

Beekdalverkenningen - II



1) Inleiding

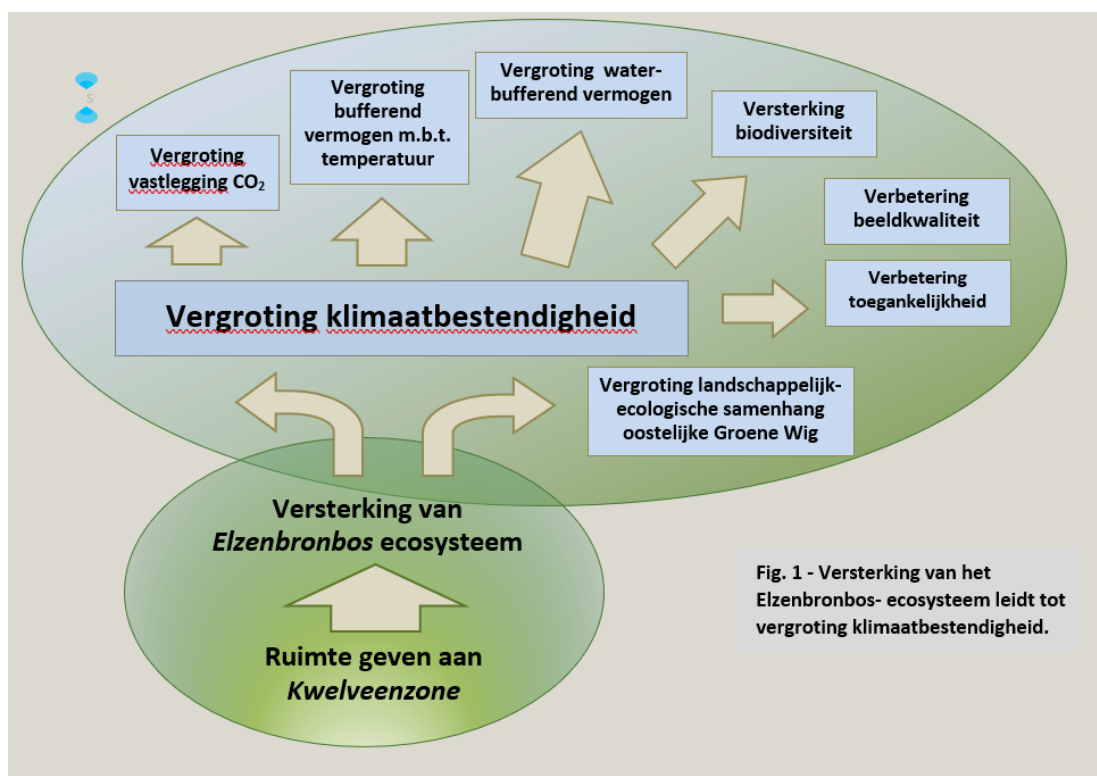
Een belangrijke conclusie van Beekdalverkenningen-I is dat voor een duurzame, klimaatbestendige toekomst van het Beekdal, het essentieel is een beter inzicht te krijgen in de unieke kwelhydrologie, ecologie en vegetatie van het gebied. Op dit moment is onze kennis hierover nog beperkt.

Beekdalverkenningen-II bouwt voort op dit thema en richt zich op de cruciale rol, die het *Elzenbronbos-ecosysteem* speelt in de versterking van de klimaatbestendigheid. Tevens wordt er aandacht besteed aan de ingrijpende veranderingen, die het Beekdal heeft ondergaan sinds de aanleg van de wijken De Paasberg, Geitenkamp en Angerenstein-Noord.

