden we regelmatig contact over historische ecologie. Zeven jaar na het afstuderen bezochten we met een deel van zijn staf en studenten de Biebrza, Narew en bosgebied van Bialowieza voor het daadwerkelijk bestuderen van historische referentielandschappen. Dit was de opstap naar mijn promotieonderzoek. Een belangrijke pijler onder mijn werk is de landschapsecologie. Bij DLG introduceerden Bas Klaver en ik de landschapsecologie als onderlegger in projecten binnen Overijssel en Gelderland. Het was stevig tegen de stroom inroeien, maar Bas en ik waren gedreven en betrokken allerlei collega's en externen, waaronder André Jansen. Steeds meer regio's omarmden de landschapsecologische werkwijze. We kregen vertrouwen om met een team van specialisten de landschapssleutel te ontwikkelen. In de basis van dit alles stond een fantastische vrouw, Gerry Bulten die ons alle ruimte gaf om ons als jonge honden tekeer te laten gaan. Erica Slump aan jou heb ik vertrouwen en daarmee ook de financiële ruimte voor mijn promotieonderzoek te danken. Ondersteunend hierbij waren ook Gerard Buitink, Jan van Erp en Geert de Groot. Ondanks dat er politiek gezien andere keuzes zijn gemaakt om DLG op te heffen, is het niet voor niets geweest.

Deeltijdpromotieonderzoek (2013-2019)

Samen met mijn promotor Theo Spek zette ik dit promotieonderzoek op, geheel passend binnen mijn wensen. Ik ben hem ontzettend dankbaar dat hij deze sprong in het diepe heeft durven maken. Hij is enorm bevlogen, heeft een brede en genuanceerde kijk op het landschap en ziet overal kansen. We hebben samen veel plezier beleefd aan alle ontdekkingen en mogelijkheden voor dit type onderzoek in de toekomst. We hebben af en toe ook stevig geworsteld met de financiering en raamwerk van dit veelzijdige en daarmee complexe onderzoek. Door vertrouwen en vrijheid heb ik mijn eigen pad kunnen bewandelen en het beste uit mezelf kunnen halen. Als ik hem op onmogelijke tijdstippen belde over een ontdekking zoals dierhoeven in voordes, munten van de bisschop van Utrecht, dateringsuitslagen dan

viel het woord historische sensatie regelmatig. We gingen er helemaal in op, kinderlijke blijdschap!

Wie het landschap wil beschrijven heeft kennis nodig over de flora in relatie tot de fysieke kenmerken van het landschap. Het was voor mij daarom heel logisch om Joop Schaminée als tweede promotor te vragen, als auteur van *De Vegetatie van Nederland*; hét standaardwerk over de plantengemeenschappen. Joop was direct enthousiast, maar sprak geregeld zorg uit over de ambitie om zoveel vakgebieden bij dit onderzoek te betrekken. Die zorg bleek tijdens de schrijffase terecht. Je was altijd een goede raadgever en gaf me vertrouwen dat het goed zou komen.

André gaf me al ver voor mijn promotieonderzoek theoretische en praktische kennis over de landschapsecologie en dwong me bovenal om scherp te zijn en bijzaken weg te strepen. “Kill your darlings”, ik kan het niet meer lezen. Ik ben je dankbaar voor je doorslaggevende advies over een andere opzet van het proefschrift en goede begeleiding in de korte resterende tijd. Ik wil jou en Ella hartelijk danken voor de grote gastvrijheid en goede gesprekken tijdens de diverse avondsessies bij jullie thuis in Zutphen.

Het onderzoek heeft ons allen geleerd dat er naast inhoudelijke uitdagingen ook beproevingen zijn om tradities en vormverschillen tussen de aardwetenschappen, levenswetenschappen en geesteswetenschappen in een proefschrift te kunnen uitwerken. Ik kijk met grote dankbaarheid en in goede herinneringen terug op jullie bevologenheid, geduld en wil om uit een grote complexiteit van inhoud en proces er het beste uit te halen. Het was een onvergetelijk avontuur!