2) Vitale rol van het Elzenbronbos-ecosysteem

2.1 Algemeen

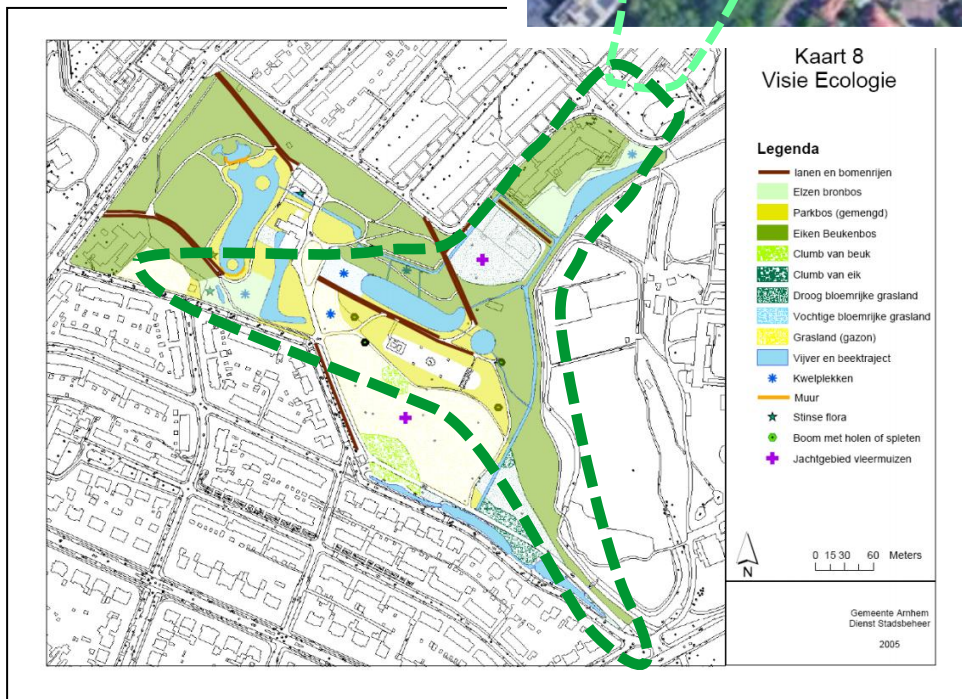
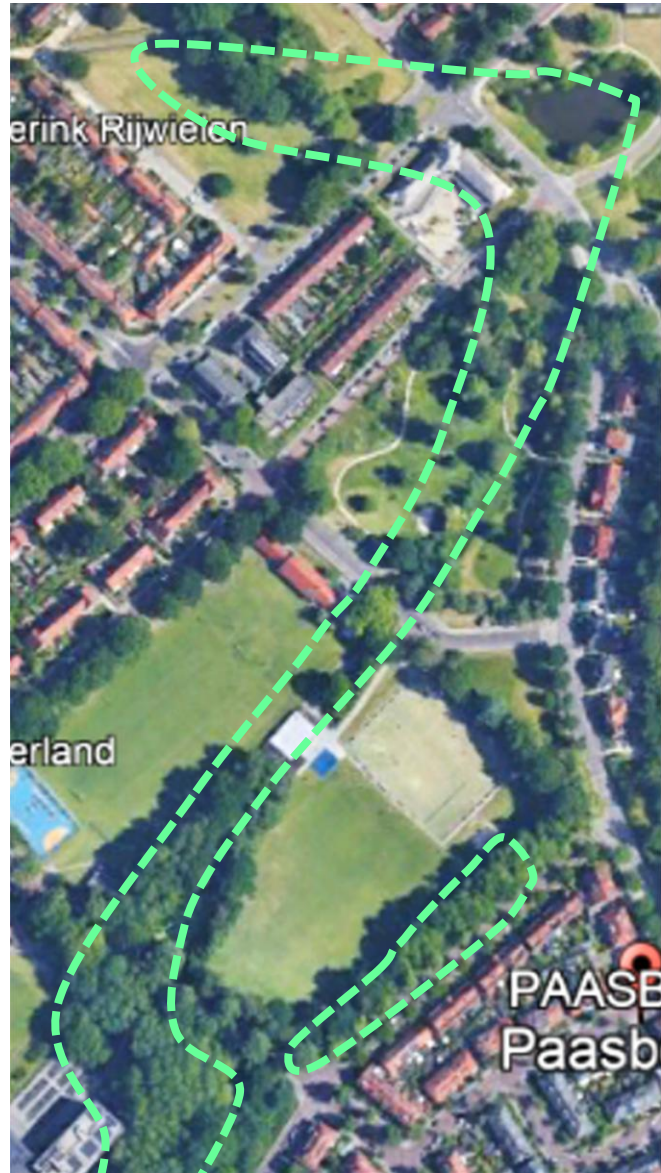
Het Elzenbronbos-ecosysteem speelt een cruciale rol in de klimaatbestendigheid van het dal door de vele zgn. *ecosysteemdiensten*, die het levert. [Fig. 1](#) geeft een beknopt schematisch overzicht van deze diensten.



Elzenbronbos komt overal voor in de lagere delen van het Beekdal. Deze vormen een onderdeel van een lange, aaneengesloten kwelveenzone, die de landschappelijk-ecologische brug vormt tussen het Beekdal, het Landgoed Rennenenk en Park Angerenstein. In [Fig. 2](#) is deze kwelveenzone aangegeven met een groene stippellijn.

Fig. 2 : Het lage deel van het Paasberg - Rennenk - Angerenstein Beekdal bestaat uit een aaneengesloten kwelvenzone, die de landschappelijk-ecologische verbinding vormt tussen genoemde parken (groen-zones) en is aangegeven met een groene stippellijn.

Bron: *Beheervisie Park Angerenstein 2006 - 2016 (2005)*



2.2 Zwarte els, de Alleskunner

De zwarte els (*Alnus glutinosa*) bezit een groot aantal *unieke eigenschappen*, die het in staat stelt goed te groeien in omgevingen waar andere bomen het moeilijk hebben door zuurstoftekort. Deze eigenschappen zijn in het kort als volgt:

Luchtwortels: In natte moerassige gronden, waar de bodem vaak weinig zuurstof bevat, kan de zwarte els beschikken over *luchtwortels*. Deze wortels bevatten weefsels, die lucht kunnen opnemen uit het water of de bovenste bodemlaag en naar de rest van de wortels transporteren. Dit zorgt ervoor, dat de boom voldoende zuurstof krijgt, ondanks zeer lage zuurstofconcentraties in de bodem.

Wortelsystemen die stikstof binden: Daarnaast heeft de zwarte els een symbiotische relatie met stikstofbindende bacteriën in haar wortels. Hierdoor kan de els stikstof binden in weinig vruchtbare, natte gronden, waar andere bomen niet of nauwelijks kunnen groeien.

Stabiele ecologische kwelveencondities: Er is nog een derde, ecologische factor, die de zwarte els in het Beekdal een ongekeerde groeikracht bezorgt. Dat zijn de uitzonderlijk stabiele ecologische condities van het kwelveenmoeras : (a) een constante aanvoer van zuurstofrijk bronwater met (b) een stabiele temperatuur van 8-9 °C. Mede hierdoor kan het elzenbronbos-ecosysteem ook tijdens extreem droge of koude perioden goed blijven functioneren.

Hieronder zijn de verschillende *zgn. ecosystemediensten* van het Elzenbronbos verder uitgewerkt.

2.3 Vastleggen van CO₂

Het Elzenbronbos fungeert als een koolstofput, waarbij het CO₂ uit de atmosfeer opneemt en opslaat in de bodem. Dit helpt om de opwarming van de aarde te vertragen.

Om hoeveel CO₂ gaat het hier? Elzenbroekbossen bevinden zich in veen- of moerasachtige gebieden, wat hen in principe zeer efficiënt maakt in het vastleggen van CO₂, vooral via de bodem. De bomen zelf slaan CO₂ op door fotosynthese en groei van hun biomassa, terwijl ook de organische stoffen in de bodem, die langzaam afbreken, koolstof kunnen vasthouden.

Bodemopslag

In veen- of moerasachtige gebieden, waar Elzenbroekbossen te vinden zijn, kan de veenbodem veel koolstof bevatten. In dergelijke natte gebieden kan de koolstofopslag in de bodem *tussen de 1 en 3 ton CO₂ per hectare per jaar* liggen, afhankelijk van de vochtigheid en bodembeheer.

Bomen (biomassa)

De bomen in een Elzenbronbos dragen ook sterk bij aan de CO₂-opslag via hun groei. Elzen groeien relatief snel en kunnen jaarlijks *tussen de 5 en 10 ton CO₂ per hectare per jaar* opnemen, afhankelijk van de omstandigheden zoals bodemvruchtbaarheid en waterbeschikbaarheid.

Als men beide factoren combineert - de opslag van koolstof via de veenbodem en via de biomassa van de bomen -, komt de totale jaarlijkse koolstofvastlegging in het Elzenbronbos uit op *6 tot 13 ton CO₂ per hectare*. Integraal herstel van de bronveengebieden, inclusief het toepassen van ecologisch waterbeheer, kan de efficiëntie van de CO₂-vastlegging nog aanzienlijk verder verhogen.

2.4 Grote buffercapaciteit

Stabilisatie van het microklimaat

- a) *Verkoeling*: Het Elzenbronbos zorgt voor verkoeling door verdamping van water uit de bodem en het bladerdak alsook door de constant lage temperatuur (8-9°C) van het opwellende grondwater. Dit helpt om de omgevingstemperatuur lager te houden, vooral in periodes van hitte.
- b) *Beschutting tegen wind*: Het bos fungeert verder als een natuurlijke windbreker, wat vooral in de winter belangrijk is om de koude wind te blokkeren en zo de temperatuur te stabiliseren.

Waterbuffering

- a) *Wateropslag*: Het Elzenbronbos werkt als een waterbuffer, door het regenwater vast te houden in de venige bodem en via de vegetatie te laten verdampen. Dit voorkomt overstromingen en helpt bij het beheersen van wateroverlast bij hevige regenval.
- b) *Grondwateraanvulling*: Het bos draagt bij aan de natuurlijke grondwateraanvulling door het water langzaam naar de ondergrond te laten zakken, wat belangrijk is voor het behouden van het grondwatersysteem. Ook in een kwelwatersysteem is dit van belang.

2.5 Verbetering van de luchtkwaliteit

Bomen in het Elzenbronbos dragen bij aan het *zuiveren van de lucht*, door kooldioxide op te nemen en zuurstof af te geven, wat de luchtkwaliteit verbetert. Zie ook onder 2.2 *Vastleggen van CO₂*.

2.6 Vergroting biodiversiteit

Diversiteit van habitats

Uitbreiding van het Elzenbronbos in de kwelveenzone zorgt voor een vergroting van de diversiteit aan habitats voor planten, amfibieën, reptielen en vogels. De toename van vochtige, beschutte gebieden, vegetatie en waterlichamen biedt tal van voordelen voor bijv. vogels die in vochtige omgevingen broeden en reptielen die profiteren van de gevarieerde micro-habitats.

Vogelsoorten zoals rietzanger, fitis, heggenmus, groene specht, tuinfluiter en grote gele kwikstaart, maar ook reptiel- en amfibie-soorten kunnen in toenemende mate hun leefgebied vinden en zich voortplanten, wat de biodiversiteit in het gebied verder versterkt.

Ecologische verbindingzones

Door het bos uit te breiden, creëer je ecologische verbindingzones, die verschillende natuurgebieden met elkaar kunnen verbinden. Dit verbetert de leefbaarheid voor dieren en vergroot het netwerk van groene corridors. Dit perspectief sluit naadloos aan bij het bekenbeleid van de Gemeente Arnhem, dat gericht is op het ontwikkelen van een sterk groenblauw raamwerk o.a. via het netwerk van de Groene Wiggen.

2.7 Veerkracht onder extreme weersomstandigheden

Door de specifieke eigenschappen van het Elzenbronbos, zoals de sterk verankerende wortels van de zwarte elzen, kan het ecosysteem zich uitstekend aanpassen aan extreme weersomstandigheden, zoals hittegolven, hevige regenval of stormen. Dit versterkt de

veerkracht van het gebied tegen de steeds vaker voorkomende klimaatgerelateerde bedreigingen.