Naast “formele begeleiders” waren er informele begeleiders die een sleutelrol in dit onderzoek speelden. Bas van Geel van de Universiteit van Amsterdam verdient een ereplaats in dit proefschrift. Toen ik hem belde met modderhanden over puntgave veentjes op de Ootmarsumse stuwwal stapte hij met Stefan Engels in de auto. Toen ze in het verre oosten het Hezinger “bergland” bereikten, was er aanvankelijk de nodige scepsis over de aanwezigheid van veen. Door hun enthousiasme werden het drie lange bemonsteringsdagen en een auto waarvan de bodemplaat de grond bijna raakte. Hij heeft een jaar lopen zwoegen met al het pollen, macroresten en diverse tussentijdse overleggen in Amsterdam of in Utrecht op het station. Toen we de data gingen interpreteren, ging het verhaal leven en werd hij steeds enthousiaster. In 2016 deed hij ook belangeloos mee met het onderzoek naar kasteel de Hunenborg. We onderzochten grachtvullingen, oude wegen en de hoofdburcht op de pollensamenstelling. Helaas paste het Celtic field van Volthe, het ijzertijdlandschap bij het Manderstreu en een oud boscomplex in Mander niet meer in het proefschrift, maar wat in het vat zit... Zonder zijn inzet had ik de langetermijngeschiedenis van het landschap niet kunnen beschrijven. Ik ben hem ontzettend dankbaar voor de plezierige samenwerking en inspiratie als behulpzaam en ruimhartig mens.

Tijdens mijn studie bos- en natuurbeheer kwam boscoloog Henk Koop in binnen- en buitenland ter sprake. Toevallig kruisten onze wegen in Twente, omdat hij daar actief is bij de historische vereniging. Er was direct een klik en hij hielp vaak mee tijdens het veldwerk, het beschikbaar stellen van eigen GIS-data, het digitaliseren van veldnamen en later bij de transcriptie van diverse archiefstukken. Hij is ruim een jaar bezig geweest met transcriberen en hertalen en hij heeft diverse stukken van mij gelezen en commentariseerd. Uiteindelijk lag er zo veel materiaal dat het niet meer in het proefschrift paste. Daarom hebben we twee markeboeken met transcripties, hertalingen en toelichtende tekstkaders kunnen uitgeven, waarbij Henk de trekker was. Het was bijzonder om te kunnen sparren met een wetenschapper met overeenkomstige interesses. Henk was ook een goede steun tijdens mijn eerste lezing in de streek en een bomvolle zaal in Beuningen. Ook wij hoeven ons nog niet te vervelen na afronding van dit proefschrift. Ook bijzonder is dat we inmiddels buiten het proefschrift met boscologisch onderzoek bezig zijn. De cirkel is rond!

Op een gegeven moment leek het me verstandig mijn denkbeelden aan een geoloog voor te leggen. Met enige voorzichtigheid maakte ik een afspraak met Ko van Huissteden op de VU. “Hebben wij een afspraak?”, was zijn reactie in een van de lange donkere gangen van de universiteit. Gelukkig was er toch nog tijd voor overleg en werd hij vrijwel direct enthousiast over dit “old school” type onderzoek en de ontdekkingen van nieuwe profielen langs stootoevers en lokale groeves. Het was super dat hij diverse malen naar Twente afreisde en me bijna letterlijk in de voetsporen van Van der Hammen en medeauteurs zette. Ko leerde me hoe ik nog beter de geologische kenmerken kon blootleggen en dit leidde tot een prachtige gezamenlijke uitwerking van de Puntbeekvoorde. Tijdens zijn uitleg dacht ik vaak dat ik het verkeerde vak had gekozen, wat een euforie! Ik kijk met veel plezier terug op ons veldwerk en gesprekken over de ideeën die ik had over het rivierterrassen- en rivierkommenlandschap van de Dinkel.

Naast een aantal personen die tijdens het gehele proefschrift een bijzonder rol vervulden, waren er mensen die voor specifieke hoofdstukken van betekenis waren. Bijzonder is de belangeloze bijdrage aan het bodemchemisch onderzoek naar de plaggenlandbouw door Fons Smolders van de Radboud Universiteit, Mark van Mullekom van onderzoekscentrum B-WARE en Bart Timmermans van het Louis Bolk instituut. Zij deden het genereuze aanbod om diverse bodemprofielen door te meten en te helpen bij de interpretatie van bodemchemische kenmerken van fossiele

bodems. Het was voor mij een unieke kans om in jullie laboratorium de bodemonsters voor te bereiden en daarmee in de keuken te kijken. Ik ben Dolf Lubbers dankbaar voor alle instructies en uitleg van de apparatuur.

Dankzij de inzet van waterschapsbestuurder Harrie Alberts en de inhoudelijke medewerkers Linda van der Toorn, Rudy Booijink, Olaf Borgonjen en Martin Veldhuis van Waterschap Vechtstromen werd het mogelijk om goede terreininmetingen in het Mosbeekdal te doen. Dankzij hun inzet kon mijn zorg over grootschalige erosie worden bevestigd.

Er waren vele vakbroeders die bereid waren om data aan te leveren of beelden te checken. Roy van Beek ben ik erg dankbaar voor zijn geschoonde archeologische dataset voorafgaand aan zijn publicaties. Hij heeft me ingewijd in de koolstofdateringstechniek. Zijn proefschrift was voor mij een voorbeeld voor het interdisciplinaire landschapsonderzoek en solide basis waar ik op voort kon bouwen. Vanuit de aardwetenschappen waren Wim Hoek, Nico Willemse, Stefan Engels, Gilbert Maas, Bas van Delft, Rein de Waal belangrijke raadgevers bij vragen. Vanuit de vegetatie en fauna wil ik Eddy Weeda hartelijk danken voor aanwezigheid bij interne denksessies over historische referentielandschappen en alternatieve mogelijkheden voor de analyse van paleoecologische gegevens. Fons Eysink heeft me voor complexe vegetatietypen geholpen aan een referentie, waaronder het alleen op de knieën te onderzoeken dwergbiezenverbond. Bij Lattrop aan de Dinkel ontdekte hij weer een van de bolwerken van deze gemeenschap, waardoor ik de landschapsecologische kenmerken van de pollendata beter kon doorgronden. Toevallig of niet, de gemeenschap staat in de oude voorde van een historische veeroute van Jutland (Denemarken) naar West-Nederland. We gaan hier mogelijk nog eens verder mee.

Marjolein Bouman en Marjolein van der Linden wil ik bedanken voor het aandragen van belangrijke literatuur over paleoecologisch onderzoek. Otto Brinkemper, Dimitry Macqoi en Annemieke Kooijman wil ik hartelijk danken voor de determinatie van zaden en als klankbord over de paleoecologische ontwikkelingen van het Mosbeek brongebied. Naast flora was er aanvankelijk ook aandacht voor fauna, botvondsten van onder andere oerossen, bruine beer, eland het leek aanvankelijk veelbelovend. Leendert Louwe Kooijmans, Wietske Prummel, Roel Lauwerier en Jan ter Steeg wil ben ik dankbaar voor de toelevering van data en suggesties voor archeozoologisch onderzoek. Er liggen vele kansen om mijn gecategoriseerde faunadataset op een groter schaalniveau in het historisch landschapsecologisch onderzoek te betrekken.