2.8 Verhoogde landschapswaarde

Een bredere, goed onderhouden boszone verhoogt de esthetische waarde van het beekdalgebied als geheel, wat verder bijdraagt aan de leefbaarheid van de omliggende wijken.

2.9 Verbetering recreatiemogelijkheden en gezondheid

Een uitbreiding van het Elzenbronbos zal de recreatieve waarde van het gebied verhogen. Het biedt bewoners uit omliggende wijken een rustige groene ontmoetingsruimte voor ontspanning, wandelen en sporten en kan zo een positieve bijdrage leveren aan de gezondheid en het sociale welzijn van de gemeenschap.

2.10 Educatie en bewustwording

Het Elzenbronbos biedt ook een belangrijke educatieve meerwaarde. Bezoekers en onderzoekers kunnen hier de complexe relaties tussen natuur en klimaatverandering bestuderen, wat bijdraagt aan een breder begrip van de noodzaak van natuurbehoud en duurzame praktijken.

3) Het veranderende Beekdallandschap

3.1 Hoe zag het Beekdal er vroeger uit?

Fig.3 geeft een beeld van het Beekdal begin jaren '20 van de vorige eeuw. Het was een glooiend, enigszins concaaf smeltwaterdal met kleine akkers, vochtig blauwgrasland en in de laagste delen kwelveenmoeras en open water.



Fig. 3: Het Beekdal begin jaren'20, kijkend in oostelijke richting. Het gebied bestond uit een breed enigszins concaaf dal met kleine akkers, vochtig blauwgrasland en in de laagste delen kwelveenmoeras en open water.

3.2 IJzeroer in de ondergrond

Met de aanleg van de wijk de Paasberg eind jaren '20 verdween dit arcadische beeld nagenoeg geheel. In de jaren '50 werden de scholen en de flats van Angerenstein-Noord gebouwd. In de jaren '60 volgde de aanleg van de sportvelden. Gedurende deze latere fase werd in het beekdal ook een groot aantal recreatievijvers gegraven.

Tijdens de graafwerkzaamheden stootte men regelmatig op ondoorlatende ijzeroerbanken. Reden om deze ijzerhoudende afzettingen eens wat nader te onderzoeken.

Wat is ijzeroer?

Ijzeroer is een bruin- of oranje-rood neerslag van ijzeroxide, dat ontstaat in zuurstofarme, natte bodemomstandigheden door de oxidatie van ijzer in het grondwater. Na verloop van tijd, kunnen hier ijzeroerbanken ontstaan.

Fig. 4a laat een typische stuwwalgrond zien met scheef gestelde (ijzer)inspoelingslagen en beginnende ijzeroer-ontwikkeling. Na verloop van tijd veranderen deze lagen, doorgaans aangeduid als 'leemlagen', in harde, ondoorlatende ijzeroerbanken (Fig. 4b).

Ijzeroerlagen zijn onderdeel van het stuwwallandschap en komen overal in en rond het Beekdalgebied voor alsook in andere delen van Arnhem-Noord. Het is goed hier op te merken, dat zonder deze harde, ondoorlatende afzettingen er geen Arnhemse beken zouden zijn. De belangrijkste reden hiervoor is dat de bijzondere hydrologie van de beken sterk afhankelijk is van de sterk *waterstagnerende werking* van deze ondoorlatende oerbanken. Gedegen kennis en inzicht in het voorkomen van de ondergrondse ijzeroerlagen in het gebied zijn daarom essentieel voor duurzaam beek(dal)beheer.

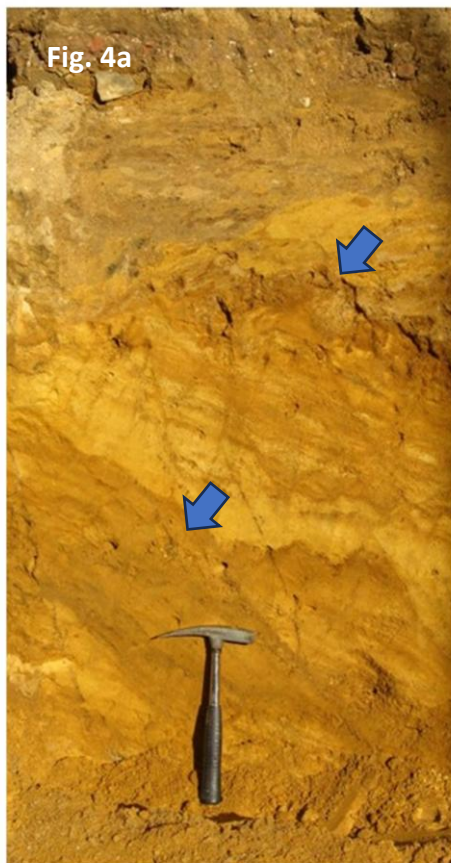


Fig. 4a : Typische stuwwalbodem met scheef gestelde ijzerinspoelingslagen en ijzeroerontwikkeling (zie blauwe pijlen) onder een losse verstoorde bovengrond. (Profiel gegraven tijdens BGB-werkzaamheden op de Paasberg in 2010). (Lengte v/d veldhamer is 32 cm).