Met betrekking tot de geesteswetenschappen speelde Huub Scholte Lubberink een belangrijke rol. Naast het delen van diverse literatuur en sparren over historisch landgebruik hielp hij me ook bij de determinatie van aardewerk en identificatie van ijzerslakken. Uitzonderlijk spectaculair was ons onderzoek op de Hunenborg, geïnitieerd en in samenwerking met Diana Spiekhout door ons drieën gepubliceerd. Huub wist als geen ander het plan van aanpak door de toetsing te loodsen en voor we het wisten stonden we te graven en lag divers middeleeuws metaal in onze handen te blinken. Super dat hij me later betrok bij de inventarisatie en waardering van cultuurhistorische waarden voor de Manderheide. Andere archeologen die een rol speelden bij interpretatie van gegevens of het aandragen van literatuur waren Hans Oude Rengerink, Sacha Benerink, Henk van der Velde en Harry Pape. Voor de historische periode was Diana Spiekhout een maatje die net als ik op de landschapsgeschiedenis van Twente promoveerde. De Hunenborg was voor ons een soort heilige graal, waar we hoopten meer duidelijkheid over te vinden. Wat begon als een droom, werd hoop bij Huub Scholte Lubberink op kantoor en door unieke samenwerking en volhardendheid van Gerke Brouwer van Landschap Overijssel onwerkelijke realiteit. Diana's kennis over de middeleeuwen en de ontwikkeling van kastelen heeft me het sprookje van dappere ridders en schone jonkvrouwen ontnomen, maar een maatje in goede en mindere tijden opgeleverd. Het werk met Hans de Mars aan watermolenlandschappen leverde scherpe inzichten over de uitstralingseffecten van watermolens. Hem ben ik dankbaar voor veldonderzoek en goede denksessies, waarbij natte modderhanden rond vriespunt de herinneringen kleuren. Jouw enthousiasme over watermolens en landschapsecologie lijkt ook grenzeloos. Met genoegen kijk ik terug op de vele gesprekken met oud-streekbewoners of gebiedskenners. Deze gesprekken zijn deels door een sleutelpersonen: Jan Tijman op Smeijers, René Berning, Gijs Gerrits, Johan Steggink en Nettie Aarnink tot stand gekomen. Ze vormden gedurende mijn onderzoek een aanspreekpunt, legden contacten, gingen mee met interviews of verleiden me om een lezing te geven bij de lokale heemkunde vereniging.

Diverse collega's gaven me ruimte om aan dit proefschrift te werken of waren door hun interesse bereid om te helpen bij literatuurstudie, digitalisaties, GIS-ondersteuning en computerproblemen. Ben Huisman heeft me bij de Bosgroepen aangenomen, inclusief de molensteen van het proefschrift waarvan de financiering nog lang niet rond was. Dit getuigt van lef en vertrouwen, waarvoor ik je veel dank verschuldigd ben. Je hebt altijd vierkant achter me gestaan, ook wanneer het allemaal wat minder soepel liep en gaf me ruimte om mijn tijd zo goed mogelijk te kunnen verdelen. Gerry Bulten en Fons Eysink hebben achter de schermen bij de gebiedspartijen gelobbyd voor aanvullende financiering en waren wijze raadgevers tijdens mindere tijden. Jos Jansen heeft in zijn korte tijd als directieopvolger

van Ben alle vertrouwen en ruimte gegeven. Hierdoor kon ik het hoofd koel houden. Zijn bestuurlijke ervaring en sociale kwaliteiten gaven ook rust en vertrouwen bij de begeleiding en waren van groot belang voor mij om in goede gezondheid de finish te kunnen bereiken. Vanzelfsprekend is dit ook een zegen voor de thuissituatie. Computer crashes, GIS-problemen... ze gebeuren altijd op slechte momenten, die snel beter werden door hulp van Danny Meus, Rudger Kelder, Peter Clijssen, Tom Paternotte (DLG), Jöran Thielemans, Theo Keizers†, Hein Alkema, Richard Nijssen (Bosgroepen) en Marina Bösche (Esri-Nederland).

Dit proefschrift kon alleen worden uitgevoerd door financiering vanuit werkgerelateerde relaties. Na basisfinanciering door DLG speelde Geert de Groot een belangrijke rol om het onderzoek bij de Provincie Overijssel onder de aandacht te brengen. Hennie Schuman, Elselien Koning-Jaspers en Gert-Jan Hoeve zagen voor het Nationaal Landschap Noordoost-Twente kansen om de gegevens te benutten voor hun gebiedsopgaven. Henk Hengeveld van Landschap Overijssel was een van de eersten die het belang van dit type onderzoek onderschreef. Naast financiering van Landschap Overijssel speelden Paul Dirks en Herman Brink van Staatsbosbeheer, Ellen Vreenegoer en Wouter Pfeiffer van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed een hoofdrol om het onderzoek te kunnen uitvoeren. Gerard Davina van de Gemeente Dinkelland wil ik hartelijk bedanken voor de opdracht voor landschapsecologisch en historisch ecologisch onderzoek van het Ageler- en Voltherbroek, Jaap Braad van Natuurmonumenten voor een bijdrage vanuit Natuurmonumenten. Via het Ubbo-Emmiusfonds van de Rijksuniversiteit Groningen werd het laatste gat in de financiering gedicht. Bijzondere aandacht gaat uit naar Josca Westerhoff, Derk Bosker en andere medewerkers, die zich hard hebben gemaakt om een substantiële bijdrage te leveren. Bijzonder is de belangeloze bijdrage van vele particulieren uit Noordoost-Twente die via een crowd-fundingsactie van het Ubbo Emmiusfonds hun waardering voor het onderzoek naar de landschapsgeschiedenis hebben getoond.