Fig. 4b : Ijzeroer ontwikkelt zich verder tot sterk verkitte waterondoorlatende lagen.

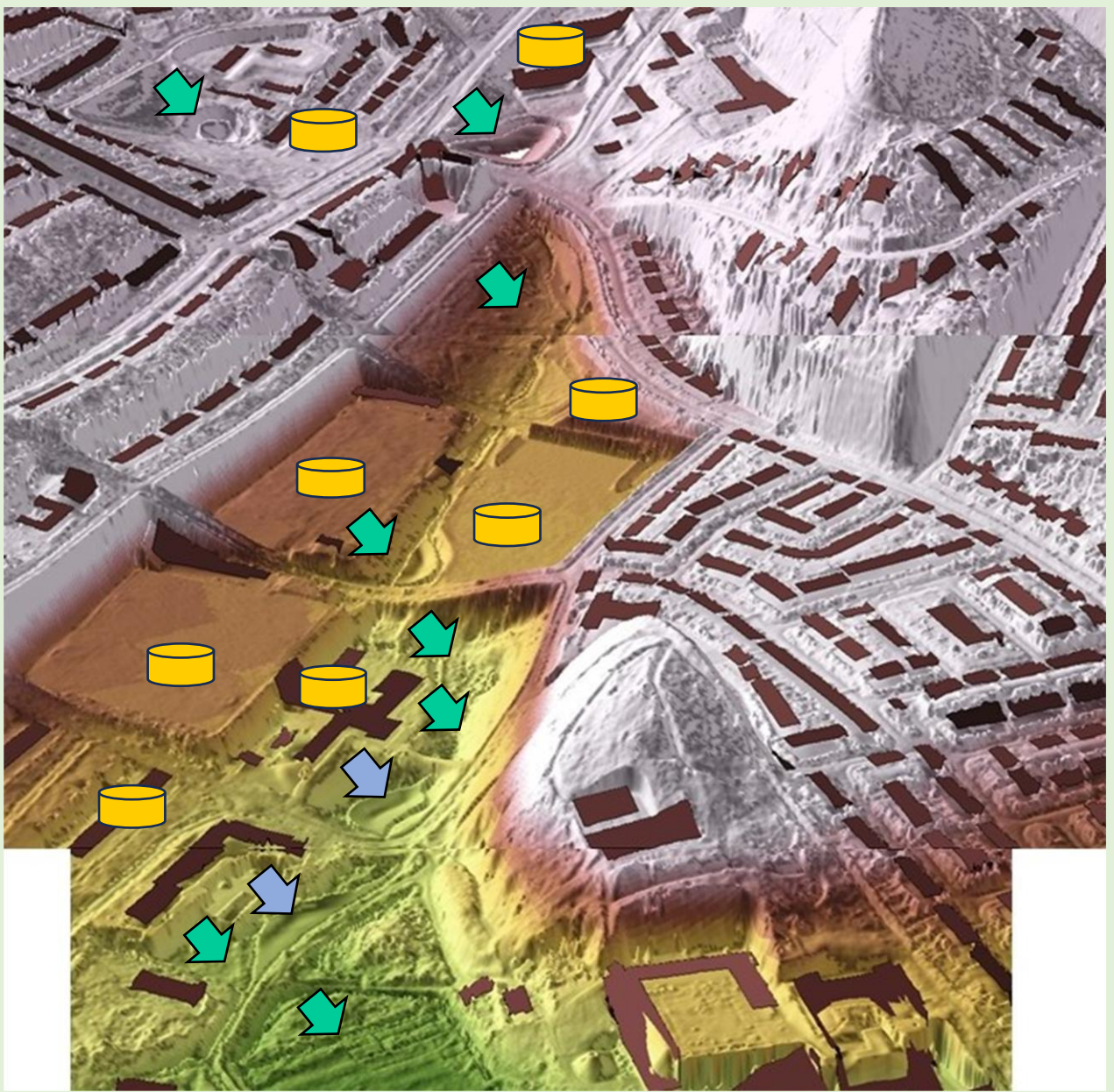


Fig. 5 : 3D-visualisatie van het Beekdal in ZW-NO richting, uitgevoerd in GIS 3D-Analyst en ArcScene
 (bronmateriaal : AHN-bestand *i40bn1*)




-  Oorspronkelijk Beekdal-reliëf
-  Opgespoten bouwzand als fundering voor nieuwe scholen en aanleg sportvelden
-  Gegraven vijver met betonnen grondbak



Fig. 6: Voor de aanleg van de wijk De Paasberg is een groot deel van de oostelijke stuwwalrug afgegraven o.a. als zandwinning voor de aanleg van Het Broek.

3.3 Het *bedolven* beekdalreliëf

Landschapsverduistering

In de jaren '20 is voorafgaand aan de aanleg van De Paasberg een groot deel van de oostelijke stuwwalrug afgegraven voor zandwinning t.b.v. de aanleg van Het Broek (Fig. 6). Als gevolg hiervan is een belangrijk deel van het oorspronkelijke landschap verdwenen. Bovendien is het gebied kwetsbaar geworden o.a. door verstoring van de aanwezige ondoorlatende ijzeroerlagen en daarmee ook de natuurlijke waterhuishouding.