Bijzondere dank gaat uit naar de hiervoor genoemde paranymf Henk Koop en bevriende collega Ariët Kieskamp. Ariët was in de afgelopen jaren een belangrijke mentale steun tijdens het proefschrift. Ze leek mijn gedachten en stemming te kunnen lezen. De mist trok snel op richting Twente, hard meezingend met Acda en de Munnik en cappuccino bij Lonnekermeer. Het waren welkomte onderbrekingen in weken van eenzame opsluiting tijdens schrijffases thuis. Haar eerlijke en heldere reflectie op de inhoud en mentale steun tijdens de worstelingen door bijvoorbeeld een simpel telefoontje of ik nog leefde, hebben sterk bijgedragen om tot afronding te kunnen komen. In de laatste maanden van 2019 heeft ze met veel plezier en toewijding de finale check van het ruim 500 pagina's dikke manuscript gedaan. De promotoren en co-promotor waren verassend snel klaar. Als er iemand is die zou kunnen promoveren dan is zij het.

Tenslotte is een diepe buiging voor mijn vriendin Dorien Grote Beverborg op zijn plaats. Ik zie ons nog zitten op de camping in Zwitserland. Moet ik het nou doen zo'n promotie of houden we het simpel een blijven we lekker reizen? "We kunnen toch allebei blijven doen?", was haar reactie. Het was aanvankelijk heel goed te combineren, het opvoeden van onze peuter Bart, promotie op dinsdag, donderdag en 's avonds en mijn andere baan op maandag en vrijdag. In 2014 werd Tim geboren. Ondanks een andere dynamiek bleef er een goede balans tussen werk en thuis. De baanwissel in 2015 was intensief, maar pittig werd het in 2016 toen Bart de ziekte van Lyme met hersenvliesontsteking kreeg. Het is uiteindelijk allemaal goed gekomen, maar in combinatie met elkaar was het een uitputtingsslag. Vervolgens verhuizen tijdens de promotie, een slecht plan... Dankzij Doriens nuchterheid, organisatietalent en ruimhartigheid, bleven we elkaar vasthouden en namen we bewust ruimte om met ons gezin op avontuur te gaan. In de laatste twee piekjaren nam ze zelf gelukkig wel de ruimte om te blijven leven en bijvoorbeeld met de kinderen naar Ameland te gaan. Ik sloot in de weekenden aan, maar het viel niet altijd mee om de knop om te zetten als onze kinderen huilend bij de veerboot afscheid namen. Ik ben trots op ze dat ze snappen dat het allemaal niet aan komt waaien en soms offers nodig zijn. De laatste jaren waren een soort draaikolk, waarin Dorien in huis een reddingsboei was. De liefde van haar en de kinderen lijkt grenzeloos. Ik kijk in grote dankbaarheid terug op deze periode en denk aan een versje dat mijn vader vaak vertelde: "daar alleen kan liefde wonen, daar alleen is het leven goed, waar men vrij en ongedwongen alles voor elkander doet". Mede dankzij het proefschrift hebben wij ervaren dat levensgeluk een combinatie is van zelfontplooiing, avontuur, aandacht voor elkaar en bijzondere mensen die je omringen.

Als ik terugdenk aan de poster van weidevogels in een bloemrijk weiland met sloten met waterlelies in het opkamertje van opa in oma in de jaren '80, is er veel natuur en landschap in de vaart der volkeren verloren gegaan. Desondanks is er meer begrip, kennis en draagvlak dan ooit te voren en heeft dit promotieonderzoek al bijgedragen aan praktisch herstel van natuur en landschap. Het is een voorrecht om hier samen met onderzoekers, beleidsmakers en de praktijk aan te kunnen werken. Ook deze vormen een driehoek en zijn een noodzakelijke verbinding om de balans tussen de aarde, natuur en mens te verbeteren. 't Kon minder.