Na de zandafgravingen voor de aanleg van De Paasberg volgden afgravingen t.b.v. de constructie van Rijksweg A12, de zandophogingen voor de bouw van de scholen en de aanleg van de sportvelden. Hierdoor werd de kwetsbaarheid van het Beekdal verder vergroot.

Fig. 5 geeft m.b.v. 3D-visualisatie een goed overzicht van de landschappelijke opbouw van het Beekdal door het zichtbaar maken van zowel de natuurlijke als de door menselijk ingrijpen ontstane hoogteverschillen in het dal.

Dankzij het sterk doordringend en filterend vermogen van de LiDAR-sensor - waarmee de AHN-hoogtebeelden gemaakt zijn – kan ook de ondergrond gedeeltelijk gevisualiseerd worden. Het gaat daarbij o.a. om bouwfunderingen en vijverbodems. Op deze manier krijgt men een goed globaal beeld van zowel de bovengrondse als de ondergrondse delen van het gebied.

Fig. 5 laat verder de twee hoofdzones zien in het dal : (1) de met bouwzand opgehoogde delen (aangegeven met gele cylinder) en (2) het oorspronkelijke beekdal-reliëf (met blauwgroene pijl aangegeven).

De 'gele' met bouwzand opgehoogde gebieden omvatten sportvelden en bouwfunderingen voor scholen en flats. Ecologisch gezien zijn het *inerte* zones met een lage biodiversiteit, die weinig bijdragen aan de klimaatbestendigheid van het Beekdal.

De 'blauwgroene' gebieden laten een heel ander beeld zien. Doordat zij direct op het oorspronkelijke beekdalreliëf liggen, is hun ecologische structuur niet of nauwelijks aangetast en bezitten zij een grote natuurlijke veerkracht en biodiversiteit. Juist in deze 'blauwgroene' gebieden is het Elzenbronbos sterk in opmars. Het begon met het 'moerasbosje' voor het

Beekdal Lyceum, dat in verbluffend korte tijd tot een volwaardig Elzenbronbos is uitgegroeid. Daarna volgden andere gebieden zoals het nog kleine maar snel groeiende Elzenbronbos aan de Kloosterstraat vlak tegenover de Witte School. Ook op Park Angerenstein en Landgoed Rennenenk zien we een vergelijkbaar herstel van het Elzenbronbos op plekken waar de oorspronkelijk beekdalbodem niet met bouwzand is afgedekt.

Tenslotte is er de 'blauwe' zone van de gegraven vijvers. In totaal gaat het om 5 vijvers, die alle in het lage venige deel van het Beekdal liggen. Zij werden in de jaren '50 en '60 gegraven voor recreatieve doeleinden. Schrijver Koos van Zomeren geeft een levendige beschrijving van het moeras bij de Witte School voordat hier een vijver werd gegraven:

"In mijn jeugd lag wat verderop in dit dal, waar nu flats staan en een vijver ligt, precies zo'n moeras, alleen beduidend groter. We dachten dat het er levensgevaarlijk was. En daarom speelden we daar.'
Uit: *Heel de natuur*. Amsterdam: De Arbeiderspers, 2022.

Voor het volledige verhaal zie de website Wijkvereniging De Paasberg-Wellenstein (*Over de wijk > Beek op de Paasberg*). Op [Fig. 5](#) is goed te zien, dat alle vijvers voorzien zijn van een betonnen grondbakconstructie om sterke vegetatiegroei en vervening tegen te gaan. Voor duurzaam herstel v/h Beekdal valt te overwegen de bakken van sommige vijvers weg te halen, in combinatie met aanvullende maatregelen ter versterking van het natuurlijk beek-ecosysteem.

3.4 Veranderde hydrologie van het Beekdal

Wateroverlast door dempen van waterlopen

Niet alleen het landschap veranderde. ook de waterhuishouding onderging een meta-morfose door menselijk toedoen. [Fig. 7](#) laat de situatie zien van begin vorige eeuw.

Op de foto rechts naast boerderij De Grond staat de aftakking van de Paasbergbeek afgebeeld, die richting Park Angerenstein liep om daar de watervallen en fontein van (extra) water te voorzien. Bij de aanleg van de flats van Angerenstein-Noord eind jaren '50 is deze waterloop volledig gedempt en afgesloten.

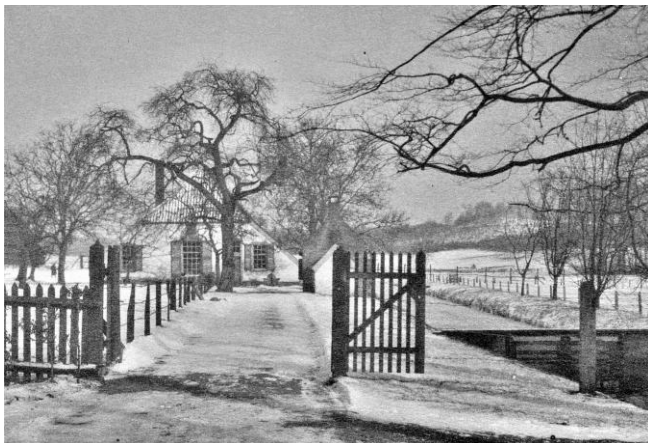


Fig. 7: Het Beekdal met boerderij De Grond in 1912. Rechts op de foto de aftakking van de Paasberg-beek richting Park Angerenstein. Bij de aanleg van flats van Angerenstein-Noord is deze aftakking gedempt.

Het directe gevolg van deze demping was een verdere vernatting van de kwelzone en wateroverlast in de pas gebouwde scholen langs de Bernhardlaan.

[Fig. 8](#) geeft in een tijdreeks over vier decennia (1950 - 1960 – 1970 – 1980) een globaal multi-temporeel beeld van de metamorfose van het Beekdal. De belangrijkste veranderingen zijn de verdwijning van de weilanden en akkers, de aanleg van de nieuwe wijken en scholen, de omleiding en demping van waterlopen en de gestage uitbreiding van het Elzenbronbos.

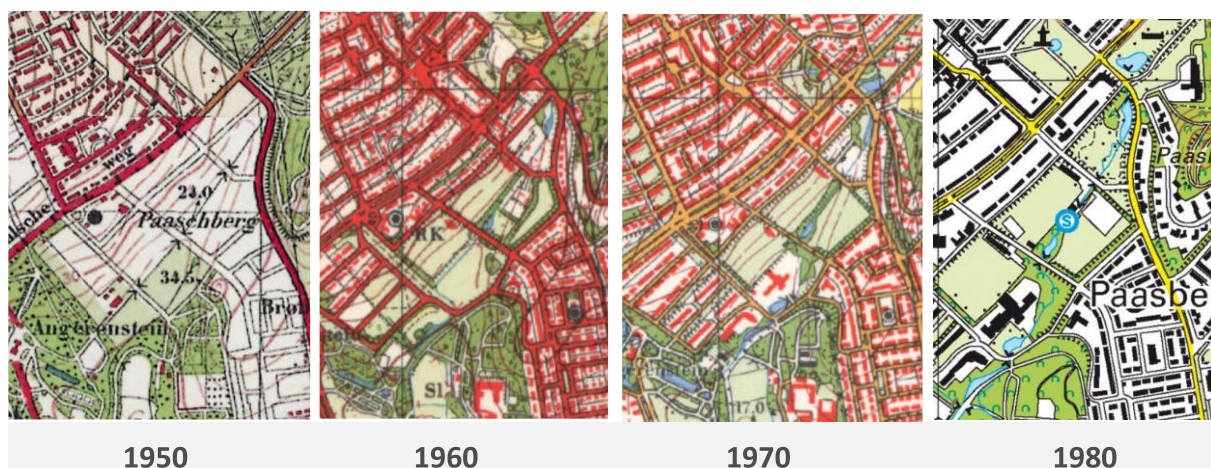


Fig. 8 - Tijdreeks over vier decennia (1950 - 1960 – 1970 – 1980) van veranderingen in het Beekdal (Bron: Topotijdreis <https://www.topotijdreis.nl/>)

4) Verdere aandachtspunten

4.1 Naar een klimaatbestendig Beekdal

Moeder Natuur schuift aan

Klimaatbestendigheid begint bij het herstel van het Elzenbronbos incl. de daarbij behorende natuurlijke ecologische en hydrologische gradiënten in het landschap. Concreet betekent dit o.a. de verwijdering van de laag bouwzand (opgebracht indertijd voor de aanleg van de sportvelden) in een brede zone langs de Paasbergbeek en andere ‘blauwgroene’ gebieden. Daarna zal er weer volop ruimte zijn voor het elzenbronbos en kan er een *natuurlijke ecologische zonering* ontstaan in het Beekdal met o.a. elzenbronbos en blauwgrasland. Zie ook *Ruimtelijke Visie Beek op de Paasberg (2018)*.

4.2 Waterhuishouding

Beekdalverkenningen I en II focussen beide sterk op grondwater, of beter: *kwelgrondwater*. De reden hiervoor is simpel: het grootste deel van het water uit de beek is kwelwater, dat *ondergronds* de beek instroomt en voedt. Daarnaast is er het Elzenbronbos-ecosysteem, dat sterk afhankelijk is van (kwel)grondwater.

Dit betekent echter niet, dat het oppervlaktewater geen belangrijke rol speelt. Vooral bij hevige stortbuien die door de klimaatverandering helaas steeds vaker zullen voorkomen is het zaak het hydrologisch regime van het oppervlaktewater in en naar het gebied goed te kennen. Terecht besteedt het Waterschap Rijn & IJssel daarom veel aandacht aan debietmetingen van oppervlakkige afstroming van hoger gelegen delen om die te laten inzijgen in lager gelegen gebieden.

Zaak is wel deze inzijging van vaak sterk vervuild oppervlaktewater niet te laten plaatsvinden in de kwetsbare kwelwaterzones. De reden hiervoor is, dat gerichte instroming van oppervlaktewater ernstige schade kan toebrengen aan het kwelwater-ecosysteem, dat gevoelig is voor kleine verstoringen van de zuurgraad en de nutriëntenbalans. Dit kan vervolgens leiden tot het uiteenvallen van het bronbos-ecosysteem door eutrofiëring.

5) Korte samenvatting en enkele aanbevelingen

5.1 Elzenbronbos en klimaatbestendigheid

- 1) De uitbreiding van de Elzenbronboszone en het herstel van ecologische en hydrologische gradiënten zijn essentieel voor het versterken van de klimaatbestendigheid van het Beekdal. Het *Elzenbronbos-ecosysteem* speelt hierin een cruciale rol door zijn veerkracht en unieke eigenschappen.
- 2) Het Elzenbronbos-ecosysteem is veel meer dan alleen een groene ruimte. Het fungeert als de groenblauwe 'machinekamer' van de natuur en is een onmisbare schakel in de strijd tegen klimaatverandering. Het slaat CO₂ op, reguleert water, ondersteunt biodiversiteit en vermindert de impact van extreme weersomstandigheden. Het is tevens levend bewijs van hoe Moeder Natuur niet alleen schoonheid biedt, maar ook essentieel is voor een vitale, duurzame toekomst.
- 3) De belangrijkste ecosystemediensten van het Elzenbronbos zijn:
 - CO₂-opslag,
 - Verbetering van de luchtkwaliteit,
 - Buffering van water- en microklimaatregulatie.
- 5) Verder versterkt het bos indirect de biodiversiteit door het creëren van diverse habitats en ecologische verbindingen. Daarnaast is het goed bestand tegen extreme weersomstandigheden, waardoor de veerkracht van het gebied wordt vergroot.
- 6) De Beek-op-de-Paasberg heeft als kwelbeek bovendien *unieke ecologische eigenschappen*, waarvoor deze van het Waterschap de bijzondere SED-status (*Specifieke Ecologische Doelstelling*) kreeg toegekend.
- 7) Het verdient aanbeveling om de unieke ecosystemediensten van het Elzenbronbos op te nemen in het groene klimaatbeleid. Dit biedt de mogelijkheid om de huidige focus op waterbeheer uit te breiden naar andere belangrijke deelaspecten, zoals CO₂-opslag, het bevorderen van biodiversiteit en het verbeteren van microklimaten.

5.2 Verstoring van het bronbos-ecosysteem

- 8) Menselijke ingrepen, zoals zandwinning en de aanleg van wijken en wegen, hebben het oorspronkelijke beekdallandschap en de waterhuishouding ernstig verstoord, wat de kwetsbaarheid van het gebied vergroot.
- 9) Het herstel van het natuurlijke bronbos-ecosysteem moet prioriteit krijgen, met acties zoals het verwijderen van versturende zandlagen en het creëren van ruimte voor de uitbreiding van het Elzenbronbos. Een van de concrete maatregelen is het verwijderen van het bouwzand uit de lage delen rond het bestaande Elzenbronbos. Op die manier kan het oorspronkelijke beekdalreliëf weer bovengronds gehaald worden en kan het elzenbos zich verder uitbreiden.
- 10) Creëer ook ruimte door (a) het weghalen van hoge hekken en beschoeiingen voor herstel van natuurlijke gradiënten en (b) het verwijderen van braam, laurierkers en andere invasieve soorten.

5.2 Waterhuishouding van het Beekdal

- 11) Kwel)grondwater speelt een centrale rol, maar ook de beheersing van het oppervlaktewater is cruciaal, vooral bij hevige regenval. Het is echter van groot belang, dat *vervuild oppervlaktewater niet in de kwetsbare kwelwaterzones terecht komt*, aangezien dit ernstige schade kan toebrengen aan het groenblauwe ecosysteem.
- 12) Tenslotte een aanbeveling om een globale waterbalans op te stellen voor het Beekdalstroomgebied om de waterstromen goed in kaart te kunnen brengen. Daarbij kan ook gekeken worden naar oplossingen voor de hardnekkige kwelvochtproblemen bij het Beekdal Lyceum en andere scholen in het gebied.

5.3 Versterking van de Groenstructuur Arnhem

Afsluitend kan worden geconcludeerd dat het Elzenbronbos-ecosysteem een unieke kans biedt voor een duurzame klimaatadaptieve inrichting van het Beekdalgebied incl. een goede aansluiting op het groenblauwe netwerk van de Arnhemse Groene Wiggen.

Op deze manier draagt het bij aan de versterking van de stedelijke groenstructuur en ondersteunt het indirect Arnhems identiteit als groene Bekenstad, waar natuur en water een integraal onderdeel zijn van de stedelijke ervaring.

Rob Hennemann,
Initiatiefgroep Park Beek-op-de-Paasberg

Geraadpleegde bronnen

- *Groenvisie 2017-2035* - Gemeente Arnhem (2018)
- *Bekenvisie 2007-'17* - Gemeente Arnhem (2005)
- *Beheervisie Park Angerenstein 2006- 2016 (2005)*
- *Omgevingsvisie Arnhem 2040*, Gemeente Arnhem (2023)
- *Ruimtelijke Visie Beek op de Paasberg*, A. Kool / Initiatiefgroep Beek op de Paasberg (2018)
- *Bevindingenrapportage Beek op de Paasberg, Integrale analyse van het beekgebied* - Gemeente Arnhem (2022)
- *Diverse landkaarten en foto's*, Gelders Archief
- *Angerenstein, Van landgoed tot woonwijk* - Stichting Wijkbelangen Angerenstein (2008)
- *Handboek Beken en Erfgoed, Beeklandschappen met karakter*. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), Rijksdienst Kennis & Advies van de Rijksdienst van het Cultureel Erfgoed (2018).
- *Topografische kaarten 1900, 1950, 1960, 1970 en 1980* - Topotijdreis
<https://www.topotijdreis.nl/kaart/1900/@193648,445338,11>